บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำนม

น้ำนม คือสารคัดหลั่งซึ่งได้จากการรีดออกมาจากเต้านมของแม่โค กระบือ แพะ หรือแกะ ที่มีสุขภาพดี หลังจากที่สัตว์นั้นคลอดลูกแล้ว 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะหมดน้ำนมเหลือง (Colostrum) ไม่ว่าจะผ่านกระบวนการแปรรูปหรือไม่ก็ตาม น้ำนมที่ถูกรีดออกมาใหม่ ๆ จะมีอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส และน้ำนมจะถูกปนเปื้อนโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ตามเต้านม มือคนรีดนม ถังนม และเครื่องรีดนม โดยที่นมเป็นอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย เพราะเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จึงต้องทำการลดอุณหภูมิของนมให้ต่ำอยู่ที่ประมาณ 5 องศาเซลเซียสโดยเร็วที่สุดเพื่อรักษาคุณภาพของน้ำนม (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2541)

น้ำนมที่อยู่ภายใต้เต้านมทั้งหมดส่วนใหญ่จะเก็บไว้ในกระเปาะนม และท่อนมทั้งขนาดเล็กและขนาดกลาง น้ำนมส่วนน้อยเท่านั้นที่ไหลล้นมาเก็บที่โพรงเก็บนมโพรงใหญ่ของเต้านม น้ำนมส่วนน้อยที่เก็บไว้ที่โพรงพักนม (Gland cistern) จะรีดออกจากเต้าได้ง่ายโดยการรีดนมธรรมดา เมื่อทำให้รูรัดหัวนมเปิด และน้ำนมจะไหลออกโดยแรงดูด แต่น้ำนมส่วนใหญ่ที่อยู่ในกระเปาะนมและในท่อนมต่าง ๆ จะไม่ไหลออกเพราะมีการสกัดกั้น นมส่วนนี้จะต้องถูกขับออกมาก่อนจากกระเปาะนมและท่อนม โดยการกระตุ้นทางระบบฮอร์โมนและประสาท (Neuro-hormonal system) ซึ่งเรียกว่า " การปล่อยนม" (Milk let-down, Milk ejection) (ชวนิศนดากร วรวรรณ, 2534)

กระบือนม หรือกระบือแม่น้ำ

กระบือนม หรือ กระบือแม่น้ำ (River buffalo) ชื่อทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับกระบือพื้นเมือง คือ *Bubalus bubalis* มีการเลี้ยงส่วนใหญ่อยู่ในประเทศแถบเอเชียใต้ ปัจจุบันได้มีการนำพันธุ์ไปพัฒนา และเลี้ยงมากในประเทศทางยุโรปและอเมริกาใต้ เพื่อผลิตน้ำนมสำหรับบริโภคและไปทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ พันธุ์กระบือนมที่เลี้ยงกันแพร่หลาย ได้แก่ มูร่าห์(Murrah), นิริ-ราวี (Nili-Ravi), ซูดิ (Surti), เมซานี (Mehsana) ซึ่งเลี้ยงมากในอินเดีย ปากีสถาน และเมดิเตอร์เรเนียน มูร่าห์ซึ่งเลี้ยงมากในยุโรป และแถบลาตินอเมริกา กระบือแม่น้ำจะมีจำนวน chromosome 2n=50 ซึ่งแตกต่างจากกระบือปลัก (Swamp buffalo) ที่มี chromosome 2n=48 (อัญชลี ณ เชียงใหม่, 2550)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. ข้อมูลกระบือนมในประเทศไทย

1.1 ความเป็นมา

ประเทศไทยได้มีการนำกระบือนมมาเลี้ยงเพื่อผลิตนมโดยกลุ่มชนมุสลิม โดยเลี้ยงรีดนมบริโภคภายในกลุ่มกันเองเป็นเวลานาน จนกระทั่งปี 2521 กรมปศุสัตว์ได้มีการจัดซื้อกระบือนมพันธุ์มูร่าห์จากรัฐบาลประเทศอินเดีย เป็นเพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว นำมาเลี้ยงที่ศูนย์วิจัย และบำรุงพันธุ์สัตว์หนองกวาง จังหวัดราชบุรี ขยายพันธุ์ทั้งพันธุ์แท้และผลิตกระบือลูกผสมมูร่าห์-พื้นเมือง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิจัยความเป็นไปได้ในการผลิตนม และผลิตภัณฑ์นมจากกระบือ และผลิตเนื้อเพื่อบริโภคไปพร้อมกัน ซึ่งจากผลงานวิจัยที่ดำเนินการมา พบว่าการเลี้ยงกระบือนมในประเทศไทยสามารถเลี้ยงได้ดี กระบือลูกผสมโตเร็วและให้น้ำนมสูงกว่ากระบือพื้นเมือง ในปี 2539 สภานมแห่งชาติ ประเทศอินเดียได้น้อมเกล้าฯ ถวายกระบือพันธุ์เมซานี แด่ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในพระราชวโรกาสที่ทรงครองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี จำนวน 50 ตัว เป็นกระบือเพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 45 ตัว

1.2 นมกระบือ

นมกระบือเป็นนมที่มีการบริโภคเป็นอันดับสองของโลกรองจากนมโค โดยคาดว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากนมกระบือมีมากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ ของผลิตภัณฑ์จากนมทั้งหมด โดยประเทศอินเดียและปากีสถานเป็นผู้ผลิตนมกระบือรายใหญ่ คือประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของผลิตภัณฑ์จากนมกระบือทั้งหมดในโลก โดยนมกระบือจะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ใช้เป็นประจำ เช่น เนยแข็ง กีย์ เนยแข็งชนิดอ่อน และเนยแข็งชนิดแข็ง โยเกิร์ต ไอศกรีม เป็นต้น (Ahmad, Gaucher, Rousseau, Beaucher, Pilot, & Grongnet, 2008)

ตารางที่ 2-1 ผลผลิตเฉลี่ยของน้ำนม และคุณสมบัติทางเคมีของกระบือนม กระบือลูกผสม และกระบือพื้นเมืองที่เลี้ยงในประเทศไทย

คุณสมบัติของน้ำนม	กระบือมูร่าห์	ลูกผสมมูร่าห์พื้นเมือง	พื้นเมือง
ระยะเวลารีดนม (วัน)	213	268	249
ผลผลิตน้ำนม (กก. ต่อ ระยะเวลารีดนม)	1,105	1,112	477
% ไขมัน	7.57	8.59	8.78
% โปรตีน	4.21	5.23	4.90
% แลคโตส	4.93	4.72	4.77

ที่มา: อัญชลี ณ เชียงใหม่ (2550)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2-2 องค์ประกอบทางเคมีของนมกระบือ และนมโค

องค์ประกอบทางเคมี	นมกระบือ (pH 6.81)	นมโค (pH 6.76)
ไขมัน (g/kg)	70	41
แลคโตส (g/kg)	52.1	48.0
เถ้า (g/kg)	8.4	7.7
ไนโตรเจน (g/kg)	43.5	33.5
แคลเซียม (mM)	47.1	30.5
ฟอสฟอรัส (mM)	27.7	19.2
แมกนีเซียม (mM)	7.3	4.6
โซเดียม (mM)	20.3	17.5
โพแทสเซียม (mM)	28.7	42.0
คลอรีน (mM)	16.6	21.8
ซิเตรท (mM)	8.3	8.8
ของแข็งทั้งหมด (g/kg)	174.5	136.7

ที่มา: Ahmad et al. (2008)

2. ข้อมูลกระบือนมในประเทศจีน

ประเทศจีนเป็นประเทศที่มีประชากรกระบือ 22.76 ล้านตัว มากเป็นอันดับสามของโลก กระบือของประเทศจีนจัดอยู่ในประเภทกระบือปลัก (Swamp buffalo) ส่วนใหญ่จะเลี้ยงอยู่ทางตอนใต้ของประเทศ ในมณฑลยูนาน และกวางสี กระบือส่วนใหญ่จะเลี้ยงไว้ใช้งานกระบือนมเริ่มมีบทบาทในประเทศจีนมาตั้งแต่ปี 2550 เมื่อมีการนำเข้ากระบือมูร่าห์จากประเทศอินเดียมาผสมกับกระบือพื้นเมือง โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างกระบือลูกผสมเพื่อผลิตนม-เนื้อเพื่อบริโภค ทั้งนี้รัฐบาลจีนได้เล็งเห็นอนาคตของการบริโภคนม และผลิตภัณฑ์นมที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงได้กำหนดนโยบายพร้อมทั้งให้การสนับสนุนอย่างเต็มที่ เพื่อที่จะทำให้ประเทศจีนไม่ต้องนำเข้านมและผลิตภัณฑ์นมจากต่างประเทศและผลิตมากจนสามารถส่งเป็นสินค้าออกได้ ในด้านการพัฒนากระบือของประเทศจีน รัฐบาลได้จัดตั้งสถาบันวิจัยกระบือ (Buffalo Research Institute) ขึ้นที่เมืองนานนิง มณฑลกวางสี มาตั้งแต่ปี 2501 โดยทำงานวิจัยกระบือสาขาต่าง ๆ รวมไปถึงการส่งเสริม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเลี้ยงกระบือไปสู่เกษตรกร ปัจจุบันประเทศจีนผลิตนมจากกระบือปีละ 2.65 ล้านตัน แต่ต้องเสียเงินตราต่างประเทศถึงปีละ 10% ของรายได้จากอุตสาหกรรมนมในการนำเข้าเนยแข็ง (Cheese) เพื่อการบริโภค (อัญชลี ณ เชียงใหม่, 2550)

Han et al. (2007) ได้มีการศึกษาวิจัยโดยสำรวจและทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์และองค์ประกอบทางเคมี ของน้ำนมกระบือในประเทศจีน พบว่าโดยเฉลี่ยองค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำนมประกอบด้วยไขมัน 7.59% (w/w), โปรตีน 4.86% (w/w), แลคโตส 4.74% (w/w), ของแข็งทั้งหมด 18.44% (w/w), เถ้า 0.85% (w/w) และ ค่าพีเอช 6.65 ดังแสดงในตารางที่ 2-3 ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวจะพบในพันธุ์กระบือลูกผสมมูร่าห์-พื้นเมือง ที่สูงกว่าพันธุ์กระบือมูร่าห์ หรือพันธุ์กระบือนิริ-ราวี และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยเฉลี่ยที่นับจำนวนได้ พวก mesophilic aerobic bacteria 5.59 log cfu/ml , bacterial endospores 2.31 log cfu/ml, lactic acid bacteria 4.62 log cfu/ml, fungi 1.79 log cfu/ml, coliforms 2.42 log cfu/ml, *Escherichia coli* 1.53 log cfu/ml และ *Staphylococcus aureus* 1.68 log cfu/ml ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมในกระบือนม และกระบือลูกผสมที่เลี้ยงในประเทศจีน

พันธุ์กระบือ (Breed)	ไขมัน (%w/w)	โปรตีน (%w/w)	แลคโตส (%w/w)	ของแข็งทั้งหมด (%w/w)	เถ้า (%w/w)	พีเอช
มูร่าห์	6.57	4.27	5.07	16.69	0.79	6.53
นิริ-ราวี	6.53	4.16	4.56	17.14	0.81	6.39
ลูกผสมข้ามพันธุ์	7.56	4.75	4.61	18.22	0.84	6.39
ลูกผสมพื้นเมือง F1	7.90	5.10	4.64	19.21	0.85	6.60
ลูกผสมพื้นเมือง F2	8.81	5.23	4.80	19.75	0.88	6.70
เฉลี่ย	7.59	4.86	4.74	18.44	0.85	6.65

ที่มา: Han et al. (2007)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2-4 จำนวนจุลินทรีย์ (log cfu/ml) ของน้ำนมในกระบือนม และกระบือลูกผสมที่เลี้ยงในประเทศจีน

พันธุ์กระบือ	TC	BS	LAB	Fungi	Coliforms	*E. coli*	*S. aureus*
มูร่าห์	6.51	3.20	5.48	1.97	3.95	1.89	2.05
นิริ-ราวี	5.09	1.36	4.02	1.33	2.16	1.80	1.95
ลูกผสมข้ามพันธุ์	5.64	2.11	4.77	1.29	1.80	1.15	2.82
ลูกผสมพื้นเมือง F1	5.56	3.63	4.33	2.00	2.21	1.87	1.21
ลูกผสมพื้นเมือง F2	5.17	3.08	4.54	2.01	2.41	1.65	2.15
เฉลี่ย	5.59	2.31	4.62	1.79	2.42	1.53	1.68

ที่มา: Han et al. (2007)

TC - Total count of mesophilic aerobic bacteria ; LAB – Lactic acid bacteria ;

BS – Bacterial endospore

หลักการผลิตนมดิบที่มีคุณภาพสูงในฟาร์ม

1. สิ่งที่ทำให้คุณภาพของน้ำนมผันแปร

นมดิบที่รีดได้จากเต้านมกระบือ ที่มีสุขภาพดีจะเป็นอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ถ้าปล่อยนมดิบทิ้งไว้นานที่อุณหภูมิปกติ หรือในระหว่างขนส่งก่อนถึงศูนย์รับนม หรือโรงงานแปรรูปน้ำนม จะทำให้นมดิบเปลี่ยนแปลงคุณภาพ เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับอุปกรณ์ในขั้นตอนของการรีดนม ดังนั้นการปฏิบัติต่อนมดิบหลังจากการรีดนมทันทีโดยวิธีที่ถูกต้องจะเก็บรักษาคุณภาพของนมออกไปได้ อย่างไรก็ตามคุณภาพของน้ำนมก็ยังอาจเสื่อมได้จากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1.1 แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนม

(ชวนิศนดากร วรวรรณ, 2534)

1.1.1 แบคทีเรียที่ทำให้นมเปรี้ยว แบคทีเรียที่ทำให้นมเปรี้ยวเป็นพวก *Streptococci*, *Lactobacilli* แบคทีเรียเหล่านี้เจริญได้ดีที่สุดในอุณหภูมิสูงกว่า 24 องศาเซลเซียส แบคทีเรียจะเปลี่ยนแลคโตสให้เป็นกรดแลคติก เมื่อกรดมีความเข้มข้นถึงร้อยละ 0.20 ขึ้นไปแล้วจะไม่เหมาะที่จะใช้บริโภคเป็นนมสด และถ้ากรดสูงขึ้นถึงร้อยละ 0.55 ก็จะทำให้นมเป็นลิ่ม และ มีรสเปรี้ยว

1.1.2 แบคทีเรียไซโครฟิล (Psychrophilic bacteria) แบคทีเรียนี้เจริญในอุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส ทำให้นมมีรสเฝื่อนผิดปกติไป ที่มาของแบคทีเรียนี้มาจากน้ำใช้ในฟาร์ม แต่อาจมาจากแหล่งที่สะสมสกปรกอื่น ๆ ในฟาร์มก็ได้

1.1.3 แบคทีเรียเทอร์โมฟิล (Thermophilic bacteria) เป็นพวกแบคทีเรียที่ทนร้อน พบในหญ้า ปุ๋ย และในดิน แบคทีเรียพวกนี้สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิเกินกว่า 50 องศาเซลเซียส

1.1.4 แบคทีเรียเทอร์โมดิวริก (Thermoduric bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ทนต่อความร้อนสูง และไม่ตายในอุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ พบมากในภาชนะและเครื่องมือที่ไม่สะอาด

1.1.5 แบคทีเรียที่เกิดจากภายในเต้านม ที่กระบือเป็นโรคเต้านมอักเสบ จะมีแบคทีเรียอยู่ภายในเต้านมเป็นจำนวนมาก และปรากฏว่าน้ำนมที่รีดได้มีแบคทีเรียในปริมาณสูงผิดปกติ แบคทีเรียชนิดที่พบมาก ได้แก่ พวก *Streptococcus agalactiae* ซึ่งติดต่อแพร่เชื้อไปได้ง่ายและรวดเร็ว เชื้อโรคนี้ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสามารถทำลายได้ในการพาสเจอร์ไรส์ และเชื้อ *Streptococcus pyogenes* อาจพบในเต้านมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบเรื้อรังถ้าเชื้อนี้ปรากฏในนมที่ผ่านระบบการพาสเจอร์ไรส์ไม่ถูกต้อง อาจทำให้ผู้บริโภคนมเป็นโรคลำคออักเสบมีเชื้อ และถ้าพบเชื้อ *Staphylococcus aureus* อาจทำให้เกิดโรคท้องร่วงแก่ผู้ดื่มนม ในการพาสเจอร์ไรส์จะทำลายเชื้อนี้ได้ แต่สารพิษที่เชื้อสร้างขึ้นจะคงอยู่ และทำให้คนเกิดโรคอาหารเป็นพิษ

1.1.6 แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) แบคทีเรียนี้จะพบในนมดิบที่ผลิตในสภาพที่สกปรกโดยมีสัตว์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การพบแบคทีเรียชนิดนี้ในนมแสดงว่าการผลิตนมนั้นไม่สะอาดพอที่จะใช้นมเป็นอาหารได้

1.2 สารเคมีตกค้างที่พบในน้ำนม (ชวนิศนดากร วรวรรณ, 2534)

สารเคมีที่พบในน้ำนมเสมอ ๆ ทำให้คุณภาพของน้ำนมด้อยลง ได้แก่ สารปฏิชีวนะและยากำจัดแมลงต่าง ๆ

1.2.1 สารปฏิชีวนะ การที่น้ำนมมีสารปฏิชีวนะปะปนจะมีผลเสีย คือ ในคนบางคนจะแพ้ยาปฏิชีวนะ และการที่คนได้รับสารปฏิชีวนะอยู่เป็นประจำจะทำให้เชื้อโรคบางชนิดเกิดการดื้อยา เมื่อถึงคราวที่ต้องการใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคจริง ๆ จะไม่ได้ผลจากยานั้น

1.2.2 ยากำจัดแมลง ยากำจัดแมลงที่ใช้กันในปัจจุบันมีมากชนิด และล้วนแต่มีอำนาจทำลายแมลงอย่างรุนแรงได้ผลมาก แต่มียาหลายชนิดที่เป็นอันตรายอย่างร้ายแรงต่อคนด้วย โดยเฉพาะเมื่อใช้กับสิ่งที่เป็นอาหารของคนและสัตว์ ยากำจัดแมลงที่จะนำมาใช้กับอาหารคน และสัตว์จะต้องเป็นชนิดที่ไม่มีพิษตกค้างซึ่งคนที่บริโภคนมจะต้องปลอดภัยจากฤทธิ์ยานั้น

1.2.3 กลิ่นและรสของนม (ชวนิศนดากร วรวรรณ, 2534)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำนมเป็นอาหารที่มีกลิ่น และรสพิเศษในตัวของนมเองต่างจากอาหารอื่น ๆ ซึ่งกลิ่นและรสนี้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นมมีรสหวานของน้ำตาลแลกโตส มีรสมันของไขมัน และรสเค็มของเกลือซึ่งไม่เหมือนอาหารอื่น ๆ แต่กลิ่นและรสนี้อาจผิดไปจากปกติได้

2. การรักษาบริเวณคอกและโรงเรือนให้สะอาด

โรงเรือนเลี้ยงกระบือนม จะต้องสะอาดมีมูลสัตว์หมักหมมอยู่น้อยที่สุด ฉะนั้นจะต้องพยายามขนถ่าย และระบายมูลสัตว์ที่ถ่ายออกมานำออกไปให้พ้นจากโรงเลี้ยงและโรงรีดนมโดยเร็วและบ่อยครั้งที่สุด พื้นคอกจะต้องสะอาดและสามารถทำความสะอาดง่าย เช่น พื้นคอนกรีด โรงเรือนจะต้องโปร่ง ไม่อับลม การใช้น้ำทำความสะอาดคอกและโรงเรือนบ่อย ๆ และใช้น้ำปริมาณมากจะทำให้คอกสะอาดขึ้น การออกแบบก่อสร้างคอก โรงเรือนควรใช้แบบง่าย ๆ ไม่มีซอกมุมที่เก็บฝุ่นละอองมากเกินจำเป็น

3. กระบือนมจะต้องมีสุขภาพดี และสะอาด

กระบือนมถ้าไม่สะอาดก็จะเป็นแหล่งให้ความสกปรกแก่น้ำนมอย่างแรงที่สุดนมที่รีดออกจากเต้านมใหม่ ๆ ก็มีแบคทีเรียอยู่แล้วเพราะแบคทีเรียเข้าไปอยู่ในเต้านมตั้งแต่ก่อนรีดนม ตัวที่มีรูหัวนมเล็กและรูรัดแน่นแข็งแรงดี แบคทีเรียจากภายนอกจะผ่านเข้าไปได้ยาก บางตัวมีเชื้อโรคอยู่ภายใน เช่น โรคเต้านมอักเสบ โรคแท้งมีเชื้อ วัณโรค อาจถ่ายเทเชื้อโรคเหล่านี้เข้ามาปนอยู่ในน้ำนมได้ และอาจจะเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคนมถ้านมนั้นไม่ได้รับการฆ่าเชื้อโดยถูกวิธีเสียก่อน

4. คนรีดนมจะต้องมีสุขภาพดีและสะอาด (ชวนิศนดากร วรวรรณ, 2534)

คนรีดนมที่สะอาด หมายถึงคนที่ไม่มีโรคประจำตัวและร่างกายภายนอกได้รับการทำความสะอาดดีก่อนทำงานรีดนม คนรีดนมที่สุขภาพไม่ดีและเป็นโรคบางอย่างอาจถ่ายทอดเชื้อโรคมาสู่นมและถึงผู้บริโภคได้ เช่น วัณโรค โรคไข้รากสาด โรคบิด ฉะนั้นคนรีดนมควรได้รับการตรวจโรคเป็นครั้งคราวว่าไม่มีโรคดังกล่าว คนรีดนมต้องรักษาความสะอาดร่างกายให้มาก สิ่งที่ต้องระวังมาก คือ ผม มือ และเล็บมือ เครื่องแต่งกายต้องสะอาด ทางที่ดีควรให้แต่งชุดที่ใช้รีดนมโดยเฉพาะเวลารีดนม เช่น มีผ้ากันเปื้อน หมวกผ้าคลุมผม

5. ภาชนะที่ใช้ใส่น้ำนม

ภาชนะที่ใช้ใส่น้ำนมหรือที่ต้องสัมผัสกับน้ำนม ได้แก่ ถังรีดนม หม้อกรองนม และถังใส่หรือเก็บนม ต้องเป็นชนิดที่ทำด้วยวัตถุที่ไม่ทำให้นมเกิดกลิ่น และรสผิดแปลกไป และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคนม ต้องล้างทำความสะอาดง่าย

6. การรีดนม (ชวนิศนดากร วรวรรณ, 2534)

การปฏิบัติรีดนมที่ถูกต้องจะช่วยลดจำนวนแบคทีเรียในน้ำนม การป้องกันฝุ่นละอองร่วงหล่นลงในน้ำนมขณะที่รีด การทำความสะอาดโรงรีดนมหรือคอกก่อนรีดนม การทำความสะอาด

ตัวโก กระบือ และล้างเต้านมให้สะอาด การล้างมือ และ เช็ดให้มือแห้งก่อนรีด ในขณะที่รีดนมต้องไม่ใช้มือจับหรือแตะต้องของอื่นนอกจากหัวนม และ ถังรีดนม เมื่อรีดนมเสร็จแล้วต้องรีบถ่ายเทนมลงในถังเก็บนมที่มีฝาปิดทันที สิ่งเหล่านี้เป็นข้อแนะนำในการที่จะปฏิบัติในการรีดนม

7. การกรองนม

หลังจากรีดนมจากแม่กระบือเป็นรายตัวแล้ว ควรกรองน้ำนมก่อนใส่ถังรวมนมซึ่งมีฝาปิดได้มิดชิดการกรองน้ำนมมีจุดประสงค์เพื่อแยกเอาขนและเศษผงที่ติดมากับนมที่รีดได้ออก แต่การกรองนมไม่เป็นการลดจำนวนแบคทีเรีย แต่ข้อที่ควรระวังคืออย่าให้การกรองนมกลายเป็นการเพิ่มเติมแบคทีเรียลงในน้ำนม ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ถ้าเครื่องกรองนมไม่สะอาด ตามปกติเครื่องกรองนมที่ง่ายที่สุดคือใช้ผ้ากรองสีขาวที่สะอาดผูกดักเศษผงไว้บนปากถังนม ผ้ากรองจะต้องซักให้สะอาดและต้มฆ่าเชื้อก่อนใช้ทุกครั้ง

8. การทำให้นมเย็น

วิธีการเก็บรักษานมกระบือดิบโดยถูกต้อง คือ ต้องทำให้นมที่รีดได้เย็นลงโดยเร็ว และรักษาความเย็นของนมไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำส่งโรงงาน ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แบคทีเรียที่มีอยู่ในนมดิบเพิ่มจำนวนต่อไป นมดิบที่รีดโดยวิธีที่สะอาด เมื่อปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง คือประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง นมนั้นจะเสียหรือเปรี้ยว

9. การนำนมดิบส่งโรงงาน

นมดิบที่จะนำส่งโรงงานใช้ถังนมมาตรฐานขนาดความจุ 40 ลิตร ซึ่งเป็นขนาดที่พอเหมาะสำหรับการขนส่งมีระยะทางใกล้ใช้เวลาไม่เกิน 1-2 ชั่วโมง แต่ถ้าการขนส่งใช้เวลานานกว่านี้ ควรลดอุณหภูมินมดิบให้ต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อนถึงโรงงานนม

10. การตรวจสอบคุณภาพนมดิบที่โรงงาน

นมดิบที่ผลิตขึ้นในฟาร์มจะไม่มีการตรวจสอบคุณภาพที่ฟาร์ม แต่เมื่อนมส่งมาถึงโรงงานแล้ว ทางโรงงานจะทำการตรวจสอบคุณภาพจากฟาร์มแต่ละฟาร์มเพื่อตัดสิน หรือให้ระดับคุณภาพของนมดิบเพื่อกำหนดราคา โรงงานนมที่สมบูรณ์แบบจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้ คือ

10.1 การตรวจหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน

เพื่อต้องการหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน ซึ่งตามเกณฑ์การรับซื้อนมโคดิบต้องมีเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่ต่ำกว่า 3.25 ของน้ำหนัก โดยกำหนดให้ 2 สตางค์ ต่อ กิโลกรัม ต่อ เปอร์เซ็นต์ 0.1 ของไขมัน ในการเพิ่มหรือลดลงจากมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไขมัน 3.25 (องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, 2551)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

10.2 การตรวจความถ่วงจำเพาะและเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด (Total solid) ในนม

เพื่อเป็นการทดสอบนมว่าจะมีการเติมน้ำลงในนมหรือไม่ เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในนมต้องไม่น้อยกว่า 12.5 ของน้ำหนัก หรือเปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมมันเนย (Solid non fat) ไม่น้อยกว่า 8.25 ของน้ำหนัก (องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, 2551)

10.3 การตรวจหาผงตะกอน

ตามปกตินมไม่ควรมีผงตะกอน นมที่มีผงตะกอนลงไปปนอยู่จะตรวจพบโดยการกรองผ่านกระดาษกรองว่ามีปริมาณหนาแน่นเพียงใด

10.4 การตรวจความเป็นกรด

ความเป็นกรดในนมดิบบ่งบอกถึงคุณภาพนมว่ามีความเหมาะสมในการแปรรูปด้วยระดับความร้อนต่าง ๆ หรือไม่นมที่มีคุณภาพดีจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 0.16-0.18 (โดยการทดสอบด้วยวิธีไตเตรชั่น) หรือ ค่า pH 6.6-6.9 ถ้าค่าความเป็นกรดสูงกว่าปกติจะมีผลต่อความสามารถในการทนความร้อน (Heat stability) เมื่อนำนมที่เป็นกรดสูงไปผ่านขบวนการให้ความร้อน โปรตีนนมถูกทำลายได้ง่ายและจะจับตัวกันเป็นก้อน ซึ่งความเป็นกรดที่สูงกว่าปกตินี้มักเกิดจากการที่นมมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการใช้น้ำตาลในนม (Lactose) เกิดการสร้างกรดแลคติก (Lactic acid) (สุวิมล พันธุ์ดี, 2546)

10.5 การประมาณจำนวนจุลินทรีย์โดยดูการเปลี่ยนสีของน้ำยา

การประมาณจำนวนจุลินทรีย์โดยดูการเปลี่ยนของน้ำยาหรือรีดั๊กชั่นเทสต์จะสามารถแบ่งเกรดของนมดิบได้เพราะปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในตัวอย่างนมจะทำให้สีของน้ำยาทดสอบนมเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาหลังจากที่เติมน้ำยาลงไปในตัวอย่างนมการตรวจสอบแบ่งเป็น 2 ชนิด

10.5.1 เมทิลีนบลูรีดั๊กชั่นเทสต์ (Methylene blue reduction test)

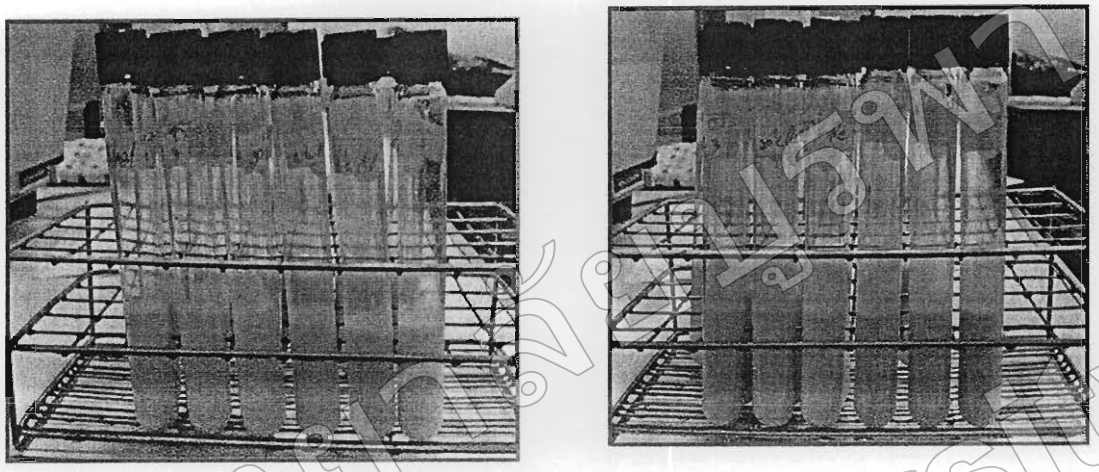
ดูการเปลี่ยนแปลงของสีหลังจากเติมน้ำยาเมทิลีนบลู และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การอ่านให้อ่านผลครั้งแรก หลังจากเติมน้ำยาไปแล้วครึ่งชั่วโมงและอ่านผลหลังจากนั้นทุก ๆ ชั่วโมง ตัวอย่างที่มีจุลินทรีย์มากจะเปลี่ยนสีของน้ำยาจากสีฟ้าอมเขียว เป็นสีขาว ซึ่งการกำหนดราคาการรับซื้อนมดิบการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำยาเมทิลีนบลู ต้องมากกว่า 4 ชั่วโมง (องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, 2551)

10.5.2 รีซาซูรินรีดั๊กชั่นเทสต์ (Resazurin reduction test)

ดูการเปลี่ยนแปลงของสีหลังจากเติมน้ำยารีซาซูริน และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การอ่านผลให้อ่านหลังจากเติมน้ำยา 1 ชั่วโมง การเปลี่ยนสีของน้ำยารีซาซูรินจะเปลี่ยน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากสีม่วงน้ำเงิน เป็นสีม่วงแดง ชมพู หรือขาว ตามจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในนมซึ่งการกำหนดราคาการรับซื้อนมดิบการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำยารีซาซูริน ต้องไม่น้อยกว่า 4 .5 point (องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. 2551)



(ก) (ข)

ภาพที่ 2-1 การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำยาเมทิลีนบลู (ก) และน้ำยารีซาซูริน (ข)

10.6 การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์ในนมดิบจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่การปฏิบัติต่อกระบือในขณะรีดนม การทำความสะอาด การจัดการสุขาภิบาลในโรงเรือน และการปนเปื้อนจากภาชนะที่ใช้ในการรีดนม หรือผู้รีดนมการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ สามารถแบ่งได้ดังนี้

10.6.1 การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์กลุ่มมีโซไฟล์ (Mesophiles)

จำนวนจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถตรวจนับได้หลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เป็นการประเมินจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างนมที่ได้จากฟาร์มของเกษตรกร และนมรวมจากสหกรณ์ หลักการคือนับจำนวนโคโลนีที่พบในอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งจำนวนที่ได้บ่งชี้ถึงความสะอาดของนมดิบ เกณฑ์การรับซื้อนมกระบือดิบยังไม่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานแต่ได้กำหนดการรับซื้อนมโคดิบต้องมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน 600,000 เซลล์ ต่อนม 1 มิลลิลิตร (กรมปศุสัตว์. 2546)

10.6.2 การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์กลุ่มไซโครโทรป (Psychrotrophs)

จำนวนจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถตรวจนับได้หลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่เจริญได้ที่อุณหภูมิ 2-7 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ ถ้ามีอยู่ในนมหลังการพาสเจอร์ไรส์และระหว่างการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้นมเน่าเสีย มีกลิ่นผิดปกติ เพราะจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะสร้างเอนไซม์ (Enzymes) ย่อยโปรตีน (Proteases) และ ย่อยไขมัน (Lipases) (Hantis-Zacharov & Halpern, 2007)

10.6.3 การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliforms)

จำนวนจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถตรวจนับได้หลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง แบ่งตามที่มาได้ 2 กลุ่ม คือ 1. ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมแล้วให้กรดและก๊าซ อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ ตัวอย่างของฟีคัลโคลิฟอร์ม ได้แก่ เชื้อ *Escherichia coli* 2. นันฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-fecal Coliform) อาศัยอยู่ในดินและพืช ใช้บ่งบอกถึงความไม่สะอาดของน้ำ ตัวอย่างของนันฟีคัลโคลิฟอร์ม ได้แก่ *Enterobacter aerogenes* แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มจะถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะของการผลิตที่ไม่ถูกต้องมีการปนเปื้อนจากการขับถ่ายของคนและสัตว์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานได้กำหนดจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์มไว้ในนมโคดิบที่มีคุณภาพกำหนดไว้ไม่เกิน 10,000 เซลล์ ต่อนม 1 มิลลิลิตร (กรมปศุสัตว์, 2546)

การจัดการนมดิบ (วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม, 2541)

1. ขั้นตอนของการปฏิบัติต่อนมดิบ

ขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มรีดนมจนถึงศูนย์รวมนมดิบต้องปฏิบัติในระยะเวลาอันสั้น

2. การขนส่งนมดิบ (Raw milk transport)

ในการขนส่งนมดิบจากฟาร์มไปยังจุดรับนมหรือศูนย์รวมนมหรือโรงงานผลิตภัณฑ์นมมีจุดประสงค์หลัก ดังนี้

2.1 เพื่อรักษาคุณภาพนมให้นานที่สุดโดยการรักษาความสะอาดของนม และเก็บไว้ที่เย็น ในการขนส่งต้องทำอย่างระมัดระวังอย่าให้เกิดเขย่าของนมมากนัก และทำการขนส่งโดยใช้ระยะเวลาสั้น

2.2 เพื่อการเก็บรวบรวมนมที่มีประสิทธิภาพดีจะต้องมีการประสานงานกันระหว่างฟาร์มกับศูนย์รวบรวมนมในเรื่องเวลาการรีดนมในแต่ละฟาร์มจะต้องรีดในเวลาใด จึงจะพอดีกับเวลาที่รถนมจะมาถึงฟาร์ม และสามารถรับนมไปได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลา

2.3 เพื่อให้ใช้ภาชนะบรรจุเก็บนมที่มีคุณภาพ โดยทั่วไปจะต้องใช้ถังอะลูมิเนียมหรือถังเหล็กปลอดสนิมสามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย

3. ศูนย์รวมนม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เกษตรกรจะต้องนำนมไปส่งศูนย์รวมนมให้เร็วที่สุดต้องประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น และต้องปรึกษากับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมว่าเมื่อไหร่ควรจะตรวจสุขภาพของแม่โค กระบือ และควรจะตรวจอย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้ได้นมที่มีคุณภาพดีตรงตามความต้องการ ซึ่งเจ้าหน้าที่ของศูนย์รวมนมมีหน้าที่ ดังนี้

3.1 เก็บตัวอย่างนมเพื่อการตรวจสอบคุณภาพ

3.2 ทำการตรวจสอบคุณภาพนมทางห้องปฏิบัติการ

3.3 ชั่งน้ำหนักนมของแต่ละฟาร์ม

3.4 บันทึกหนัก

3.5 บันทึกรายงานผลการตรวจคุณภาพนมทางห้องปฏิบัติการในแต่ละฟาร์ม

3.6 ในกรณีที่นมไม่มีคุณภาพให้ปฏิเสธการรับนม

3.7 กรองนมที่ผ่านการตรวจเพื่อกรองเอาสิ่งปนเปื้อนออก

3.8 ปั๊มนมผ่านเครื่องกรอง (Fillter) ไปยังถังเก็บรวบรวมนม

3.9 การลดอุณหภูมิของนมและการเก็บรักษาคุณภาพของนม (Cooling and Storage) จะต้องเก็บในถังเย็นเก็บนม (Farm cooling tank) ซึ่งมีใบพัดคอยคนนม เพื่อให้ความเย็นกระจายทั่วไป และป้องกันไม่ให้ไขมันรวมตัวกันแยกเป็นชั้นระหว่างไขมันกับนม

3.10 รถบรรทุกขนส่งนม (Tanker trucks) จะนำนมส่งต่อไปยังโรงงานผลิตนม

3.11 ศูนย์รวมนมจะเก็บสถิติส่งฝ่ายบัญชีเพื่อจ่ายเงินค่าน้ำนมให้กับเกษตรกรต่อไป

คุณภาพและมาตรฐานนมดิบ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2546)

1. คุณภาพนมดิบ

1.1 คุณภาพทางกายภาพ (Physical quality)

นมดิบที่มีคุณภาพดีต้องมีสีขาวของเคซีน (Casein) สะอาด ไม่มีฝุ่นละอองหรือสิ่งเจือปนอื่นปรากฏให้เห็น ไม่มีกลิ่นหืน กลิ่นเปรี้ยว หรือกลิ่นผิดปกติ มีการตรวจสอบความสะอาดและการทดสอบสิ่งปนเปื้อน

1.2 คุณภาพทางเคมี (Chemical quality)

1.2.1 ความถ่วงจำเพาะ กำหนดมาตรฐานไว้ที่ 1.027 นมดิบที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่านี้แสดงว่ามีการเติมน้ำเพื่อให้ได้น้ำหนักและปริมาตรมากขึ้น จะทำให้ราคานมลดต่ำลงด้วยแต่ถ้านมดิบมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งแสดงว่านมดิบมีความข้นสูง ก็จะได้ราคาเพิ่มขึ้นเช่นกัน การหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมทำได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าแลคโตมิเตอร์ (Lactometer)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2.2 ปริมาณมันเนยหรือไขมัน ปริมาณไขมันในน้ำนมถูกใช้เป็นเครื่องชี้วัดคุณภาพของนม และกำหนดราคารับซื้อโดยกำหนดมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ 3.25 น้ำนมที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันน้อยกว่า 3.25 จะถูกลดราคารับซื้อ แต่ถ้าน้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่านี้จะทำให้ราคาเพิ่มขึ้น การหาปริมาณไขมันในน้ำนมจึงเป็นสิ่งจำเป็น การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไขมันในนมต้องทำในห้องปฏิบัติการ

1.2.3 ปริมาณของแข็งไม่รวมมันเนย (Solid non fat: SNF) เป็นการหาปริมาณของแข็งในน้ำนมที่เป็นส่วนประกอบหลัก คือ โปรตีน และน้ำตาล โดยไม่รวมไขมัน การวัดของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (Total solid: TS) ทำโดยการวัดความถ่วงจำเพาะ และถ้าต้องการหาของแข็งที่ไม่รวมไขมัน ก็ใช้วิธีหาปริมาณไขมันแล้วลบออกจากปริมาณของแข็งในน้ำนมที่หาจากการคำนวณ ปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยกำหนดตามมาตรฐานต้องไม่น้อยกว่า 8.25 เปอร์เซ็นต์

1.3 คุณภาพทางสุขศาสตร์ (Hygienic quality)

ปริมาณจุลินทรีย์ในนมเป็นเครื่องบ่งชี้อย่างดีถึงคุณภาพของนม นมที่มีคุณภาพดีจะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์น้อย นมที่มีจุลินทรีย์อยู่มากจะมีคุณภาพต่ำและราคาถูก

2. มาตรฐานนมดิบ

ปัจจุบันยังไม่ได้กำหนดมาตรฐานนมกระบือดิบ จึงใช้เกณฑ์การรับซื้อนมโคดิบของ อ.ส.ค. จะรับซื้อนมดิบที่มีคุณลักษณะ ดังนี้ (องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, 2551)

2.1 ต้องเป็นนมบริสุทธิ์ที่รีดจากแม่โคภายหลังโคคลอดลูก ไม่มีนมเหลือง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ หรือปลอมสารอื่นใดลงในนมนั้น

2.2 ปราศจากเชื้อโรคอันอาจติดต่อถึงคนได้

2.3 เปอร์เซ็นต์ไขมันไม่น้อยกว่า 3.25

2.4 เปอร์เซ็นต์ของแข็งในนมต้องไม่น้อยกว่า 12.50 หรือเปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมันเนยไม่น้อยกว่า 8.25

2.5 ไม่มีสารที่อาจเป็นพิษในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารปฏิชีวนะ สารตกค้างจากยาฆ่าแมลง

2.6 ตรวจคุณภาพด้วยน้ำยาเมทิลีนบลูแล้วเปลี่ยนสีที่ระยะเวลาเกินกว่า 4 ชั่วโมงขึ้นไป

2.7 จำนวนเซลล์ในน้ำนมดิบ (Somatic cell count) ไม่เกิน 1,000,000 เซลล์ ต่อมิลลิลิตร

2.8 จำนวนจุลินทรีย์ทนความร้อนในน้ำนมดิบ (Thermoresistant bacteria) ไม่เกิน 5,000 เซลล์ ต่อมิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.9 ไม่มีการตกตะกอนของน้ำนมดิบโดยวิธีการ alcohol test ที่ใช้เอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ และหรือไม่มีการจับตัวเป็นก้อนจากการต้ม (Clot on boiling)

2.10 ความเป็นกรดในน้ำนมดิบอยู่ในระหว่าง 0.12 ถึง 0.16 ของกรดแลคติก (Lactic acid) หรือ pH อยู่ระหว่าง 6.4 ถึง 6.8

2.11 จุดเยือกแข็ง (Freezing point) อยู่ระหว่าง –0.52 ถึง –0.55 องศาเซลเซียส

องค์ประกอบของน้ำนม

องค์ประกอบของน้ำนมมีความสำคัญต่อการปฏิบัติต่อน้ำนม เช่นการเก็บรักษา การแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์นม การออกแบบเครื่องจักรและเครื่องมือเพื่อความเหมาะสมต่อกระบวนการผลิต ในน้ำนมมีส่วนประกอบที่ค่อนข้างซับซ้อนประกอบด้วยหยดไขมันกับโปรตีนในรูปของคอลลอยด์ และส่วนของน้ำตาลนม (แลคโตส) กระจายอยู่ในรูปของสารละลายนอกจากส่วนประกอบที่สำคัญเหล่านี้น้ำนมยังมีแร่ธาตุหลายชนิดปะปนอยู่ด้วย ที่สำคัญคือ แคลเซียมและฟอสฟอรัส วิตามิน เอ็น ไซม์ และสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่จำนวนน้อยอื่น ๆ เช่น กรดซิตริก และสารพวกไนโตรเจนบางชนิดผสมอยู่โดยธรรมชาติ ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำนมในคนและสัตว์ชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำนมในคนและสัตว์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสัตว์	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)				
	น้ำ	ไขมัน	แลคโตส	โปรตีน	เถ้า
คน	87.41	3.78	6.21	2.00	0.30
โค	87.00	4.00	5.00	3.30	0.70
ควาย	82.05	7.98	5.18	4.00	0.79
แพะ	85.71	4.78	4.46	4.29	0.76
แกะ	83.00	5.30	4.60	6.30	0.80
ม้า	90.18	1.59	6.73	2.14	0.42
ลา	91.23	1.15	6.00	1.50	0.40

ที่มา: Atherton and Newlander (1977)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในอุตสาหกรรมนมได้มีการใช้คำศัพท์ ที่สำคัญ ได้แก่

Total solid (TS) หรือ Dry Matter (DM) หมายถึง องค์ประกอบทั้งหมดของน้ำนมแต่ไม่รวมน้ำหรือปริมาณของแข็งทั้งหมด

Solid non fat (SNF) หมายถึง องค์ประกอบของน้ำนมทั้งหมดแต่ไม่รวมน้ำ และไขมัน หรือปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมัน โดยทั่วไปน้ำนมมีค่า SNF อยู่ในช่วง 7.9 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์

Skim milk หมายถึง นมพร่องมันเนย และนมขาดมันเนย ที่เรียกว่าหางนม ประกอบด้วย โปรตีนนม น้ำตาลนม แร่ธาตุ รวมทั้งน้ำเป็นสำคัญ วิตามินที่ละลายในไขมัน และมันเนยจะต่ำกว่าปกติ ถ้าระเหยน้ำออกจะได้หางนมผง

Butter milk หมายถึง ส่วนที่เป็นของเหลวที่ได้จากการทำเนย ภายหลังจากนำครีมไปปั่นที่เรียกว่าน้ำเนย ประกอบด้วย โปรตีนนม น้ำตาลนม แร่ธาตุ รวมทั้งน้ำเป็นสำคัญ มีลักษณะเป็นน้ำสีขาว

Whey หรือ Milk serum หมายถึง องค์ประกอบทั้งหมดของน้ำนมที่ไม่รวมโปรตีนเคซีนและไขมัน

Plasma หมายถึง องค์ประกอบของน้ำนมทั้งหมดแต่ไม่รวมไขมัน

ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำนม มีรายละเอียด ดังนี้

1. ลิปิด (Lipids) (วรรณา ดั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ, 2531)

ลิปิดเป็นคำที่ใช้เรียกสารประกอบไขมัน ไม่ว่าจะเป็น fat หรือ oil ซึ่งต่างก็เป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) เป็นส่วนประกอบที่ละลายได้ในไขมันนม หรือ milk fat มีอยู่ในน้ำนมประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ ของลิปิดทั้งหมด (Milk lipid system) ไขมันประกอบด้วยไตรกลีเซอร์ไรด์ หนึ่งโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ประกอบด้วยหนึ่งโมเลกุลของกลีเซอรอล (Glycerol) และสามโมเลกุลของกรดไขมัน กรดไขมันทั้งสามโมเลกุลถูกเปลี่ยนให้เป็นเอสเตอร์ (Ester) หรือทำปฏิกิริยา esterification กับหนึ่งโมเลกุลของกลีเซอรอล

2. คาร์โบไฮเดรดในน้ำนม (Walstra, Geurts, Noomen, Jellema, & Van Boekel, 1999)

คาร์โบไฮเดรตที่พบในปริมาณมากที่สุดในน้ำนมคือ แลคโตส มี 4 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ ในน้ำนมถึงแม้ว่าพบในปริมาณน้อยมาก แต่ก็มีบทบาทสำคัญต่อกลิ่นรสของน้ำนมที่ผ่านการให้ความร้อน คาร์โบไฮเดรดเหล่านี้ ได้แก่ กลูโคส กาแลคโตส ซูโครส เฮกโซซามีน (Hexosamine) ซีรีโบรไซด์ (Cerebrosides) และอะเซติล-แลคโตซามีน (Acetyl-lactosamine) เป็นต้น สำหรับแลคโตสมีความสำคัญมากต่ออุตสาหกรรมนมหมัก คือเป็นคาร์บอนของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตอาหารนมหมักชนิดต่าง ๆ ในกระบวนการหมักแลคโตสถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก (Lactic acid)

3. โปรตีนในน้ำนม (Milk proteins)

โปรตีนในน้ำนมประกอบด้วยโปรตีนสองกลุ่มใหญ่ ได้แก่ เคซีน (Casein) และซีรั่มโปรตีน (Serum protein) เคซีนมีปริมาณมากที่สุด คือ 78.5 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมด และซีรั่มโปรตีนมีประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมด จากการที่เคซีนมีค่าไอโซอิเลคตริค (Isoelectric point) ที่ 4.6 ถึง 4.7 ทำให้สามารถแยกเคซีนออกจากซีรั่มโปรตีนได้ง่าย โดยปรับให้ค่า pH ของน้ำนมเป็น 4.6 ถึง 4.7 ทำให้เกิดการตกตะกอนของเคซีนได้เป็นลิ่มนมและเวย์ ทั้งนี้โปรตีนที่ยังคงสามารถกระจายตัวหรือละลายอยู่ในเวย์ได้ คือ ซีรั่มโปรตีน ดังนั้น ซีรั่มโปรตีนจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อว่า เวย์โปรตีน

4. เอนไซม์ (Enzymes) (วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ, 2531)

เอนไซม์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สร้างขึ้นจากเซลล์สิ่งมีชีวิต ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาชีวเคมีซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเอนไซม์ การทำงานของเอนไซม์สามารถจะถูกยับยั้งหรือทำลายได้ด้วยความร้อน เอนไซม์ต่างชนิดกันมีความทนทานต่อความร้อนได้ต่างกัน เอนไซม์ที่มีความสำคัญทางการค้า ได้แก่ ฟอสฟาเตส ซึ่งสามารถชี้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์ได้ ไลเปสเป็นเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดกลิ่นหืนในปฏิกิริยา hydrolytic rancidity นอกจากนี้เอนไซม์คาตาเลสยังเป็นดรรชนีที่บอกได้ว่า นมตัวอย่างได้จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบหรือไม่ ส่วนเอนไซม์โปรตีเอสมีผลต่อการสลายตัวของโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมที่เก็บไว้เป็นเวลานาน ๆ

5. แร่ธาตุและเกลือแร่

น้ำนมประกอบด้วยแร่ธาตุหลักอยู่ 7 ชนิด ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม คลอรีน ฟอสฟอรัส โซเดียม ซัลเฟอร์ และแมกนีเซียม นอกนั้นเป็นธาตุที่พบในปริมาณเพียงเล็กน้อย ได้แก่ สังกะสี ทองแดง เหล็ก และอื่น ๆ ส่วนเกลือแร่ หรือสารประกอบเกลือที่พบในน้ำนม ได้แก่ เกลือคลอไรด์ ฟอสเฟต และซิเตรต ของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม

จุลินทรีย์ในนมดิบและผลิตภัณฑ์นม

ความสำคัญของจุลินทรีย์ที่มีต่อนมดิบและผลิตภัณฑ์นมมีดังนี้

1) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้นมดิบเกิดการเปลี่ยนแปลง และเสื่อมเสียก่อให้เกิดความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจของผู้ผลิตคือเกษตรกร ผู้ดำเนินการแปรรูป ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดในนมยังก่อให้เกิดความเจ็บป่วยได้

2) ก่อให้เกิดประโยชน์กับการผลิตผลิตภัณฑ์นม เพราะมีจุลินทรีย์หลายชนิดที่จำเป็นสำหรับการนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์นม เช่น นมเปรี้ยว เนยแข็ง

3) ปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์รวมทั้งสิ่งที่จุลินทรีย์ผลิตออกมาในนม ถูกนำไปใช้เป็นเกณฑ์เพื่อการประเมินว่าการจัดการในกระบวนการผลิตเหมาะสมมากน้อยเพียงใดส่งผลทำให้อุตสาหกรรมนมมีความก้าวหน้าต่อไป

จุลินทรีย์ที่พบในนมดิบมาจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ อาหารสัตว์ ปุ๋ย เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดนม ดิน น้ำ คนรีดนม และเต้านมสัตว์ เป็นต้น ส่วนการพบเชื้อในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เป็นนมที่ผลิตจากโรงงานที่สกปรก เครื่องมือ และภาชนะบรรจุสกปรก ทำการพาสเจอร์ไรส์ไม่ถูกต้อง ไม่ทำให้นมที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วเย็นลงอย่างรวดเร็วหลังการพาสเจอร์ไรส์ และอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็นนมพาสเจอร์ไรส์ไม่เพียงพอ (บุษกร อุตรภิชาติ, 2551)

ชนิดของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในนม เช่น *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* และ *Micrococcus* spp. สำหรับเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มไซโครโทรป (Psychrotrophs) เป็นชนิดของเชื้อที่สามารถเจริญได้ในนมดิบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการแปรรูป เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจะพบการปนเปื้อนในนมดิบจากแหล่งต่าง ๆ เช่น เต้านม เครื่องมือ อุปกรณ์ ภาชนะบรรจุนม น้ำใช้ภายในฟาร์ม (Chye, Abdullah, & Ayob, 2004) นอกจากนั้นเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม Psychrotrophic สามารถเจริญได้ในอาหารสด น้ำนม ที่เก็บรักษาในตู้เย็นเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย และทำให้เกิดโรค เป็นแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Pseudomonas* spp. ส่วนมากแบคทีเรียจะถูกทำลายด้วยความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ แต่ควรควบคุมป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนเนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสร้างเอนไซม์ protcases และ เอนไซม์ Lipases ที่ไปย่อยโปรตีน ไขมัน ในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์เสื่อมเสียมี กลิ่น รสชาติ ผิดปกติ (Manzano et al., 2005)

วิภาดา เสาสำราญ (2548) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำนมดิบจากฟาร์มสู่ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์เพื่อการบริโภค พบว่าอิทธิพลของขนาดฟาร์มไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม และไซโครโทรป และชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูที่ไม่แตกต่างกันโดยฟาร์มขนาดใหญ่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวเท่ากับ 5.17, 2.81 และ 4.75 log cfu/ml และฟาร์มขนาดเล็กพบปริมาณเชื้อ 5.25, 2.90 และ 5.06 log cfu/ml ตามลำดับ และชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูของน้ำนมดิบในฟาร์มขนาดใหญ่และเล็ก เท่ากับ 4.43 และ4.36 ชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อระยะการเก็บรักษาหลังการรีดยาวนานขึ้นทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม และไซโครโทรปมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

กองควบคุมอาหาร (2550) ได้ศึกษาถึงการประเมินผลการพัฒนา GMP นมพร้อมดื่มในประเทศเข้าสู่มาตรฐานสากล จากการประเมินสถานที่ผลิตนมพร้อมดื่มจำนวน 68 แห่งทั่วประเทศ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สามารถเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์มาตรวจวิเคราะห์จำนวน 100 ตัวอย่าง เพื่อให้ทราบสถานการณ์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์เบื้องต้น โดยใช้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 265) พ.ศ. 2545 เรื่องนมโค และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 266) พ.ศ. 2545 เรื่องนมปรุงแต่ง พบว่า มีจำนวนตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุขทั้งหมด 87 ตัวอย่าง (ร้อยละ 87) และมี 13 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 13) และเมื่อพิจารณาผลการตรวจวิเคราะห์จำแนกตามชนิดของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะชนิดโคลิฟอร์ม (Coliforms) และชนิด อีโคไล (*E. coli*) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ใช้ชี้วัดสุขลักษณะที่ดีในการผลิตนมพร้อมดื่มพาสเจอร์ไรส์ พบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดโคลิฟอร์มและชนิดอีโคไลที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 5) และ 11 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11) ตามลำดับ และกลุ่มสถานที่ผลิตที่พบเชื้อดังกล่าว คือกลุ่มสหกรณ์ (จำนวน 2 ตัวอย่าง) กลุ่มเอกชน (จำนวน 6 ตัวอย่าง) และกลุ่มอื่น ๆ (จำนวน 3 ตัวอย่าง) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์นมระหว่างปี พ.ศ. 2542 (จำนวน 54 แห่ง) พบว่ามีผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มพาสเจอร์ไรส์ไม่ผ่านมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด ร้อยละ 7.1 และชนิดอีโคไล ร้อยละ 12.4 แสดงให้เห็นถึงการลดน้อยลงของปัญหาผลิตภัณฑ์นมด้านจุลินทรีย์ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน

Souto et al. (2008) ได้ศึกษาถึงการเกิดโรคเต้านมอักเสบในโคนม กับคุณภาพทางด้านสุขศาสตร์ของนมดิบ พบว่าสาเหตุหลักของการเกิดโรคเต้านมอักเสบเกิดจากเชื้อ *Corynebacterium* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. ซึ่งเต้านมมีอาการบวมแดงจะทำให้น้ำนมลดลง และน้ำนมดิบที่ได้มีคุณภาพต่ำไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบ และอาจมีจำนวนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในปริมาณสูง

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในนมกระบือ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogenic microorganism) และจุลินทรีย์ที่ทำให้นมเน่าเสีย (Spoilage microorganism) ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *Mycobacterium tuberculosis* ทำให้เกิดวัณโรค มักติดต่อจากแม่กระบือ หรือผู้รีดที่เป็นโรค *Coxiella burnetti* เป็นเชื้อริคเกตเซีย ทำให้เกิดโรค Q Fever โรคนี้เมื่อเกิดกับคนแล้วมักมีอาการไข้ ปวดหลัง และอาการปอดบวม *Salmonella typhosa* ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์มักติดต่อจากแม่กระบือ หรือผู้รีดที่เป็นโรค *Hastis percoris* เป็นเชื้อไวรัสโรคปากและเท้าเปื่อย ทำให้ผู้ป่วยมีอาการไข้สูง กลืนอาหารยาก ส่วนจุลินทรีย์ที่ทำให้นมเน่าเสียแต่ไม่ก่อให้เกิดโรคมีหลายชนิด บางชนิดทำให้เกิดนมเปรี้ยว เช่น แบคทีเรียแลคติก บางชนิดทำให้นมมีลักษณะแข็งเป็นลิ่ม เช่น *Bacillus subtilis* บางชนิดทำให้เกิดกลิ่น เนื่องจากการย่อยโปรตีนหรือไขมัน เช่น *Achromobacter lipolyticum* และ *Bacillus cereus*

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จุดวิกฤติที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในน้ำนม (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2549)

1. ภายในเต้านม แบคทีเรียสามารถผ่านหัวนมเข้าไปในเต้านมได้ แม้ว่าน้ำนมที่รีดได้มาจากเต้านมของสัตว์สุขภาพดีที่ผ่านการทำความสะอาดสภาวะภายนอกโดยการทำให้ปราศจากเชื้อก่อนรีดนมแล้วก็อาจมีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ได้ (ประมาณ 10^2-10^3 cfu/ ml) น้ำนมที่มีคุณภาพดังกล่าวถูกจัดไว้ในระดับชั้นคุณภาพน้ำนมดิบเกรดเอ เพราะมีคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในระดับที่ดี แต่ในกรณีที่แม่โคเป็นโรคเต้านมอักเสบ (Mastitis) น้ำนมที่รีดได้จะมีจุลินทรีย์สูงกว่านี้ และแบคทีเรียที่ตรวจพบในน้ำนมส่วนมากได้แก่ *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Streptococcus agalactiae, Strep. uberis, Pseudomonas aeruginosa* และ *Corynebacterium pyogenes* นอกจากนี้ยังพบเชื้อ *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes, Mycobacterium bovis* และ *Mycobacterium tuberculosis* ทำให้เกิดโรควัณโรคขึ้นกับมนุษย์ น้ำนมที่ได้จากแม่โค หรือกระบือนม ซึ่งอยู่ในระหว่างให้ยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาโรคเต้านมอักเสบห้ามจำหน่ายเนื่องจากปฏิชีวนะสามารถผ่านมายังน้ำนม และมีผลทำให้ผู้บริโภคน้ำนมดื้อยาหรือถ้านำนมดังกล่าวไปหมักก็จะเป็นอุปสรรคต่อการเจริญของเชื้อหมัก (Starter cultures) ด้วยเหตุนี้จึงควรระมัดระวังไม่ให้แม่โค หรือกระบือเกิดโรคเต้านมอักเสบ โดยทำการรีดนมอย่างถูกวิธีและถูกสุขลักษณะ ก่อนและหลังรีดนมต้องทำความสะอาดหัวนมโดยจุ่มในน้ำยาฆ่าเชื้อทุกครั้ง และทิ้งไว้จนแน่ใจว่าน้ำยาจะแทรกซึมผ่านหัวนมเข้าไปภายในเต้านมแล้ว เพื่อลดการติดเชื้อจากแบคทีเรียจำพวก Streptococci และ Staphylococci ส่วน *E. coli* มักจะต้านทานต่อน้ำยาฆ่าเชื้อมากกว่าแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ

2. สภาวะภายนอกเต้านม จุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมอาจปนเปื้อนบริเวณหัวนมของแม่โค กระบือ และอาศัยน้ำนมที่ตกค้างอยู่เป็นอาหารเพื่อการเจริญเติบโต จนก่อให้เกิดโรคเต้านมอักเสบขึ้นสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือนโดยเฉพาะฟาง หรือหญ้ารองพื้นเป็นสื่อแพร่เชื้อโรคต้องไม่ปล่อยให้มีความชื้นสูง หรือมีการสะสมของอุจจาระ และปัสสาวะ โดยจะต้องทำการสับเปลี่ยนอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง บริเวณคอกรีดนมต้องล้างให้สะอาด

3. อุปกรณ์ที่สัมผัสกับนม เช่นฝากรวยครอบหัวนมสำหรับใช้กับเครื่องรีดนม ท่อส่งน้ำนม ถังเก็บน้ำนมทั้งที่ติดตั้งอยู่ในอาคาร หรือที่ติดตั้งบนรถบรรทุกนมล้วนเป็นจุดวิกฤตที่ต้องเฝ้าระวังมิให้มีจุลินทรีย์มิฉะนั้นจะปนเปื้อนในนมดิบ

การออกแบบระบบการรีดนมในปัจจุบัน ทำให้นมดิบที่รีดได้ไหลลงสู่ถังเก็บที่ควบคุมอุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส โดยนมดิบไหลไปในท่อปิด ภายในถังเก็บนมมีเครื่องกวน ทำให้ไขมันไม่แยกออกจากน้ำนมเป็นชั้นออกมา แบคทีเรียที่เจริญได้เป็นพวก Psychrotrops ประกอบด้วยแบคทีเรียแกรมลบ คือ *Pseudomonas*, *Acinobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* และ *Achromobacter* และแบคทีเรียแกรมบวก คือ *Bacillus* spp.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การแบ่งกลุ่มจุลินทรีย์ในน้ำนมตามอุณหภูมิ (ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541)

จุลินทรีย์ในนมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) Psychrophilic bacteria เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส และจะถูกทำลายที่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ แต่ถ้าเกิดการปนเปื้อนหลังจากการพาสเจอร์ไรส์แล้วจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์นมที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเย็นเสียได้ ซึ่งทำให้รสชาติของนมเปลี่ยนไป แหล่งที่มาคือน้ำใช้ในฟาร์ม หรือโรงงานที่ไม่สะอาด แบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* และ Coliform group

2) Mesophilic bacteria เป็นแบคทีเรียที่ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ แต่ไม่สามารถเจริญที่อุณหภูมิดังกล่าว อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย ประมาณ 37 องศาเซลเซียส แบคทีเรียเหล่านี้อาจพบมากในน้ำนมดิบ เนื่องจากการสุขาภิบาลในการผลิตไม่ดีพอ เครื่องมืออุปกรณ์สภาพในโรงงาน โรงเรือน ตลอดจนแม่โค กระบือ ไม่สะอาด และอาจเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพทางด้านแบคทีเรียของน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วไม่ได้มาตรฐาน แบคทีเรียในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Bacillus* spp., *Microbacterium* spp., *Micrococcus* และ Coliform group

3) Thermophilic bacteria เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่แบคทีเรียพวกนี้จะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมเป็นกรดแลคติก และทำให้น้ำนมมีรสเปรี้ยว ที่สำคัญได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus thermophilus*, *Streptococcus thermophilus* และ *Bacillus stearothermophilus*

แต่อาจแบ่งกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ในที่มีอุณหภูมิต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่มได้มากกว่า 3 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 2-6

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2-6 ช่วงอุณหภูมิต่ำสุด เหมาะสม และสูงสุดที่เชื้อแต่ละกลุ่มสามารถเจริญเติบโตได้

จุลินทรีย์ (Microorganisms)	อุณหภูมิ (°C)		
	ต่ำสุด (Minimum)	เหมาะสม (Optimum)	สูงสุด (Maximum)
Psychrophilic	-15-5	10-30	20-40
Obligate	-15-0	10-20	20-22
Facultative	-5-5	20-30	30-40
Psychrotrophilic	-5-5	25-30	30-40
Mesophilic	5-25	25-40	40-50
Thermophilic	35-45	45-65	60-90
Obligate	40-45	55-65	70-90
Facultative	35-40	45-55	60-80

ที่มา: Banwart (1989)

การพาสเจอร์ไรส์

เป็นการให้ความร้อนแก่นมดิบเพื่อทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในนม เท่านั้นไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อนหรือสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ ทำได้ 2 แบบ คือ

1. แบบใช้อุณหภูมิต่ำ ระยะเวลานาน (Low temperature long time: LTLT)

คือใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที และทำให้นมเย็นลงทันทีจนมีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส

2. แบบใช้อุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น (High temperature short time: HTST)

คือใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาที หลังจากผ่านการให้ความร้อนแล้ว จะทำให้นมเย็นลงทันทีจนมีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากกระบวนการพาสเจอร์ไรส์นี้จะมีคุณค่าทางอาหารเกือบเท่านมดิบยกเว้นวิตามินบางชนิดซึ่งถูกทำลายได้ด้วยความร้อน

ระบบการพาสเจอร์ไรส์แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบไม่ต่อเนื่อง (Batch process)

เป็นวิธีการฆ่าเชื้อน้ำนมที่นิยมใช้สำหรับการผลิตที่มีปริมาณไม่มากนักระบบนี้เป็นการพาสเจอร์ไรส์แบบ LTLT คือทำให้น้ำนมดิบมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส โดยใช้หม้อต้ม และคงที่อุณหภูมินี้ไว้ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที จากนั้นจึงนำไปทำให้เย็นลงทันทีจนมีอุณหภูมิ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

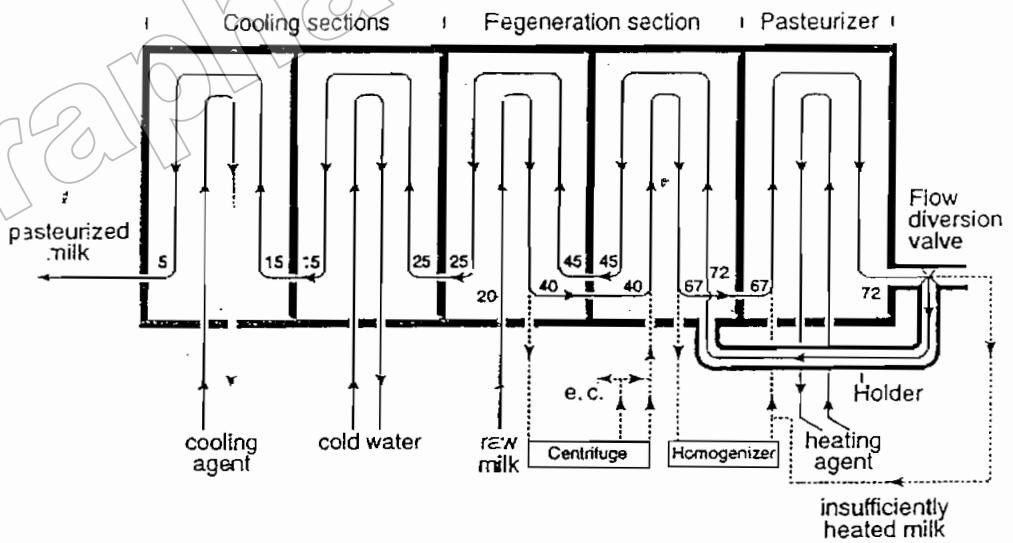
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้ plate cooler หรือนำไปบรรจุก่อนแล้วจึงทำให้เย็นก็ได้ ซึ่งการพาสเจอร์ไรส์ด้วยระบบไม่ต่อเนื่องนี้มีข้อเสียคือ หากทำการผลิตในปริมาณมาก ๆ จะลดอุณหภูมิได้ยากเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานในการทำน้ำเย็น รวมทั้งการลดอุณหภูมิให้เหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส โดยทันทียังกระทำได้ยาก

2. ระบบต่อเนื่อง (Continuous process)

เป็นวิธีการฆ่าเชื้อโดยให้น้ำนมดิบไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งในระบบต่อเนื่องนี้นิยมใช้กับการพาสเจอร์ไรส์แบบ HTST คือ ทำให้น้ำนมมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ในอุณหภูมินี้เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที แล้วจึงทำให้เย็นลงทันทีจนมีอุณหภูมิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส สำหรับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่นิยมใช้ในการฆ่าเชื้อระบบต่อเนื่องนี้ ได้แก่ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate heat exchanger: PHE)

การถ่ายเทความร้อนในเครื่องพาสเจอร์ไรส์นม

เครื่องพาสเจอร์ไรส์นมชนิดการถ่ายเทความร้อนแบบแผ่น(Plate heat exchanger) ดังแสดงในภาพที่ 2-2 ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมนม ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ regeneration section, pasteurizer (Heating section), flow diversion valve (FDV), holding section และ cooling sections การถ่ายเทความร้อนในเครื่องพาสเจอร์ไรส์นมเป็นการถ่ายเทความร้อนส่งผ่านแผ่นโลหะให้ความร้อน และส่วนที่เกิดการและเปลี่ยนความร้อนมี 3 ส่วนได้แก่ regeneration section, Heating s



ภาพที่ 2-2 เครื่องพาสเจอร์ไรส์นมชนิดการถ่ายเทความร้อนแบบแผ่น

ที่มา: Walstra et al. (1999)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Regeneration section เป็นส่วนที่นมดิบไหลผ่านทำให้นมอุณหภูมิสูงขึ้น 20 องศาเซลเซียส ซึ่งไหลสวนทางกับนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส ทำให้นมดิบที่ไหลออกจากส่วนนี้มีอุณหภูมิสูงขึ้น 67 องศาเซลเซียส และนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ไหลออกจากส่วนนี้มีอุณหภูมิต่ำลง 25 องศาเซลเซียส วิธีนี้จัดเป็นการใช้ความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ (Energy conservation) คือ มีการหมุนเวียนพลังงานความร้อนที่ใช้การพาสเจอร์ไรส์นมกลับมาใช้เป็นความร้อนในการอุ่นนมดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น (Regeneration) ก่อนเข้าสู่การพาสเจอร์ไรส์ นมดิบที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น 67 องศาเซลเซียส ถูกส่งผ่านเข้าส่วนที่เรียกว่า positive displacement timing pump เพื่อเพิ่มแรงดันให้แก่นมดิบให้สามารถไหลเข้าสู่ส่วน heating section

การควบคุมกระบวนการพาสเจอร์ไรส์

1. การตรวจสอบระบบการพาสเจอร์ไรส์ก่อนการผลิต

1.1 Flow diversion valve (FDV)

ต้องสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ โดยสามารถตัดกลับไปที่ถังรักษาระดับ (Balance tank) เพื่อผ่านเข้าสู่กระบวนการพาสเจอร์ไรส์ใหม่ เมื่อนมมีอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรส์ต่ำกว่าที่กำหนด คือต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปนิยมตั้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ที่ใช้วัด

1.2 อุณหภูมิน้ำร้อน

อุณหภูมิสูงเพียงพอที่จะทำให้นมมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในนม

1.3 อุณหภูมิน้ำเย็น

อุณหภูมิต่ำเพียงพอที่จะทำให้น้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยระบบพาสเจอร์ไรส์มีอุณหภูมิลดต่ำถึง 5 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจหลงเหลืออยู่ในน้ำนม

1.4 มาตรวัดความดัน

ในส่วนของนมดิบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วสูงกว่าความดันในส่วนของนมดิบไม่ต่ำกว่า 0.5 บาร์ (bar หรือ psi) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำนมดิบไหลเข้าไปปะปนกับน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ในกรณีที่เกิดการรั่วของเพลทใน regenerative section

1.5 การตรวจสอบรอยรั่วที่จุดต่าง ๆ ของระบบพาสเจอร์ไรส์

มีการตรวจสอบที่จุดต่าง ๆ ได้แก่ ท่อส่งนม แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เครื่องโฮโมจีไนส์ ต้องไม่มีรอยรั่ว เนื่องจากอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนเข้าสู่น้ำนมหรือทำให้กระบวนการฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์

2. การตรวจสอบระบบการพาสเจอร์ไรส์ระหว่างกระบวนการผลิต

ระหว่างกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ควรมีการตรวจสอบเพื่อควบคุมกระบวนการฆ่าเชื้อให้มีประสิทธิภาพ และเพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาในกรณีที่เกิดความผิดพลาดขึ้นกับระบบการฆ่าเชื้อ ดังนี้

- อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อเป็นไปตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด

- ควรมีการทวนสอบเวลาในการคงอุณหภูมิ (Holding time) ว่าสามารถคงอุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ไว้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด

- อุณหภูมิของน้ำนมหลังผ่านการทำให้เย็นแล้ว ไม่สูงเกินกว่า 5 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

- มีการบันทึกอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรส์ตามความถี่ที่เหมาะสม โดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ และการจดบันทึก เช่นอุณหภูมิน้ำนมเข้า–ออก อุณหภูมิน้ำร้อนเข้า-ออก อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ และอุณหภูมิน้ำเย็น

3. การตรวจประสิทธิภาพการพาสเจอร์ไรส์

โดยการตรวจสอบเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำนม เนื่องจากอุณหภูมิของการพาสเจอร์ไรส์สามารถทำลายเอนไซม์ต่าง ๆ ในน้ำนมได้โดยมีวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบ ดังนี้

- Peroxidase test: น้ำนมปกติจะมีเอนไซม์ชนิดนี้ประมาณ 0.18 ถึง 0.27 หน่วยต่อมิลลิกรัมน้ำนม ซึ่งจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ถึง 3 วินาที ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบเมื่อใช้อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรส์สูงกว่า 80 องศาเซลเซียส

- Catalase test: เอนไซม์ชนิดนี้จะถูกทำลายที่อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ถึง 30 วินาที

- Phosphatase test: เอนไซม์ชนิดนี้จะถูกทำลายที่อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที

ดังนั้นการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ที่ได้มาตรฐานตามกฎหมาย GMP (Good manufacturing pratice) ต้องมีการควบคุมการผลิตตั้งแต่วัตถุดิบ บรรจุภัณฑ์ กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ ตลอดจนการขนส่งจนถึงผู้บริโภค โดยคำนึงถึงสิ่งสำคัญคือการป้องกันความเสี่ยงของอันตรายทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ที่จะปนเปื้อนน้ำนม การพาสเจอร์ไรส์น้ำนมสามารถที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค แต่มีจุลินทรีย์ในกลุ่ม themoduric เช่น *Micrococus*, *Microbacterium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus* และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Clostridium และแบคทีเรียแกรมลบบางชนิด ที่สามารถทนทานต่อความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ ดังนั้นจึงควรเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรส์ในตู้เย็นเพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แต่มีเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม thermoduric psychrotrophs ที่สามารถเจริญได้ในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส ซึ่งจะผลิตเอนไซม์ (Enzymes) สารพิษ (Toxins) และกระบวนการอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้นมดิบและนมพาสเจอร์ไรส์เสื่อมเสีย (Aaku, Collison, Gashe, & Mpychane, 2004)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์

นมปรุงแต่งชนิดเหลวต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2545)

1. ต้องปราศจากเชื้อโรคอันอาจจะติดต่อคนได้ เช่น เชื้อที่ทำให้เกิดวัณโรค เชื้อที่ทำให้เกิดโรคแท้งติดต่อ เป็นต้น
2. ไม่มีน้ำนมเหลืองเจือปน
3. มีกลิ่นรสตามลักษณะเฉพาะของนมปรุงแต่งนั้น
4. มีลักษณะเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน
5. ไม่มีสารที่อาจเป็นพิษ สารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ และสารปนเปื้อนในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารตกค้างจากยาฆ่าแมลง สารปฏิชีวนะ อะฟลาทอกซิน เป็นต้น
6. ไม่มีวัตถุกันเสีย
7. ไม่มีวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล
8. มีโปรตีนนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.6 ของน้ำหนัก
9. มีเนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันและมันเนยหรือไขมัน ดังนี้

9.1 เนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.7 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 ของน้ำหนัก สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวเต็มมันเนยหรือเต็มไขมัน

9.2 เนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.7 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันมากกว่าร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก แต่ไม่ถึงร้อยละ 3 ของน้ำหนัก สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวพร่องมันเนยหรือพร่องไขมัน

9.3 เนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวขาดมันเนยหรือขาดไขมัน

10. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
11. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในนมปรุงแต่ง 0.1 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12. ตรวจพบแบคทีเรียในนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ 1 มิลลิลิตร ได้ไม่เกิน 10,000 ณ แหล่งผลิตและไม่เกิน 50,000 ตลอดระยะเวลาเมื่อออกจากแหล่งผลิตจนถึงวันหมดอายุการบริโภคที่ระบุบนฉลาก

13. ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 100 ในนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ 1 มิลลิลิตร ณ แหล่งผลิต

14. ตรวจไม่พบแบคทีเรียในนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์และนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธี ยู เอช ที 0.1 มิลลิลิตร

การยืดอายุการเก็บรักษานม

ปัจจัยที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษานมมี ดังนี้

1. การเก็บรักษานมดิบ จัดเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญการเก็บตัวอย่างนมดิบที่อุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นมเก็บรักษาได้นานขึ้น ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติมีผลทำให้แบคทีเรียมีปริมาณมากขึ้น กลิ่น รสของนมไม่ดี ดังนั้นการกำหนดคุณภาพนมดิบอย่างเคร่งครัดสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น

2. กระบวนการผลิต การเลือกใช้กระบวนการผลิตอย่างเหมาะสมสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น ดังนั้นในทุก ๆ ขั้นตอนของการผลิตนับตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการผลิตจึงมีความสำคัญ

3. ชนิดของภาชนะบรรจุการเลือกชนิดของภาชนะบรรจุที่เหมาะสมจัดได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ ภาชนะบรรจุแต่ละชนิดมีความเหมาะสมต่อชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้ และภาชนะบรรจุที่ดีต้องไม่มีรอยรั่ว มีความแข็งแรง ป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้ เพื่อยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์นม

4. การบรรจุ การใช้เทคโนโลยีการบรรจุที่เหมาะสมมีส่วนช่วยในการเก็บรักษา ป้องกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์นม และสามารถลดการปนเปื้อนภายในและรอบ ๆ เครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุได้

5. สภาวะการเก็บ การเก็บผลิตภัณฑ์ในที่เย็นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นโดยการควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด คือไม่เกิน 8 องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาการขนส่งเพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต

6. การจัดเรียงผลิตภัณฑ์ขึ้นรถห้องเย็นหรือถังเย็นโดยจัดวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องส่งลูกค้าทีหลังขึ้นบนรถหรือถังเย็นก่อน และจัดวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องส่งก่อนไว้ชั้นบนสุดหรือไว้ในส่วนนอกสุดตามหลัก First In-Last Out เพื่อความสะดวกในการหยิบผลิตภัณฑ์ออกจากรถหรือถังเย็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University