



เคซีนมและ ผลิตภัณฑ์นม

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นิชยา รัตนานนท์



เคมีนามและผลิตภัณฑ์นม

เรียบเรียงโดย

ดร.นิธิยา รัตนานนท์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร

วังบูรพา : 860-862 ถนนมหาไชย วังบูรพา กรุงเทพมหานคร 10200

โทร. 0-2221-0742, 0-2221-6567 แฟกซ์ 0-2225-3300

ปิ่นเกล้า : 1/35-39 ถนนบรมราชชนนี บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

โทร. 0-2434-8814-5 แฟกซ์ 0-2424-0152



เกมินมและผลิตภัณฑ์นม

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนাপนนท์

ราคา 100 บาท

จัดทำเป็นฉบับ E-Book ครั้งที่ 1 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2568

- หนังสือเล่มนี้สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พุทธศักราช 2558 ห้ามผู้ใดพิมพ์ซ้ำ ลอกเลียน ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น •

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

นิธิยา รัตนापนนท์.

เกมินมและผลิตภัณฑ์นม.--กรุงเทพฯ : ไอเดียสโตร์, 2568.

216 หน้า.

1. น้านม. 2. ผลิตภัณฑ์นม. I. ชื่อเรื่อง.

641.37

ISBN (e-book) 978-616-538-342-4

ผู้จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย สำนักพิมพ์ไอเดียสโตร์

บรรณาธิการบริหาร : ประสาร สันติวัฒนา บรรณาธิการ : ภูสิทธิ์ พลายชมภู กองบรรณาธิการ : สนธยา ราชีทอง
จิตติมา เพ็ชรศรี พิสูจน์อักษร : จิระภรณ์ ศักดิ์แก้ว ฝ่ายศิลปกรรม : ชีรพล ศรีสวัสดิ์ ประยง อ่อนแสง ปัญญา ผูกสินธ์
เอกพันธ์ ขวาเปาะ รูปเล่มและอาร์ตเวิร์ค : ชัยวัฒน์ แก้วกู๋ เรียงพิมพ์ : ณศวรรณ พลสมักร ออกแบบปก :
กongsuพันธ์ ขวาเปาะ ประสานงานการผลิต : ปิยะวัลย์ พันธุ์แจ่ม กัญญา วงศ์กาคำ อรมา คงสุวรรณ

สำนักพิมพ์ไอเดียสโตร์ขอเรียนเชิญครู-อาจารย์และบุคคลทั่วไปทุกท่านที่สนใจในงานเรียบเรียงการเขียนเอกสาร
ประกอบการสอน เอกสารคำสอน ตำรา หนังสือ รายงานการพัฒนา นวัตกรรม งานประดิษฐ์ รวมทั้งผลงานทาง
วิชาการทุกสาขา และมีผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบผลงานถูกต้องตามหลักวิชาการให้อีกด้วย ทั้งนี้ให้ส่งสำเนาต้นฉบับ ประวัติ
สถานที่ทำงาน เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่สามารถติดต่อได้สะดวกมาในนาม บรรณาธิการ สำนักพิมพ์ไอเดียสโตร์
1/35-39 ถนนบรมราชชนนี แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

ในกรณีที่ท่านต้องการซื้อเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในการสอน การฝึกอบรม และส่งเสริมการขาย เป็นต้น
กรุณาติดต่อสอบถามราคาพิเศษได้ที่ สำนักพิมพ์ไอเดียสโตร์ทุกสาขา : สาขาปิ่นเกล้า โทร. 0-2434-8814-5;
สาขาวังบูรพา โทร. 0-2221-0742, 0-2221-6567

คำนำ

นํ้านมเป็นอาหารชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอื่นๆ อีกด้วย ดังนั้นนักศึกษาที่เรียนด้านวิทยาศาสตร์การอาหารและคหกรรมศาสตร์ จึงควรมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการแปรรูป และการเก็บรักษาของนํ้านมและผลิตภัณฑ์นมเป็นอย่างดี

หนังสือ **เคมีนัมและผลิตภัณฑ์นม** เล่มนี้ได้พิมพ์โรเนียวขึ้นครั้งแรกเมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2524 เพื่อให้ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารได้ใช้อ่านประกอบการเรียนวิชาเคมีอาหาร ต่อมาได้ปรับปรุงและเพิ่มเติมเนื้อหาให้มากขึ้น โดยการถ่ายเอกสารประกอบการเรียนจนถึงปี พ.ศ. 2553 เนื่องจากยังมีความรู้ใหม่ๆ และความก้าวหน้าของผลงานวิจัยทางด้านเคมีนัมอย่างต่อเนื่อง จึงได้ปรับปรุงและเพิ่มเติมเนื้อหาให้ทันกับความรู้ที่ก้าวหน้าอีกครั้งจนกระทั่งกลายเป็นหนังสือเล่มนี้ โดยเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึงส่วนประกอบทางเคมีของนํ้านมและผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ โดยละเอียด รวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของนํ้านมและผลิตภัณฑ์นมเท่าที่สามารถจะรวบรวมได้จากตำราและวารสารภาษาอังกฤษ โดยเน้นเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเคมีนัมและผลิตภัณฑ์นมเท่านั้น

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญศิริ ศรีบุรี ที่ช่วยพิสูจน์อักษร และรองศาสตราจารย์ ดร. ดนัย บุญยเกียรติ ที่เอื้อเฟื้อภาพประกอบในครั้งนี้นี้จนทำให้หนังสือเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ดร. นิธิยา รัตนาปนนท์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1	นํ้านม.....	1
	นํ้านมคืออะไร.....	1
	การสร้างนํ้านม.....	5
	การหลั่งนํ้านม.....	7
บทที่ 2	ลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของนํ้านมวัว.....	9
	ลักษณะทางกายภาพของนํ้านมวัว.....	9
	ส่วนประกอบทางเคมีของนํ้านมวัว.....	11
บทที่ 3	ปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประกอบของนํ้านมวัว.....	23
บทที่ 4	ลิติดในนํ้านม.....	31
	ชนิดของลิติดในนํ้านม.....	31
	กรดไขมันในไขมันนม.....	37
	บทบาทการทำหน้าที่ของไขมันนม.....	40
	ปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประกอบของไขมันนม.....	41
	สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไขมันนม.....	41
	การปรับปรุงคุณภาพของไขมันนม.....	43
	คุณค่าทางโภชนาการของไขมันนม.....	44
บทที่ 5	โปรตีนในนํ้านม.....	47
	เคซีน.....	47
	เคซีนไมเซลล์.....	53
	เวย์โปรตีน.....	55
	ชนิดของโปรตีนที่มีปริมาณน้อยในนํ้านม.....	56
	การใช้ประโยชน์จากเวย์โปรตีน.....	62
	การเสียดสภาพธรรมชาติของโปรตีนนม.....	63

	การเป็นบัพเฟอร์ของโปรตีนในน้ำนม	63
	การตกตะกอนโปรตีนเคซีน	63
	กรดแอมิโนในโปรตีนนม	65
บทที่ 6	เอนไซม์ในน้ำนม.....	69
	เอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำนมตามธรรมชาติ	70
	ผลของความร้อนต่อกิจกรรมของเอนไซม์	80
	การใช้ประโยชน์ของเอนไซม์ในน้ำนม	81
บทที่ 7	แร่ธาตุและวิตามินในน้ำนม	83
	แร่ธาตุ.....	83
	วิตามิน.....	84
บทที่ 8	สมบัติทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมวัว.....	91
	สมบัติทางกายภาพ	91
	การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี.....	97
บทที่ 9	ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์นม	103
	น้ำนมพร้อมดื่ม	103
	น้ำนมระเหยน้ำ.....	108
	นมข้นจืด.....	109
	นมข้นหวาน	109
	นมผง	110
	น้ำนมผสมมอลต์.....	110
	การแยกส่วนประกอบของน้ำนม.....	111
	ครีม	111
	เนย	112
	กี.....	115
	น้ำมันเนย.....	117
	บัตเตอร์มิลค์.....	117
	น้ำนมปราศจากไขมัน	118
	เวย์.....	119
บทที่ 10	กลิ่นและรสชาติของน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม	123
	กลิ่นและรสชาติของน้ำนม	123

การเกิดกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์นมหมัก.....	124
การเกิดกลิ่นผิดปกติในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม.....	126
กลิ่นผิดปกติจากทางเคมี.....	126
กลิ่นและรสชาติที่เกิดจากการเสื่อมเสียโดยจุลินทรีย์.....	133
กลิ่นผิดปกติจากคุณสมบัติของนมให้กลิ่นและรสชาติ.....	134
กลิ่นสาบวัว.....	135
บทที่ 11 เนยแข็ง.....	137
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการบ่มเนยแข็ง.....	139
การจำแนกชนิดของเนยแข็ง.....	144
ส่วนประกอบทางเคมีของเนยแข็ง.....	149
กลิ่นและรสชาติของเนยแข็ง.....	150
บทที่ 12 ไอศกรีม.....	155
หน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละชนิดในไอศกรีม.....	158
ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม.....	162
โครงสร้างทางกายภาพของไอศกรีม.....	164
บทที่ 13 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม.....	167
คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนม.....	167
คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมแต่งกลิ่นรส.....	168
คุณค่าทางโภชนาการของเนยแข็ง.....	173
คุณค่าทางโภชนาการเวย์และผลิตภัณฑ์เวย์.....	178
บทที่ 14 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำนม.....	183
สมบัติทางกายภาพของน้ำนมวัว.....	183
ชนิดของน้ำนม.....	184
การวิเคราะห์น้ำนม.....	184
วิธีการวิเคราะห์น้ำนม.....	188
เอกสารประกอบการเรียนเรียง.....	201
ประวัติผู้เรียบเรียง.....	205

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว ขณะเปลี่ยนจากน้ำนมที่เลี้ยงเป็นน้ำนมปกติ.....	2
ตารางที่ 1.2	ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดต่างๆ.....	3
ตารางที่ 1.3	ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด.....	4
ตารางที่ 1.4	ส่วนประกอบของเลือดเปรียบเทียบกับน้ำนมวัว	6
ตารางที่ 2.1	ขนาดและจำนวนโมเลกุลของส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว	10
ตารางที่ 2.2	สมบัติของอนุภาคไขมันนมและเคซีนไมเซลล์	10
ตารางที่ 2.3	ปริมาณของส่วนประกอบทางเคมีในส่วนต่างๆ ของน้ำนม (ปริมาณในน้ำนม 1 กิโลกรัม)	12
ตารางที่ 2.4	ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณของน้ำนมวัว	14
ตารางที่ 2.5	ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ ที่พบเป็นจำนวนมากในน้ำนมวัว	16
ตารางที่ 2.6	แร่ธาตุที่มีปริมาณน้อยในน้ำนมที่เลี้ยงและน้ำนมปกติ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	17
ตารางที่ 2.7	ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ ที่พบเป็นจำนวนน้อยในน้ำนมวัว (ไมโครกรัมต่อลิตร)	18
ตารางที่ 2.8	ชนิดและปริมาณของวิตามินในน้ำนมวัว	20
ตารางที่ 2.9	สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในน้ำนมวัว	21
ตารางที่ 2.10	ชนิดและปริมาณของก๊าซที่มีอยู่ในน้ำนมวัว (% ปริมาตร)	21
ตารางที่ 3.1	ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้จากวัวพันธุ์ต่างๆ.....	24
ตารางที่ 3.2	ความผันแปรของส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัวที่วิเคราะห์ได้	25
ตารางที่ 3.3	อิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว	28
ตารางที่ 3.4	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว	29
ตารางที่ 4.1	ลิสต์ที่เป็นส่วนประกอบในน้ำนมวัว	32

ตารางที่ 4.2	ชนิดและปริมาณของลิวตินที่เป็นส่วนประกอบของในน้ำมันวัว	32
ตารางที่ 4.3	ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบมากในไขมันนม	34
ตารางที่ 4.4	ชนิดและตำแหน่งของกรดไขมันในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ในไขมันนม....	34
ตารางที่ 4.5	องค์ประกอบของกรดไขมันในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ของไขมันนม	35
ตารางที่ 4.6	ส่วนประกอบของลิวตินที่เป็นเมมเบรนของอนุภาคไขมันนม	36
ตารางที่ 4.7	กรดไขมันในไขมันนมและสมบัติของกรดไขมันแต่ละชนิด	37
ตารางที่ 4.8	องค์ประกอบของกรดไขมันในลิวตินแต่ละชนิด.....	38
ตารางที่ 4.9	กรดไขมันในน้ำมันกลุ่มที่ระเหยได้ง่ายและกลุ่มที่ระเหยไม่ได้	39
ตารางที่ 4.10	ปริมาณลิวตินในผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ.....	45
ตารางที่ 5.1	ชนิดและส่วนประกอบของโปรตีนในน้ำนมและน้ำนมปราศจากไขมัน	48
ตารางที่ 5.2	ความเข้มข้นของปริมาณโปรตีนชนิดต่างๆ ในน้ำมันวัว	50
ตารางที่ 5.3	จำนวนโมเลกุลของกรดแอมิโนที่เป็นองค์ประกอบใน โมเลกุลของโปรตีนนมชนิดต่างๆ.....	51
ตารางที่ 5.4	ขนาดและจำนวนอนุภาคขององค์ประกอบหลักในน้ำมันวัว.....	52
ตารางที่ 5.5	ชนิดและปริมาณของกรดแอมิโนที่เป็นองค์ประกอบใน โมเลกุลของโปรตีนนม (กรัมต่อ 100 กรัมโปรตีน)	65
ตารางที่ 5.6	ส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เคซีนและเวย์โปรตีนที่จำหน่าย ทางการค้า.....	66
ตารางที่ 5.7	การใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์โปรตีนนมในสูตรอาหาร.....	67
ตารางที่ 5.8	ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของโปรตีนโมเลกุลกับบทบาท การทำหน้าที่	68
ตารางที่ 5.9	ลักษณะการมีประจุและค่า isoionic pH ของโปรตีนนม	68
ตารางที่ 6.1	ชนิดของเอนไซม์ต่างๆ และตำแหน่งที่พบในน้ำนม	72
ตารางที่ 6.2	ความแตกต่างระหว่างเอนไซม์แอลคาลีนฟอสฟาเทส และแอซิดฟอสฟาเทส.....	75
ตารางที่ 7.1	ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ ที่พบเป็นจำนวนมากในน้ำมันวัว	84
ตารางที่ 7.2	ปริมาณของไอออนอินทรีย์ อนินทรีย์ และรูปแบบที่พบอยู่ใน น้ำมันวัว	85

ตารางที่ 7.3	ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ ที่พบเป็นจำนวนน้อยในน้ำนมวัว (ไมโครกรัมต่อลิตร).....	86
ตารางที่ 7.4	แร่ธาตุที่มีปริมาณน้อยที่มีในน้ำนม น้ำเหลืองมากกว่าน้ำนมปกติ (ไมโครกรัมต่อลิตร).....	87
ตารางที่ 7.5	ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ ที่พบเป็นจำนวนน้อยในน้ำนมวัว (ไมโครกรัมต่อลิตร).....	87
ตารางที่ 7.6	ชนิดและปริมาณของวิตามินในน้ำนมวัว	89
ตารางที่ 8.1	ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมที่ได้จากแม่วัวพันธุ์ต่างๆ	93
ตารางที่ 8.2	ความหนืดของน้ำนมที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ และส่วนประกอบของน้ำนม.....	96
ตารางที่ 8.3	ผลของกระบวนการแปรรูปต่อการสูญเสียสารอาหารในน้ำนม (% การสูญเสีย).....	101
ตารางที่ 9.1	สภาวะที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปน้ำนมโดยใช้ความร้อน	105
ตารางที่ 9.2	ปริมาณน้ำนมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ	108
ตารางที่ 9.3	มาตรฐานนมข้นหวานของประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา	110
ตารางที่ 9.4	ส่วนประกอบทางเคมีของครีมชนิดต่างๆ.....	112
ตารางที่ 11.1	การจำแนกชนิดของเนยแข็ง.....	148
ตารางที่ 11.2	ส่วนประกอบทางเคมีของเนยแข็งชนิดต่างๆ	150
ตารางที่ 12.1	ส่วนประกอบทางเคมีของไอศกรีมชนิดต่างๆ	156
ตารางที่ 12.2	ส่วนประกอบโดยประมาณของไอศกรีมเกรดต่างๆ	157
ตารางที่ 12.3	หน้าที่หลักของส่วนผสมต่างๆ ในไอศกรีม.....	162
ตารางที่ 13.1	คำจำกัดความของน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม.....	169
ตารางที่ 13.2	คำที่ใช้เรียกและคำอธิบายน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมของข้อมูลฉลาก โภชนาการในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	171
ตารางที่ 13.3	ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเวย์รสหวาน และเวย์ที่เป็นกรด (ปริมาณต่อ 100 กรัมเวย์น้ำหนักแห้ง).....	179
ตารางที่ 13.4	คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนในน้ำนมโปรตีนเคซีน และเวย์โปรตีน	181

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	ค่าเฉลี่ยส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันวัว.....	13
รูปที่ 3.1	การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันตลอดระยะเวลา ที่แม่วัวหลังให้น้ำนม	26
รูปที่ 3.2	อิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อปริมาณไขมันนม โพรตีน น้ำตาลแล็กโทส และเถ้าในน้ำมันวัว.....	27
รูปที่ 5.1	ลักษณะโมเดลของโครงสร้างเคซีนไมเซลล์.....	54
รูปที่ 6.1	ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ลิเพส แล็กโทเพอร์ออกซิเดส และแอลคาไลน์ฟอสฟาเทสในน้ำมัน และที่ทำให้เกิดกลิ่นนมต้ม.....	81
รูปที่ 8.1	ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของน้ำมันปราศจากไขมัน ที่แปรผกผันกับอุณหภูมิ	93
รูปที่ 8.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีหักเหของแสงกับปริมาณของแข็งที่ ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมันปราศจากไขมัน	95
รูปที่ 8.3	ความหนืดของน้ำมันปราศจากไขมันที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณ ของแข็งทั้งหมด	97
รูปที่ 12.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำตาลชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อจุดเยือกแข็งของไอศกรีม.....	160
รูปที่ 12.2	ลักษณะโครงสร้างของฟองอากาศในไอศกรีมใหม่และไอศกรีมเก่า	165
รูปที่ 13.1	รูปแบบข้อมูลผลลากโชนาคารของน้ำมันที่มีไขมันนม 2.0%.....	172
รูปที่ 13.2	รูปแบบข้อมูลผลลากโชนาคารของเนยแข็งเชดดาร์.....	177

บทที่ 1

น้ำนม

น้ำนมคืออะไร

น้ำนมเป็นของเหลวที่หลั่งออกมาจากเต้านมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม น้ำนมเป็นอาหารชนิดแรกที่ลูกอ่อนแรกคลอดของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมจะต้องได้รับ น้ำนมจึงเป็นอาหารที่มีสารอาหารอุดมสมบูรณ์ครบถ้วน เพื่อให้ลูกอ่อนเจริญเติบโต น้ำนมมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ น้ำ ไขมัน โปรตีน น้ำตาล วิตามินต่างๆ แร่ธาตุต่างๆ และสารประกอบอื่นๆ ส่วนที่เป็นของเหลวเมื่อแยกเอาอนุภาคไขมันนม (fat globule) ออกไป เรียกว่า milk plasma ส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำนมที่ไม่ใช่ น้ำ เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด (total solid หรือ milk solid หรือ dry matter) และเมื่อแยกปริมาณไขมันนมออกจากส่วนที่เป็นของแข็งทั้งหมดส่วนที่เหลือเรียกว่า ของแข็งปราศจากไขมัน (milk-solid-not-fat, MSNF)

น้ำนมที่หลั่งออกมาในช่วงแรกของการหลั่งน้ำนม เรียกว่า น้ำมน้ำเหลือง หรือคอลลอสตรัม (colostrum) มีกลิ่นแรง รสขม สีเหลืองถึงเหลืองแดง มีภูมิคุ้มกันโรคมมากกว่าน้ำนมปกติ เนื่องจากมีโปรตีนบีตา-แล็กโทโกลบูลิน โกลบูลิน และแอลบูมินมาก และยังมีปริมาณเอนไซม์แคทาเลสและเพอร์ออกซิเดสสูงด้วย น้ำมน้ำเหลืองจึงมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างจากน้ำนมปกติ และมีลักษณะค่อนข้างข้นกว่า ระยะเวลาการหลั่งน้ำมน้ำเหลืองประมาณ 4-5 วัน หลังจากนั้นในช่วง 5-10 วัน จะเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงจากน้ำมน้ำเหลืองเป็นน้ำนมปกติ สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาหลั่งน้ำมน้ำเหลืองแตกต่างกันอยู่ในช่วง 1-5 วัน วัวและแพะมีระยะเวลาการหลั่งน้ำมน้ำเหลืองสั้นกว่าสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ การเปลี่ยนจากน้ำมน้ำเหลืองเป็นน้ำนมปกติ จะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมด้วย ดังแสดงในตารางที่ 1.1

น้ำนมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม ใช้เป็นอาหารสำหรับบำรุงเลี้ยงลูกอ่อนของสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งมีความต้องการสารอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นน้ำนมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมแต่ละชนิดจึงมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงลูกอ่อนของสัตว์ชนิดนั้นๆ ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1.2

น้ำนมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมแต่ละชนิด นอกจากมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกันแล้ว ยังมีสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีววิทยาแตกต่างกัน เช่น ชนิดของกรดไขมัน จุดหลอมเหลว จุดเดือด ความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน กลิ่นรส และสมบัติของโปรตีนในน้ำนมของสัตว์แต่ละชนิดยังแตกต่างกันที่คุณค่าทางโภชนาการ ความไวหรือความทนต่อความร้อน และความสามารถในการทำให้เกิดการแพ้ (allergic) ต่อสัตว์ชนิดอื่น

ตารางที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัวขณะเปลี่ยนจากน้ำนม
น้ำเหลืองเป็นน้ำนมปกติ

ระยะเวลาหลังจาก เริ่มหลั่งน้ำนม	ส่วนประกอบทางเคมี						
	โปรตีน ทั้งหมด %	เคซีน %	แอลบูมิน %	ไขมัน %	แล็กโทส %	เถ้า %	ของแข็ง ทั้งหมด %
เริ่มแรกหลั่งน้ำนม	17.57	5.08	11.34	5.10	2.19	1.01	26.99
6 ชั่วโมง	10.00	3.51	6.30	6.85	2.71	0.91	20.46
12 ชั่วโมง	6.05	3.00	2.96	3.80	3.71	0.89	14.53
24 ชั่วโมง	4.52	2.76	1.48	3.40	3.98	0.86	12.77
36 ชั่วโมง	3.98	2.77	1.03	3.55	3.97	0.84	12.22
48 ชั่วโมง	3.74	2.63	0.99	2.80	3.97	0.83	11.46
7 ชั่วโมง	3.86	2.70	0.97	3.10	4.37	0.84	11.86
96 ชั่วโมง	3.76	2.68	0.82	2.80	4.72	0.83	11.85
120 ชั่วโมง	3.86	2.68	0.87	3.75	4.76	0.85	12.67
168 ชั่วโมง	3.31	2.42	0.69	3.45	4.96	0.84	12.13

(ที่มา : Johnson, 1983)

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้จากสัตว์แต่ละชนิด ยังผันแปรไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ อีกมากมาย เช่น ชนิดของพันธุ์ สัตว์แต่ละตัว อาหาร ฤดูกาล อุณหภูมิ อายุของสัตว์ ระยะเวลาการให้นม และสภาวะของเต้านม

ตารางที่ 1.2 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้จากสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดต่างๆ

สัตว์เลี้ยงลูก ด้วยน้ำนม	น้ำ %	ไขมัน %	น้ำตาล %	โปรตีน %	เถ้า %
วัว	87.00	4.00	5.00	3.30	0.70
คน	87.41	3.78	6.21	2.00	0.30
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
หนู	63.30	14.79	2.83	11.77	1.50
ลิง	-	3.93	5.89	2.09	0.26
กระป๋อง	82.05	7.98	5.18	4.00	0.79
อูฐ	87.61	5.38	3.26	2.98	0.70
กวางเรนเดียร์	65.32	19.73	2.61	1.91	1.43
ลามะ (lama)	86.55	3.15	5.60	3.90	0.80
สุกร	81.82	6.85	5.00	6.19	0.98
สุนัข	79.26	8.17	4.00	7.53	1.36
แมว	82.17	3.33	4.91	9.08	0.51
กระต่าย	69.50	10.45	1.95	15.54	2.56
ช้าง	68.00	19.60	8.80	3.10	0.50
ปลาวาฬ	70.10	19.60	-	9.50	1.00
สุนัขจิ้งจอก	81.88	5.42	5.11	-	0.88
ฮิปโป	90.43	4.51	4.40	-	0.11
ปลาโลมา (dolphin)	48.76	43.71	-	-	0.46
เม่น	-	31.00	-	-	-

(ที่มา : Atherton and Newlander, 1977)

การพิจารณาคุณภาพของน้ำนม จะพิจารณาจากส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำนมร่วมกับสมบัติทางกายภาพ กลิ่นและรสชาติ สุขลักษณะ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนั้นคุณภาพของน้ำนมยังขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะเอาน้ำนม

ชนิดนั้นๆ ไปใช้ประโยชน์อย่างไร เช่น น้ำนมที่จะนำไปใช้ทำเนยต้องมีปริมาณไขมันนมสูง ปริมาณของไขมันนมที่มีอยู่ในน้ำนมจะเป็นตัวกำหนดราคาของน้ำนม ส่วนน้ำนมที่จะนำไปใช้ทำเนยแข็งต้องพิจารณาจากปริมาณโปรตีนและไขมันนม รวมทั้งปริมาณแบคทีเรีย (bacterial content) ราคาของน้ำนมสำหรับทำเนยแข็งจึงขึ้นอยู่กับปริมาณของโปรตีนเป็นสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด ต้องการน้ำนมที่มีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน

ตารางที่ 1.3 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้จากสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด

ชื่อสัตว์	น้ำหนักแห้ง	ไขมันนม	เคซีน	ซีรัมโปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า
ลา	10.8	1.5	1.0	1.0	6.7	0.5
ม้า	10.8	1.7	1.3	1.2	6.0	0.5
อูฐ	13.4	4.5	2.7	0.9	4.5	0.8
กวางเรนเดียร์	33.0	18.0	8.5	2.0	2.6	1.5
วัว	12.7	3.9	2.6	0.6	4.6	0.7
ชีบู	13.5	4.7	2.6	0.6	4.9	0.7
จามรี	17.7	6.7	5.5*	-	4.6	0.9
กระปือ	17.5	7.5	3.8	0.7	4.8	0.8
แพะ	13.3	4.5	3.0	0.6	4.3	0.8
แกะ	18.8	7.5	4.6	1.0	4.6	1.0

* เคซีนรวมซีรัมโปรตีน

(ที่มา : Walstra et al., 1999)

สำหรับน้ำนมที่นำมาแปรรูปเป็นน้ำนมพร้อมดื่ม นั้น จะพิจารณาถึงการย่อยเป็นอันดับแรก คือต้องเป็นน้ำนมที่ให้พลังงานสูง มีปริมาณโปรตีนสูง โปรตีนสามารถถูกย่อยได้ง่าย (high digestibility) และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี มีแร่ธาตุและวิตามินต่างๆ มีฮอริโมนบางชนิด มีกลิ่นและรสชาติที่ดีด้วย สารประกอบบางชนิดอาจทำให้คุณภาพของน้ำนมเสียไปได้ เช่น การมีสารปนเปื้อนที่อาจเป็นอันตราย ได้แก่ สารกัมมันตภาพรังสี หรือสารพิษตกค้างที่สัตว์ได้รับจากพืชปนออกมาในน้ำนมด้วย เป็นต้น

น้ำนมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมที่คนเราสามารถนำมาบริโภคได้ ได้แก่ น้ำนมวัว น้ำนมแพะ น้ำนมแกะ น้ำนมกระปือ และน้ำนมกวางเรนเดียร์ น้ำนมที่คนนิยมบริโภคมากที่สุดคือ น้ำนมวัว ในประเทศอินเดียคนนิยมบริโภคน้ำนมกระปือ ส่วนในประเทศแถบยุโรปทางใต้คนนิยมบริโภคน้ำนมแพะและน้ำนมแกะ

น้ำนมที่นิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำนมวัว ซึ่งนำมาผลิตเป็นน้ำนมพาสเจอร์ไรซ์ น้ำนมโฮมोजีนส์ เนย เนยแข็ง ไอศกรีม นมข้น นมระเหยน้ำ นมผง น้ำนมปรุงแต่งกลิ่น (flavouring milk) น้ำนมเสริมวิตามิน (fortifying milk) น้ำนมที่มีแร่ธาตุต่ำ (demineralizing milk) น้ำนมปราศจากน้ำตาลแล็กโทส (lactose-free milk) และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ

การสร้างน้ำนม

น้ำนมถูกสร้างขึ้นภายในกระเปาะสร้างน้ำนม การสร้างหรือการกลั่นให้น้ำนม 1 ปอนด์จะต้องมีเลือดไหลวนเวียนผ่านเต้านม 400 ปอนด์ ถ้าแม่วัวต้องการผลิตน้ำนมวันละ 80 ปอนด์จะต้องมีเลือดปั๊มไหลผ่านเต้านมประมาณ 32,000 ปอนด์ หรือ 16 ตัน ดังนั้นการไหลวนเวียนของเลือดผ่านเต้านมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตน้ำนมเป็นอย่างมาก เพราะการไหลวนเวียนของเลือดจะเป็นตัวส่งอาหารและวัตถุดิบให้แก่เต้านมในการผลิตน้ำนม การสร้างน้ำนมอาจเกิดได้ไม่เต็มที่ ถ้าส่วนประกอบของเลือดขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือมีสารประกอบชนิดหนึ่งชนิดใดน้อยเกินไป จะทำให้การสร้างน้ำนมลดน้อยลงไปด้วย

ฮอร์โมนที่ควบคุมการสร้างน้ำนมมีหลายชนิด ได้แก่ ฮอร์โมนโพรแล็กติน (prolactin) ซึ่งหลังจากต่อมพิทูอิทารีส่วนหน้า (anterior pituitary) ฮอร์โมนไทรอกซินซึ่งหลังจากต่อมไทรอยด์ และฮอร์โมนจากต่อมแอดรีนาล

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ถูกสร้างขึ้นที่เซลล์ของกระเปาะสร้างน้ำนม ได้แก่ โปรตีน น้ำตาล และไขมัน โปรตีนในน้ำนมมีหลายชนิด ได้แก่ แอลฟา- บีตา- แกมมา- และแคปปา-เคซีน แล็กโทแอลบูมิน และแล็กโทโกลบูลิน โปรตีนเคซีนเป็นโปรตีนชนิดเดียวที่ไม่พบในธรรมชาติจากแหล่งอาหารชนิดอื่นนอกจากในน้ำนมเท่านั้น เคซีนถูกสร้างขึ้นโดยเซลล์ที่กระเปาะสร้างน้ำนมจากกรดแอมิโนตามกรรมวิธีการสังเคราะห์โปรตีน โมเลกุลของโปรตีนจะจับกลุ่มรวมกันเข้าเป็นกลุ่มใหญ่ มีถุงหุ้ม และส่งออกไปจากเซลล์สู่ภายในกระเปาะสร้างน้ำนม

น้ำตาลในน้ำนมเป็นน้ำตาลแล็กโทส ซึ่งโมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและกาแล็กโทส ส่วนน้ำตาลในเลือดมีเฉพาะกลูโคสเท่านั้น ดังนั้นเซลล์ของกระเปาะสร้างน้ำนมจะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นน้ำตาลกาแล็กโทส แล้วจึงรวมกับน้ำตาลกลูโคสอีกโมเลกุลหนึ่งได้เป็นน้ำตาลแล็กโทสโดยอาศัยเอนไซม์แล็กโทซินทีเตส (lactose synthetase)

สำหรับการสร้างไขมันนม เนื่องจากไขมันนมเป็นไตรกลีเซอไรด์หลายๆ ชนิดผสมกัน เช่นเดียวกับไขมันชนิดอื่น แต่ไตรกลีเซอไรด์ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีจำนวนคาร์บอนประมาณ 4-16 อะตอม ทำให้ไขมันนมและเนยมีกลิ่นหอม เพราะกรดเหล่านี้เป็นกรดที่ระเหยได้ง่าย กรดไขมันที่ใช้สังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันบางชนิดได้มาจากอาหารที่สัตว์กินเข้าไป หรือย่อยกรดไขมันบางชนิดให้มีโมเลกุลเล็กลง หรือสังเคราะห์ขึ้นใหม่ภายในเซลล์ของกระเปาะสร้างน้ำมัน แล้วรวมกับกลีเซอรอลซึ่งมาจากกลูโคสเมแทบอลิซึมได้เป็นไตรกลีเซอไรด์ตามที่ต้องการ

วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ได้รับมาจากเลือดโดยตรง ซึ่งได้มาจากอาหารที่สัตว์กินเข้าไป ถ้าในเลือดมีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ สูง น้ำมันจะมีปริมาณสูงด้วย ถ้าวัวได้รับอาหารที่มีแคโรทีนสูงและตับของวัวไม่สามารถเปลี่ยนให้เป็นวิตามินเอได้หมด จะพบแคโรทีนในน้ำมันวัวด้วย ทำให้ไขมันนมมีสีเหลือง ส่วนประกอบของเลือดและน้ำมันแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ส่วนประกอบของเลือดเปรียบเทียบกับน้ำมันวัว

% ส่วนประกอบในเลือด		% ส่วนประกอบในน้ำมัน	
น้ำ	91.0	น้ำ	87.0
น้ำตาลกลูโคส	0.05	น้ำตาลแล็กโทส	4.9
ซีรัมแอลบูมิน	3.2	แล็กโทแอลบูมิน	0.52
ซีรัมโกลบูลิน	4.4	แล็กโทโกลบูลิน	0.05
กรดแอมิโน	0.003	เคซีน	2.9
ไขมัน	0.06		3.7
ฟอสโฟลิพิด	0.24		0.04
คอเลสเทอรอลเอสเทอร์	0.17		น้อยมาก
แคลเซียม	0.009		0.12
ฟอสฟอรัส	0.011		0.10
โซเดียม	0.34		0.05
โพแทสเซียม	0.03		0.15
คลอรีน	0.35		0.11
กรดซิตริก	น้อยมาก		0.02

(ที่มา : ALFA-LAVAL, 1989)

การหลั่งน้ำนม (milk ejection)

น้ำนมในเต้านมส่วนใหญ่จะอยู่ภายในกระเปาะสร้างน้ำนมและตามท่อต่างๆ น้ำนมบางส่วนจะอยู่ในโพรงเก็บพักน้ำนมซึ่งส่วนนี้จะรีดออกจากเต้านมได้ง่าย การหลั่งหรือการปล่อยน้ำนม (milk ejection หรือ milk let-down) จะเกิดขึ้นต้องมีการกระตุ้นระบบประสาทที่บริเวณผิวหนังของเต้านมซึ่งมีความไวต่อความรู้สึก การกระตุ้นจะเกิดขึ้นได้เมื่อลูกรูควัดูดเต้านมของแม่ไว้ หรือมีการสัมผัสจากมือผู้รีด หรือเครื่องรีด แรงกระตุ้น (impulse) จะส่งไปตามระบบประสาทสู่ต่อมไฮโปทาลามัส ซึ่งจะสั่งให้ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (posterior pituitary) ปล่อยฮอร์โมนออกซีโทซิน (oxytocin) ออกมาเข้าสู่กระแสเลือดส่งมายังกระเปาะสร้างน้ำนมของเต้านม ฮอร์โมนออกซีโทซินจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเรียบรอบๆ กระเปาะสร้างน้ำนมหดตัวบีบให้น้ำนมไหลออกจากกระเปาะสร้างน้ำนมไปตามท่อต่างๆ ไปยังโพรงเก็บพักน้ำนม การกระตุ้นนี้ใช้เวลาน้อยกว่า 1 นาที หลังจากนั้นประมาณ 5 นาที น้ำนมจะไหลออกมามากขึ้น สาเหตุใดก็ตามที่ทำให้หัวใจไม่พอใจ หรือเจ็บ จะมีผลต่อระบบประสาท ทำให้มีการหลั่งของฮอร์โมนแอดรีนาลินเข้าสู่กระแสเลือดลดลง ส่งผลทำให้เส้นเลือดหดตัว เลือดจึงส่งไปยังเต้านมได้น้อยลง การสร้างน้ำนมจะลดลงและทำให้ออกซีโทซินไม่สามารถเดินทางไปถึงเต้านมได้ การหลั่งน้ำนมจะลดน้อยลงด้วย





บทที่ 2

ลักษณะทางกายภาพและ ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว

ลักษณะทางกายภาพของน้ำนมวัว

น้ำนมวัวเป็นสารละลายผสมที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีสารประกอบต่างๆ ละลายอยู่ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไขมันนมจะกระจายตัวอยู่ในน้ำ เป็นอนุภาคไขมันนม (fat globule) ทำให้เกิดเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water) มีโปรตีนเคซีนและซีรัมโปรตีน (serum protein) ได้แก่ แล็กโทแอลบูมิน (lactoalbumin) และแล็กโทโกลบูลิน (lactoglobulin) ละลายอยู่ในรูปสารละลายคอลลอยด์ โดยโปรตีนเคซีนอยู่ในรูปของเคซีนไมเซลล์ (casein micelles) ซึ่งประกอบด้วยน้ำ โปรตีน และแร่ธาตุ โปรตีนเคซีนจะจับกับประจุบวก (cation) ได้แก่ แคลเซียมและแมกนีเซียมไอออน ได้เป็นเกลือเคซีนเตต และยังมีเกลือชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในรูปไมเซลล์ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งมีความผันแปรในองค์ประกอบ และอาจมีเกลือซีเทรตรวมอยู่ด้วยจำนวนเล็กน้อย เรียกว่า colloidal phosphate และเมื่อรวมกับเคซีนไมเซลล์เป็นสารประกอบเชิงซ้อน เรียกว่า calcium-caseinate/calcium-phosphate complex สำหรับเคซีนไมเซลล์ยังประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ (small particle) ที่ไม่ได้มีขนาดสม่ำเสมอ (homogeneous) แต่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กๆ จำนวนมาก และมีน้ำอยู่จำนวนหนึ่ง (few grams) ต่อกรัมของเคซีน นอกจากนี้ในน้ำนมยังมีน้ำตาล กรดอะมิโน วิตามินต่างๆ และแร่ธาตุต่างๆ ละลายอยู่ในรูปของสารละลายแท้หรือคริสทอลลอยด์

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัวไม่ได้แยกกันอยู่เป็นโมเลกุลอิสระในสารละลาย แต่จะเกาะรวมตัวกันเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อน โดยเฉพาะโปรตีนเคซีนซึ่งจะอยู่ในรูปไมเซลล์ทรงกลม (spherical micelle) ขนาดใหญ่ และมีอนุภาคไขมันนมอยู่ในรูปทรงกลม (spherical

globule) ขนาดใหญ่มากเช่นเดียวกัน ดังนั้นขนาดและรูปร่างโมเลกุลของโปรตีนและอนุภาคไขมันนมจึงมีผลต่อความหนืดและความดันออสโมซิสของน้ำนมด้วย ขนาดและจำนวนโมเลกุลของส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และสมบัติของอนุภาคไขมันนมและเคซีนไมเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

น้ำนมที่แยกเอาอนุภาคไขมันและเคซีนไมเซลล์ออกไป ของเหลวที่เหลือ เรียกว่า milk serum ซึ่งเป็นของเหลวที่ไมเซลล์กระจายตัวอยู่ ส่วนซีรัมโปรตีนในน้ำนมส่วนใหญ่อยู่ในรูปโมเลกุล (molecular form) มีส่วนน้อยที่เกาะตัวรวมกันเป็นอนุภาคเล็กๆ (small aggregate) และจับกับน้ำได้เล็กน้อย

ตารางที่ 2.1 ขนาดและจำนวนโมเลกุลของส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว

ส่วนประกอบของน้ำนม	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (นาโนเมตร)	จำนวนโมเลกุล ต่อมิลลิลิตร
น้ำตาลแล็กโทส	0.5	10^{19}
เวย์โปรตีน	4-6	10^{17}
เคซีนไมเซลล์	50-300	10^{14}
อนุภาคไขมันนม	2,000-6,000	10^{10}

(ที่มา : Swaisgood, 1996)

ตารางที่ 2.2 สมบัติของอนุภาคไขมันนมและเคซีนไมเซลล์

สมบัติของโครงสร้างหลักของน้ำนม	อนุภาคไขมันนม	เคซีนไมเซลล์
องค์ประกอบหลัก	ไขมัน	เคซีน น้ำ และเกลือ
สถานภาพในน้ำนม	อิมัลชัน	fine dispersion
ปริมาณ (% น้ำหนักแห้ง)	4.0	2.8
Volume fraction	0.04	0.1
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	0.1-10 μm	20-300 nm
จำนวนต่อมิลลิลิตรน้ำนม	10^{10}	10^{14}
พื้นที่ผิว (ตารางเซนติเมตรต่อมิลลิลิตรน้ำนม)	700	40,000
ความหนาแน่น (20°C; กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	920	1,100
การมองเห็นอนุภาค	ไมโครสโคป	อัลตราไมโครสโคป
การแยกออกจากน้ำนม	milk separator	high-speed centrifuge
Isoelectric pH	~3.8	~4.6

(ที่มา : Walstra et al., 1999)