หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การผลิตนมสด

ความหมายของนมสดที่จะศึกษาในบทการผลิตนมสดและต้นทุนการผลิตนมสดต่อไปนี้จะหมายถึงนมสดพาสเจอร์ไรส์(Pasteurized Milk)ซึ่งเป็นนมดิบที่ผ่านความร้อนโดยกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ดังนั้น ในบทนี้จึงจะกล่าวถึงการผลิตนมสด[1] โดยจะมุ่งถึงรายละเอียดของการผลิตนมสดพาสเจอร์ไรส์เป็นสำคัญ

ขั้นตอนการผลิตนมสดจะมีลำดับดังแสดงไว้ในภาพที่ 7 ดังนี้ คือ

<u>การรับและการตรวจคุณภาพนมดิบ</u>

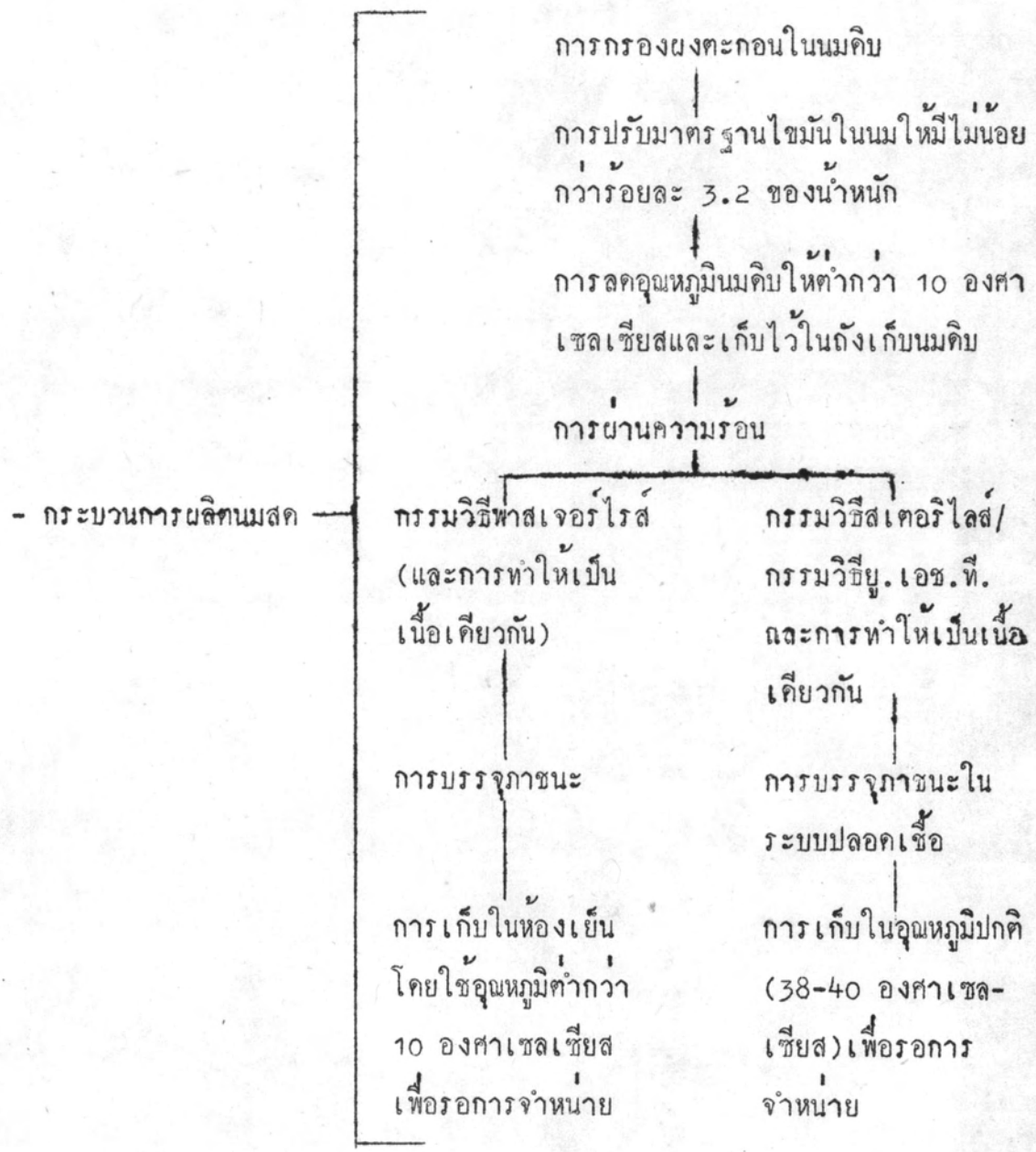
นมดิบเป็นวัตถุดิบเพียงอย่างเดียวที่ใช้ในการผลิตนมสด ก่อนที่จะนำนมดิบเข้ากระบวนการผลิตนมสดนั้น โรงงานนมจะต้องมีการตรวจคุณภาพนมดิบทั้งหมดเพื่อให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้และเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคำนวณราคารับซื้อนมดิบคิดเป็นจำนวนเงินเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามคุณภาพของนมดิบจากราคามาตรฐานในการรับซื้อนมดิบของโรงงานนมด้วย

การตรวจคุณภาพนมดิบจะแบ่งออกเป็น

1. การตรวจคุณภาพในขณะรับนมดิบ จะอาศัยความชำนาญของพนักงานรับนมดิบในการตรวจคุณภาพโดยการสังเกตกลิ่น รส และสี ของนมดิบเพื่อแยกนมดิบที่มีลักษณะ

---

[1]จะอาศัยการดำเนินการผลิตของโรงงานนมของสหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรีจำกัดเป็นหลัก



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการผลิตนมสด

ผิดปกติออกจากนมดิบที่จะนำเข้ากระบวนการผลิตนมสด

2. การตรวจคุณภาพในห้องปฏิบัติการ จะเก็บตัวอย่างนมดิบของผู้เลี้ยงโคนมแต่ละรายที่โรงงานนมรับซื้อไปตรวจคุณภาพ โดยทั่วไป หลักเกณฑ์การตรวจคุณภาพในห้องปฏิบัติการของโรงงานนมแต่ละแห่งจะคล้ายคลึงกัน คือ

2.1 การตรวจคุณภาพทางเคมี(Chemical Quality) เป็นการตรวจไขมันในนมซึ่งเป็นองค์ประกอบของนมที่มีราคาแพง เนื่องจากส่วนประกอบของไขมันในนมมีการเปลี่ยนแปลงมากจึงได้กำหนดมาตรฐานไขมันในนมไว้ร้อยละ 3.5 เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดราคารับซื้อนมดิบ นมดิบที่มีส่วนประกอบของไขมันในนมเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากมาตรฐานจะได้ราคานมดิบตามคุณภาพเพิ่มขึ้นหรือลดลงด้วยตามลำดับ

2.2 การตรวจความถ่วงจำเพาะ เป็นการตรวจสิ่งปลอมปนในนมดิบโดยเฉพาะการเติมน้ำในนมดิบเพื่อเพิ่มปริมาณ ความถ่วงจำเพาะ 1.027 ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียสเป็นมาตรฐานที่กำหนดไว้ในการรับซื้อนมดิบ ราคานมดิบตามคุณภาพจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความถ่วงจำเพาะที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากมาตรฐานด้วย การตรวจความถ่วงจำเพาะเป็นเพียงการตรวจการเติมน้ำในนมดิบอย่างหยาบๆ เพราะนมมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.026-1.035 นมดิบที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่ามาตรฐานอาจเป็นนมดิบที่ไม่ได้เติมน้ำลงไปเลยก็ได้ เช่น นมดิบที่มีไขมันในนมสูง แต่นมดิบที่เติมน้ำนอกจากจะทำให้ความถ่วงจำเพาะลดลงแล้วยังสังเกตได้จากลักษณะที่เหลวใสคล้ายน้ำ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่สงสัยว่าจะมีการเติมน้ำลงไปในนมดิบหากจะตรวจอย่างละเอียดจะใช้การตรวจจุดเยือกแข็งของนมดิบแทนเพราะถ้าการเติมน้ำลงไปในนมดิบเพียงปริมาณเล็กน้อยจะไม่ทำให้ความถ่วงจำเพาะของนมดิบลดลงหรือมีลักษณะเหลวใสจนสังเกตได้ แต่จุดเยือกแข็งของนมดิบซึ่งปกติจะคงที่จะเปลี่ยนไปใกล้เคียงกับจุดเยือกแข็งของน้ำมากน้อยตามปริมาณน้ำที่เติมลงไปในนมดิบนั้น

2.3 การตรวจคุณภาพทางสุขศาสตร์(Hygenic Quality) เป็นการตรวจความสะอาดของนมดิบโดย

ก. การตรวจการเปลี่ยนสีของน้ำยาเมทธีลีนบลู(Methylene-blue reduction test) เป็นการแบ่งคุณภาพนมดิบโดยพิจารณาจากระยะเวลาที่จำนวนจุลินทรีย์ในนมจะทำให้น้ำยาเมทธีลีนบลูเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินเป็นสีขาว ระยะเวลาในการเปลี่ยนสีของน้ำยาเมทธีลีนบลูจะแสดงถึงคุณภาพของนมดิบ[1] ดังนี้ คือ

คุณภาพของนมดิบ	จำนวนจุลินทรีย์/ลูกบาศก์เซนติเมตร	เวลาเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลู
นมดิบคุณภาพดี	น้อยกว่า 500,000 ตัว	นานกว่า 5 1/2 ชั่วโมง
" ปานกลาง	500,000 - 4,000,000 ตัว	2 - 5 1/2 ชั่วโมง
" เลว	4,000,000-20,000,000 ตัว	20 นาที - 2 ชั่วโมง
" เลวมาก	เกินกว่า 20,000,000 ตัว	เร็วกว่า 20 นาที

นอกจากนี้ อาจมีการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ในนมดิบเพิ่มเติมโดยการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทนความร้อน(Thermoresistant Bacteria) และการนับจำนวนเซลล์(Cell Count)ของเม็ดโลหิตขาวเพื่อตรวจโรคเต้านมอักเสบ เป็นต้น

ข. การตรวจผงตะกอนในนม(Sediment test) เป็นการตรวจความสะอาดของนมดิบโดยการดูดนมดิบจากก้นถังบรรจุนมผ่านแผ่นสำลีกรองนม เพื่อดูจำนวนของผงตะกอนที่เจือปนอยู่ เช่น ผง ฝุ่น โดยปกติ นมดิบจากแม่โคที่มีสุขภาพสมบูรณ์จะมีผงตะกอนปนอยู่น้อยมากซึ่งได้แก่ เซลล์ของเม็ดโลหิตขาวที่ตายแล้ว เป็นต้น ผงตะกอนในนมดิบส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากการไม่ระมัดระวังความสะอาดในการผลิตนมดิบ ถ้าโรงงานนมตรวจพบว่านมดิบมีผงตะกอนปนอยู่เป็นจำนวนมากก็อาจจะไม่รับซื้อก็ได้ แต่

---

[1]ม.ร.ว. ชวนิศนดากร วรวรรณ, การเลี้ยงโคนม , หน้า 283.

นมดิบที่ผลิตอย่างสกปรกถ้าผ่านการกรองมาก่อนที่จะนำส่งโรงงานนมแล้วก็ไม่อาจตรวจความสะอาดของนมดิบจากจำนวนผงตะกอนในนมได้ อย่างไรก็ตาม การกรองนมจะไม่ช่วยให้จำนวนจุลินทรีย์ในนมลดลงไปด้วย

3. การตรวจความสะอาดของสถานที่เลี้ยงโคนม(Farm Inspection) เป็นการตรวจความสะอาดของสถานที่ผลิตนมดิบของผู้เลี้ยงโคนมซึ่งได้แก่บริเวณที่ใช้ในการเลี้ยงโคนมและรีดนม โรงงานนมจะมีการตรวจสถานที่เลี้ยงโคนมของผู้เลี้ยงโคนมแต่ละรายอย่างน้อยเดือนละครั้งเพื่อนำมาพิจารณาในการให้ราคารับซื้อนมดิบด้วย ผู้เลี้ยงโคนมที่จัดสถานที่เลี้ยงโคนมสะอาดก็จะขายนมดิบได้ในราคาเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับกรณีที่โรงงานนมไม่สามารถไปตรวจยังสถานที่เลี้ยงโคนมของผู้เลี้ยงโคนมแต่ละรายได้ก็จะใช้การตรวจความสะอาดของถังใส่นมแทน

ในทางปฏิบัติของการรับซื้อนมดิบ เมื่อผู้เลี้ยงโคนมนำนมดิบมาส่งในแต่ละวันๆ ละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น พนักงานรับนมดิบจะชั่งและบันทึกน้ำหนักนมดิบของผู้เลี้ยงโคนมแต่ละรายไว้ ในขณะเดียวกันพนักงานรับนมดิบจะตรวจคุณภาพของนมดิบเพื่อแยกนมที่มีลักษณะผิดปกติซึ่งโรงงานนมจะไม่รับซื้อออกไปเพื่อคืนกลับไปให้ผู้เลี้ยงโคนมผู้เป็นเจ้าของ ส่วนนมดิบที่โรงงานนมรับซื้อไว้ พนักงานตรวจคุณภาพในห้องปฏิบัติการจะเก็บตัวอย่างนมดิบไปรายละประมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร การตรวจคุณภาพในห้องปฏิบัติการตามปกติจะทำเป็นงวดทุก 10 วันโดยจะไม่แจ้งให้ผู้เลี้ยงโคนมทราบว่าจะเก็บตัวอย่างในวันและเวลาใดเพื่อไปตรวจคุณภาพในด้านใด ในแต่ละงวดจะเก็บตัวอย่างประมาณ 8-9 ครั้งเพื่อใช้ตรวจคุณภาพนมดิบทั้งหมดให้ครบตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อทราบผลการตรวจคุณภาพแล้วจะนำมาคำนวณเป็นจำนวนเงินเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากราคามาตรฐานที่โรงงานนมกำหนดไว้เพื่อคิดเป็นราคานมดิบตามคุณภาพต่อกิโลกรัมสำหรับนมดิบทั้งหมดในงวดนั้น ผลการตรวจคุณภาพในห้องปฏิบัติการจะมีส่วนช่วยในการควบคุมและจูงใจผู้เลี้ยงโคนมให้คำนึงถึงคุณภาพของนมดิบเป็นสำคัญ เพราะนมดิบที่มีคุณภาพต่ำจะจำหน่ายได้ในราคาต่ำด้วย และยิ่งกว่านั้น ถ้าโรงงานนมตรวจพบว่านมดิบมีคุณภาพต่ำกว่า

มาตรฐานที่กำหนดไว้มากอยู่เสมอก็จะมีการตักเตือนและการลงโทษ เช่น องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทยจะปรับเงิน 30 เท่าของจำนวนค่านมดิบในวันที่ตรวจพบการเติมน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณ การงดรับซื้อนมดิบ เป็นต้น ในทางตรงกันข้าม ถ้านมดิบมีคุณภาพสูงก็จะจำหน่ายได้ในราคาที่เพิ่มขึ้นจากราคามาตรฐานแตกต่างกันไปตามคุณภาพของนมดิบด้วย

การคำนวณจำนวนเงินค่านมดิบของผู้เลี้ยงโคนมแต่ละรายในงวดหนึ่งๆ จะคิดจากผลคูณระหว่างราคานมดิบตามคุณภาพกับจำนวนนมดิบทั้งหมดในงวดนั้น สำหรับราคานมดิบตามคุณภาพนอกจากจะผันแปรไปตามคุณภาพของนมดิบแล้วยังขึ้นอยู่กับราคามาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการให้ราคาเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากราคามาตรฐานที่โรงงานนมแต่ละแห่งได้กำหนดไว้ด้วย

<u>ตัวอย่าง</u> การคำนวณจำนวนเงินค่านมดิบตามหลักเกณฑ์ของสหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรีจำกัด[1] ในงวด 10 วัน นมดิบของผู้เลี้ยงโคนมรายหนึ่งมีจำนวน 500 กิโลกรัม ผลการตรวจคุณภาพนมดิบมีดังนี้ คือ

	ไขมันในนม	ความถ่วงจำเพาะ	จุลินทรีย์ในนม	ผงกะกอนในนม	ความสะอาดของสถานที่เลี้ยงโคนม	ราคานมดิบต่อ 1 กิโลกรัม (บาท)
ราคามาตรฐานของนมดิบ						5.00
ผลการตรวจคุณภาพ	3.8%	1.026	เกรด3	เกรด2	6	
การคำนวณจำนวนเงินเพิ่ม(ลด)	.09	(.02)	.05	.05	.06	0.23
ราคาตามคุณภาพของนมดิบ						5.23

[1]ดูหลักเกณฑ์ในการคำนวณราคานมดิบตามคุณภาพของสหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรีจำกัดในภาคผนวกประกอบ

จำนวนเงินค่านมดิบที่ผู้เลี้ยงโคนมได้รับในงวดนี้ = 5.23 X 500 = 2,615 บาท

<u>กระบวนการผลิตนมสด</u>

ในขั้นตอนของกระบวนการผลิตนมสดจะดำเนินการผลิตโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติทั้งหมด พนักงานฝ่ายผลิตจะเป็นเพียงผู้ควบคุมการผลิตให้ดำเนินไปตามปกติ เครื่องจักรจะประกอบด้วยอุปกรณ์ในการผลิตสำหรับแต่ละขั้นตอนของกรรมวิธีผลิต อุปกรณ์แต่ละชิ้นจะทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิม(stainless steel)เพราะทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในระหว่างการผลิตและทนทานต่อกรดและด่างที่ใช้ในการทำความสะอาด ไม่สึกกร่อนง่าย

กระบวนการผลิตนมสดจะประกอบด้วยกรรมวิธีผลิตซึ่งจะได้กล่าวต่อไป สำหรับขั้นตอนของกรรมวิธีผลิตในแต่ละโรงงานนมอาจมีลำดับที่แตกต่างกันไปบ้างขึ้นอยู่กับการประกอบอุปกรณ์ในการผลิตสำหรับแต่ละกรรมวิธีของเครื่องจักรเข้าด้วยกัน แต่จะไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในผลิตภัณฑ์หรือนมสดที่ผลิตได้

ขั้นตอนของกรรมวิธีผลิตนมสดจะประกอบด้วย

1. <u>การกรองผงตะกอนในนมดิบ</u> นมดิบที่ผ่านการชั่งน้ำหนักและการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจคุณภาพแล้วจะถูกนำมาเทรวมกันในถังรับนม(Receiving vat) นมดิบทั้งหมดซึ่งมีคุณภาพแตกต่างกันจะปะปนกันไปเพื่อนำเข้ากระบวนการผลิตนมสดซึ่งจะปรับนมดิบทั้งหมดให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน บนปากถังรับนมจะมีผ้าขาวบางขึงไว้เพื่อกรองผงตะกอนซึ่งมีขนาดใหญ่ในนมดิบออกก่อน ส่วนผงตะกอนขนาดเล็กซึ่งปนอยู่กับนมหรือไขมันในนมจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้เว้นแต่จะเกิดการตกตะกอนในนมที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว เช่น เซลล์ของเม็ดโลหิตขาว(leucocytes) จะใช้เครื่องกรองนม(Filter)เพื่อขจัดผงตะกอนในนมดิบก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นนมสดเพื่อการบริโภคซึ่ง

จะต้องไม่มีลักษณะเป็นเม็ดหรือก้อนปนอยู่ นมดิบจะไหลผ่านเครื่องกรองนมโดยใช้แรงดันจากเครื่องอัดลม(pump) ภายในเครื่องกรองนมจะมีตะแกรงละเอียดเพื่อกรองตะกอนในนมให้ตกค้างอยู่ภายในเครื่องและปล่อยนมดิบที่ปราศจากผงตะกอนให้ไหลออกไป

2. <u>การปรับมาตรฐานไขมันในนม</u> ดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 2 ว่ามีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อส่วนประกอบของนมโดยเฉพาะไขมันในนม ส่วนประกอบของไขมันในนมดิบซึ่งโรงงานนมรับซื้อไว้[1] จะมีประมาณร้อยละ 3.7-4.2 ซึ่งมากกว่ามาตรฐานขั้นต่ำของไขมันในนมร้อยละ 3.2 ตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้สำหรับนมสดเพื่อการบริโภค ในการผลิตนมสดจึงต้องปรับไขมันในนมดิบให้เป็นมาตรฐานเดียวกันก่อน นอกจากนั้น ไขมันในนมยังเป็นองค์ประกอบของนมที่มีราคาแพงจึงควรนำเอาส่วนเกินของไขมันในนมไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นโดยนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นม เช่น เนยเหลว ไอสครีม เป็นต้น

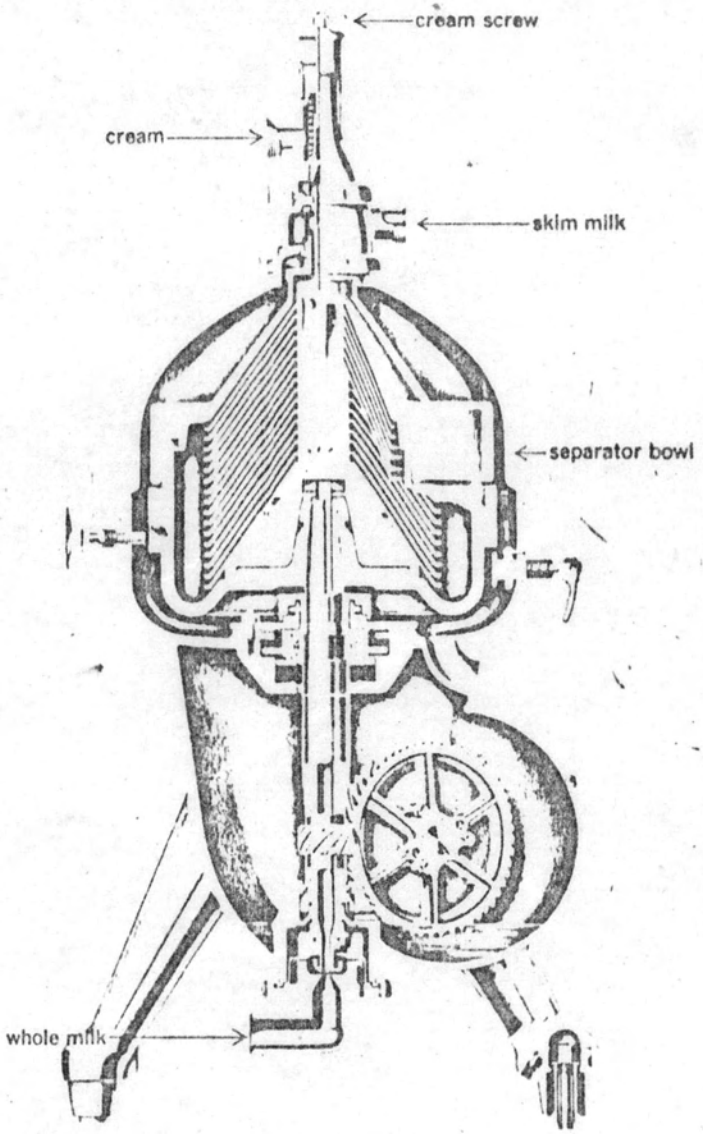
การปรับมาตรฐานไขมันในนมเป็นการเพิ่มหรือลดส่วนประกอบของไขมันในนมให้มีค่าตามต้องการ สำหรับการปรับส่วนประกอบของไขมันในนมดิบซึ่งเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้จะทำได้ 2 วิธี คือ

1. การแยกส่วนเกินของไขมันในนมดิบออก
2. การผสมหางนมเพื่อลดส่วนเกินของไขมันในนมดิบ

วิธีปรับมาตรฐานไขมันในนมดิบเพื่อใช้ผลิตนมสดนั้นจะใช้การแยกส่วนเกินของไขมันในนมดิบออก ส่วนวิธีที่สองซึ่งเป็นการใช้หางนมผงละลายน้ำผสมกับนมดิบเพื่อลดไขมันส่วนเกินในนมลงและเป็นการเพิ่มปริมาณนมด้วย วิธีนี้จะใช้ในการผลิตนมปรุงแต่งเป็นนมรสต่างๆ เช่น นมรสหวาน นมรสช็อกโกเลต

---

[1]โรงงานนมของสหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรีจำกัด



ภาพที่ 8 ภาพตัดขวางของเครื่องแยกครีม

ไขมันในนมเป็นองค์ประกอบของนมที่สามารถแยกออกได้ง่าย การแยกไขมันในนมออกเพียงบางส่วนจะไม่ทำให้ลักษณะของนมเปลี่ยนแปลงไปมาก เครื่องแยกครีม (Cream Seperator) ดังในภาพที่ 8 จะแยกไขมันในนมโดยนมซึ่งไหลผ่านเครื่องแยกครีมด้วยแรงดันสูงจะกระทบกับแผ่นโลหะบางๆ (disc)ซึ่งซ้อนกันอยู่เป็นจำนวนมากและหมุนด้วยความเร็วสูงอยู่ตลอดเวลา นมดิบจะถูกแบ่งเป็นชั้นบางๆ และถูกแรงเหวี่ยง(Centrifugal force)แยกครีมและหางนมซึ่งมีความถ่วงจำเพาะต่างกันให้แยกออกจากกันโดยง่าย หางนมซึ่งหนักกว่าครีมจะถูกเหวี่ยงออกไปอยู่บริเวณโดยรอบของเครื่อง ส่วนครีมจะรวมตัวกันอยู่ในบริเวณตอนกลางของเครื่อง ทั้งครีมและหางนมและไหลแยกจากกันไปตามท่อซึ่งแบ่งออกเป็นท่อครีมและท่อหางนม ไขมันในนมดิบจะถูกแยกออกมากน้อยเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับการปรับเกลียวบังคับในการแยกครีม (Cream Screw)

ในแต่ละโรงงานนมอาจมีลำดับขั้นตอนของกรรมวิธีปรับมาตรฐานไขมันในนมแตกต่างกันก็ได้ โดยอาจติดตั้งเครื่องแยกครีมต่อจากเครื่องกรองนมซึ่งได้กล่าวแล้วข้างต้น หรืออาจจะอยู่ในขั้นตอนของกรรมวิธีผ่านความร้อนโดยนมจะผ่านเครื่องแยกครีมหลังจากเริ่มได้รับความร้อนแล้วก็ได้

นมดิบทั้งหมดจะไหลไปเก็บไว้ในถังเก็บนมดิบเพื่อรอการผ่านความร้อนโดยนมดิบจะไหลผ่านเครื่องทำความเย็นซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแลกเปลี่ยนอุณหภูมิ(Plate-type cooler) อุณหภูมิของนมดิบจะถูกลดลงเหลือประมาณ 4 องศาเซลเซียสเพื่อชะงักการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในนมดิบแล้วจึงจะไหลไปเก็บไว้ในถังเก็บนม(Storage tank)ซึ่งเป็นถังเก็บความเย็นขนาดใหญ่สามารถรักษาอุณหภูมินมดิบให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสอยู่เสมอและภายในถังจะมีเครื่องกวนนม(agitator)หมุนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้นมในถังได้รับความเย็นทั่วถึงและทำให้ไขมันในนมไม่เกิดเป็นชั้นของครีมขึ้น

3. <u>การผ่านความร้อนและการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน</u> จุลินทรีย์ในนมดิบมีทั้งที่เป็นเชื้อโรคและทำให้นมบูดเปรี้ยวได้ง่าย การบริโภคนมโดยไม่ได้ทำลายเชื้อโรคใน

นมก่อนจึงไม่ปลอดภัยจะต้องนำไปผ่านความร้อนเสียก่อนเพราะความร้อนสามารถทำลายเชื้อโรคในนมได้[1] และช่วยในการถนอมอาหารทำให้ยืดอายุการเก็บรักษานมให้นานขึ้นโดยคงความสดไว้ด้วย[2] การผ่านความร้อนให้นมมี 3 วิธี[3] คือ

1. กรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์(Pasteurization)
2. กรรมวิธีสเตอริไลส์(Sterilization)
3. กรรมวิธียู.เอช.ที.(Ultra High Temperature or U.H.T.)

1. <u>กรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์</u> เป็นการผ่านความร้อนแล้วต้องทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว การให้ความร้อนจะกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่เพียงพอจะทำลายเชื้อโรคในนมได้ทั้งหมดและทำลายจุลินทรีย์อื่นๆ ได้เกือบหมดโดยไม่ทำให้คุณสมบัติของนม เช่น กลิ่นรส เปลี่ยนแปลงไปมาก จุลินทรีย์ในนมร้อยละ 95-99 จะถูกทำลาย แต่ยังมีจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียบางชนิด เช่น แลคโตบาซิลไล(Lactobacilli) สเตรปโตคอกไค (Streptococci) ซึ่งทำให้นมเสียได้ง่ายยังสามารถทนความร้อนและเจริญเติบ

---

[1]ในค.ศ.1900 รัสเซลล์และเฮสติ้งส์(Rusell and Hastings)พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสในเวลา 20 นาทีสามารถทำลายเชื้อวัณโรคและเชื้อโรคอื่นๆ ในนมได้

[2]ในระหว่างค.ศ.1860-1864 หลุยส์ ปาสเตอร์(Louis Pasteur) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสค้นพบการถนอมเหล้าองุ่นโดยใช้อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียสในเวลา 2-3 นาทีแล้วทำให้เย็นลงโดยเร็ว การถนอมอาหารแบบนี้เรียกว่าการพาสเจอร์ไรส์(Pasteurization) เพื่อเป็นเกียรติแก่นักวิทยาศาสตร์ผู้นี้ แต่ผู้ที่เริ่มนำความร้อนมาใช้กับนมเป็นชาวเยอรมัน ชื่อ Soxhlet ในค.ศ.1886

[3]โดยทั่วไป การผ่านความร้อนจะแบ่งเป็น 2 วิธีหลัก คือ การพาสเจอร์ไรส์และการสเตอริไลส์ แต่ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 26 (พ.ศ.2522) ข้อ 8 ได้กำหนดไว้เป็น 3 วิธีดังกล่าว

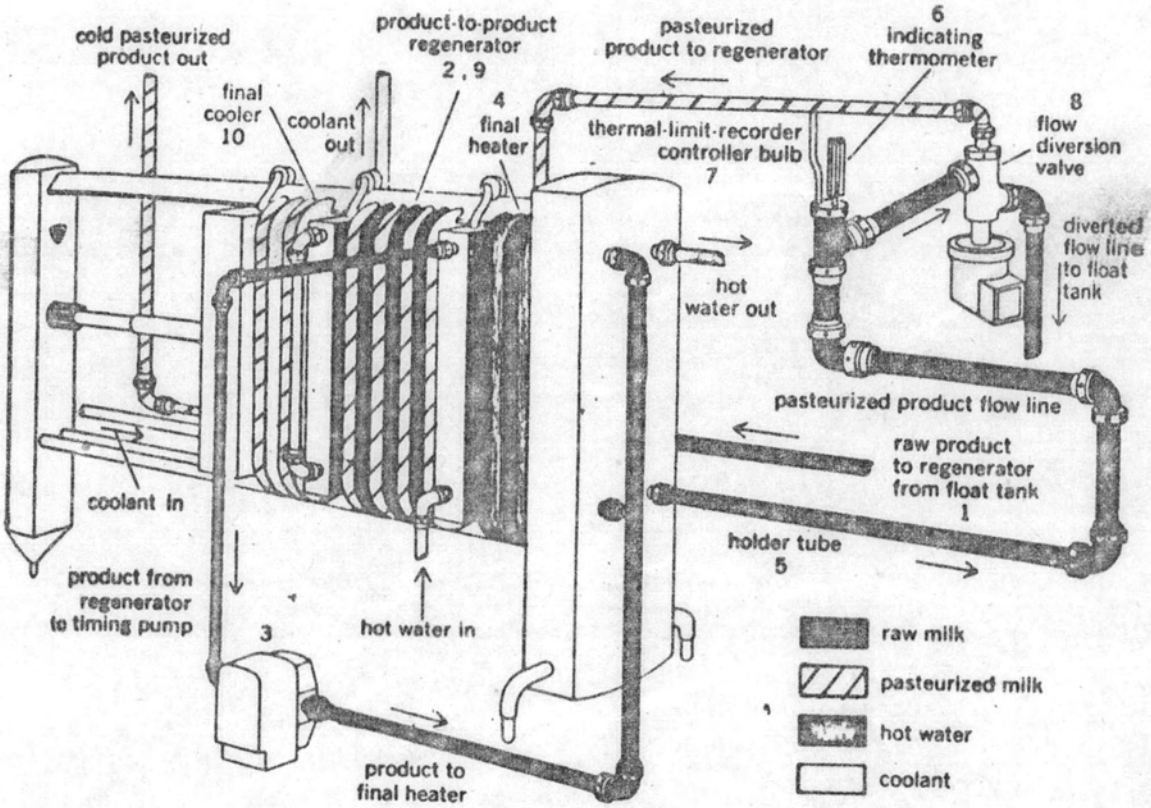
โตต่อไปได้ จึงต้องใช้ความเย็นเพื่อชะงักการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เหล่านี้ด้วย นมสดที่ได้จะเรียกว่านมสดพาสเจอร์ไรส์(Pasteurized Milk)

กรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบอุณหภูมิต่ำ-เวลานาน(Low Temperature - Long Time or Batch Holding) หมายถึง กรรมวิธีผ่านความร้อนโดยใช้อุณหภูมิต่ำ 63-65 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาทีแล้วจึงทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

2. แบบอุณหภูมิสูง-เวลาสั้น(High Temperature - Short Time or HTST) หมายถึง กรรมวิธีผ่านความร้อนโดยใช้อุณหภูมิสูง 72-75 องศาเซลเซียสภายในเวลาสั้นประมาณ 16 วินาทีแล้วทำให้เย็นลงโดยเร็วที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ที่นิยมใช้กันทั่วไปในโรงงานนมจะเป็นแบบอุณหภูมิสูง-เวลาสั้นเพราะสามารถผลิตนมสดได้คราวละจำนวนมากและใช้เวลาน้อย ส่วนการพาสเจอร์ไรส์แบบแรกเป็นกรรมวิธีแบบง่ายๆ สำหรับการผ่านความร้อนให้นมจำนวนน้อยซึ่งอาจทำได้เองภายในครัวเรือน ดังนั้น จึงจะขอกล่าวแต่ลักษณะการพาสเจอร์ไรส์แบบที่สองซึ่งเป็นการผ่านความร้อนทางอ้อมให้นมที่ไหลผ่านเครื่องพาสเจอร์ไรส์ไปตลอดเวลาที่ดำเนินการผลิต หลักการทำงานของเครื่องพาสเจอร์ไรส์จะเป็นการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิ ระบบที่นิยมใช้กันทั่วไปจะเป็นแบบแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน(Plate Heat Exchanger)โดยมีแผ่นเหล็กซึ่งจะอยู่ระหว่างท่อของเหลว 2 ชนิดที่มีอุณหภูมิต่างกันไหลสวนทางกันเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนหรือความเย็น ลักษณะการไหลของนมผ่านเครื่องพาสเจอร์ไรส์จะเป็นดังในภาพที่ 9 คือ นมดิบจากถังเก็บนมจะถูกปล่อยสู่ถังพักนม (Balance tank or Float tank)เพื่อจะใช้เครื่องอัดลมทำให้เกิดแรงดันเป็นจังหวะส่งนมให้ไหลไปโดยตลอดตามท่อของเครื่องพาสเจอร์ไรส์ นมดิบจะเริ่มได้



ภาพที่ 9 ลักษณะการทำงานของเครื่องพาสเจอร์ไรส์

รับความร้อน(preheat)เมื่อผ่านส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างผลิตภัณฑ์ (product to product regenerator) คือ นมดิบอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะไหลไปตามท่อสวนทางกับท่อนมสดซึ่งผ่านความร้อนแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 72 องศาเซลเซียส ทำให้นมดิบเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 60 องศาเซลเซียส และนมสดจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 20 องศาเซลเซียส จากนั้น นมดิบจะไหลผ่านท่อน้ำร้อนซึ่งต่อมาจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ(Boiler)ทำให้นมมีอุณหภูมิสูง 72-75 องศาเซลเซียส และจะคงระดับอุณหภูมินี้ไว้ 16 วินาทีซึ่งเป็นเวลาที่นมไหลผ่านไปตามท่อส่งนม(holder tube)จนถึงลิ้น(valve)ควบคุมอัตโนมัติซึ่งจะปล่อยให้นมที่อุณหภูมิสูงถึงระดับที่ต้องการแล้วเท่านั้นให้ผ่านไปได้ ส่วนนมที่อุณหภูมิยังไม่ถึงระดับที่ต้องการลิ้นก็จะปิดให้นมไหลกลับไปสู่ถังพักนมเพื่อจะผ่านความร้อนใหม่หรือในกรณีที่เครื่องพาสเจอร์ไรส์เกิดขัดข้องทางเทคนิค ลิ้นควบคุมนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้นมในเครื่องพาสเจอร์ไรส์ไปปนกับนมในถังนมสด นมที่ผ่านลิ้นควบคุมไปได้แล้วจะผ่านส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างผลิตภัณฑ์ก่อนจะไปผ่านท่อน้ำเย็นจากเครื่องทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิลงเหลือ 4 องศาเซลเซียส นมสดพาสเจอร์ไรส์ที่ได้จะไหลไปสู่ถังนมสดเพื่อรอการบรรจุต่อไป

2. <u>กรรมวิธีสเตอริไลส์</u> เป็นการผ่านความร้อนโดยใช้อุณหภูมิสูงเพื่อทำลายจุลินทรีย์ในนมได้ทั้งหมดจึงสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ(38-40 องศาเซลเซียส)ได้เป็นเวลานาน กระทรวงสาธารณสุขกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการสเตอริไลส์ไว้ไม่ให้ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลาที่เหมาะสม นมสดที่ได้จะเรียกว่านมสดสเตอริไลส์(Sterilized Milk) เนื่องจากการสเตอริไลส์มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายจุลินทรีย์ในนมทั้งหมด อุณหภูมิและเวลาที่ใช้จึงทำให้นมสดมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปได้มาก เช่น นมจะมีกลิ่นและรสคล้ายนมสุก(cooked flavor) การผ่านความร้อนให้นมตามกรรมวิธีนี้จึงนิยมใช้แบบยู.เอช.ที.

3. <u>กรรมวิธียู.เอช.ที.</u> เป็นแบบหนึ่งของการผ่านความร้อนโดยใช้อุณหภูมิสูงมาก จำนวนจุลินทรีย์ในนมที่ถูกทำลายจะขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ ถ้าจุลินทรีย์ถูกทำลายจนเหลือเพียงเล็กน้อยก็จะได้นมสดพาสเจอร์ไรส์แบบยู.เอช.ที. ซึ่งยังคงต้องเก็บไว้ในความเย็น แต่ถ้าจุลินทรีย์ถูกทำลายจนหมดก็จะเป็นการสเตอริไลส์แบบยู.เอช.ที. ซึ่งเป็นการผ่านความร้อนตามกรรมวิธีสเตอริไลส์ที่นิยมใช้กันมากในการผลิตนมสด เพราะจะทำให้นมสดที่ได้ยังคงคุณสมบัติเดิมไว้ได้เช่นเดียวกับนมสดพาสเจอร์ไรส์แต่สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าในอุณหภูมิปกติ

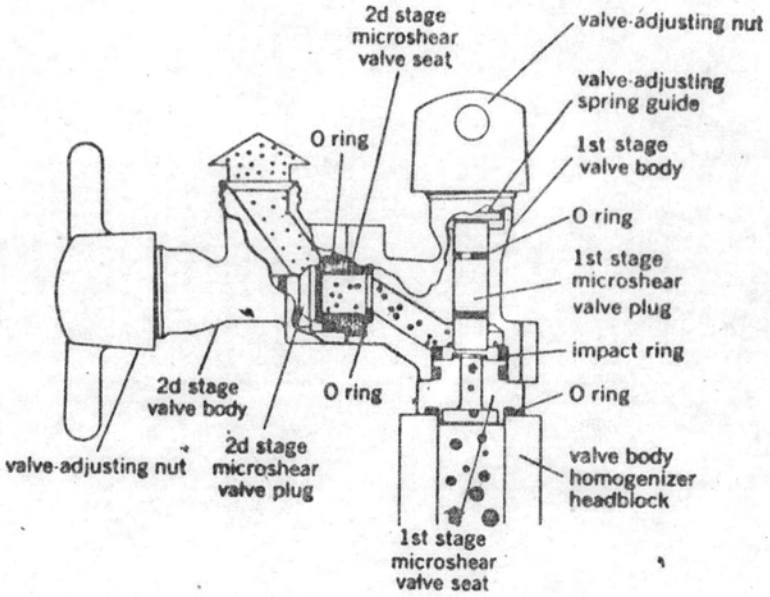
กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดให้ใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 1 วินาทีและในนมสด 1 มิลลิลิตรจะมีแบคทีเรียเหลืออยู่ได้ไม่เกิน 10 ซึ่งจะยังคงต้องเก็บไว้ในความเย็นเช่นเดียวกับนมสดพาสเจอร์ไรส์ แต่ในทางปฏิบัติสำหรับการผลิตนมสดแบบยู.เอช.ที.นี้จะใช้อุณหภูมิสูง 145-150 องศาเซลเซียสในเวลา 2-3 วินาทีเพื่อทำลายจุลินทรีย์ในนมได้ทั้งหมด นมสดที่ได้จะเรียกว่านมสดสเตอริไลส์แบบยู.เอช.ที. ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6 เดือนในอุณหภูมิปกติเพราะก่อนจะนำออกจำหน่ายนั้นทางโรงงานนมจะเก็บตัวอย่างนมสดสเตอริไลส์ที่ผลิตออกมาทุกๆ 5 นาทีไว้นาน 7 วันเพื่อรอดูการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในนม หลังจากการตรวจคุณภาพจนเป็นที่แน่ใจแล้วว่าปราศจากจุลินทรีย์ในนมจึงจะนำนมสดสเตอริไลส์ที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลาการผลิตนั้นออกจำหน่ายแก่ผู้บริโภค

<u>การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน</u>(Homogenization)

การทำให้เป็นเนื้อเดียวกันในการผลิตนมสดจะหมายถึงการทำให้เม็ดไขมันในนมทั้งหมดแตกกระจายออกเป็นเม็ดเล็กๆ มีขนาดเท่ากัน โดยปกติ เม็ดไขมันจะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.1-16 ไมครอน[1] การทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะลดขนาดของเม็ดไขมันลงเหลือ 2 ไมครอนหรือเล็กกว่านั้นและจะมีโปรตีนเป็นแผ่นบางๆ มาหุ้ม

---

[1] 1 ไมครอน(Micron)จะเท่ากับ 0.000001 เมตร



ภาพที่ 10 ภาพตัดขวางแสดงการทำงานของ
เครื่องทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

เม็ดไขมันขนาดเล็กเหล่านี้เอาไว้ทำให้ไม่อาจรวมตัวจนมีขนาดใหญ่พอที่จะลอยตัวแยกเป็นชั้นของครีมได้อีก กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดให้นมสดที่ผ่านความร้อนโดยกรรมวิธีสเตอริไลส์และยู.เอช.ที. ต้องผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเพื่อไม่ให้เกิดการแยกตัวของไขมันในนมหลังจากการเก็บไว้เป็นเวลานาน ส่วนนมสดพาสเจอร์ไรส์จะทำให้เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้ แต่โดยทั่วไปมักจะมีการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย เพราะจำนวนเม็ดไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้นมมีรสอร่อยกว่านมตามธรรมชาติ นมสดที่ได้จะเรียกว่านมสดพาสเจอร์ไรส์และโฮโมจีไนส์(Pasteurized and Homogenized Milk)

การทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะใช้เครื่องทำให้เป็นเนื้อเดียว(Homogenizer) ดังในภาพที่ 10 การผ่านกรรมวิธีนี้จะต้องทำในขณะที่นมมีอุณหภูมิสูงอย่างน้อย 20 องศาเซลเซียสเพื่อให้ไขมันในนมละลายและชะงักการทำงานของเอนไซม์ไลเปส(Lipase)ซึ่งจะทำให้นมมีรสหืน ดังนั้น นมจะถูกทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนหรือหลังการผ่านความร้อนก็ได้ โดยเครื่องทำให้เป็นเนื้อเดียวกันอาจจะอยู่ระหว่างส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์กับส่วนที่มีการผ่านความร้อน หรืออาจจะอยู่ต่อจากส่วนที่มีการผ่านความร้อนในช่วงที่เป็นท่อส่งนม

คุณสมบัติของนมที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันในนมและโปรตีนเป็นอย่างมาก การย่อยนมจะทำได้ง่ายขึ้นและนมจะเกิดการรวมตัวเป็นก้อนได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนหรือกรด รสชาติของนมที่เปลี่ยนไปอาจทำให้ผู้บริโภคบางคนไม่ชอบก็ได้เพราะนมจะไม่มีส่วนที่เป็นชั้นของครีมลอยขึ้นมาแบบนมตามธรรมชาติ แต่จะมีรสกลมกล่อมเหมือนกันไปหมด

4. <u>การบรรจุภาชนะ</u> นมสดที่ผ่านความร้อนและการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะไหลไปรวมอยู่ในถังนมสดเพื่อรอการบรรจุภาชนะซึ่งจะรักษาความเย็นไว้ให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสและมีเครื่องกวนนมอยู่ตลอดเวลาเช่นเดียวกับถังเก็บนมดิบ เครื่อง

บรรจุนม(Packing Machine)จะทำงานโดยอัตโนมัติ ขนาดบรรจุของนมสดโดยทั่วไปจะมีปริมาตร 225 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภาชนะที่บรรจุจะเป็นถุงพลาสติกประเภทโพลี-อีเทอลีนพลาสติก(Poly-ethylene Plastic)ซึ่งจะผ่านการทำลายเชื้อโรคโดยแสงอุลตราไวโอเล็ต(Ultra-violet ray)ก่อนจะบรรจุนมสด นมสดที่บรรจุถุงเรียบร้อยแล้วจะนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นซึ่งจะรักษาอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสเพื่อรอการจัดจำหน่ายในวันถัดไปและระยะเวลาที่จำหน่ายจะต้องไม่เกิน 3 วันนับตั้งแต่วันที่บรรจุภาชนะแล้ว

<u>การควบคุมคุณภาพนมสด</u>

ในการผลิตนมสดจะมีการควบคุมคุณภาพตั้งแต่การรับนมดิบ ในระหว่างกระบวนการผลิต และหลังจากผ่านกระบวนการผลิตเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ได้นมสดที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ สำหรับการควบคุมคุณภาพในการรับนมดิบก็ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้นของบทนี้ สำหรับนมที่กำลังอยู่ระหว่างกระบวนการผลิตจะมีพนักงานฝ่ายผลิตคอยควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเพื่อให้การผลิตนมสดได้มาตรฐานเดียวกัน เช่น ให้มีส่วนประกอบของไขมันในนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 3.2 การผ่านความร้อนและความเย็นในระดับอุณหภูมิที่กำหนดไว้ การบรรจุภาชนะในปริมาตรที่ถูกต้องและในสภาพที่เรียบร้อย เป็นต้น ส่วนนมสดที่ผ่านกระบวนการผลิตและบรรจุภาชนะเรียบร้อยแล้วจะมีการเก็บตัวอย่างไปตรวจคุณภาพในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำนมสดทั้งหมดออกจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค ในทางปฏิบัติ จะเก็บตัวอย่างนมสดไปตรวจทันทีหลังจากการบรรจุภาชนะจำนวน 1-2 ถุงทุกๆ 15 นาทีโดยมีหลักเกณฑ์ในการตรวจคุณภาพนมสดคล้ายคลึงกับการตรวจคุณภาพนมดิบ คือ

1. การตรวจคุณภาพทางเคมี เป็นการตรวจส่วนประกอบของไขมันในนมซึ่งจะต้องมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 3.2 โดยปกติ นมสดที่จำหน่ายให้ผู้บริโภคจะมีส่วนประกอบของไขมันในนมประมาณร้อยละ 3.25

2. การตรวจผงตะกอนในนมสด นมสดจะต้องมีลักษณะเหลวและไม่มีการตกตะกอนเป็นเม็ดหรือก้อนปนอยู่

3. การตรวจจุลินทรีย์ในนมสด นมสดจะต้องไม่มีแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเหลืออยู่และไม่มีสารที่เป็นพิษจากแบคทีเรียในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค สำหรับนมสดพาสเจอร์ไรส์นี้ ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข[1] กำหนดไว้ให้มีแบคทีเรียในนมสดได้ไม่เกิน 50,000 ในนม 1 มิลลิลิตรและตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดอี.โคไล(E. Coli)ในนม 0.1 มิลลิลิตร โดยปกติ แบคทีเรียอี.โคไลนี้จะถูกทำลายหมดไปจากการผ่านความร้อน ถ้าหากมีการตรวจพบแบคทีเรียชนิดนี้ในนมสดจะแสดงว่าการผลิตนมสดยังไม่ดีพอซึ่งเป็นความบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นที่ขั้นตอนใดของการผลิตหรือการทำความสะอาดเครื่องจักรยังไม่ได้พิถีพิถันพอก็ได้

4. การตรวจประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์ เป็นการตรวจว่านมได้ผ่านความร้อนตามกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์แล้วอย่างถูกต้องหรือไม่ โดยจะตรวจได้จากเอนไซม์ฟอสฟาเทส(Phosphatase)ในนมสดซึ่งควรจะต้องถูกทำลายหมดไปจากการผ่านความร้อนที่ถูกต้อง

5. การตรวจอุณหภูมิของนมสด เป็นการตรวจความเย็นของนมสดซึ่งบรรจุภาชนะเรียบร้อยแล้วซึ่งต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

6. การตรวจปริมาตรนม เป็นการตรวจการบรรจุนมสดในภาชนะซึ่งต้องมีปริมาตรตรงกับหรือใกล้เคียงกับปริมาตรที่กำหนดไว้ คือ 225 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ผลจากการตรวจคุณภาพนมสดจะแสดงให้ทางโรงงานนมทราบถึงข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในการผลิตนมสดซึ่งควรได้รับการแก้ไข นมสดที่จะจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคได้นั้นนอกจากจะมีคุณภาพตามที่โรงงานนมกำหนดไว้แล้วยังจะต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน

---

[1]กระทรวงสาธารณสุข, "ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 26," ข้อ 9.

ตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ด้วย โดยนมสดจะต้องมีกลิ่น รส และสี ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของนมสด ไม่มีการเจือปนวัตถุกันเสีย ดังนั้น การควบคุมคุณภาพนมสดจึงมีความสำคัญมากในการผลิตนมสดให้ถูกต้องตามกฎหมายเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและเพื่อให้นมสดจากแต่ละโรงงานนมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีมาตรฐานเป็นอย่างเดียวกัน