การศึกษาหาคุณสมบัติและแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้นจากนมหมดอายุ

นางสาว เบญจมาศ หลีล้วน

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์

พ.ศ. 2531

51 P.

เลขหมู่ ปศ. [illegible] 2531

เลขทะเบียน 12433

วัน, เดือน, ปี -4 พ.ค. 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Preliminary Study of The Expired Pastuerised Milk and Its Utilizarion

Ms. Benjamas Hlee-luan

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor Science
Department of Applied Biology
Faculty of Industrial Education and Science
King Mongkut`s Institute of Technology Ladkrabung

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ **การศึกษาหาคุณสมบัติและแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้น**

โดย **นางสาว เบญจมาศ หลีล้วน**

ภาควิชา **ชีววิทยาประยุกต์**

อาจารย์ที่ปรึกษา **อาจารย์ ดร.เรียม เตชะโสภณมณี**

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

.... หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

(ผศ. มาลินี ตันติยาภรณ์)

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.... ประธานกรรมการ

(ผศ. มาลินี ตันติยาภรณ์)

.... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เรียม เตชะโสภณมณี)

.... กรรมการ

(ผศ. เนาวรัตน์ ปานแย้ม)

.... กรรมการ

(อาจารย์ มลวิภา เกษแจ้ง)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ : การศึกษาหาคุณสมบัติและแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้นของตะกอนนมหมดอายุ

นักศึกษา : นางสาวเบญจมาศ หลีล้วน
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เรียม เตชะโสภณมณี
ภาควิชา : ชีววิทยาประยุกต์
ปีการศึกษา : 2530

บทคัดย่อ

ปัจจุบันแม้รัฐบาลจะรณรงค์ให้ประชาชนดื่มน้ำนมกันมากขึ้น แต่ยังคงมีน้ำนมพาสเจอร์ไรส์หมดอายุเหลืออยู่ ซึ่งน้ำนมหมดอายุเหล่านี้กลายเป็นของเสียที่ปล่อยทิ้งไป ทั้งที่ยังอาจจะมีส่วนที่จะเป็นประโยชน์เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเกลือแร่เหลืออยู่บ้าง จึงได้ทำการศึกษาหาคุณสมบัติเบื้องต้นของตะกอนที่แยกมาจากนมหมดอายุแต่ยังไม่เกิดลิ่มนม โดยวิธีการตกตะกอนด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ พบว่าตะกอนที่ได้เป็นก้อนสีเหลือง กลิ่นหอมเหมือนไขสัตว์ มีความชื้นร้อยละ 6.74 และมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ โปรตีน ร้อยละ 18.29 และไขมันร้อยละ 41.095

การศึกษาหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากตะกอนที่สกัดได้คือ การนำมาใช้แทนเคซีนในอาหารสำเร็จรูปที่มีชื่อทางการค้า Nutritive caseinate agar ซึ่งเป็นอาหารทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม จากการทดลองพบว่าอาหารที่ใช้ตะกอนนมสามารถใช้เลี้ยงจุลินทรีย์และสามารถแยกจุลินทรีย์ที่สร้างกรดได้ และใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนในอาหารที่ทำจากกากของเสียสูตร WE_1 เพื่อใช้เลี้ยง <u>Endomycopsis fibuligira</u> แทนอาหาร Yeast-Malt agar (YM) พบว่าสามารถเลี้ยงจุลินทรีย์ชนิดนี้ได้ดีเพราะมีปริมาณเชื้อมากกว่าในอาหาร YM อยู่ร้อยละ 79.84

การศึกษานี้เป็นเพียงแนวทางเบื้องต้นที่อาจจะทำให้เกิดแนวทางในการศึกษาหาทางใช้ประโยชน์จากกากของเสีย ซึ่งจะเป็นการลดมลภาวะและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างสูงสุดต่อไป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	A Preliminary Study of the Expired Pastuerised Milk and Its Utilization
Name	Miss Benjamas Hlee-luan
Special Project Advisor	Dr. Ream Techasoponmanee
Department	Applied Biology
Acadamic Year	1987

Abstract

Pasturisation is one process to preserve food such as milk. During this process, the temperature keep around 60-65 °C about 15 minutes or 70-72 °C for 7 seconds. Although most of microorganisms are killed by the process because of the low temperature used, some microorganisms are still alive and shorten the storage period. There is much of the expired milk in the market everyday.

This report is the study of the milk and a way to utilize it, that is, using it as Nitrogen source in microorganisms medium, for example, using it in Nutritive caseinate agar instead of using Casein. The result of this study shows that the expired milk has a potential for using in this purpose.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก

1 อาจารย์ ดร. เรียม เตชะโสภณมณี ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

2 ผศ.มาลินี ตันติยาภรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านสารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง ตลอดจนสละเวลาให้คำแนะนำในการตรวจเอกสาร

3 ผศ.เนาวรัตน์ ปานแย้ม และ อาจารย์มลวิภา เกษแจ้ง ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำและตรวจเอกสาร

4 อาจารย์นวลพรรณ ณ ระนอง, อาจารย์ ดร.ดุษณี เดโชวิบูลย์, อาจารย์พันธ์ทิพย์ เสียงดี และอาจารย์วันดี ศรีสวัสดิ์ ที่ให้คำแนะนำและให้กำลังใจโดยตลอด

5 ผู้จัดการบุญชัย พงษ์วิชชุลดา ตลอดจนพนักงานแห่งบริษัทโปรมาร์ท จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำนมพาสเจอร์ไรส์มาใช้ในการทดลอง

6 นักศึกษา Biotech ปี 4 และ ปี 3 ตลอดจนิสิตวิศวกรไฟฟ้า ปี 4 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบคุณทุกท่านที่กล่าวมาแล้วเป็นอย่างสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงรายชื่อผู้ผลิตผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ ปี 2527 12
ตารางที่ 2 แสดงกำลังการผลิตและปริมาณของการผลิตผลิตภัณฑ์นมสด และนมคืนรูป 13
ตารางที่ 3 แสดงปริมาณของผลิตภัณฑ์นมที่จำหน่ายภายในประเทศ 14
ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบหลักในน้ำนม 15
ตารางที่ 5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมโดยละเอียด 16
ตารางที่ 6 แสดงกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน 20
ตารางที่ 7 แสดงชนิดและปริมาณของวิตามินในน้ำนม 22
ตารางที่ 8 แสดงองค์ประกอบของเถ้า 23
ตารางที่ 9 แสดงความถ่วงจำเพาะของส่วนประกอบของน้ำนม 24
ตารางที่ 10 แสดงกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีนในน้ำนมวัว 27
ตารางที่ 11 แสดงธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเคซีนในน้ำนม 28
ตารางที่ 12 แสดงส่วนประกอบของเคซีนที่สกัดได้จากหางนม 28
ตารางที่ 13 แสดงมาตรฐานของเคซีนแต่ละเกรดในสหรัฐอเมริกา 29
ตารางที่ 14 แสดงการใช้เคซีนในรูปต่างๆ 32
ตารางที่ 15 แสดงผลการทดลองหาปริมาณกรดแลคติก 39
ตารางที่ 16 แสดงผลการทดลองหาความชื้นจากตะกอนนมเปียก ที่สกัดได้ 40
ตารางที่ 17 แสดงความชื้นของตะกอนนมแห้ง 41
ตารางที่ 18 แสดงปริมาณไขมันในตะกอนนม 42
ตารางที่ 19 แสดงปริมาณไขมันในตะกอนนม 42
ตารางที่ 20 แสดงปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในตะกอนนม 43
ตารางที่ 21 แสดงปริมาณโปรตีนในตะกอนนม 44
ตารางที่ 22 แสดงปริมาณโปรตีนในตะกอนนม 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการพาสเจอร์ไรส์กับการทำลายเชื้อวัณโรค 5
ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของถังสำหรับการพาสเจอร์ไรส์ 8
ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ 9
ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการผลิตเคซีนอย่างต่อเนื่อง (Continuous process) 30

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์แบบใช้ความร้อนต่ำเป็นระยะเวลานาน 10

แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์แบบใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลาสั้น 11

แผนภาพที่ 3 แสดงสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 19

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญตาราง		ซ
สารบัญภาพ		ฃ
สารบัญแผนภาพ		ฌ
บทที่		
1	บทนำ	1
	1.1 สมมุติฐานสำหรับโครงงานพิเศษ	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	แนวความคิดและทฤษฎี	3
	2.1 นมพาสเจอร์ไรส์	3
	2.2 คุณสมบัติของน้ำนม	11
	2.3 เคซีน	23
3	การดำเนินงานวิจัย	30
	3.1 น้ำนมที่ใช้ในการศึกษา	30
	3.2 การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่หมดอายุ	30
	3.3 การสกัดโปรตีนจากน้ำนมพาสเจอร์ไรส์หมดอายุ	31
	3.4 การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของตะกอนนมพาสเจอร์ไรส์ที่หมดอายุ	31
	3.5 การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้นของตะกอนนมหมดอายุ	34
4	ผลการทดลอง	36
	4.1 น้ำนมที่ใช้	36
	4.2 การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำนมตัวอย่าง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้นของตะกอนนมหมดอายุ 41
5 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ 43
เอกสารอ้างอิง 48
ภาคผนวก 50
ประวัติ 51

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันเนื่องจากมีการแข่งขันทางการตลาดสูง ดังนั้นผู้ผลิตสินค้าจึงต้องหาวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยลดต้นทุนให้ได้มากที่สุด จึงต้องหาทางใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า สำหรับผลิตภัณฑ์นมก็เช่นเดียวกัน เนื่องจากน้ำนมมีคุณค่าทางอาหารสูง จึงเป็นอาหารอย่างดีของมนุษย์, สัตว์ ตลอดจนจุลินทรีย์ เพื่อเป็นการถนอมให้น้ำนมเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้นจึงได้มีการนำน้ำนมมาแปรรูป เช่น นำมาผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ นมสเตอริไรส์ และนมผง เป็นต้น สำหรับนมสเตอริไรส์นั้นมีการนำน้ำนมมาผ่านการฆ่าจุลินทรีย์ที่ความร้อนสูง คือที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส[1] เป็นเวลา 30-40 นาที หรือ 140-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วินาทีสำหรับการผลิตนมสเตอริไรส์แบบ UHT เนื่องจากการฆ่าจุลินทรีย์ขณะนี้ทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 6 เดือนโดยประมาณ แต่เนื่องจากความร้อนที่สูงเกินไปจึงทำลายคุณค่าทางอาหารบางชนิด เช่น โปรตีนและวิตามิน ที่มีอยู่ในน้ำนมให้ลดลง สำหรับนมผงนั้นมีการทำให้แห้งโดยมีขั้นตอนการให้ความร้อนสูง ประกอบกับการที่มีความชื้นต่ำมาก ทำให้เก็บรักษาได้นานถึง 6 เดือน[2] แต่เนื่องจากนมผงบางชนิดมีปัญหาเรื่องการละลายน้ำเวลานำกลับมาใช้ใหม่ บางชนิดมีปัญหาในเรื่องของการเหม็นหืนเนื่องจากไขมันที่มีอยู่อาจถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ สำหรับน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่ใช้การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำคือ 62.8-65.6 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีหรือ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที จึงฆ่าได้เฉพาะจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ดังนั้นจึงต้องทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส) โดยกฎหมายนั้นกำหนดให้นมพาสเจอร์ไรส์มีอายุได้ 3 วันนับจากวันผลิต ดังนั้นหากเก็บนมไว้นานกว่าวันที่ประทับบนซอง แล้วบางครั้งน้ำนมอาจยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ก็ไม่นิยมนำมาบริโภคกันอีก เนื่องจากประชาชนยังไม่เห็นถึงคุณค่าทางอาหารของน้ำนมและไม่ค่อยนิยมบริโภคเท่าที่ควร ดังนั้นจึงมีน้ำนมพาสเจอร์ไรส์บางส่วนที่หมดอายุ แล้วต้องทิ้งไปโดยไม่ได้นำกลับมาใช้ประโยชน์

จากความเป็นมาดังกล่าวจึงน่าจะมีการนำนมหมดอายุมาศึกษาคุณสมบัติต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการใช้ประโยชน์ต่อไป

สมมุติฐานสำหรับโครงงาน

นมที่หมดอายุแล้วอาจจะนำมาสกัดสารอาหารบางชนิดและใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติของตะกอนที่สกัดได้จากน้ำนมหมดอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เพื่อศึกษาวิธีการนำตะกอนเหมที่ได้มาใช้ประโยชน์

ขอบเขตของงานวิจัย

1) สกัดตะกอนจากเหมพาสเจอร์ไรส์เหมดอายุ

2) ทำการศึกษาคุณสมบัติของตะกอนที่สกัดได้

3) หาแนวทางการใช้ประโยชน์จากตะกอนเหมหมดอายุนี้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สร้างแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเหมหมดอายุ

2) ลดมลภาวะ

3) ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างเต็มที่

4) ฝึกทักษะในการสร้างสมมุติฐาน และหาวิธีพิสูจน์ รู้จักการวางแผน ดำเนินงาน และแปรผล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวความคิดและทฤษฎี

อุตสาหกรรมนมเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปนมดิบซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรสำหรับผลิตภัณฑ์นมที่พบเห็นโดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 2 ประเภท[3] คือ

Manufactual product หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ไม่มีลักษณะเป็นเครื่องดื่ม เช่น นมผง นมข้นหวาน เนย และ ไอศครีม เป็นต้น

Fluid milk product หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลว หรือสภาพพร้อมดื่ม เช่น นมเปรี้ยว นมช็อกโกแลต นมยูเอชที และนมพาสเจอร์ไรส์ เป็นต้น

สำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีกรรมวิธีผลิตแตกต่างกันไป ซึ่งอุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย ปัจจุบันมี 4 ประเภท[4] ได้แก่

- อุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนม
- อุตสาหกรรมน้ำนมดื่ม
- อุตสาหกรรมนมข้นหวาน และ นมระเหยน้ำ
- อุตสาหกรรมนมผง

แต่สำหรับในรายงานฉบับนี้ จะขอกล่าวถึงเรื่องของ น้ำนมพาสเจอร์ไรส์

2.1 น้ำนมพาสเจอไรส์

2.1.1 ประวัติของนมพาสเจอไรส์

"พาสเจอร์ไรส์" เป็นชื่อที่ใช้เรียกกรรมวิธีการฆ่าจุลินทรีย์ที่ไม่พึงปรารถนา โดยใช้อุณหภูมิต่ำคือ ประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส[1] ซึ่งตั้งเป็นเกียรติแก่หลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis pasteur) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสผู้ค้นพบกรรมวิธีการฆ่าจุลินทรีย์ในไวน์ โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียสดังกล่าว และทำให้ไวน์นั้นเก็บรักษาได้นานขึ้น กรรมวิธีนี้เป็นวิธีการฆ่าจุลินทรีย์ที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เสียรสและกลิ่นง่ายหากได้รับความร้อนสูง

ประมาณ พ.ศ. 2434 ซอกเลท (SOHLET)[1] เป็นผู้นำเอาวิธีการพาสเจอร์ไรส์มาใช้กับการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนม และมีการพบว่ากรรมวิธีการนี้ไม่ทำให้กลิ่น รส ตลอดจนคุณค่าทางอาหารของน้ำนมสูญเสียไม่มากนัก ด้วยเหตุนี้เองในเวลาต่อมาไม่นานจึงได้มีการนำเอากระบวนการนี้ มาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หารนมและกลายมาเป็นขั้นตอนสำคัญของขบวนการแปรรูปอาหารนมในปัจจุบัน

สำหรับในประเทศไทยนั้น ได้เริ่มมีอุตสาหกรรมนมสดพาสเจอร์ไรส์พร้อมกับการเลี้ยงโคนม คือประมาณหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เนื่องจากรัฐบาลได้จัดตั้งองค์การนมเป็นครั้งแรก แต่ได้เลิกล้มไปในที่สุด ต่อมาในปี 2504[4] โรงงานผลิตนมสดพาสเจอร์ไรส์มักเป็นโรงงานขนาดเล็กโดยกลุ่มผู้เลี้ยงโคนม หรือสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมเพื่อเป็นฐานรองรับน้ำนมดิบในแหล่งผลิตนมดิบนั้น เนื่องจากต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงมากเมื่อเทียบกับการผลิตนมคืนรูปพาสเจอร์ไรส์ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้หางนมผงเป็นวัตถุดิบ

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรส์

ในการรีดน้ำนมจากแม่วัวบางตัว บางครั้งจะมีเชื้อที่ก่อให้เกิดวัณโรค Mycobacterium tuberculosis ปะปนอยู่ สำหรับเชื้อโรคชนิดนี้สามารถติดต่อจากวัวมาสู่มนุษย์ได้ เช่น โรคท้องร่วง และ เจ็บคอ เป็นต้น ดังนั้น เพื่อเป็นการป้องกันสุขภาพของผู้ดื่ม จึงต้องมีการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และนอกจากนี้การพาสเจอร์ไรส์ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อมิให้น้ำนมเสียอย่างรวดเร็ว และในขณะเดียวกันจะรักษาสภาพของกลิ่นรส ตลอดจนคุณค่าทางอาหารที่มีอยู่ในน้ำนมให้มากที่สุด

2.1.3 อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการพาสเจอร์ไรส์

ในปี 1942 วิลสัน (Wilson)[1] ได้ทำการทดลองใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดวัณโรค Mycobacterium tuberculosis และจากการทดลองของเขาพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำลายจุลินทรีย์ชนิดนี้ คือ ที่อุณหภูมิเท่ากับ 72 องศาเซลเซียส เวลานาน 15 วินาที หรือใช้อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และวิธีนี้ได้ใช้เป็นที่แพร่หลายในปัจจุบัน[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์

ในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์นั้นจะสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไปประมาณร้อยละ 2.0-2.5 โดยปริมาตร ทำให้ค่าความเป็นกรดลดลงร้อยละ 0.01 นอกจากนี้จะไม่มีผลกระทบต่อธาตุอาหารอื่น หากให้ความร้อนแก่น้ำนมนานเกินไปโดยเฉพาะทิ้งให้ถึงจุดเดือดหรืออุณหภูมิต่ำกว่านี้เล็กน้อย แลคโตสและกรดอินทรีย์หลายชนิดจะสลายตัวไป จนกระทั่งน้ำนมเกิดการจับตัวกันเป็นก้อน แต่เนื่องจากการพาสเจอร์ไรส์นี้ใช้อุณหภูมิในช่วง 50-60 หรือ 70-75 องศาเซลเซียส จึงแทบจะไม่ประสบกับปัญหานี้ ส่วนโปรตีนนั้นแทบจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆเนื่องจากการพาสเจอร์ไรส์เลย

2.1.5 ผลที่มีต่อจุลินทรีย์ในน้ำนม

วิธีการพาสเจอร์ไรส์จะได้มาตรฐาน และเป็นที่รับรองได้เมื่อสามารถทำลาย M. tuberculosis และ Coxiell burnetti ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้สูงสุดสำหรับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้

สำหรับน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ทุกชนิด แต่ไม่สามารถกำจัดจุลินทรีย์พวก Saprophytic flora อย่างได้ผลนัก คือยังคงมีจุลินทรีย์เหลืออยู่ประมาณ ร้อยละ 1 ซึ่งมักจะพบในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าจุลินทรีย์แบบใช้อุณหภูมิสูง เวลาสั้น มากกว่ากระบวนการที่ใช้อุณหภูมิต่ำ[5]

E. coli จะถูกทำลายโดยขบวนการพาสเจอร์ไรส์ ยกเว้นจุลินทรีย์พวก Streptococci บางสายพันธุ์จะยังคงมีเหลืออยู่ ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำนมพาสเจอร์ไรส์มีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นจึงต้องทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ หากในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์มี S. lactis อยู่ จะทำให้น้ำนมมีรสเปรี้ยวในเวลาต่อมา และยังมีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น พวก Thermophile บางสายพันธุ์ที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ในขณะพาสเจอร์ไรส์เพราะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ซึ่งโดยปกติจะมีจำนวนต่ำในน้ำนมดิบ คือ 10-2,000 ในน้ำนม 1 มิลลิลิตร[5] สำหรับ Thermophile ที่พบมาก คือ S. thermophilus (L. thermophilus) และ B. thermophilus

ในการพาสเจอร์ไรส์น้ำนมนั้น จะต้องทำให้น้ำนมเย็นลงทันทีภายหลังจากการพาสเจอร์ไรส์ จนได้อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียสหรือ 50 องศาฟาเรนไฮต์ เพื่อเป็นการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆเช่นเดียวกับพวก Thermophile สำหรับจำนวนของ thermoduric ที่รอดชีวิตอยู่ภายหลังจากการพาสเจอร์ไรส์นี้มีความสัมพันธ์กับสภาพการผลิตน้ำนมโดยเฉพาะภาชนะซึ่งมักจะพบ Thermoduric streptococci[4] เช่น S. feacalis S. thermophilus และ S. liquefacein แต่พวกที่พบมากที่สุด คือ Micococci เช่น M. luiues M. condidus และ Microbacteria ซึ่งอาจมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่เป็นพวกที่ทำให้เกิดกรดได้ช้าจึงไม่ทำให้นมเสียมากนัก

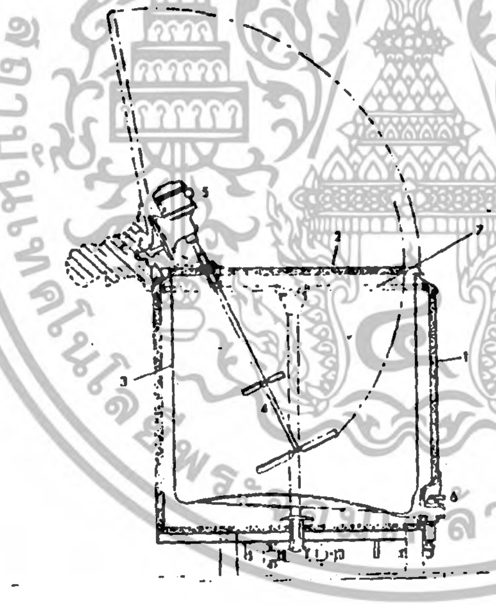
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 ประเภทของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์

การพาสเจอร์ไรส์แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

ก) ระบบไม่ต่อเนื่อง (Batch pasteurisation)

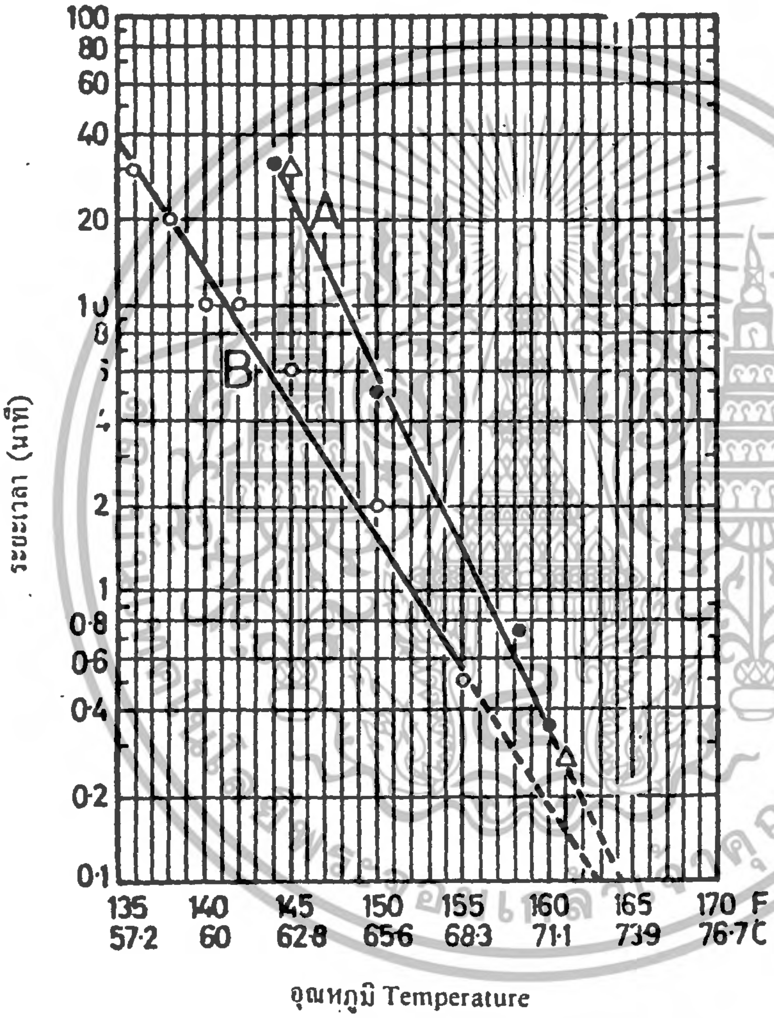
เป็นระบบที่ใช้กันมาก ในระยะต้นของการเริ่มใช้กระบวนการพาสเจอร์ไรส์นิยมใช้กันในกรณีที่มีปริมาณน้ำนมน้อยๆ คือ ประมาณ 1,500-2,000 ลิตร[1] โดยการใช้ถังที่มี 2 ชั้นที่สามารถต่อเข้ากับท่อไอน้ำ และท่อน้ำเย็นที่มีวาล์วควบคุม ภายในถังจะมีเครื่องกวนที่หมุนด้วยมอเตอร์ การให้ความร้อนอาจจะใช้น้ำร้อนแทนไอน้ำด้านข้างของถัง มีการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำนม การให้ความร้อนอาจจะกระทำโดยระบบอัตโนมัติ หรือใช้การคน โดยให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 62.8-65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นจึงทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส สำหรับการพาสเจอร์ไรส์แบบไม่ต่อเนื่องนี้อาจจะต้องใช้ถังหลายใบหากมีปริมาณน้ำนมมากขึ้น สำหรับถังพาสเจอร์ไรส์ได้แสดงดังรูป[1]



1	ผนังกั้นความร้อน	2	ฝาปิดเพื่อกั้นความร้อน
3	ผนังภายในซึ่งทำด้วยโลหะไร้สนิม	4	เครื่องกวน
5	มอเตอร์เครื่องกวน	6	ก๊อกเปิดให้น้ำนมออก

ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของถังสำหรับการพาสเจอร์ไรส์[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการพาสเจอร์ไรส์กับการทำลายเชื้อวัณโรค[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์

ในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์นี้จะสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไปประมาณร้อยละ 2.0-2.5 โดยปริมาตร ทำให้ค่าความเป็นกรดลดลงร้อยละ 0.01 นอกจากนี้จะไม่มีผลกระทบต่อธาตุอาหารอื่น หากให้ความร้อนแก่น้ำนมนานเกินไป โดยเฉพาะทิ้งให้ถึงจุดเดือดหรืออุณหภูมิต่ำกว่านี้เล็กน้อย แลคโตสและกรดอินทรีย์หลายชนิดจะสลายตัวไป จนกระทั่งน้ำนมเกิดการจับตัวกันเป็นก้อน แต่เนื่องจากการพาสเจอร์ไรส์นี้ใช้อุณหภูมิในช่วง 50-60 หรือ 70-75 องศาเซลเซียส จึงแทบจะไม่ประสบกับปัญหานี้ ส่วนโปรตีนนั้นแทบจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆเนื่องจากการพาสเจอร์ไรส์เลย

2.1.5 ผลที่มีต่อจุลินทรีย์ในน้ำนม

วิธีการพาสเจอร์ไรส์จะได้มาตรฐาน และเป็นที่รับรองได้เมื่อสามารถทำลาย M. tuberculosis และ Coxiell burnetti ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้สูงสุดสำหรับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้

สำหรับน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ทุกชนิด แต่ไม่สามารถกำจัดจุลินทรีย์พวก Saprophytic flora อย่างได้ผลนัก คือยังคงมีจุลินทรีย์เหลืออยู่ประมาณ ร้อยละ 1 ซึ่งมักจะพบในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าจุลินทรีย์แบบใช้อุณหภูมิสูง เวลาสั้น มากกว่ากระบวนการที่ใช้อุณหภูมิต่ำ[5]

E. coli จะถูกทำลายโดยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ยกเว้นจุลินทรีย์พวก Streptococci บางสายพันธุ์จะยังคงมีเหลืออยู่ ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำนมพาสเจอร์ไรส์มีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นจึงต้องทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ หากในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์มี S. lactis อยู่ จะทำให้น้ำนมมีรสเปรี้ยวในเวลาต่อมา และยังมีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น พวก Thermophile บางสายพันธุ์ที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ในขณะพาสเจอร์ไรส์เพราะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ซึ่งโดยปกติจะมีจำนวนต่ำในน้ำนมดิบ คือ 10-2,000 ในน้ำนม 1 มิลลิลิตร[5] สำหรับ Thermophile ที่พบมาก คือ S. thermophilus (L. thermophilus) และ B. thermophilus

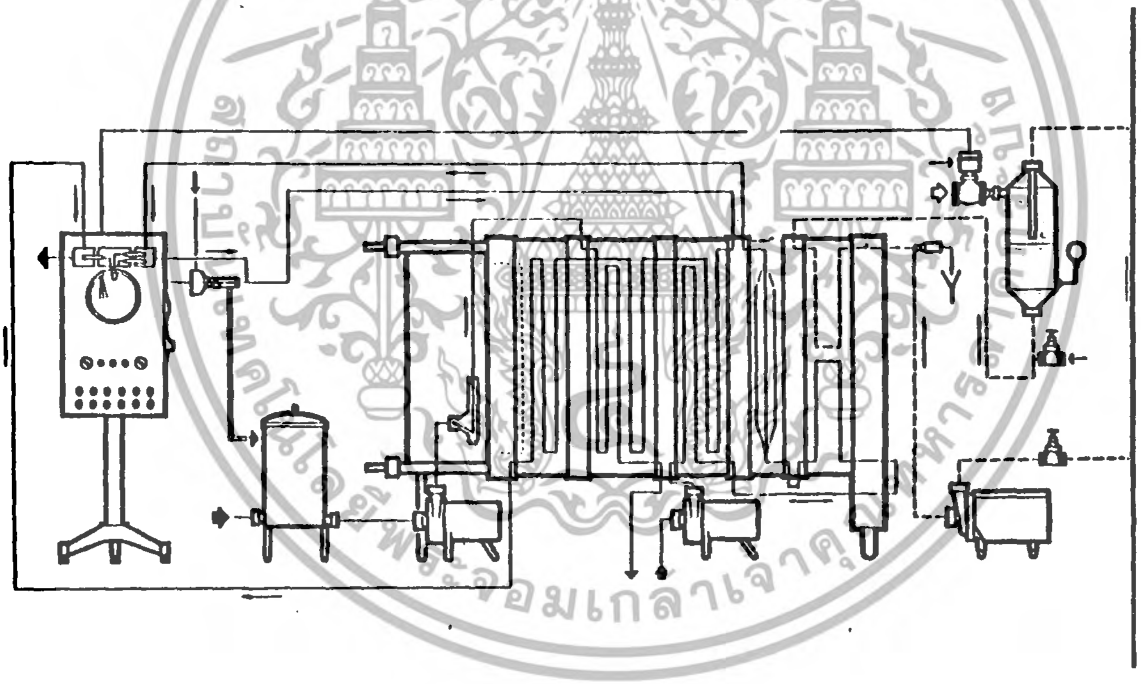
ในการพาสเจอร์ไรส์น้ำนมนั้น จะต้องทำให้น้ำนมเย็นลงทันทีภายหลังจากการพาสเจอร์ไรส์ จนได้อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียสหรือ 50 องศาฟาเรนไฮต์ เพื่อเป็นการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆเช่นเดียวกับพวก Thermophile สำหรับจำนวนของ thermoduric ที่รอดชีวิตอยู่ภายหลังจากการพาสเจอร์ไรส์นี้มีความสัมพันธ์กับสภาพการผลิตน้ำนมโดยเฉพาะภาชนะซึ่งมักจะพบ Thermoduric streptococci[4] เช่น S. feacalis S. thermophilus และ S. liquefacein แต่พวกที่พบมากที่สุด คือ Micococci เช่น M. luiucs M. condidus และ Microbacteria ซึ่งอาจมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่เป็นพวกที่ทำให้เกิดกรดได้ช้าจึงไม่ทำให้นมเสียมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ระบบต่อเนื่อง (Continuous pasteurisation)

เป็นระบบที่พัฒนามาใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ภายในระบบกระบวนการเริ่มตั้งแต่การนำน้ำนมดิบเข้าสู่ระบบจนกระทั่งถึงการบรรจุ สามารถทำการผลิตได้ครั้งละมากๆ คือผลิตได้ถึง 10,000 ลิตร ต่อ ชั่วโมง

ระบบต่อเนื่องนี้ใช้ได้ทั้งแบบอุณหภูมิ ระยะเวลานาน (Low temperature-long time, LTLT) คือ อุณหภูมิระหว่าง 62.8-65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที[1] หรือ ระบบ เวลาสั้น (High temperature-short time, HTST) คือ อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 15 วินาที[1] ดังภาพ



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์แบบใช้อุณหภูมิต่ำ มีขั้นตอนละเอียดดังนี้

การทำน้ำนมดิบหรือหางนมผงที่ละลายแล้ว ความเย็นประมาณ 7 องศาเซลเซียส

ทำให้น้ำนมร้อน 60-65 องศาเซลเซียส

ลดอุณหภูมิลงให้เหลือ 10 องศาเซลเซียส

เก็บน้ำนมรอการบรรจุ

แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์แบบใช้ความร้อนต่ำเป็นระยะเวลานาน [4]

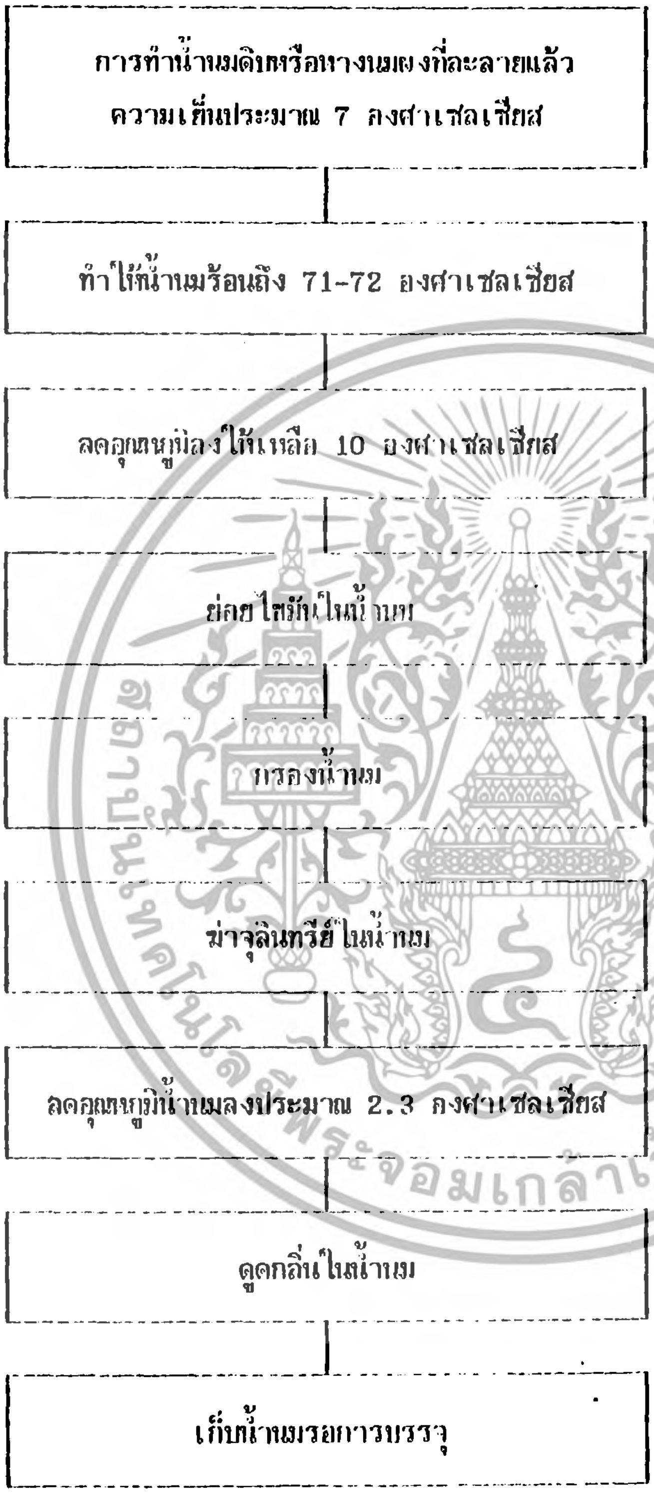
2.1.7 การตรวจประสิทธิภาพของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์

เนื่องจากประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์ มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุข ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจประสิทธิภาพของกรรมวิธีการให้ความร้อน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพหรือไม่อาจทำได้โดย การตรวจ Phosphatase test ซึ่งขึ้นอยู่กับการทำลาย Phosphatase ในธรรมชาติของน้ำนม นั้นจะขึ้นกับ เวลาและอุณหภูมิ

การตรวจ Phosphatase test เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ให้ได้คุณภาพนั้นมีปัจจัยสำคัญหลายประการ เช่น โรงงานผลิตควรมีการตรวจสอบคุณภาพนมทั้งที่รับและส่งออกจากโรงงานเป็นประจำทุกวัน ซึ่งควรจะมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ทั้งทางด้านเคมีและแบคทีเรียเป็นผู้ดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขั้นตอนของการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์แบบใช้อุณหภูมิสูง
ขั้นตอนการผลิตดังนี้



แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตน้ำนมพาสเจอร์ไรส์แบบใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลาสั้น [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 การตลาดของนมพาสเจอร์ไรส์

ก) จำนวนโรงงาน

จากการสำรวจในปี 2527 พบว่ามีโรงงานผู้ผลิตน้ำนมดื่มที่สำคัญมีจำนวน 12 ราย[4] ซึ่งคิดเป็นโรงงานผู้ผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ 9 ราย ดังตาราง

ชื่อ	ที่ตั้ง	ผลิตภัณฑ์
1 องค์การส่งเสริมกิจการโคนม แห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.)	สระบุรี	นมสดพาสเจอร์ไรส์ และ สเตอริไรส์
2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กทม.	นมสดพาสเจอร์ไรส์
3 สหกรณ์โคนมเชียงใหม่ จำกัด	เชียงใหม่	นมสดพาสเจอร์ไรส์
4 สหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี จำกัด แห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.)	ราชบุรี	นมสดพาสเจอร์ไรส์ และ สเตอริไรส์
5 สหกรณ์โคนมนครปฐม จำกัด	นครปฐม	นมสดพาสเจอร์ไรส์
6 สหกรณ์โคนมอยุธยา จำกัด	อยุธยา	นมสดพาสเจอร์ไรส์
7 โรงโคนมจิตรลดา	กทม.	นมสดพาสเจอร์ไรส์
8 บริษัทโฟร์โมสต์อาหารนม จำกัด	กทม.	นมสด และ นมคืนรูป พาสเจอร์ไรส์ และ สเตอริไรส์
9 ผู้ผลิตรายย่อย 9 ราย		นมสดพาสเจอร์ไรส์

ตารางที่ 1 รายชื่อผู้ผลิตผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ปี 2527[4]

ข) จำนวนเงินทุน

ในปี 2527 ได้มีการลงทุนในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมสดและนมคืนรูป ทั้งสิ้นประมาณ 400 ล้านบาท[4] ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2523 ประมาณร้อยละ 22.6 แต่แหล่งผลิตนมสดพาสเจอร์ไรส์ส่วนใหญ่จะมาจากองค์กรของรัฐบาล ส่วนบริษัทเอกชนนั้นนิยมใช้นมผงเป็นวัตถุดิบในการผลิตเนื่องจากมีราคาต้นทุนต่ำกว่าน้ำนมสด แต่ในปัจจุบันรัฐบาลได้ออกกฎให้มีการสั่งซื้อนมผงและน้ำนมสดสำหรับเป็นวัตถุดิบในอัตราที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) กำลังและปริมาณการผลิต

จากการสำรวจของ กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม[1] พบว่ากำลังการผลิตมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะในช่วงปี 2523 ถึง 2526 มีการผลิตสูงขึ้นเกือบร้อยละ 50 ในขณะที่ปริมาณการผลิตในช่วงปี 2520 ถึง 2526 เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.68 ต่อปี ดังตาราง

ปี พ.ศ.	กำลังการผลิต (ตัน)	ปริมาณการผลิต (ตัน)
2520	37,578	22,211
2521	37,578	27,352
2522	40,349	30,737
2523	56,299	40,737
2524	90,031	49,826
2525	101,331	51,840
2526	101,331	51,750

ตารางที่ 2 แสดงกำลังการผลิตและปริมาณของการการผลิตผลิตภัณฑ์นมสดและนมคืนรูป[1]

ง) การจัดจำหน่าย

ตลาดของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ มีค่อนข้างจำกัดอยู่ในบริเวณตัวเมืองหรือบริเวณใกล้เคียง เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตที่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมด ต้องอาศัยเครื่องทำความเย็นในการเก็บรักษา ดังนั้นจึงมีตลาดไม่กว้างนักและเมื่อไม่นานมานี้ได้มีผู้ประเมินการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์นม ไว้ดังตาราง

จ) ปัญหาด้านการตลาด

ในปัจจุบันนี้ ความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์นมสดภายในประเทศเริ่มแพร่หลายขึ้นเนื่องจากมีการสนับสนุนทั้งทางด้านรัฐบาลและเอกชน แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จนัก เพราะประชาชนกลุ่มใหญ่ยังมีทัศนคติว่าน้ำนมเป็นเพียงเครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ไม่ใช่อาหารจำเป็นสำหรับการบริโภค ตลาดของนมจึงถูกจำกัดอยู่ในกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลางขึ้นไป โดยเฉพาะตลาดของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์จะอยู่บริเวณใกล้ตัวเมือง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่เสียง่าย คือมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 7 วัน และต้องใช้เครื่องมือทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ล้านลิตร	ร้อยละ
นมข้นกระป๋องและนมระเหยน้ำ	312.5	62.5
นมผง	97.3	19.5
นมยู.เอช.ที.	24.0	5.2
นมพาสเจอร์ไรส์	15.0	3.0
ไอศครีม	11.8	3.0
อื่นๆ	34.1	6.8

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณของผลิตภัณฑ์นมที่จำหน่ายภายในประเทศ[5]

ในการเก็บรักษา เนื่องจากเป็นผลิตที่ยังมีจุลินทรีย์เหลืออยู่ ในการจัดจำหน่ายจึงต้องใช้รถขนส่งที่มีห้องเย็นติดอยู่ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนสูง ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาได้ไม่นาน ประกอบกับการโฆษณาชักชวนให้ประชาชนหันมาดื่มนมในลักษณะของการรณรงค์แม้จะได้ผล แต่ก็ยังเป็นส่วนน้อย ดังนั้นจึงทำให้มีนมพาสเจอร์ไรส์บางส่วนเหลืออยู่ทั้งที่ผู้ผลิตได้ผลิตตามยอดจำหน่าย นมพาสเจอร์ไรส์บางส่วนจะถูกนำไปเข้ากระบวนการผลิตใหม่ก่อนถึงวันหมดอายุเล็กน้อย เช่น นำไปเป็นส่วนผสมในการผลิต ไอศครีมบางชนิด แต่ส่วนใหญ่จะยังคงจำหน่ายอยู่ ทำให้มีนมพาสเจอร์ไรส์หมดอายุเหลืออยู่ ซึ่งนมหมดอายุเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งส่วนหนึ่งของการแก้ไข คือ ควรมีการรณรงค์ให้ประชาชนหันมาดื่มนมกันมากขึ้น ตลอดจนมีการควบคุมขั้นตอนการผลิตที่สะอาด การขนส่งที่รวดเร็วและทันสมัย และหาทางใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่จากนมหมดอายุนมหมดอายุ

2.2 คุณสมบัติของน้ำนม

น้ำนมเป็นอาหารธรรมชาติที่สมบูรณ์ที่สุด โดยปกติแล้วจะมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว แต่ในบางครั้งอาจมีสีขาวนวลและมีรสหวานเล็กน้อย ในน้ำนมมีส่วนประกอบทางเคมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำตาลแลคโตส วิตามิน และเกลือแร่ เป็นต้น ซึ่งรวมเรียกว่า Total solid แต่ส่วนประกอบหลักของนมคือ น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
โปรตีน	3.50
ไขมัน	3.70
น้ำตาลแลคโตส	4.90
เถ้า	0.70
น้ำ	87.20

ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบหลักในน้ำนม

ส่วนประกอบในน้ำนมจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญหลายประการ ได้แก่ ชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่นน้ำนมจากวัวจะมีโปรตีนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3.50[1] ในขณะที่น้ำนมจากควายจะมีโปรตีนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 4.74 นอกจากนี้พันธุ์ของสัตว์ก็เป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งเช่น โคนมพันธุ์เจอร์ซี่ย์ (Jersey) จะให้น้ำนมที่มีโปรตีนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3.70 ส่วนน้ำนมจากโคพันธุ์บราวน์สวิส (Brown swiss) จะมีโปรตีนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3.37 อาหารที่แม่วัวได้รับก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง หากแม่วัวได้รับหญ้าสดแล้วจะทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนมสูง ได้มีผู้ทำการศึกษาพบว่าหากแม่วัวได้รับหญ้าสดลดลงเพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนมลดลงถึงร้อยละ 0.5[1] เป็นต้น

2.2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนม

ได้มีผู้วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของนมอย่างละเอียด ดังตารางในหน้าถัดไป

ก) น้ำ

เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในน้ำนมเป็นปริมาณมากถึง 860-880 กรัมในน้ำนม 1 ลิตร เป็นตัวทำละลายที่ดี และเป็นสื่อกลางให้สารอาหารหลายชนิดละลายอยู่ ในน้ำจึงมีสารประกอบของเกลือ, น้ำตาลแลคโตส และสารต่างๆละลายอยู่

ข) ไขมันและสารคล้ายไขมัน

รวมเรียกว่า ลิพิด มีสารพวกแคโรทีนซึ่งเป็นแหล่งวิตามินเอ ดี, อี และ เค มีบทบาทในการรักษาและกำหนดราคาในน้ำนมดิบโดยใช้ร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนประกอบที่สำคัญ[3] ได้มีการประมาณส่วนประกอบในน้ำนมที่ย่อยได้ และไม่ย่อยได้ ซึ่งมี-

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (น้ำหนักต่อลิตร)
1. น้ำ	860-880 g.
2. ไขมันและส่วนประกอบคล้ายไขมัน	
2.1 ไขมัน,	30-50 g.
2.2 ฟอสโฟไลปิด	0.30 g.
2.3 สเตอรอล	0.1 g.
2.4 คาร์โรทีนอยด์	0.10-0.60 mg.
2.5 วิตามินเอ	0.10-0.50 mg.
2.6 วิตามินดี	0.40 ug.
2.7 วิตามินอี	0.100 mg.
2.8 วิตามินเค	เล็กน้อย
3. โปรตีน	
3.1 เคซีน	25 g.
3.2 เบตา-แลคโตกลอบูลิน	3 g.
3.3 อัลฟา-แลคตาลบูมิน	0.7 g.
3.4 อัลบูมิน	0.3 g.
3.5 ยูกลอบูลิน	0.3 g.
3.6 ซูโดกลอบูลิน	0.3 g.
3.7 กลอบูลิน	1.3 g.
3.8 เอนไซม์	
4. สารประกอบที่ละลายในน้ำ	
4.1 น้ำตาล	
4.1.1 แลคโตส	45-50 g.
4.1.2 กลูโคส	50 mg.
4.1.3 น้ำตาลอื่น	เล็กน้อย
4.1.2 เกลืออนินทรีย์และอินทรีย์	
4.2.1 แคลเซียม	1.25 g.

ตารางที่ 5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของนมโคละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (น้ำหนักต่อลิตร)
4.2.2 แมกนีเซียม	0.10 g.
4.2.3 โซเดียม	0.50 g.
4.2.4 โพแทสเซียม	1.50 g.
4.2.5 ซิเตรท	2.00 g.
4.2.6 คลอไรด์	1.00 g.
4.2.7 ไบคาร์บอเนต	0.20 g.
4.2.8 ซัลเฟต	0.10 g.
4.3 วิตามินที่ละลายน้ำ	
4.3.1 ไทอามีน	0.40 mg.
4.3.2 ไรโบฟลาวิน	1.50 mg.
4.3.3 ไนอาซิน	0.2-1.2 mg.
4.3.4 ไพริดอกซิน	0.70 mg.
4.3.5 กรดแพนโทธีนิค	3.0 mg.
4.3.6 ไบโอติน	50 ug.
4.3.7 กรดโฟลิค	1.0 ug.
4.3.8 โคลีน	150 mg.
4.3.9 วิตามินบี12	7.0 ug.
4.3.10 อิโนซิตอล	180 mg.
4.3.11 กรดแอสคอร์บิค	20 mg.
4.4 สารประกอบที่มีไนโตรเจน	
4.4.1 แอมโมเนีย	2-12 mg.
4.4.2 กรดอะมิโน	3.5 mg.
4.4.3 ยูเรีย	100 mg.
4.4.4 ครีเอตินและครีเอตินีน	15 mg.
4.4.5 กรดยูริค	7 mg.
4.4.6 กรดไอโรติค	50-100 mg.

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงส่วนประกอบทางเคมีของนมโดยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12433

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (น้ำหนักต่อลิตร)
4.4.7 กรดฮิปปูริค	30-60 mg.
4.4.8 ลินคิแคน	0.3-2.0 mg.
4.5 ก๊าซ	
4.5.1 คาร์บอนไดออกไซด์	100 mg.
4.5.2 ออกซิเจน	7.5 mg.
4.5.3 ไนโตรเจน	1500 mg.
4.6 สารอื่นๆ	
4.6.1 เอสเทอร์ของ กรดฟอสฟอริค	0.10 g

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงส่วนประกอบทางเคมีของนมโดยละเอียด

-คุณสมบัติดังนี้

1) การละลายน้ำ

เนื่องจากกรดไขมันมีคาร์บอน 4-20 ตัว จะมีผลต่อการละลายต่างกัน เช่น กรดบิวทีริค (C_4) สามารถละลายน้ำได้ดี ส่วนกรดไขมันที่มีคาร์บอนจะมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยลงมา และตั้งแต่กรดลอริค (C_{12}) ขึ้นไปนั้นไม่สามารถละลายน้ำได้เลย

2) การระเหยด้วยไอน้ำ

กรดไขมันที่มีคาร์บอนน้อยเช่น กรดบิวทีริค (C_4) คาโปรอิค (C_6) จะระเหยได้ด้วยไอน้ำ ส่วนกรดไขมันที่มีคาร์บอนมากกว่า 12 ตัวจะไม่ระเหยด้วยไอน้ำ

3) กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว

ในน้ำนมมีกรดไขมันอิ่มตัวประมาณ 57 % เช่น

- กรดปาล์มมิติก 25.0%
- กรดสเตียริค 10.5%
- กรดไมริสติก 10.0%

เป็นต้น

ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีประมาณ 43% ที่สำคัญคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรดโอลีอิค 33.0%
- กรดลิโนลีอิค 4.0% กรดนี้เป็นกรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acid)

4) สำหรับสารที่คล้ายไขมันในน้ำนม

ได้แก่ ฟอสฟอร์ลิปิด ซึ่งพบอยู่ 3 ชนิดคือ เลซิติน เซฟฟาลิน และสฟิงโกไมลีลิน นอกจากฟอสฟอร์ลิปิดแล้วยังมีคอเลสเตอรอล สารแคโรทีนอยด์ และวิตามินที่ละลายในไขมัน เช่น วิตามินเอ, ดี, อี และ เค

ค) สารที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ

ประมาณร้อยละ 95 ของไนโตรเจนจะเป็นโปรตีน ส่วนประมาณร้อยละ 5 จะเป็นส่วนประกอบอย่างอื่น ดังในแผนภาพนี้

แผนภาพที่ 3 แสดงสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ[1]

1) โปรตีนในน้ำนม

ส่วนประกอบหลักของโปรตีนในน้ำนม คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน โดยจับกันอยู่ในรูปของกรดอะมิโน ซึ่งอะมิโนบางตัวจะมีซัลเฟอร์อยู่ บางตัวก็มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ โปรตีนในน้ำนมวัวมีประมาณร้อยละ 35 และยังประกอบด้วยกรดอะมิโนถึง 19 ชนิด โดยเฉพาะกรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acid) คือ ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน เฟนิลอะลานีน ทริปโตเฟน และวาลีนอยู่ครบถ้วน กรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีนดังตารางนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของกรดอะมิโน (%)	เคซีน	แลคโตกลอบบูลิน	แลคตาลบูมิน
อาลานีน	3.0	7.4	2.1
วาลีน	7.2	5.8	4.7
ลูซีน	9.2	15.6	11.5
ไอโซลูซีน	6.1	6.1	6.8
โปรลีน	11.3	4.1	1.5
เฟนิลอะลานีน	5.0	3.5	4.5
ซีสตีน	0.34	2.3	6.4
เมไทโอนีน	0	1.1	0
ทริปโตเฟน	2.8	3.2	1.0
อาร์จินีน	1.7	1.9	7.0
ฮีสติดีน	1.1	2.9	1.2
ไลซีน	3.1	1.6	2.9
กรดแอสปาร์ติก	8.2	11.4	11.5
กรดกลูตามิก	7.1	11.4	18.7
ซีรีน	22.4	19.5	12.9
ทรีโอนีน	6.2	5.0	1.8
ไทโรซีน	4.9	3.8	5.4

ตาราง 6 แสดงกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน[1]

ก) เคซีน มีถึงร้อยละ 78.3 ของโปรตีนในน้ำนม[8] เป็นโปรตีนที่พบในน้ำนมเท่านั้น[1] เคซีนเป็นสารที่มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น เป็นตัวที่ทำให้น้ำนมเป็นสีขาว มีอยู่ในน้ำนมร่วมกับแคลเซียม เรียกว่า แคลเซียมเคซีนเนต (Calcium casienate) ลักษณะเป็นเม็ด (Gobule) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40-300 mu[3] องค์ประกอบทั้งหมดของเคซีน คือ อัลฟา, เบตา, แคปปา และ แกมมา

ในผลิตภัณฑ์นม เมื่อมีการทำแยกเอาครีมออกจากนม เคซีนจะอยู่ในรูปของ Skim milk แต่ในผลิตภัณฑ์เนยแข็ง (Cheese) เมื่อนมตกตะกอนด้วยเรนเนต ส่วนใหญ่ของเคซีนจะตกตะกอนรวมอยู่ในเนยแข็ง

ปัจจุบันมีการนำเคซีนมาใช้ประโยชน์ในอุตสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หกรรมต่างๆ เช่น เป็นส่วนผสมของพลาสติก ทำให้พลาสติกมีคุณภาพดีมาก ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟง่าย สามารถตัดเป็นรูปร่างและขนาดที่ต้องการได้ง่าย นอกจากนี้ยังใช้เป็นกาวในรูปของเกลือเคซีน สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กระป๋องจะมีส่วนช่วยให้เนื้อไม่หดตัวเป็นก้อน และไม่แข็งกระด้างเป็นต้น

ข) อัลบูมินและกลอบบูลินในน้ำนม เมื่อแยกเอาเคซีนออกจากนมแล้วจะยังคงมีโปรตีนเหลืออยู่บ้าง โปรตีนที่ได้แก่พวกอัลบูมิน และกลอบบูลิน โปรตีนทั้งสองชนิดนี้จะถูกเรียกว่า เวย์โปรตีน (Whey protein) ซึ่งมีโปรตีนทั้งสองชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพราะมีกรดอะมิโนจำเป็นเป็นส่วนประกอบในปริมาณมาก เวย์โปรตีนที่มีคุณสมบัติทนต่อกรด อัลบูมินจะตกตะกอนที่ pH 5.3[1] ส่วนกลอบบูลินจะตกตะกอนที่ pH 4.2 แต่ไม่ทนความร้อน การพาสเจอร์ไรส์จะทำให้บางส่วนของโปรตีนเสียสภาพไป เนื่องจากโปรตีนในเวย์ประกอบด้วยหมู่ซัลเฟอร์ เมื่อได้รับความร้อนถึงจุดเดือดจะเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทำให้นมมีรสที่เรียกว่า Boiled-milk flavor หรือ Cooked flavor

ค) โปรตีนอื่นในน้ำนม นอกจากเคซีนและอัลบูมินและกลอบบูลินแล้วจะยังคงมีโปรตีนที่สามารถตกตะกอนด้วยแอมโมเนียมซัลเฟตอยู่เรียกว่า โปรตีโอส เปปโตน (Proteose peptone) และยังมีเอนไซม์ต่างๆ ในปริมาณไม่มากนัก ได้แก่ โปรตีเอส (Protese) แลคเตส(Lactase) แซนทินออกซิเดส (Santhin oxidase) และแลคโตเปอร์ออกซิเดส (Lacto peroxidase) เป็นต้น เอนไซม์ที่สำคัญในทางการค้า ได้แก่ ฟอสฟาเทส (Phosphatase) ซึ่งใช้บ่งถึงประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์ ไลเปส (Lipase) เป็นตัวที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในปฏิกิริยา Hydrolytic rancidity

ง) น้ำตาลแลคโตส น้ำตาลชนิดนี้เป็นน้ำตาลหลักที่พบในน้ำนม เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) มีสูตรทั่วไปคือ $C_{12}H_{22}O_{11}$ เมื่อถูกไฮโดรไลส์แล้ว จะได้กลูโคสและกาแลคโตส น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมมี 2 ไอโซเมอร์ คือ อัลฟาและเบตา ซึ่งปกติจะพบทั้ง 2 ไอโซเมอร์ในส่วนผสมที่สมดุลย์ (Equilibium mixture) เมื่อน้ำตาลแลคโตสได้รับความร้อน 110-130 องศาเซลเซียสจะทำให้มีการสูญเสียน้ำ ที่ประมาณ 150 องศาเซลเซียสจะเริ่มเหลือง ที่ประมาณ 175 องศาเซลเซียสจะเป็นสีน้ำตาลเรียกแลคโตคาราเมล น้ำตาลแลคโตสมีรสหวานน้อย คือมีรสหวานเพียงหนึ่งในหกของน้ำตาลจากอ้อย จึงมีผลให้นมมีรสไม่หวานจัด ในอุตสาหกรรมสามารถใช้น้ำตาลแลคโตสนี้ในการผลิตอาหารเด็กอ่อน เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูงและใช้เป็นแหล่งน้ำตาลแลคโตส ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของสมองและเซลประสาท นอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตยาปฏิชีวนะบางชนิดสำหรับการรักษาโรคอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ) วิตามิน ในน้ำนมมีวิตามินสองประเภท คือ ประเภทที่ละลายในไขมัน และไม่ละลายในไขมัน[7] ดังนี้

ชนิด	ปริมาณ
วิตามิน เอ	20 std unit / g.
แคโรทีน	7-16 ug./g. ไขมัน
วิตามิน บี (Thiamine)	37 ug./ 100 ml.
ไรโบฟลาวิน	150 ug./ 100 ml.
กรดแพนโทธีนิค	400 ug./ 100 ml.
กรดนิโคตินิค หรือไนอาซิน	80 ug./ 100 ml.
วิตามิน บี6 (Pyridoxin 6)	[illegible] ug./ 100 ml.
ไบโอติน	1.6 ug./ 100 ml.
วิตามิน บี12	0.3 ug./ 100 ml.
กรดโฟลิค	0.1 ug./ 100 ml.
กรดแอสคอร์บิค (วิตามินซี)	2.0 mg./ 100 ml.
วิตามิน ดี3	1 std unit / g.
วิตามิน ดี (โทโคฟีโรล)	28 ug / g.

ตารางที่ 7 แสดงชนิดและปริมาณของวิตามินในน้ำนม

ฉ) เกลือแร่ นมมีแร่ธาตุหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ จากการทดลองนำนมไปอบที่ความร้อนสูง เพื่อวิเคราะห์เถ้า (Ash) จะส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้[7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แร่ธาตุ	ปริมาณ (%)
โปรแตสเซียม	0.190
แคลเซียม	0.176
โซเดียม	0.068
แมกนีเซียม	0.078
ฟอสฟอรัส	0.233
คลอไรด์	0.106
ซิเตรท	0.180
เหล็ก	1-2 ppm
คอปเปอร์	0.12 ppm
ไอโอดีน	0.02-0.14 ppm

ตารางที่ 8 แสดงองค์ประกอบของเถ้า

นอกจากนี้ยังมีสารประกอบจำพวกซัลเฟอร์ ในปริมาณ 0.28 กรัม/ควอต[3] คาร์บอนเนตในปริมาณไม่มากนักส่วนแร่ธาตุที่พบในปริมาณเล็กน้อย คือพวกโมลิบดินัม โคบอลต์ ฟลูออไรด์ โบรไมด์ โบรอน อลูมิเนียม สังกะสี แมงกานีส และซิลิกอน โดยแคลเซียมและฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของสารประกอบเกลือ ซึ่งมีความสำคัญทางโภชนาการมาก ส่วนสารพวกฟอสฟอรัสและกรดซิตริกนั้น จะมีสมบัติในการคงสภาพของโปรตีน ความสมดุลของเกลือทั้งสองนี้เรียกว่า Salt balance

2.2.2 สมบัติทางกายภาพของนม

เนื่องจากนมมีส่วนประกอบทางเคมีที่ซับซ้อน จึงส่งผลให้คุณสมบัติทางกายภาพของนมแตกต่างไปจากของเหลวชนิดอื่นๆ โดยนมมีคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

ก) สีและกลิ่น

โดยทั่วไปน้ำนมจะมีสีขาว เนื่องจาก การกระจายแสงของเม็ดไขมัน และไมเซลของเคซีน ในฤดูที่แม่วัวได้กินหญ้าสดในปริมาณมากจะทำให้มีสารแคโรทีนมากขึ้น นมที่ได้จะมีสีค่อนข้างเหลือง ในกรณีที่มีจุลินทรีย์ <u>Sorratia marcescens</u> ปะปนจะทำให้นมมีสีชมพูแดง หากมี <u>Pseudomonas cyanogense</u> อยู่ก็จะทำให้นมมีสีฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนกลิ่นและรสสามารถบอกถึงความใหม่ของนมได้ นมที่รีดมาใหม่จะมีกลิ่นหอมที่บอกถึงความสดของนม สำหรับนมที่ผ่านการต้มแล้วก็จะมีกลิ่นที่เรียกว่า Cooked flavour เนื่องจากนมสามารถดูดกลิ่นได้ดี ดังนั้นในฟาร์มที่บริเวณโรงเรือนมีหญ้าหมัก (Silage) อยู่ กลิ่นของหญ้าหมักจะมีผลต่อกลิ่นของนมได้

ในน้ำนมมีความหวานเนื่องมาจากน้ำตาลแลคโตส แต่ไม่หวานจัด สำหรับส่วนประกอบต่างๆ เช่นไขมัน โปรตีน และสารประกอบเกลือต่างๆ จะทำให้นมมีความมัน (Rich flavour) ในเวลาดื่มนม

ข) ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของนมที่ 15 องศาเซลเซียสเฉลี่ยประมาณ 1.032[3] ซึ่งค่านี้ขึ้นกับปริมาณของแข็ง (Total solid) ที่มีอยู่ในน้ำนมและอุณหภูมิดังตาราง

ส่วนประกอบของน้ำนม	ความถ่วงจำเพาะ (15.5 °C)
ไขมัน	0.93
โปรตีน	1.346
น้ำตาลแลคโตส	1.666
เถ้า	4.120

ตารางที่ 9 แสดงความถ่วงจำเพาะของส่วนประกอบของน้ำนม[7]

หากมีการปลอมปนน้ำนมค่าความถ่วงจำเพาะของนมจะเปลี่ยนไป จึงนิยมใช้ความถ่วงจำเพาะของนมเพื่อตรวจสอบการปลอมปนน้ำนม โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์, เวสฟาล (Westphal balance) หรือ พิคโนมิเตอร์ (Pycmeter) สำหรับไฮโดรมิเตอร์นั้นมีหลักการคือ วัตถุใดๆจะลอยอยู่ได้ในของเหลว ได้ด้วยแรงที่มีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวส่วนที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ ส่วนพิคโนมิเตอร์ จะเป็นขวดแก้วรูปรีที่มีเทอร์โมมิเตอร์อยู่ด้านบนของขวด และมีช่องเปิดให้ของเหลวไหลออกจากขวดได้

ค) ความหนืด

ความหนืดของนมขึ้นกับความเข้มข้นของแข็งในน้ำนม โดยเฉพาะปริมาณของโปรตีนในน้ำนมจะมีผลต่อความหนืดมาก นอกจากนี้สภาวะการกระจายของของแข็งในน้ำนม เช่น การกระจายของเม็ดไขมันขนาดเล็กที่เกิดจากกระบวนการโฮโมจิไนซ์ ก็มีผลทำให้ความหนืดของนมเพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้ฤดูกาลและอุณหภูมิก็มีผลต่อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนืดของน้ำนมเช่นกัน น้ำนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์นั้นค่าความหนืดจะถูกทำลายไป และการที่น้ำนมมีความเป็นกรดสูงก็จะทำให้ความหนืดสูงไปด้วย สำหรับค่าความหนืดของนมพร้อมไขมันเนย จะประมาณ 2.0 centipoise[3] ส่วนเครื่องมือที่ใช้วัดความหนืดเรียกว่า Viscometer

ง) จุดเยือกแข็ง

จุดเยือกแข็งของนมจะอยู่ระหว่าง -0.525 ถึง 0.565 °C[7] ในกระบวนการแปรรูป หากไม่มีการทำให้นมเจือจางจะไม่ทำให้ค่าจุดเยือกแข็งของนมเปลี่ยน จุดเยือกแข็งของนมขึ้นกับจำนวนไอออน หากความเป็นกรดของนมสูงขึ้นจุดเยือกแข็งอาจลดลง การวัดจุดเยือกแข็งเป็นวิธีการตรวจการปลอมปนในน้ำนมวิธีหนึ่งเพราะการเติมสารบางชนิด เช่น น้ำ จะทำให้ค่าจุดเยือกแข็งเปลี่ยนไป สำหรับเครื่องมือวัดจุดเยือกแข็งของนม เรียกว่า Cryoscope ซึ่งสามารถคำนวนปริมาณของน้ำที่เจือปนในน้ำนมได้ดังนี้

$$\text{\% ของน้ำที่เติม} = \frac{[\text{จุดเยือกแข็งมาตรฐาน} - \text{จุดเยือกแข็งที่ตรวจแข็งที่ตรวจพบ}] * 100}{\text{จุดเยือกแข็งมาตรฐาน}}$$

จ) จุดเดือด

นมมีจุดเดือดใกล้เคียงกับน้ำ คือ 100.17 °C[7] เมื่อนมมาต้มให้เดือด เคซีนจะจับตัวกันโดยมีแคลเซียมและไขมันปนอยู่ทำให้เกิดฝ้าลอยเป็นฝาบนผิวหน้าของนม และการลอยตัวจะมีมากขึ้นหากนมมีความเป็นกรดสูง นมที่เริ่มจะเสียมีความเป็นกรดค่อนข้างสูงเมื่อนำมาต้ม จะสามารถตรวจความสดของนมได้ เรียกวิธีนี้ว่า Clot on boiling test นอกจากนี้ค่าที่มีความสำคัญทางกายภาพของนมยังมีค่าความจุความร้อน ซึ่งนิยมเขียนในรูปของความร้อนจำเพาะโดยเปรียบเทียบกับน้ำ สำหรับความร้อนจำเพาะจะเพิ่มตามปริมาณของไขมัน หรือ Solid non fat (Snf) ซึ่งเมื่อ Snf เปลี่ยนไปร้อยละ 1 จะทำให้ค่าความร้อนจำเพาะเปลี่ยนไป 0.0046 btu /lb. °F[3] และการนำความร้อนซึ่งพบว่าค่านี้ที่อุณหภูมิ 50 °F จะมีค่าประมาณ 0.425[3] ค่าการนำความร้อนจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิและ ปริมาณไขมัน

ฉ) ดัชนีการหักเหของแสง

น้ำนมมีสารประกอบทั้งที่เป็นสารละลาย และสารแขวนลอย สารเหล่านี้มีผลกระทบต่อการหักเหของแสง เช่น ไขมัน โปรตีน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฑ) ความเป็นกรด

โดยปกติแล้วนมจะมี pH ประมาณ 6.6 ค่าความเป็นกรดนี้สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำนมได้ ในกรณีที่มีจุลินทรีย์ในน้ำนม ค่า pH จะลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์มีการใช้อาหาร เช่น น้ำตาลแลคโตสแล้วเกิดกรด หากค่า pH ต่ำถึง 6.4 - 6.5 ทางโรงงานจะไม่รับซื้อนมดิบนั้น

2.3 เคซีน

เคซีนเป็นโปรตีนหลักที่มีอยู่ในน้ำนม คือพบในปริมาณถึงร้อยละ 78.3 ของโปรตีนในน้ำนม[9] หรือคิดเป็นร้อยละ 3.15 โดยน้ำหนักของน้ำนม[10] เคซีนมีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว (จึงเป็นส่วนที่ทำให้น้ำนมมีสีขาว) ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น มีจุดไอโซอิเลคตริก (Isoelectric) ที่ 4.6[10]

ในน้ำนมมักจะพบเคซีนอยู่ร่วมกับแคลเซียม เป็นแคลเซียมเคซิเนต (Calcium caseinate) อยู่ในสภาพไมเซล (Micell) เล็กๆแขวนลอยอยู่ในน้ำนม มีขนาดตั้งแต่ 10-780 นาโนเมตร น้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 10-3,280 ล้านดาลตัน[3] สามารถจำแนกชนิดของเคซีนได้เป็น 4 ประเภท[11] คือ แอลฟา, เบตา, แกรมมา และ แคปปา-เคซีน (α, β, γ และ κ-เคซีน) ในปริมาณร้อยละ 75, 22 และ 3 ตามลำดับ ส่วนแคปปา-เคซีนพบในปริมาณน้อยมาก โดยแต่ละไมเซลจะมีเบต้า-เคซีนจะมาเกาะกันด้วยพันธะ End-to-end aplar เกิดเป็นสายยาว (Threalike structures) จากนั้นอัลฟา-เคซีนจะมาเกาะกับเบตา-เคซีนด้วยพันธะ Lyophobic bond และแคปปา-เคซีนจึงมาจับกับโมเลกุลของอัลฟา-เคซีนอีกครั้ง ส่วนแคลเซียมนี้จะเป็นตัวเชื่อมให้โครงสร้างของอัลฟา และเบตา-เคซีนแข็งแรงยิ่งขึ้น

2.3.1 ส่วนประกอบของเคซีน

เคซีนเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 18 ชนิดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบ	เคซีน	α-เคซีน	β-เคซีน	γ-เคซีน	κ-เคซีน
ไนโตรเจนรวม	15.60	15.50	15.30	15.40	15.30
ฟอสฟอรัสรวม	0.90	0.99	0.61	0.11	0.16
ซัลเฟอร์รวม	0.80	0.72	0.86	1.03	0.70
ไกลซีน	2.00	2.30	1.60	1.50	1.20
อะลานีน	3.20	2.80	2.00	3.20	5.40
วาลีน	7.20	6.30	10.20	10.50	6.30
ลิวซีน	9.20	7.90	11.60	12.00	6.10
ไอโซลิวซีน	6.10	6.40	5.50	4.40	7.10
โพรลีน	10.60	7.50	15.10	17.00	11.00
ฟีนิลอะลานีน	5.00	4.60	5.80	5.80	3.90
ไทโรซีน	6.30	8.10	3.20	3.70	7.60
ทริปโตเฟน	1.70	2.20	0.83	1.20	1.00
ซีรีน	6.30	6.30	6.80	5.50	5.00
ไทโรซีน	4.90	4.90	5.10	4.40	6.70
ซีสทีน และ ซีสเทอีน	0.34	0.43	0.00	0.00	1.20
เมทไทโอนีน	2.80	2.50	3.40	4.10	1.70
อาร์จินีน	4.10	4.30	3.40	1.90	4.00
ฮีสติดีน	3.10	2.90	3.10	3.70	2.40
ลิวซีน	8.20	8.90	6.50	6.20	6.50
กรดแอสปาติก	7.10	8.40	4.90	4.00	7.70
กรดกลูตามิก	22.40	22.50	23.20	22.90	19.80
เอมีดไนโตรเจน	1.10	1.60	1.60	1.60	1.90

ตารางที่ 10 แสดงกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีนในน้ำนมวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับธาตุต่างๆที่เป็นส่วนประกอบของเคซีนมีดังนี้

ชนิดของธาตุ	ปริมาณ (ร้อยละ)
คาร์บอน	53.13
ไฮโดรเจน	7.06
ออกซิเจน	22.37
ไนโตรเจน	15.78
ซัลเฟอร์	0.80
ฟอสฟอรัส	0.86

ตารางที่ 11 แสดงธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเคซีนในน้ำนม[13]

และจากการวิเคราะห์สารที่เป็นส่วนประกอบของเคซีนที่ตกตะกอนได้จากหางนมมีดังนี้

ชนิดของสาร	ปริมาณ (ร้อยละ)
โปรตีน (6.38)	83.0
แลคโตส	1.0
ไขมัน	1.5
ความชื้น	4.0
เถ้า (รวมแคลเซียม)	10.5
แคลเซียม	2.5

ตารางที่ 12 แสดงส่วนประกอบของเคซีนที่สกัดได้จากหางนม[14]

สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นได้มีการกำหนดเกรดของเคซีนออกเป็น 2 เกรด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบ	เคซีนชนิดพิเศษ (ร้อยละ)	เคซีนมาตรฐาน (ร้อยละ)
ความชื้น (สูงสุด)	10.0	12.0
ไขมัน (สูงสุด)	1.5	2.0
กรด (สูงสุด)	0.2 ml	0.27 ml
โปรตีน	95.0	90.0
จำนวนจุลินทรีย์	30,000 / g	100,000 / g
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	0	2 / 0.1 g

ตารางที่ 13 แสดงมาตรฐานของเคซีนแต่ละเกรดในสหรัฐอเมริกา[14]

2.3.2 การสกัดเคซีน

การสกัดเคซีนสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกันดังนี้

ก การตกตะกอนเคซีนโดยใช้กรด[15]

ทำได้โดยการหยดกรดเกลือ หรือกรดซัลฟูริค หรือกรดน้ำส้มลงในหางนมเพื่อลดค่าของ pH ให้ถึงจุดไอโซอิเลคตริกของเคซีน คือ ที่ pH 4.5-4.7 ซึ่ง ณ จุดนี้เคซีนจะมีประจุสุทธิเป็นศูนย์ หรือมีคุณสมบัติเป็น สวิทเทอร์ไอออน (Switter ion) เคซีนจะแยกตัวตกตะกอนลงมา

ข การใช้เกลือแคลเซียมช่วยในการตกตะกอนนม[15]

วิธีการนี้อาศัยหลักการของการทำปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมกับเคซีนที่มีอยู่ในน้ำนม เกิดการจับตัวกันกลายเป็นแคลเซียมเคซีนเนต (Calcium caseinate) อยู่ในรูปของสารแขวนลอย เรียก โรสไมเซล (Rose micell) รวมตัวกันเป็นตะกอน จากนั้นจะทำการปั่นแยกเอาตะกอน ของแคลเซียมเคซีเนตมาทำการไดอะไลซิสเพื่อแยกเอาส่วนของแคลเซียมออก หรืออาจใช้วิธีการไอออนเอกเชนจ์โครมาโตกราฟี (Ion exchange chromatography)

ค การใช้เอ็นไซม์เรนนิน[16]

เรนนินเป็นเอ็นไซม์ที่พบอยู่ทั่วไปในพืชและสัตว์ การตกตะกอนเคซีนโดยวิธีนี้จะทำได้ดีที่ pH 6.0-6.4 วิธีการนี้นิยมใช้ในการผลิตเนยแข็งจากนมพาสเจอร์ไรซ์

ง การตกตะกอนนมเคซีนโดยใช้ความร้อนหรือแอลกอฮอล์[16]

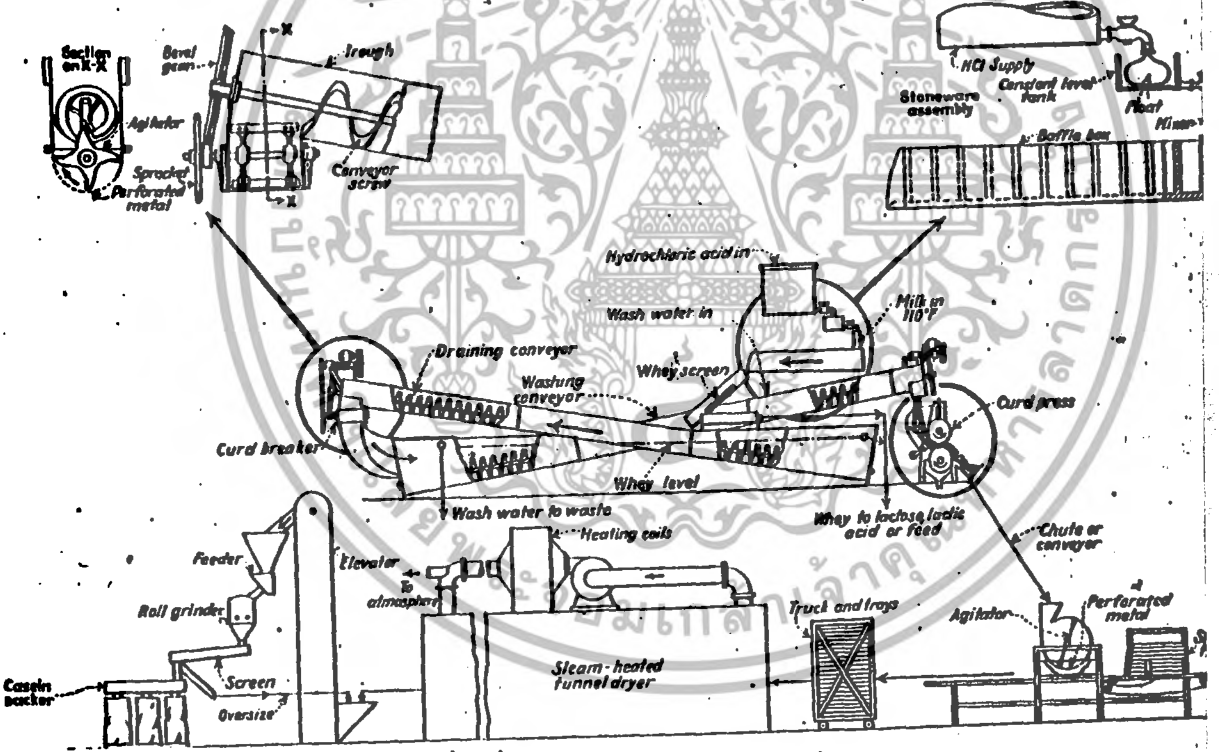
สามารถทำได้โดยการใช้หางนมมาให้ความร้อนสูงคือที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลาถึง 12 ชั่วโมง หรือที่ 130 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนี้จะทำให้สารที่มีอยู่ในน้ำนมเช่น โปรตีนเสื่อมสภาพได้ นอกจากนี้ยังสามารถตกตะกอน เคซีนได้โดยใช้แอลกอฮอล์เติมลงในหางนม

จากที่กล่าวมาแล้ว วิธีที่นิยมใช้สำหรับการเตรียมเคซีนในระดับอุตสาหกรรมนิยมทำกันอยู่ 2 วิธีคือ การตกตะกอน ด้วยกรด และการใช้เอ็นไซม์เรนนิน

สำหรับกรรมวิธีการผลิตนั้นมีทั้งแบบกะ (Batch) และแบบต่อเนื่อง (Continueous) ซึ่งแสดงไว้ดังรูป



Courtesy of Chemical and Metallurgical Engineering

แผนภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการผลิตเคซีนแบบต่อเนื่อง (Continuous process)[16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การนำเคซีนมาใช้ประโยชน์

จากการสำรวจในปี 1966 และ 1967 พบว่าในหลายประเทศได้มีการใช้เคซีนในปริมาณมากถึง 107.9 และ 99.7 ล้านปอนด์ ตามลำดับ[14] ดังนี้

ในปี 1966

	ประเทศนิวซีแลนด์	ได้มีการสั่งซื้อเคซีนในปริมาณ	26,799,000 ปอนด์
	ประเทศอาเจนตินาร์	ได้มีการสั่งซื้อเคซีนในปริมาณ	25,484,000 ปอนด์
	ประเทศออสเตรเลีย	ได้มีการสั่งซื้อเคซีนในปริมาณ	19,878,000 ปอนด์
	ประเทศคานาดา	ได้มีการสั่งซื้อเคซีนในปริมาณ	10,925,000 ปอนด์
	ประเทศโปแลนด์	ได้มีการสั่งซื้อเคซีนในปริมาณ	10,800,000 ปอนด์
	ประเทศฝรั่งเศส	ได้มีการสั่งซื้อเคซีนในปริมาณ	6,335,000 ปอนด์
และ	ประเทศอื่นๆ	ได้มีการสั่งซื้อเคซีนในปริมาณ	4,109,000 ปอนด์

จะเห็นได้ว่ามีการนำเข้าของเคซีนในปริมาณถึง 104,330,000 ปอนด์

ส่วนการนำเข้าของแคลเซียมเคซิเนตของประเทศต่างมี 3,576,000 ปอนด์

คิดเป็นปริมาณรวมทั้งสิ้นถึง <u>109.9 ล้าน</u> ปอนด์

ในปี 1967 นั้นมีการนำเข้าของเคซีน ดังนี้

ในรูปของเคซีนคิดเป็นปริมาณ	96.6 ล้าน	ปอนด์
ในรูปของแคลเซียมเคซิเนต	3.1 ล้าน	ปอนด์
คิดเป็นปริมาณรวม	99.7 ล้าน	ปอนด์

สำหรับการใช้เคซีนที่นำเข้าในปี 1967 ได้มีผู้รายงานไว้ ดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการนำเคซีนมาใช้ประโยชน์	ปริมาณ (ล้านปอนด์)
ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และ ยา	33.0 (ในรูปของเคซีน) 3.1 (ในรูปของแคลเซียมเคซิเนต)
ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	34.0 (ในรูปของเคซีน)
ใช้ในอุตสาหกรรมกาว	10.0 (ในรูปของเคซีน)
ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก	1.5 (ในรูปของเคซีน)
ใช้ในอุตสาหกรรมมิสเซลลาเนียส (Miscellanious)	18.1 (ในรูปของเคซีน)

ตารางที่ 14 แสดงการใช้เคซีนในรูปต่างๆ[14]

เคซีนมีการนำมาใช้ประโยชน์หลายอย่างด้วยกันดังนี้คือ ใช้เคลือบกระดาษหนังสือและแมกกาซีน เพื่อให้กระดาษมีความมันวาว นอกจากนี้ยังทำกาว กาวที่ได้จากเคซีนนี้ ทำมาจากเกลือของเคซีน ซึ่งนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายอย่างเช่น อุตสาหกรรมเกี่ยวกับไม้ เป็นต้น ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการกันน้ำได้เมื่อแห้ง เคซีนนำมาใช้ทำพลาสติกโดยการกวนเรนเนทเคซีนแห้ง กับสีและน้ำเล็กน้อย จากนั้นจะใส่ ฟอร์มาดีไฮด์ เพื่อเป็นตัวทำให้แข็ง พลาสติคที่ได้จากเคซีนนี้จะมีคุณสมบัติ ในการยืดหยุ่นดี ไม่ติดไฟง่าย ไม่มีกลิ่น และสามารถตัดเป็นรูปร่างและขนาดที่ต้องการได้ง่าย สามารถใช้แทนเซลลูลอยด์ เขาสัตว์ได้ นำไปใช้ทำเครื่องใช้ได้หลายชนิดเช่น หวี กระดุม กรอบแว่นตา ปากกา ลูกบิลเลียด และฉนวนไฟฟ้า นอกจากนี้เคซีนยังใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้า เช่น ทำให้ผ้านุ่มขึ้น มีคุณสมบัติในการทำให้ผ้ากันน้ำได้ดีขึ้นหรืออาจใช้เป็นส่วนหนึ่งในการย้อมผ้า ใช้เคซีนในอุตสหกรรมทำเครื่องหนังและอุตสหกรรมอาหารสัตว์ เช่น เนื้อสัตว์กระป๋อง เพื่อทำให้เนื้อนุ่มและหนังนุ่มขึ้น ทำเคซีนไฟเบอร์ใช้แทนขนแกะ ใช้ในอุตสาหกรรมยาเพื่อเป็นตัวเติม (Filler)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 นมที่ใช้ในการศึกษา

นมพาสเจอร์ไรส์รสจืด ที่หมดอายุแล้ว 3 วัน แต่ยังไม่เกิดลิ่มนม (Curd)

3.2 การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของนมพาสเจอร์ไรส์ที่หมดอายุ

3.2.1 การวัดความเป็นกรดเบส (pH)

วัด ความเป็นกรดเบส ของนมด้วยเครื่อง pH METER (EDT reserch, ecm 201, precision pH/10N Meter, serial No. 12936)

3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรด (Acidity test)

วิธีนี้ใช้วิเคราะห์กรดในรูปของกรดแลคติก โดยอาศัยหลักการทำปฏิกิริยากันของกรดแลคติกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้จำนวนโมลเท่ากัน จากการทดลองนี้ได้ดำเนินการทดลองตามวิธีของสมาคมนักวิทยาศาสตร์นมแห่งสหรัฐอเมริกา (American dairy science association)[17] โดยมีวิธีการพอสังเขปดังนี้

ปิเปตนม 9 ml ลงในขวดสะอาด จากนั้นหยดอินดิเคเตอร์ฟีนอฟทาลีน 3-4 หยด จากนั้นนำตัวอย่างไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนสารละลายตัวอย่างเกิดสีชมพูที่ไม่จางหายภายในเวลา 30 วินาที จากนั้นนำค่าปริมาณด่างที่ได้มาคำนวณ

$$\%\ \text{กรดแลคติก} = \frac{\text{ปริมาณของ } 0.1\ N\ NaOH \times \text{ความเข้มข้นของ } NaOH}{\text{ปริมาตรของ นม ตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การสกัดโปรตีน (Crude milk protein) จากนมหืมดอายุ

ทำการสกัดโดยวิธีการตกตะกอนด้วยกรดเกลือ ตามการทดลองของ Gramar et.al.[15] โดย

นำนมตัวอย่างมาปรับค่า pH โดยให้ได้ค่าเป็น 4.5-4.6 โดยการเติมกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 1 นอร์มอล และทำการกวนให้นมเป็นเนื้อเดียวกันด้วย Magnetic stirrer ตลอดจนมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตะกอนนมที่ได้มาเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Manufacturer B. Hermle GmbH.& Co. D-7209 GOSHEIM Herstllungs Nr. 10255 type ZK365) ด้วยความเร็ว 2500 rpm เป็นเวลา 15 นาที ควบคุมอุณหภูมิขณะเหวี่ยงที่ 30 องศาเซลเซียสเช่นกัน จากนั้นล้างตะกอนนมด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง นำตะกอนนมที่ได้มาชั่งน้ำหนักจากนั้นนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 14 ชั่วโมงจนตะกอนนมที่ได้แห้งนำตะกอนที่ได้มาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปบดให้เป็นผง

3.4 การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของตะกอนนมพาสเจอร์ไรส์ที่หมดอายุ

3.4.1 การวัดความชื้น[17]

อาศัยหลักของการสูญเสียของน้ำหลังจากการให้ความร้อน โดยการอบถ้วยอลูมิเนียมที่ใช้วิเคราะห์ให้ได้น้ำหนักแน่นอน ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (Desicater) ชั่งน้ำหนักและบรรทึกไว้ จากนั้นชั่งตะกอนนมตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ลงในถ้วย นำไปให้ความร้อนโดยต้องคอยหมุนถ้วยอลูมิเนียมตลอดเวลาเพื่อช่วยการระเหยของน้ำและป้องกันไม่ให้เกิดฟองล้นออกมานอกถ้วย เมื่อตะกอนนมเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แสดงว่าไม่มีความชื้นอยู่แล้ว นำตัวอย่างไปใส่ลงในเดซิเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก คำนวณค่าความชื้น

$$\text{\% ความชื้น} = \frac{(B-D) \times 100}{C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักเครื่องอลูมิเนียม

B = น้ำหนักเครื่องอลูมิเนียม + ตัวอย่าง

C = (B-A)

D = น้ำหนักเครื่องอลูมิเนียม + Moisture-free residue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์ไขมัน[17]

การวิเคราะห์ไขมันสามารถทำได้หลายวิธี เช่นวิธีของ AOAC. 14.081 โดยใช้เฮกเซนเป็นตัวสกัดไขมันออกใน Sohxlet apparatus แต่จากการทดลองนี้จะขอใช้วิธีสกัดไขมันดังต่อไปนี้

นำตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ความชื้นแล้ว เติมเฮกเซน 25 ml พร้อมทั้งใช้แท่งแก้วบดให้ละเอียด และคนเป็นเวลา 2 นาที เมื่อส่วนของแข็งตกตะกอนแล้ว ให้เท Hexane extract ลงในบีกเกอร์ที่ชั่งน้ำหนักแล้ว และนำกากที่เหลือมาสกัดด้วยเฮกเซนต่อจนแน่ใจว่าไขมันออกหมด เท Hexane extract ลงในบีกเกอร์เดิม จากนั้นนำบีกเกอร์ตั้งบนไฟใน Water bath เพื่อระเหยเฮกเซนออกจะเหลือไขมันเพียงอย่างเดียว นำค่าที่ได้มาคำนวน

$$\% \text{ ไขมัน} = (D-E) \times 100 / C$$

เมื่อ E = น้ำหนักถ้วยอลูเนียม + Fat-free residue

3.4.3 การวิเคราะห์เกลือ[17]

การวิเคราะห์นี้ใช้วิเคราะห์เกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยอาศัยหลักการทำปฏิกริยาของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรท กับโซเดียมคลอไรด์ โดยใช้ปริมาณต่อโมลอย่างละเท่ากัน โดยการนำกากที่เหลือจากการวิเคราะห์ไขมันและความชื้นแล้วมาละลายด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65-70 °C ประมาณ 100 ml จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนถึงปริมาณ 250 ml ใน Volumetric flask จากนั้นเขย่าหลายๆครั้งเพื่อให้เกลือละลายออกจากกากมากที่สุด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จากนั้นดูดเอาส่วนน้ำใสมาทำการทดลอง โดยเติมด้วยสารละลายโปแตสเซียมโครเมต 10% จำนวน 1 ml เขย่าแล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทมาตรฐานจนได้ สารละลายที่มีสีแดงเรือ นำค่ามาคำนวนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%NaCl = \frac{v * 0.00585\ (ml\ solution/ml\ sample) * 100}{\text{กรัมของตัวอย่าง}}$$

เมื่อ v = ปริมาณสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท

3.4.4 โปรตีน[18]

ก) การวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธี Kjeldahl

โดยอาศัยหลักการที่ว่าไนโตรเจนที่มีอยู่ในโปรตีนจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ในขั้นตอนของการย่อย ส่วนขั้นตอนของการกลั่นโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์นั้น จะเกิดก๊าซแอมโมเนียขึ้นดังสมการ

$$NH_4^+ + OH^- \longrightarrow NH_3\,(g) + H_2O$$

โดยมีกรดบอริกเป็นตัวรองรับก๊าซแอมโมเนียมที่เกิดขึ้น

$$H_3BO_3 + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + H_2BO_3^-$$

เมื่อนำสารละลายที่กลั่นได้มาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอลิก ซึ่งทำปฏิกิริยาโดยโมลกับกรดบอริกเท่ากันจะสามารถคำนวณหาไนโตรเจนได้

$$H_2BO_3^- + H_3O^+ \rightleftharpoons H_3BO_3 + H_2O$$

ทำการทดลองโดยการชั่งน้ำหนักตะกอนนม 1 g. แล้วนำมาใส่ใน Kjeldahl flask เติม K_2SO_4 10 g. และ $CuSO_4$ 2 g. เพื่อทำหน้าที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เติมกรดเกลือเข้มข้น 25 ml จากนั้นนำไปย่อย (Digest) จนได้สารละลายสีฟ้า หรือ เขียวและปล่อยให้สารละลายเย็นลง นำไปกลั่น (Distillate) โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% ใช้กรดบอรลิค 4% รองรับการจำแนกสารละลาย 200 ml จากนั้นนำไปไตเตรทกับ 0.1 N กรดเกลือโดยมีอินดิเคเตอร์ ผสมระหว่าง Brom-cresol green และ Methel red จากนั้นนำปริมาตรกรดที่ได้ไปคำนวน ตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%\text{โปรตีน} = \frac{(\text{ปริมาณกรดเกลือที่ใช้} - \text{Blank}) * N\ H_2SO_4 * 14 * 6.38 * 100}{1000 * \text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ท) การวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธีไบยูเร็ต

วิธีนี้ใช้สำหรับทดสอบสารที่มีพันธะเปปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป โดยใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับเปปไทด์ในสารละลายด่าง เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนประเภทโคออร์ดิเนตระหว่าง Cu^{+2} กับอิเลคตรอนอิสระของไนโตรเจนในโมเลกุลของสารทำให้เกิดเป็นสีม่วงที่แตกต่างกันขึ้นกับปริมาณของโปรตีน โดยกฎของเบียร์นั้นค่าการดูดกลืนแสงจะทำให้ทราบถึงปริมาณของโปรตีนเมื่อนำเทียบกับกราฟมาตรฐาน

จากการทดลองนำสารละลายโปรตีนมาตรฐาน (Bovine serum albumin) ความเข้มข้น 5 mg/ml มา 2 ml เติมด้วย Biuret reagent 3 ml ผสมบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง คลื่นความยาว 540 nm ทำเช่นเดียวกันโดยใช้น้ำกลั่นและ สารละลายตัวอย่าง

3.5 การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้นของตะกอนนมหมดอายุ

นำตะกอนนมตัวอย่างที่ได้มาหาทางใช้ประโยชน์ โดยการนำมาทำเป็นส่วนผสมของอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์

3.5.1 ใช้ตะกอนนมแทนเคซีนใน Nutritive caseinate agar[19]

Nutritive caseinate agar มีสูตรดังนี้

Peptone	7.00 g.
Casein	3.00 g.
Agar	12.00 g.

สำหรับอาหารชนิดนี้เป็นอาหารที่ต้องสั่งซื้อมาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง ดังนั้นจึงได้มีการทดลองนำตะกอนนมที่สกัดได้มาใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนแทนเคซีน

จุลินทรีย์ที่นำมาทดลองใช้ในอาหารที่ผสมด้วยตะกอนนมคือจุลินทรีย์ที่เกิดโดยธรรมชาติในน้ำนมเปรี้ยว ที่ผลิตขึ้นรับประทานในครัวเรือนชาวภารตะ และมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายเชื้อในน้ำนมตลอดเวลา โดยไม่มีการแยกเชื้อบริสุทธิ์ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร เปรียบเทียบกับอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันแต่ไม่ใส่ตะกอนนม โดยเลี้ยงจุลินทรีย์จากนมเปรี้ยว แล้วนำมาตรวจหาจุลินทรีย์ที่สร้างกรด โดยใช้สารละลาย Brom-cresol purple ซึ่งจะให้โคโลนีสีเหลืองบนอาหารสีม่วง และทำการตรวจหาจุลินทรีย์ที่สร้างกรดอ่อน (Weak acid forming colony) อีกครั้งโดยใช้สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 5% เป็นตัวทดสอบ จะให้โคโลนีสีขาวบนอาหารสีเหลือง หลังจากนั้นนับจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิด แล้วนำมาหักลบกันก็จะได้จุลินทรีย์ที่สร้างกรดในปริมาณมาก (Strong acid forming colony)

3.5.2 ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับเลี้ยง *Endomycopsis fibuligera*

เนื่องจาก *Endomycopsis fibuligera* เป็นจุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์อะไมเลสในปริมาณสูง และเป็น Food yeast แต่ไม่สามารถขึ้นได้ดีในอาหารเลี้ยงยีสต์โดยทั่วไป ยกเว้นอาหาร Yeast malt (YM) ซึ่งมีสูตรดังนี้

Yeast extract	6 g.
Malt extract	6 g.
Peptone	10 g.
Glucose	20 g.

ละลายในน้ำกลั่น 2 ลิตรให้ความร้อนที่ 90-100 °C คนโดยใช้ Magnetic stirrer โดยใช้ความเร็วไม่สูงมากนัก อย่าให้ไหม้ พยายามอย่าให้เกิดฟองรอจนกระทั่งอาหารใส เป็นสีน้ำตาลอ่อนปรับ pH ให้ได้ประมาณ 5.8-6.5

จากการทดลองนี้ ได้นำจุลินทรีย์ที่มีอายุ 1 วัน มาเลี้ยงในอาหารสูตร Weast extracted 1 (WE_1) ซึ่งเป็นอาหารที่ได้จากกากของเสียจากโรงงาน ที่มีแต่แหล่งคาร์บอนและวิตามินเกลือแร่ โดยมีผู้ทำการทดลองและพบว่ายีสต์ชนิดนี้สามารถเจริญได้ จึงได้มีการทดลองนำอาหารชนิดนี้มาเติมตะกอนนมเพื่อใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนโดยคาดว่า *E. fibuligera* น่าจะสามารถเจริญได้ดีเทียบเท่ากับอาหาร YM ที่มาจากแหล่งเดียวกันโดยทำการทดลองเลี้ยงจุลินทรีย์เป็นเวลานาน 18 ชั่วโมง แล้วนำมาเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 น้ำนมที่ใช้

ได้เลือกน้ำนมพาสเจอร์ไรส์รสจืดที่หมดอายุแล้วไม่เกิน 3 วัน แต่ยังไม่เกิดลิ่มนมสำหรับศึกษา ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การเกิดลิ่มนมมักเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดเป็นจำนวนสูงกว่าปกติ ซึ่งจะทำให้ปริมาณโปรตีนในน้ำนมลดลง

4.2 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำนมตัวอย่าง

4.2.1 การศึกษาค่า pH

จากการทดลองวัด pH จากน้ำนมตัวอย่างพบว่าน้ำนมหมดอายุ 1 ถึง 3 วัน และยังไม่เกิดลิ่มนมมีค่า pH เป็นกรดคืออยู่ระหว่าง 4.8-4.9 และเมื่อนำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์ของกรดแลคตริก โดยวิธี Acidity test โดยการไตเตรทกับด่าง แล้วนำมาคำนวน ได้ผลการทดลองดังนี้

ตัวอย่างที่	ปริมาตรของน้ำนมที่ใช้(ml)	ปริมาณของด่างที่ใช้ (ml)	%กรดแลคติก
1	9	5.20	0.520
2	9	5.25	0.525
3	9	5.05	0.505
4	9	5.20	0.520
5	9	5.20	0.520
6	9	5.15	0.515
เฉลี่ย	9	5.175	0.5175

ตารางที่ 15 แสดงผลการทดลองหาปริมาณกรดแลคติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าน้ำนมหมดอายุที่นำมาใช้เนื่องจากมีการเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิต่ำดังนั้นค่า pH และเปอร์เซนต์กรดแลคติก จึงลดลงไม่มากนักเมื่อเทียบกับน้ำนมหมดอายุซึ่งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่พบบ่อยิ่มนม ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ที่ยังคงเหลืออยู่ในน้ำนมจากกรรมวิธีการพาสเจอร์ไรส์มีการนำสารอาหาร เช่น น้ำตาลแลคโตส ในน้ำนมมาใช้แล้วสร้างกรดแลคติกขึ้น เมื่อปล่อยให้น้ำนมหมดอายุนานวันกว่านี้ค่า pH ลดลง เนื่องจากปริมาณกรดที่จุลินทรีย์สร้างมีเพิ่มขึ้น สำหรับน้ำนมปกติที่ยังไม่หมดอายุนั้นจะมี pH อยู่ในช่วง 6.5-6.7 และมีค่าความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 0.14-0.18[17]

4.2.2 การสกัดโปรตีนจากน้ำนมหมดอายุ

จากการศึกษาได้เลือกใช้การตกตะกอนเคซีนด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 1 N. ที่อุณหภูมิ 30 °C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง ทำให้สะดวกแก่การควบคุมอุณหภูมิ โดยปรับ pH ให้ได้ 4.5-4.7 จะพบเม็ดของตะกอนนมแยกออกมา ส่วนที่เป็นน้ำจะมีสีเหลืองอมเขียวมีลักษณะใส เมื่อนำมาเหวี่ยงแยกตะกอนนมที่ความเร็ว 2500 rpm จะพบว่าตะกอนนมที่ก้นหลอดเหวี่ยงแยกออกจากส่วนของเหลวได้ดีขึ้น ตะกอนนมดังกล่าวมีสีขาวเมื่อนำไปอบ จะมีสีเหลืองและมีความมันติดอยู่ด้วย สำหรับตะกอนนมเปียกนี้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 64.53

นน.ภาชนะ(g)	นน.ภาชนะ+ตะกอนนมเปียก(g)	นน.ภาชนะ+ตะกอนที่อบแห้ง(g)	%ความชื้น
43.714	72.144	53.534	65.46
42.824	78.395	55.831	64.43
42.641	100.831	61.616	67.39
44.020	82.051	61.007	55.33
43.997	110.684	66.442	66.37
42.053	94.448	59.553	60.660
43.599	87.268	56.899	69.54
43.045	75.551	55.368	62.09

ตารางที่ 16 แสดงผลการทดลองหาความชื้นจากตะกอนนมเปียกที่สกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การวิเคราะห์ความชื้น

จากการทดลองได้นำเอาตะกอนนมที่อบแห้งแล้วมาทำการวิเคราะห์หาความชื้นได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

นน.ถ้วย (g)	นน.ถ้วย + ตัวอย่าง (g)	นน.ถ้วย+ตัวอย่างแห้ง (g)	%ความชื้น
20.321	25.326	25.005	6.41
18.814	23.820	23.491	6.57
20.184	25.105	24.744	6.44
21.283	26.268	25.931	6.76
20.919	25.921	25.592	6.58
19.984	24.991	24.603	7.65
20.009	25.019	4.667	6.83

ตารางที่ 17 แสดงความชื้นของตะกอนนมแห้ง

จากการวิเคราะห์โดยการนำตะกอนนมหมดอายุมาอบที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลานาน 14 ชม. พบว่าความชื้นที่ได้จากตะกอนนมตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 6.74

4.2.4 การวิเคราะห์ไขมัน

นำกากที่เหลือจากการวิเคราะห์ความชื้นมาหาไขมัน โดยใช้เฮกเซนเป็นตัวสกัด จะได้ไขมันเฉลี่ยร้อยละ 41.059

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นน.ถ้วย+Moisture-free residue(g)	นน.ถ้วย+Fat-free residue(g)	%ไขมัน
25.005	22.792	44.22
23.491	21.865	32.50
24.788	22.685	42.74
25.931	23.817	42.41
24.125	22.078	40.92
25.592	23.402	43.78

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณไขมันในตะกอนนม

จากการทดลองได้มีการนำไขมันที่สกัดได้ในบีกเกอร์มาระเหยเอาเฮกเซนออก แล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการทดลองข้างต้นพบว่า ได้ค่าใกล้เคียงกัน คือมีค่าไขมันเฉลี่ยร้อยละ 40.472 ดังนี้

นน.บีกเกอร์ (g)	นน.บีกเกอร์+ไขมัน (g)	%ไขมัน
94.138	96.217	41.54
97.210	98.915	34.23
100.281	104.330	41.64
99.685	101.757	41.58
98.317	100.381	41.25
97.947	100.077	42.58

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณไขมันในตะกอนนม

จากการทดลองทั้งสองครั้งนี้จะได้เปอร์เซนต์ไขมันต่างกันอยู่ 0.623 ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากไขมันที่สกัดได้อาจหลงเหลืออยู่ในถ้วยอลูมิเนียม หรือสูญหายในระหว่างการถ่ายเทไขมันระหว่างภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซนต์ไขมัน = 41.095 - 40.472

= 0.623

4.2.5 การวิเคราะห์เกลือ

การวิเคราะห์เกลือในที่นี้จะหมายถึงเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่มีอยู่ในตะกอนนมตัวอย่าง จากการทดลองได้ค่าเกลือโซเดียมคลอไรด์คิดเป็นร้อยละ 0.53

ตัวอย่างที่	ปริมาตรของ $AgNO_3$ ที่ใช้ (ml)	% เกลือโซเดียมคลอไรด์
1	0.4	0.47
2	0.5	0.58
3	0.4	0.48
4	0.5	0.59
5	0.5	0.58
6	0.4	0.47

ตารางที่ 20 แสดงปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในตะกอนนม

4.2.6 การวิเคราะห์โปรตีน

ก) หาโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl

โดยอาศัยหลักการที่ว่าไนโตรเจนที่มีอยู่ในโปรตีน ถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมคลอไรด์ ในขั้นตอนของการย่อย และสำหรับในการกลั่นนั้น เกลือแอมโมเนียมซัลเฟตจะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดบอริกได้ $H_2BO_3^-$ เมื่อนำสารนี้มาไตเตรทกับกรดเกลือก็จะทราบค่าไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในน้ำนม จากนั้นจะนำค่า 6.38 มาใช้ในการคำนวณ[15] (ในเคซีน 100 g. จะมีไนโตรเจนอยู่ 15.67 g.) ได้ผลการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่	นน.ตัวอย่าง (g)	ปริมาณHCl (ml)	%N content	% โปรตีน
1	1.001	19.5	2.73	17.4
2	1.002	21.1	2.95	18.81
3	1.000	20.9	0.34	18.67
เฉลี่ย	1.001	20.5	2.01	18.29

ตารางที่ 21 แสดงปริมาณโปรตีนในตะกอนนม

ข) การหาโปรตีนโดย BIURET TEST

เป็นการทดลองวิเคราะห์โปรตีนอีกวิธีหนึ่งซึ่งได้ใช้หาปริมาณโปรตีน ผลที่ได้แสดงไว้ในตารางดังนี้

สารที่ทดสอบ	โปรตีน (mg/ml)
สารละลายตัวอย่าง	12.412
สารละลายตัวอย่าง	12.271
สารละลายตัวอย่าง	12.412
%โปรตีนเฉลี่ย	12.365

ตารางที่ 22 แสดงปริมาณโปรตีนในตะกอนนม

สำหรับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโปรตีนมาตรฐาน 5.00 mg/ml เฉลี่ยได้ 0.345

4.3 การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้นของตะกอนนมหมดอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ใช้แทนอาหาร Nutritive caseinate agar

โดยอาหารนี้ใช้สำหรับตรวจ จุลินทรีย์ในน้ำนมซึ่งมีทั้งจุลินทรีย์ที่สร้างกรดได้และ สร้างกรดไม่ได้ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

จากการเลี้ยงจุลินทรีย์ จากนมเปรี้ยวในอาหารสำเร็จรูปเปปโทน จะได้จำนวนเชื้อ 0.46 X 10^6 colony/ml แต่จุลินทรีย์ทั้งหมดนี้เป็นพวกที่ไม่สร้างกรด ส่วนการเลี้ยงเชื้อในอาหารตะกอนนมนั้นพบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ถึง 4.2 X 10^6 colony/ml โดยสามารถแยกได้เป็นพวกที่สร้างกรดในปริมาณมากคิดเป็นร้อยละ 72.41 และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดอ่อนเป็นร้อยละ 27.59

ผลจากการทดลองนี้จะพบว่าจุลินทรีย์ในนมเปรี้ยวสามารถเจริญได้ในอาหารที่ใช้ตะกอนนมทดแทนเคซีนใน Nutritive caseinate agar เปรียบเทียบกับอาหารที่ปราศจากตะกอนนมซึ่งจากผลการทดลอง จะเห็นว่าจุลินทรีย์จากนมเปรี้ยวแหล่งเดียวกันสามารถเจริญได้บนอาหารที่ผสมตะกอนนมได้ดีกว่าอาหารที่มีเปปโตนถึงประมาณ 10 เท่า หลังจากทดสอบด้วย Brom-cresol purple และ 5% อะซิติกแอซิดแล้ว พบว่าอาหารที่ใช้ตะกอนนมสามารถแสดงความแตกต่างของการเกิดกรดของจุลินทรีย์ได้ คือพบจุลินทรีย์ชนิดสร้างกรดในปริมาณสูงร้อยละ 72.41 และ จุลินทรีย์ชนิดสร้างกรดในปริมาณต่ำร้อยละ 27.59 ในขณะที่อาหารที่ปราศจากตะกอนนมไม่เกิดปฏิกิริยาในการทดสอบอย่างชัดเจน

4.3.2 ใช้แทนอาหาร YM ในการเลี้ยง <u>Endomycosis fibuligera</u>

เนื่องจาก <u>Endomycosis fibuligera</u> เป็นจุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์อะไมเลสในปริมาณสูง เอนไซม์ที่ได้จะถูกปลดปล่อยออกมานอกเซล นอกจากนี้ยังพบว่าจุลินทรีย์นี้เป็นยีสต์ที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ จุลินทรีย์ชนิดนี้สามารถขึ้นได้ดีในอาหาร YM แต่เนื่องจากอาหารชนิดนี้มีส่วนประกอบที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศจึงมีราคาสูง ในการทดลองนี้จึงได้เลี้ยง <u>Endomycosis fibuligera</u> ในอาหารสูตร WE_1 ซึ่งมีส่วนประกอบของอาหารเป็นกากของเสียที่มีตะกอนนมเป็นแหล่งไนโตรเจน เพื่อเปรียบเทียบกับอาหาร YM ดังกล่าว และจากผลการทดลองพบว่า มีจุลินทรีย์ในอาหาร YM เฉลี่ย 2.64 X 10^6 colony/ml ซึ่งน้อยกว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่พบในอาหารตะกอนนมสูตร WE_1 ถึงร้อยละ 79.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาตะกอนที่สกัดได้จากนมหมดอายุประมาณ 3 วัน แต่ยังไม่เกิดลิ่มนมโดยใช้วิธีการตกตะกอนด้วยกรดที่มีความเข้มข้น 1 M พบว่าตะกอนที่สกัดได้เป็นตะกอนสีขาว แต่เมื่อนำมาอบแห้งแล้วพบว่าจะมีสีเหลือง มีความมัน มีกลิ่นคล้ายนมผงปนมันเนย ความชื้นร้อยละ 6.74 และมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ไขมันและโปรตีนร้อยละ 41.10 และ 18.29 ตามลำดับ

ในโครงงานพิเศษได้นำตะกอนดังกล่าวไปศึกษาหาแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้น โดยพิจารณาส่วนประกอบที่เป็นโปรตีนเป็นประการสำคัญโดยไม่สกัดไขมันออกทั้งที่ ตะกอนมีปริมาณไขมันสูงเนื่องจากอุปสรรคในด้านเครื่องมือ และสารเคมีที่จำกัด

การใช้ประโยชน์เบื้องต้นจากตะกอนที่สกัดได้คือ

5.1. ใช้ตะกอนแทนส่วนประกอบที่เป็นเคซีนในอาหาร Nutritive caseinate agar ซึ่งเป็นอาหารจุลินทรีย์ที่มีสูตรทางการค้าของ Difco laboratories Inc. เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารชนิดเดียวกันที่ปราศจากตะกอน พบว่าอาหารจุลินทรีย์ที่ใช้ตะกอนสามารถทำให้จุลินทรีย์ จากนมเปรี้ยวเจริญได้มากกว่าอาหารจุลินทรีย์ที่ปราศจากตะกอนประมาณ 10 เท่า นอกจากนั้น Colony ที่เจริญบนผิววุ้นยังแสดงถึงความแตกต่างในการสร้างกรดคือ พบจุลินทรีย์ที่สร้างกรดในปริมาณสูงคิดเป็นร้อยละ 72.41 และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดในปริมาณต่ำคิดเป็นปริมาณร้อยละ 27.59 ในขณะที่อาหารที่ปราศจากตะกอนไม่พบจุลินทรีย์ที่สร้างกรดเลย

จึงสรุปได้ว่ามีทางเป็นไปได้ ที่จะใช้ตะกอนทดแทนเคซีนใน Nutritive caseinate agar เพื่อใช้เพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ จากนมเปรี้ยวและบอกถึงความแตกต่างของจุลินทรีย์ชนิดที่สร้างกรดได้ จากหลักการสร้างสูตรอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์[15] ทำให้คาดว่าส่วนประกอบสำคัญของตะกอนที่มีบทบาทในการทำให้จุลินทรีย์ จากนมเปรี้ยวเจริญได้ดีและมีคุณสมบัติดังกล่าวน่าจะเป็นโปรตีนที่อยู่ในตะกอน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งน่าสนใจที่สมควรจะปรับปรุงส่วนประกอบโปรตีนในตะกอนดังกล่าวให้อยู่ในสภาพบริสุทธิ์ และทำการทดลองต่อไปซึ่งอาจทำให้ เกิดประโยชน์ในการสร้างอาหารจุลินทรีย์ไว้ใช้เองภายในประเทศจากนมหมดอายุซึ่งปกติไม่ได้มีการนำประโยชน์อย่างจริงจัง

5.2 การนำตะกอนใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนในการเลี้ยง <u>E. fibuligera</u> ในอาหาร Waste extracted-1 (WE_1) ซึ่งเป็นอาหารจุลินทรีย์ที่สกัดมาจากกากโรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน...
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป...

งานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยแหล่งคาร์บอน วิตามิน และเกลือแร่เป็นสำคัญ แต่ไม่มีแหล่งไนโตรเจน การศึกษาความเจริญของจุลินทรีย์ชนิดนี้ได้เปรียบเทียบกับอาหาร YM ซึ่งเป็นอาหารจุลินทรีย์ที่ผลิตจากต่างประเทศ และจากผลการทดลองพบว่าเกิดจุลินทรีย์ในอาหารตะกอนสูตร WE_1 มากกว่าอาหาร YM อยู่ถึงร้อยละ 79.84

จากผลการศึกษาที่ได้เป็นเพียงแนวทางในการใช้ตะกอนเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจน สำหรับเลี้ยงจุลินทรีย์เพื่อทดแทนแหล่งไนโตรเจนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปคือ เปปโตนซึ่งมีราคาสูง ส่วนแนวทางในการศึกษาต่อ น่าจะเป็นการสกัดโปรตีนจากตะกอนให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้น และศึกษาคุณสมบัติของตะกอนให้ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อหาแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ให้มาก ซึ่งอาจจะมีบทบาทที่สำคัญต่อวงการอุตสาหกรรมในอนาคตต่อไป นอกจากนี้ปริมาณไขมันที่มีค่อนข้างสูงในตะกอนก็สมควรมีการศึกษาหาวิธีสกัดมาใช้ประโยชน์อื่นๆด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.นรินทร์ ทองศิริ, <u>กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม</u>, เทคโนโลยีอาหารนม, 79-88, สำนักพิมพ์เชียงใหม่, 2528

2.นรินทร์ ทองศิริ, <u>กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม</u>, เทคโนโลยีอาหารนม, 106-142, สำนักพิมพ์เชียงใหม่, 2528

3.วรรณา ตั้งเจริญชัยและวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ, <u>องค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำนม</u>, นมและผลิตภัณฑ์นม, 57-96, สถาบันเทคดนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2528

4.อุตสาหกรรม, กระทรวง, รายงานเศรษฐกิจเรื่องอุตสาหกรรมนมสดและนมคืนรูป, 1-38

5.ชูศรี บำรุงพฤกษ์, <u>นมพาสเจอร์ไรส์</u>, นมและผลิตภัณฑ์, 145-147, โรงพิมพ์ศาสนา กรุงเทพ, 2513

6.นรินทร์ ทองศิริ, <u>สภาวะการผลิต การลงทุนและการตลาดของอาหารนมในประเทศไทย</u>, เทคโนโลยีอาหารนม, 169, สำนักพิมพ์เชียงใหม่, 2528

7.นรินทร์ ทองศิริ, <u>ส่วนประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของนม</u>, เทคโนโลยีอาหารนม, 12-35, สำนักพิมพ์เชียงใหม่, 2528

8.Hugh A. Mckenzie, <u>Milk Protein in Retrospec</u>, Milk Protein Chemistry and Molecular Biology voll, 4, Acadamic Press,New York, 1971

9.Hugh A. Mckenzie, <u>Milk Protein in Retrospec</u>, Milk Protein Chemistry and Molecular Biology voll, 16, Acadamic Press,New York, 1971

10.Hans Hadert, <u>Chemistry and Manufacture of Casein</u>, Casein and Its Uses, 1-2, Chemical Publishing Company of New York, New York, 1938

11.Robert Gemmas and Stuart Patton, <u>Milk Proteins</u>, Principle of Dairy Chemistry 1st Reprinting, 118, Wiley Eastern Private Ltd., New Delhi, 1961

12.Byron H. Webb, <u>Proteins of Milk</u>, Fundamentals of Dairy Chemistry , 94-107, The Avi Publishing Conpany, inc. West Port, Connecticutt, 1978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.T.M. Olson, Composition of Milk, Elements of Dairying, 141, The Macmillan Company, New York, 1938

14.Byron H. Webb and Wittier, Casein and Whey Protein, Byproduct From Milk , 332-348, of Dairy, The AVI Publishing Company, inc. West Port, Connecticutt, 1970

15.Hugh A. Mckenzie, Milk Protein in Retrospec, Milk Protein Chemistry and Molecular Biology vol2, 90-95, Acadamic Press,New York, 1971

16.Edwin Sutermeister, Casein in Milk and Its Isolation, Casein and Its Industrial Appications, 18-21, Reinhold, Publishing Company, New York, 1939

17.วรรณา ตั้งเจริญชัย, เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิชาอุตสาหกรรมการแปรรูปนม รหัสวิชา 45403, ภาควิชาเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2528

18.คุษณี ธนะบริพัฒน์, เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิชาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม รหัสวิชา 39305, ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2529

19.Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiology Procedures 9th Edition, 69-70, Difco Labolatories Incorporated, Detroit Michigan

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตัวทดสอบกรด-ด่าง

(pH indicator)

indicator	ช่วง pH	การเปลี่ยนสี กรด	การเปลี่ยนสี ด่าง
CRESOL RED	0.2-1.8	RED	YELLOW
CRESOL PURPLE (acid)	1.2-2.8	RED	YELLOW
THYMOL BLUE (acid)	1.2-2.8	RED	YELLOW
BROM PHENOL BLUE	3.0-4.9	YELLOW	BLUE
BROM CRESOL GREEN	3.8-5.4	YELLOW	BLUE
BROM CRESOL PURPLE	5.2-6.8	YELLOW	PURPLE
BROM THYMOL BLUE	6.0-7.6	YELLOW	BLUE
PHENOL RED	6.8-8.4	YELLOW	RED
CRESOL RED (alkaline)	7.2-8.8	YELLOW	RED
CRESOL PURPLE (alkaline)	7.4-9.0	YELLOW	PURPLE
THYMOL BLUE (alkaline)	8.0-9.6	YELLOW	BLUE
METHYL RED	4.4-6.0	RED	YELLOW
NEUTRAL RED	6.8-8.0	RED	YELLOW
LITMUS, pure	4.5-8.3	RED	BLUE
PHENOLPHALEIN	8.3-10.0	COLOURLESS	RED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติ

นางสาวเบญจมาศ หลีล้วน เกิดเมื่อวันที่ 25 กันยายน 2508 ณ.บ้านเลขที่ 32 ร้านเมืองแมน ถนนอาทิตย์ประดิษฐาน ตลาดไผ่ล้อม อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง เมื่อปีการศึกษา 2523 และสำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ปทุมวัน เมื่อปีการศึกษา 2526

ปัจจุบันกำลังสำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้