



โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสกลนคร

จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นม

DAIRY PRODUCTS MICROBIOLOGY



บุญศรี จงเสรีจิตต์

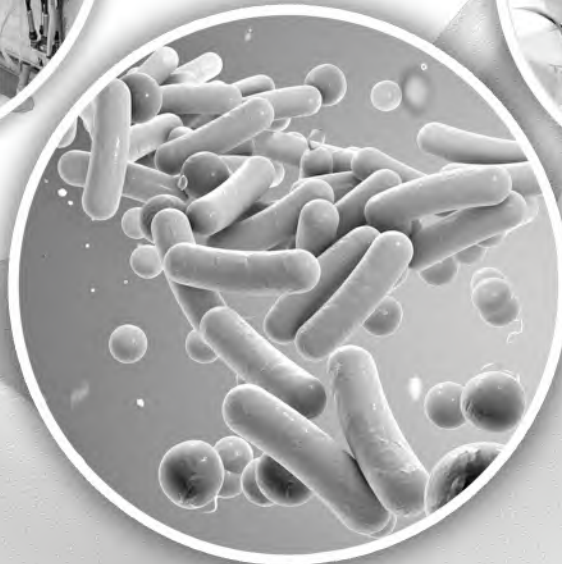
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสกลนคร



โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสกลนคร

จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นม

DAIRY PRODUCTS MICROBIOLOGY



บุญศรี จงเสรีจิตต์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสกลนคร

จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นม

Dairy Products Microbiology

โดย รศ.ดร. บุญศรี จงเสรีจิตต์

ISBN 978-616-474-067-9

พิมพ์ครั้งที่ 3 จำนวน 200 เล่ม พ.ศ. 2565

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์

คำนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมนมของประเทศไทยได้รับการพัฒนาขึ้นตามลำดับ โดยการพัฒนาภาคการผลิตด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมที่หลากหลายเพิ่มขึ้น ตลอดจนการลงทุนการผลิตด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตเพื่อสนองความต้องการการบริโภคน้ำนมในประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก

การพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตน้ำนมดิบและผลิตภัณฑ์นมให้มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำนั้นต้องอาศัยระยะเวลาในการพัฒนาและการปรับเปลี่ยน ตลอดจนการเผยแพร่ความรู้และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมและภาคการผลิตในอุตสาหกรรม หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นม และความรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับนมและผลิตภัณฑ์นม เพื่อให้มีหนังสือ / ตำราภาษาไทย สำหรับอ่านประกอบการศึกษาค้นคว้าของผู้สนใจและนักศึกษาในการเรียนวิชาจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นม (Dairy Products Microbiology) โดยหวังว่าผู้อ่านจะสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมต่อไป อย่างไรก็ตามยังมีเนื้อหาของจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมในหัวข้ออื่น ๆ ที่หลากหลาย ซึ่งหากมีโอกาสจะได้รวบรวมเป็นหนังสือ ในโอกาสต่อไป

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาค้นคว้า ตามสมควร และหากมีข้อแนะนำหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับที่จะนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป และต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และขอกราบขอบพระคุณผู้แต่งตำราทุกท่านที่ผู้เขียนได้นำมาใช้ประกอบในการเรียบเรียงหนังสือนี้ รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านในการพิจารณาผลงานที่กรุณาตรวจแก้ไขให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทำให้ตำราเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และที่สำคัญคือ ขอขอบคุณโครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่สนับสนุนผลักดัน ให้เกิดตำรานี้ขึ้น

บุญศรี จงเสรีจิตต์

boonsri.silpakorn@gmail.com

สารบัญ

หน้า

คำนำ	
สารบัญ	
บทที่ 1	พัฒนาการของอุตสาหกรรมนม
บทที่ 2	องค์ประกอบและสมบัติของนํ้านม
บทที่ 3	การผลิตนํ้านมโค แพะ แกะจากฟาร์ม
บทที่ 4	จุลชีววิทยาของนํ้านมดิบ
บทที่ 5	กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม
บทที่ 6	จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมเหลวที่ผ่านการให้ความร้อน
บทที่ 7	จุลชีววิทยาของนมผง
บทที่ 8	จุลชีววิทยาของนมข้น
บทที่ 9	จุลชีววิทยาของครีม
บทที่ 10	จุลชีววิทยาของไอศกรีม
บทที่ 11	วิธีรวดเร็วในการตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในนํ้านม
บทที่ 12	การควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรมนม
บรรณานุกรม	
ดัชนีคำ	

บทที่ 1

พัฒนาการของอุตสาหกรรมนม

การทำผลิตภัณฑ์นมเริ่มต้นจากอุตสาหกรรมในครัวเรือน จนกระทั่งในช่วงศตวรรษที่ 19 และ 20 ที่ได้เริ่มมีการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านนี้อย่างจริงจัง ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาเครื่องมือและเทคโนโลยีการผลิตอาหาร ลำดับพัฒนาการของอุตสาหกรรมนมพอสรุปได้ดังนี้

เริ่มจาก ค.ศ. 1848 มีการใช้ระบบพรีสเซอร์ ในการผลิตไอศกรีม

ค.ศ. 1851 มีโรงงานผลิตเนยแข็งแห่งแรกขึ้น

ค.ศ. 1856 สามารถคิดค้นวิธีผลิตนมข้นหวานได้สำเร็จ

ค.ศ. 1871 มีการจัดตั้งโรงงานผลิตเนย

ค.ศ. 1885 มีการผลิตนมสดระเหยน้ำสเตอริไลซ์

ค.ศ. 1893 มีพาสเจอร์ไรส์ (pasteurize) เครื่องแรก

ค.ศ. 1903 มีการผลิตนมผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (roller)

ค.ศ. 1906 มีการผลิตนมผงโดยการฉีดเป็นฝอยแล้วทำให้แห้ง

ค.ศ. 1916 มีโรงงานผลิตคottage cheese (cottage cheese) แห่งแรก

ค.ศ. 1921 มีการผลิตนมสดสเตอริไลส์ด้วยระบบยู เอช ที (UHT)

อุตสาหกรรมการผลิตนมดิบในประเทศไทย

ประเทศไทยเริ่มมีการเลี้ยงโคนมสายพันธุ์อินเดียในกลุ่มเกษตรกรเชื้อสายอินเดีย ซึ่งมีวัฒนธรรมการบริโภคนมโคในช่วงปี พ.ศ. 2480-2488 ต่อมาในปี พ.ศ. 2503 พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช และ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ เสด็จประพาสทวีปยุโรป ในการเสด็จขณะทรงประทับแรมอยู่ ณ ประเทศเดนมาร์ก ทรงให้ความสนพระทัยเกี่ยวกับกิจการการเลี้ยงโคนมของชาวเดนมาร์กเป็นอย่างมาก ด้วยทรงเล็งเห็นว่าอาชีพการเลี้ยงโคนมจะช่วยให้ชาวไทยได้บริโภค

อาหารที่มีคุณค่า ทั้งยังช่วยให้เกษตรกรไทยได้มีอาชีพที่มั่นคงและเป็นหลักแหล่ง ไม่ต้องบุกบุกทำไร่ เลื่อนลอยอีกต่อไป ดังพระราชดำริของ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ในตอนหนึ่งว่า

“การเลี้ยงโคนมก็เป็นอาชีพที่ดีสำหรับคนไทย เหมาะกับประเทศ และถ้าใช้หลักวิชาที่เหมาะสม ก็จะทำให้มีความเจริญและมีรายได้ดี”

โครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยจึงได้เริ่มต้นขึ้น ด้วยความร่วมมือด้านวิชาการการเลี้ยงโคนมระหว่างประเทศไทยและประเทศเดนมาร์ก รัฐบาลเดนมาร์กทูลเกล้าถวายโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมแด่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช โดยในวันที่ 16 มกราคม 2505 เป็นวันที่มีความสำคัญยิ่งในประวัติศาสตร์ของการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช และ สมเด็จพระเจ้าเฟรเดอริกที่ 9 แห่งประเทศเดนมาร์ก ทรงประกอบพิธีเปิดฟาร์มโคนม และศูนย์ฝึกอบรมการเลี้ยงโคนมไทย-เดนมาร์ก อย่างเป็นทางการ ที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ซึ่งในปีนั้นได้มีการจัดตั้งโรงโคนมจิตรลดา จากนั้นมีการเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตน้ำนมแพร์หลายไปในจังหวัดต่าง ๆ อาทิ สระบุรี นครปฐม ราชบุรี และเชียงใหม่ เป็นต้น ซึ่งเป็นการตอบสนองความต้องการของท้องถิ่น ส่วนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมเหลวใช้วิธีการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์ (pasteurize) โดยมีโรงงานแปรรูปน้ำนม คือ บริษัทอุตสาหกรรมนมไทย จำกัด เพียงรายเดียว ต่อมาในปี พ.ศ. 2510 มีการขยายตัวของการเลี้ยงโคเพื่อผลิตน้ำนมสูงขึ้นจนล้นตลาด ด้วยเหตุนี้ในปี พ.ศ. 2512 พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงมีพระราชดำริให้จัดตั้งศูนย์รวบรวมน้ำนมสวนจิตรลดา และโรงนมผงสวนดุสิต เพื่อทำการแปรรูปนมดิบเป็นนมผง (powdered milk) ซึ่งเป็นการช่วยแก้ปัญหาให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตนมผงของประเทศด้วย ในปี พ.ศ. 2513 ทรงมีพระราชดำริให้สร้างโรงงานนมหนองโพ จังหวัดราชบุรี รวมทั้งจัดตั้งสหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี หลังจากนั้นในปีพ.ศ. 2514 รัฐบาลได้รับโอนกิจการฟาร์มโคนม และศูนย์ฝึกอบรมการเลี้ยงโคนมไทย-เดนมาร์ก เพื่อนำมาจัดตั้งเป็นรัฐวิสาหกิจภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยใช้ชื่อว่า “องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.)” ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า กิจการโคนมและอุตสาหกรรมนมของไทยได้รับพระมหากรุณาธิคุณอย่างหาที่สุดมิได้จากพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ในการริเริ่ม บุกเบิก ด้วยพระปรีชาสามารถและวิสัยทัศน์อันกว้างไกล จึงก่อเกิด “อาชีพโคนม” อาชีพพระราชทานที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไทยมายาวนานและยั่งยืน จนอาจกล่าวได้ว่าพระองค์ทรงเป็นพระบิดาแห่งการโคนมและอุตสาหกรรมนมของไทย ผู้ให้กำเนิดอาชีพเลี้ยงโคนม

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมนมของไทยเกี่ยวข้องกับผู้ผลิตซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

- 1) เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม
- 2) สหกรณ์หรือศูนย์รวบรวมนมและ
- 3) อุตสาหกรรมนมไทย (โรงงานนม)

1. เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั้งประเทศมีประมาณ 20,000 ครอบครัว มีกำลังการผลิตรวมกันเฉลี่ยประมาณวันละ 2,000–2,200 ตันต่อวัน กำลังการผลิตทั้งปีประมาณ 731,923 ตัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้เลี้ยงรายย่อย เป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว มีต้นทุนการผลิตสูงและไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

2. สหกรณ์และศูนย์รวมนม (เอเคช) คือ ผู้ที่ทำหน้าที่รวบรวมน้ำนมดิบจากเกษตรกรเพื่อดำเนินการแปรรูปหรือส่งต่อสู่อุตสาหกรรมแปรรูปน้ำนม โดยสหกรณ์และศูนย์รวมนมจะมีประมาณ 113 แห่ง กระจายอยู่ทั่วประเทศ สหกรณ์ส่วนใหญ่ผลิตน้ำนมดิบเป็นนมพาสเจอร์ไรส์ เพื่อใช้เป็นนมโรงเรียนและส่วนที่เหลือจะส่งจำหน่ายต่อให้โรงงานนม เช่น สหกรณ์โคนมหนองโพราชบุรี จำกัด (ในพระบรมราชูปถัมภ์)

3. โรงงานอุตสาหกรรมนม โรงงานนมขนาดใหญ่ของประเทศไทยมีประมาณ 11 โรงงาน เช่น โรงงาน ซีพี-เมจิ จำกัด ที่สระบุรี เป็นต้น โดยโรงงานนมเหล่านี้จะผลิตผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่ม โดยรับนมดิบจากสหกรณ์และศูนย์รวมนมประมาณวันละ 500 ถึง 600 ตันต่อวัน แต่โรงงานนมบางแห่งอาจนำเข้านมผงขาดมันเนยจากต่างประเทศ เนื่องจากต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำกว่า ง่ายต่อการบริหารจัดการและการจัดเก็บ อย่างไรก็ตามเพื่อส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในประเทศ คณะรัฐมนตรีจึงมีมติในมีนาคม พ.ศ.2526 เห็นชอบในนโยบายส่งเสริมการใช้น้ำนมดิบภายในประเทศและกำหนดให้ผู้ประกอบการแปรรูปนม และบริษัทที่จะนำเข้าผลิตภัณฑ์นมต้องขออนุญาตหน่วยงานที่ควบคุมดูแล

ปัจจุบันประเทศไทยมีแหล่งน้ำนมดิบที่สำคัญอยู่ 7 แห่ง คือ สระบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เชียงใหม่ ราชบุรี อุดรธานี นครปฐม และรอบ ๆ กรุงเทพฯ โดยสามารถแบ่งตามรูปองค์การที่สนับสนุนได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่อยู่ในการควบคุมขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ซึ่งมีเขตรับผิดชอบคือ สระบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และเชียงใหม่
2. กลุ่มที่อยู่ในรูปสหกรณ์เลี้ยงโคนม ได้แก่ สหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมอุดรธานี สหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมหนองโพ (ราชบุรี) และสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมนครปฐม

นอกจากนี้ยังมีบางส่วนที่อยู่ในความดูแลของส่วนราชการต่าง ๆ เช่น มหาวิทยาลัย ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก

ปัญหาของการผลิตนํ้านมดิบในประเทศไทย

เนื่องจากประเทศไทยมีการเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตนํ้านมดิบและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมมากกว่าประเทศที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมนม ซึ่งได้มีการสะสมองค์ความรู้มาเป็นระยะเวลายาวนาน รวมทั้งมีการผลิตนํ้านมดิบและผลิตภัณฑ์นมสูงกว่าไทย ทำให้ประเทศเหล่านั้นมีความได้เปรียบ ดังนั้นในช่วงเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เป็นต้นมานั้น ประเทศไทยจึงใช้มาตรการคุ้มครองเกษตรกรผู้ผลิตนํ้านมดิบ รวมทั้งผู้ประกอบการแปรรูปนมพร้อมดื่มที่ใช้นํ้านมดิบภายในประเทศเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ มาตรการจำกัดปริมาณการนำเข้านมผงขาดมันเนย มาตรการทางด้านภาษีศุลกากร นโยบายการประกันราคาและพุงราคา การให้ทุนศึกษาวิจัย การยกเว้นภาษีเกษตรกร การอุดหนุนสินเชื่อ การค้าประกันเงินกู้ ตลอดจนการพุงราคาด้วยการจัดให้มีโครงการอาหารเสริมนมโรงเรียน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการที่รัฐบาลไทยให้การคุ้มครองดังกล่าวควรเป็นการดูแลในช่วงต้นเพื่อให้เกษตรกรได้มีเวลาในการพัฒนา เรียนรู้ และมีประสบการณ์ความเชี่ยวชาญจนสามารถพัฒนาองค์ความรู้ในการเลี้ยงโคนม ตลอดจนสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์นมได้ดีมีประสิทธิภาพเทียบเท่าต่างประเทศ และมีศักยภาพในการแข่งขัน อย่างไรก็ตามการดำเนินมาตรการคุ้มครองซึ่งเป็นภาระค่าใช้จ่ายของประเทศพอสมควรจะเป็นการลงทุนที่เป็นประโยชน์โดยแท้นั้น รัฐบาลควรมีการประกาศระยะเวลาที่จะให้การคุ้มครองอย่างชัดเจน รวมทั้งควรมีระดับการคุ้มครองที่เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้มีการพัฒนาองค์ความรู้การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องในการเลี้ยงโคนม การผลิตนํ้านม และการแปรรูปผลิตภัณฑ์นม เพื่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมนมของประเทศไทยอย่างยั่งยืนต่อไป โดยปัญหาเบื้องต้นในการผลิตนํ้านมดิบในประเทศไทย พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การขาดแคลนโคนม เนื่องจากโคในประเทศไทยมีใช้โคนม ซึ่งอาจแก้ไขโดยการผลิตโคลูกผสมโคนมขึ้น หรือซื้อลูกโคผสมมาจากต่างประเทศ
2. เกษตรกรขาดเงินทุน ซึ่งอาจแก้ไขโดยให้เกษตรกรรวมตัวเป็นกลุ่มและผู้ให้กู้ให้กู้ในรูปแบบโครงการ คือผู้กู้จะต้องอยู่ในโครงการที่มีการควบคุมอย่างใกล้ชิด เพื่อให้มั่นใจว่าจะเลี้ยงโคนมได้สำเร็จ และมีเงินส่งคืนเงินกู้ การให้ทุนอีกแบบหนึ่งอาจทำได้โดยให้กู้ในรูปแบบของโคนมคือ แจกโคนมให้เกษตรกรแล้วหักเก็บค่านมส่งคืน โดยทำควบคู่กับการประกันภัยให้โคด้วย
3. ต้นทุนการผลิตนมดิบสูง เนื่องจากโคนมลูกผสมส่วนใหญ่ให้ผลผลิตต่ำ ทำให้ต้นทุนสูงกว่าประเทศที่เลี้ยงโคนมเป็นอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง จึงควรมีการปรับปรุงพันธุ์โคนม รวมทั้งจัดการเลี้ยงดูโคนมให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ หรือพัฒนาอาหารเลี้ยงโคนมให้มีราคาถูกลง เป็นต้น

4. ปัญหาด้านตลาดน้ำนม เมื่อต้นทุนนมดิบในประเทศมีราคาสูง จึงมีผู้ค้าบางบริษัทนำเข้านมคั้นรูปจากต่างประเทศซึ่งมีราคาถูกกว่ามาทดแทนน้ำนมดิบในประเทศ
5. ปัญหาด้านการบริหารจัดการ เช่น
 - ปัญหาด้านสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
 - ปัญหาด้านสุขาภิบาลการเลี้ยงโคนม
 - ปัญหามาตรฐานฟาร์ม
 - ปัญหาต้นทุนอาหารที่สูงโดยเฉพาะต้นทุนอาหารข้น และการขาดแคลนอาหารหยาบ
 - ปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนแฝงที่เกิดจากการดำเนินงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ
6. เกษตรกรยังไม่สามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการจัดการฟาร์มที่ดี เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ของประเทศเป็นเกษตรกรรายย่อย จึงมีข้อจำกัดในการเข้าถึงเทคโนโลยีการจัดการฟาร์ม
7. โรคระบาดในสัตว์ เช่น ปากและเท้าเปื่อย โรคเต้านมอักเสบในแม่โค เป็นต้น (อัศววรรณ, 2550 ; สำนักการค้าสินค้า กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2563)

ในปี พ.ศ. 2562 ผลผลิตน้ำนมดิบของไทยมีปริมาณ 1.29 ล้านตัน ซึ่งไทยสามารถดูดซับปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิต ภายในประเทศได้ทั้งหมด โดย 1 ใน 3 ของปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้จะเข้าสู่โครงการนมโรงเรียน ขณะที่น้ำนมดิบที่เหลือจะเข้าสู่ตลาดนมพาณิชย์ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตน้ำนมในประเทศไทยยังคงไม่เพียงพอต่อการบริโภค จึงยังคงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศอยู่ โดยมีแหล่งนำเข้าสำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐฯ นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย และฝรั่งเศส โดยตลาดผลิตภัณฑ์จากนมโคสดมี 2 ตลาด คือ ตลาดนมโรงเรียนและตลาดนมพาณิชย์ (สำนักการค้าสินค้า กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2563)

นมพาณิชย์ (นมพร้อมดื่ม) ที่เป็นสินค้าหลัก ๆ คือ นมพาสเจอร์ไรส์ นมยู เอช ที (ultra high temperature; UHT) และนมเปรี้ยว โดยมีตลาดนมสดเพียงเล็กน้อย ในอุตสาหกรรมนมบางแห่งไม่นิยมใช้น้ำนมดิบเนื่องจากมีต้นทุนสูง แต่นิยมใช้นมผงขาดมันเนย ซึ่งโดยส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศโดยเฉพาะจากประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ทั้งนี้เนื่องจาก 1) นมผงขาดมันเนยมีราคาถูกกว่าน้ำนมดิบภายในประเทศ 2) สามารถบริหารจัดการได้ดีกว่า เช่น มีความสะดวกในการจัดเก็บ ควบคุมส่วนประกอบได้ง่าย 3) นมผงขาดมันเนยมีคุณภาพและมีมาตรฐาน ด้วยสาเหตุดังกล่าวนี้ คณะรัฐมนตรีจึงมีมติในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2526 เห็นชอบนโยบายส่งเสริมการใช้น้ำนมดิบภายในประเทศและกำหนดให้ผู้ประกอบการแปรรูปนม และบริษัทที่จะนำเข้าผลิตภัณฑ์นมต้องดำเนินการขออนุญาต ซึ่งต่อมามีขั้นตอนการนำเข้าตามที่คณะกรรมการโคนมและผลิตภัณฑ์นมกำหนดอาศัยตามพระราชบัญญัติโคนมและผลิตภัณฑ์ พ.ศ. 2551 และแต่งตั้งคณะกรรมการทำหน้าที่

พิจารณาจัดสรรโควตาการนำเข้าและอัตราภาษีการนำเข้านมผงขาดมันเนย และรับเรื่องแสดงความประสงค์ขอนำเข้าและพิจารณากลับกรองคุณสมบัติ

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา อุตสาหกรรมนมไทยมีการเติบโตขึ้นอย่างมาก ส่งผลให้ปริมาณนํ้านมดิบที่ผลิตได้มีไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศ อีกทั้งนํ้านมดิบมีราคาเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้ผู้ประกอบการบางรายเปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบนำเข้าในรูปแบบของนมผงขาดมันเนยจากต่างประเทศที่มีราคาถูกกว่าทดแทนนํ้านมดิบในประเทศมากขึ้น จากการที่ต้นทุนในการผลิตนมดิบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ผู้ประกอบการไม่สามารถขึ้นราคาได้ตามต้นทุนที่แท้จริง เนื่องจากผลิตภัณฑ์นมเป็นสินค้าควบคุม จึงพยายามลดต้นทุนด้วยการนำเข้านมผงจากแหล่งผลิตที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งจะเป็นปัญหาต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระยะยาวได้ ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องมีมาตรการตรวจสอบอย่างเข้มงวด เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้บริโภค

ในภาวะที่มีการแข่งขันสูงทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ ผู้ประกอบการธุรกิจนมของไทย ควรปรับตัวด้วยการขยายฐานการตลาดในประเทศให้สูงขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์นมเสริมสุขภาพในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนการสร้างเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภคด้วยการใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ มีกระบวนการผลิตที่สะอาดปลอดภัย ตลอดจนส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมนมของประเทศอย่างต่อเนื่อง

บทที่ 2

องค์ประกอบและสมบัติของน้ำนม

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขับน้ำนมออกมาเพื่อใช้ในการเลี้ยงลูก โดยน้ำนมทุกชนิดเป็นของเหลวทางชีวภาพที่มีความซับซ้อน มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันและมีคุณลักษณะเฉพาะทางกายภาพ โดยองค์ประกอบหลัก ๆ ของนมโคคือน้ำ ส่วนประกอบที่เหลือได้แก่ ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้สังเคราะห์ขึ้นภายในต่อมน้ำนม นอกจากนั้น ยังมีแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณเล็กน้อย รวมทั้งมีสารที่ละลายได้ในน้ำ และสารที่ละลายได้ในไขมันซึ่งมาจากพลาสมาของเลือดโดยตรง โปรตีนเลือดที่จำเพาะ (specific blood protein) และเอนไซม์ ปริมาณเล็กน้อย ตลอดจนสารตัวกลาง (intermediates) ในการสังเคราะห์น้ำนม ไขมันส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอนุภาคทรงกลมเล็ก ๆ ที่ถูกล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มที่แยกไขมันออกจากน้ำ และโปรตีนหลักคือ เคซีน จะอยู่ในรูปของอนุภาคที่เกาะกันหรือที่เรียกว่า ไมเซลล์ (micelles) ทั้งนี้ลักษณะทางกายภาพของไขมันและเคซีนมีผลกระทบอย่างยิ่งต่อลักษณะของน้ำนมทั้งหมด และยังมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมต่อไปอีกด้วย

ลักษณะและคุณสมบัติของน้ำนม

น้ำนม (milk) เป็นอาหารที่สร้างจากต่อมน้ำนมในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (mammal) ในสัตว์แต่ละชนิดจะมีปริมาณองค์ประกอบของน้ำนมแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 1) โดยลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำนมมีดังนี้

1. สี น้ำนมมีสีขาว ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงของเคซีนไมเซลล์ (casein micelle) และเม็ดไขมัน (fat globules) กับแคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate) กับแสง ดังนั้นถ้าเป็นนมที่ผ่านการตีไขมันหรือที่เรียกว่า นมโฮโมจีไนซ์ (homogenized milk) จะทำให้มีจำนวนเม็ดไขมันมาก และมีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น จึงทำให้นมมีสีขาวนวลรับประทานยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับนมที่ไม่ผ่านการโฮโมจีไนซ์ ซึ่งการสะท้อนแสงของพื้นที่ผิวเม็ดไขมันจำนวนมาก ทำให้มองเห็นน้ำนมมีสีขาวขึ้น โดยทั่วไปพบว่าสีของนมอาจแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ขึ้นกับองค์ประกอบหรือสารในน้ำมนั้น ๆ ด้วย เช่น

นมที่มีสีขาวยellow เกิดจากสารพวกแคโรทีน (carotene) ที่มีอยู่ในเม็ดไขมัน

นมที่มีสีเหลืองออกเขียว เกิดจากสารพวกไรโบฟลาวิน (riboflavin)

นมที่มีสีขาวอมฟ้า เกิดจากมี casein และ calcium phosphate ในนม

2. ความหนาแน่น (density) นมพร้อมมันเนย (whole milk) หรือ นมดิบ (raw milk) มีความหนาแน่นเท่ากับ 1.032 ถ้ามีสารปลอมปนก็จะทำให้ค่านี้เปลี่ยนไป เช่น ถ้ามีน้ำปลอมปน จะมีผลให้ค่าความหนาแน่นของนมลดลง เนื่องจากน้ำมีความหนาแน่นต่ำกว่านม

3. จุดเยือกแข็ง (freezing point) นมดิบมีจุดเยือกแข็ง -0.540 ถึง -0.550 องศาเซลเซียส

4. ความร้อนจำเพาะ (specific heat) ของนมเท่ากับ 0.93 หมายถึงปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของนมมีค่าเป็น 93% ของน้ำ

5. ความเป็นกรดของนม แสดงในรูปกรดแลคติก (lactic acid) นมสดควรมีกรดแลคติก 0.15% ถ้ามีค่าความเป็นกรดสูงถึง 0.22% แสดงว่านมมีคุณภาพไม่ดี และจะมีการตกตะกอนของโปรตีนเมื่อมีค่าความเป็นกรด 0.55%

องค์ประกอบของน้ำนม (Composition of milk)

ปริมาณส่วนประกอบต่าง ๆ ของน้ำนมดังแสดงในตารางที่ 1 โดยส่วนประกอบต่าง ๆ มีความผันแปรอย่างมากขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ชนิดของสัตว์, พันธุ์, ลักษณะเฉพาะตัว, ระยะเวลาการสร้างน้ำนม, อายุ, โรค (โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับเต้านม) และโภชนาการการให้อาหาร ได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางถึงผลกระทบต่าง ๆ เหล่านี้รวมทั้งศึกษาปัจจัยรองอื่น ๆ ด้วย

สายพันธุ์ของสัตว์มีผลกระทบอย่างชัดเจนต่อองค์ประกอบในนม และในสัตว์ที่เชื้อสายเดียวกันยังมีความแตกต่างเฉพาะตัวในฝูงสัตว์ อันเนื่องมาจากพันธุกรรมตลอดจนผลของปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมและทางกายภาพ

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในนมพบมากที่สุดหลังแม่โคคลอดลูก ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาการให้นมแก่ลูกโค เรียกว่าน้ำนมในระยะนี้ว่าน้ำนมเหลือง (colostrum) เป็นนมที่มีปริมาณของไขมันและโปรตีนสูง แต่มีแลคโตสปริมาณน้อย ความเข้มข้นของส่วนที่เป็นโปรตีนทั้งหมดสูง แต่เป็นกรณีพิเศษที่มีสัดส่วนของโกลบูลิน โดยเฉพาะ immunoglobulin สูงในระยะเวลา 1-2 วันหลังคลอดเท่านั้น ในช่วงของการให้นมที่ดำเนินอยู่นั้น จะมีการลดลงของไขมันและโปรตีนจนกระทั่งถึงระดับต่ำในระยะเวลา 6-8 สัปดาห์ และมีปริมาณแลคโตสเพิ่มขึ้นสูงสุดในระหว่าง 2 ถึง 4 สัปดาห์ ไขมันใน

ตารางที่ 1 ปริมาณสารต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในนมวัว

Proximate composition		Protein composition		Non-protein nitrogenous composition		Trace composition		Vitamins	
constituent	conc. (g/l)	constituent	conc. (g/l)	constituent	conc. (mg N/l)	constituent	conc. (µg/l)	constituent	conc. (mg/l)
Fat	37	Casein	26.0	Ammonia	9	Aluminium	50-2100	Water-soluble	
True protein (Nx6.38)	32	α s1	10.4	α amino acid	44	Arsenic	10-400	Thiamine	0.44
Non-protein N	0.19	α s2	2.6	Hippuric acid	4.0	Boron	30-800	Riboflavin	1.75
Lactose	48	β	9.1	Urea	142	Cobalt	0-20	Nicotinic acid	0.94
Ash	7.0	γ	1.3	Creatine	25	Copper	10-1200	Pyridoxine	0.64
Calcium	1.25	k	2.6	Creatinine	12	Iron	100-2400	Pantothenic acid	3.46
Phosphorus	0.96	Other Component Of casein micelle		Uric acid	8	Manganese	3-370	Biotin	0.031
Magnesium	0.12	Calcium	0.80	Orotic acid	15	Molybdenum	5-150	Folic acid	0.050
Sodium	0.58	Magnesium	0.12	Carnitine	1.2	Silicon	1300-7000	Vitamin B12	0.00043
Potassium	1.38	phosphorus		Acetylcarnitine	0.8	Zinc	220-19000	Choline	121
Chloride	1.03	Organic	0.32	Phosphorylethanolamine	8.3	Bromine	60-25000	inositol	50
Sulphur	0.30	Inorganic	0.66	Glycerophosphorylethanolamine	2.9	iodine	500-700	Ascorbic acid	21.1
Citric acid	1.75	Citrate	0.18	N- acetylglucosamine	7.0			Fat soluble	
Co ₂	0.20	α -lactalbumin	0.7	N-acetylglucosamine-phosphate	7.3			Vitamin A	0.4
		β - lactoglobulin	3.0						
		serumalbumin	0.3						
		immunoglobulin	0.6						
		lactoferrin	>0.018						

ที่มา : ดัดแปลงจาก Walstra และ Jenness (1984), Banks และ Dalgleish (1990)

นมช่วงหลังคลอดจะมีสัดส่วนของกรดไขมันสายสั้น ๆ โดยเฉพาะกรดบิวทีริก (butyric acid) ต่ำ และมีสัดส่วนของกรดพาล์มติก (palmitic acid) ที่สูงขึ้นในช่วงสัปดาห์แรก โดยสัดส่วนของกรดไขมันสายสั้นจะเพิ่มขึ้นตลอดช่วง 8-10 สัปดาห์แรกของการสร้างน้ำนม ส่วนสเตียริก (stearic) และกรดออกตาเดซีโนอิก (octadecenoic acid) จะถูกใช้ไป และในช่วงระยะหลังของการสร้างน้ำนมจะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ระยะเวลาการสร้างน้ำนมอาจเปลี่ยนแปลงโดยปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดคือ การเกิดโรคที่เกี่ยวกับเต้านม (การติดเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบ) ปริมาณและส่วนประกอบในอาหารสัตว์ ลักษณะที่บ่งบอกการเป็นโรคเต้านมอักเสบ คือปริมาณแลคโตส และโพแทสเซียมในนมจะลดลง แต่โซเดียมและคลอไรด์จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนในนมที่มาก

จากซีรัมเลือดที่มีเซลล์เม็ดเลือดขาว (somatic cells) ซึ่งปล่อยเอนไซม์ต่าง ๆ ออกมา ไขมันและโปรตีนในน้ำนมจะเปลี่ยนแปลงเมื่อโคนั้นเป็นโรคเต้านมอักเสบ

องค์ประกอบต่าง ๆ ของน้ำนมมีดังนี้

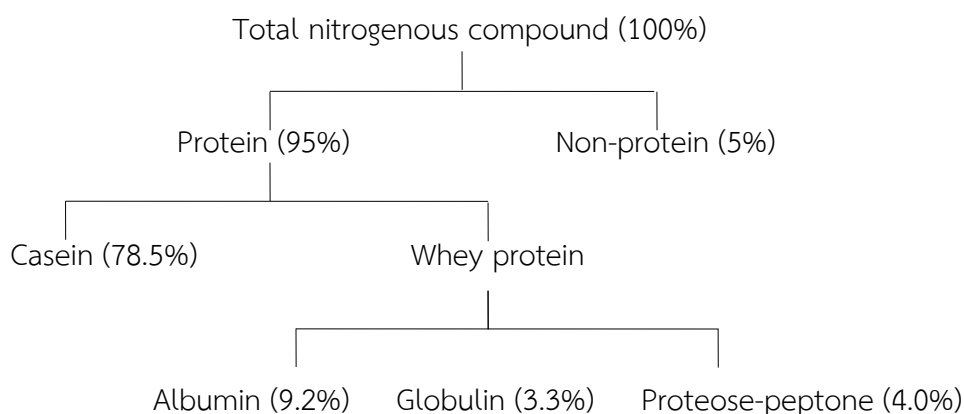
1. น้ำ นมมีน้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ ร้อยละ 85 - 88

2. **ไขมันและกรดไขมัน** ไขมันที่เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำนมโค คือ ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) หรือไขมันนม (milk fat) หรือมันเนย (butter fat) ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 97-98 ของปริมาณไขมันทั้งหมด โดยประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 60 monounsaturated fatty acid ร้อยละ 38 และ polyunsaturated fatty acid ร้อยละ 2 โดยมีส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) (ร้อยละ 0.25-0.48) โมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) (ร้อยละ 0.016-0.038) คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ (cholesterol ester) ในปริมาณเล็กน้อย คอเลสเตอรอล (cholesterol) (ร้อยละ 0.22-0.41) กรดไขมันอิสระ (ร้อยละ 0.10-0.44) และฟอสโฟลิปิด (ร้อยละ 0.2-1.0) กรดไขมันส่วนใหญ่เป็นคาร์บอน 16 หรือ 18 อะตอม โดยสัดส่วนของ C_{18} ส่วนมากเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1 อัน (monounsaturated fatty acid) โดยทั่วไปในน้ำนมสัตว์ชนิดอื่นที่กินพืชและในน้ำนมโคจะมีสัดส่วนของกรดไขมันสายสั้นในปริมาณมาก (4-14 คาร์บอนอะตอม) และมีปริมาณของกรดไขมันชนิด di-unsaturated อยู่่น้อยมาก นอกจากนั้นก็มีกรดไขมันอิ่มตัวชนิด branched-chain saturated fatty acid อยู่เล็กน้อย กรดไขมันที่มีอยู่ในน้ำนมโคโดยปกติยังประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวซึ่งมีตั้งแต่คาร์บอน C_2 ถึง C_{28} , monomethyl branched-chain fatty acid ที่ประกอบด้วย C_{16} ถึง C_{28} , multimethyl branched-chain fatty acid จาก C_{16} ถึง C_{28} , cis- และ trans-mono-enoic fatty acid ซึ่งมีตั้งแต่ C_{10} ถึง C_{26} และยังประกอบด้วย di- และ polyenoic fatty acid จำนวนมาก, keto และ hydroxyl fatty acid และ cyclohexyl fatty acid โดย Patton และ Jensen (1975) รายงานว่าพบกรดไขมันในนมถึง 437 ชนิด และยังมีกรดไขมันอื่น ๆ อีกเล็กน้อย การกระจายของกรดไขมันอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ของกลีเซอรอลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของไตรกลีเซอไรด์แตกต่างกันตามชนิดกรดไขมัน กรดไขมันชนิดสายสั้น เช่น กรดบิวทีริก (butyric) และ เฮกซานอิก (hexanoic) ที่เป็น esterified ถูกรวมอยู่ที่ตำแหน่ง $sn-3^*$ โดยกรดไขมัน ดังกล่าวสร้างพันธะเอสเทอร์ที่คาร์บอนตำแหน่ง $sn-3$ เช่นเดียวกับสายยาวของกรดไขมันอิ่มตัวที่เพิ่มขึ้น สัดส่วนที่สูงขึ้นของกรดไขมันชนิดนี้จะถูกจัดอยู่ที่ตำแหน่ง $sn-2$ และต่อจากนั้นไปที่ตำแหน่ง $sn-1$ ทั้ง $C_{16:0}$ และ $C_{18:0}$ พบมากที่สุดที่ตำแหน่ง $sn-1$ โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะพบที่ตำแหน่ง $sn-3$ มากกว่าตำแหน่งอื่น ๆ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดทรานส์ (trans-unsaturated) เกือบทั้งหมดถูกพบที่ตำแหน่ง $sn-1$ และ $sn-3$

(* Note: ระบบการนับแบบจำเพาะของของแข็ง 3 มิติ (stereospecific numbering system): ในธรรมชาติไตรกลีเซอไรด์ส่วนหนึ่งที่เป็นกลีเซอรอล อยู่ในรูปของ L-configuration และตำแหน่งแรกที่ถูกเกาะโดยกรดไขมัน เรียกตำแหน่งนั้นว่า $sn-1$, ตำแหน่งที่ 2 คือ $sn-2$ และตำแหน่งที่เหลือเรียกว่า $sn-3$)

ปัญหาทางเทคนิคที่พบคือ การแยกตัวของเม็ดไขมันนม ทำให้ปริมาณและสัดส่วนของไขมันที่เป็นองค์ประกอบไม่คงที่ ค่าของไขมันทั้งหมดจะอยู่ในช่วง 0.5-1.1 มิลลิกรัมของไขมันต่อมิลลิกรัมของโปรตีน ทั้งนี้เนื่องจากความผันแปรของปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ ส่วนค่าของฟอสโฟลิปิดจะมีปริมาณที่คงที่คือประมาณ 35.5 ไมโครกรัมของลิปิด ฟอสฟอรัส (lipid phosphorus) ต่อมิลลิกรัมของโปรตีน แต่สำหรับคอเลสเตอรอล และคอเลสเตอรอล เอสเทอร์ มีค่าที่รายงานไว้แตกต่างกันมาก คือ ร้อยละ 0.1-0.8 และ ร้อยละ 0.2-5.2 ของปริมาณไขมันทั้งหมดตามลำดับ ส่วนฟอสโฟลิปิด (phospholipids) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับไขมัน แต่ประกอบด้วยฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ได้แก่ phosphatidylcholine (lecithin), phosphatidylethanolamine, phosphatidylserine, phosphatidyl-inositol, sphingomyelin, และ lysophospholipid มีร้อยละของโมล (mole) ของ lipid phosphorus ทั้งหมด เป็น 38.0, 27.4, 5.0, 8.0, 19.0 และ 2.3 ตามลำดับ โดยฟอสโฟลิปิด ประกอบด้วยสารสำคัญบางตัว เช่น เลซิธิน (lecithin) ซึ่งทำให้นมมีรสมัน (rich flavor) และเซฟาลิน (cephalin) สำหรับปริมาณองค์ประกอบของกรดไขมันในนมดังแสดงในตารางที่ 2

3. โปรตีนในนม (milk protein) ส่วนที่เป็น nitrogenous compound ของนมแยกได้ดังนี้



โปรตีนหลัก ๆ ในนมโคได้แก่ α_{s1} -casein, α_{s2} -casein, β -casein, κ -casein, α -lactalbumin, β -lactoglobulin, serum albumin และ immunoglobulins IgG₁, IgG₂, IgA และ IgM รวมทั้งโปรตีนอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

3.1 เคซีน (Caseins) ประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิด อยู่ในรูปคอลลอยด์ (colloidal) รวมกับแคลเซียมและฟอสฟอรัส มี isoelectric point 4.6 การเตรียมเคซีนในอุตสาหกรรมนมทำได้โดย 1) ใส่กรดแลคติกหรือกรดเกลือ (HCl) 2) ใช้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก 3) ใช้เอนไซม์เรนิน (rennin) เคซีนที่เป็นองค์ประกอบของนมนี้ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไอศกรีม เนยแข็ง พลาสติกและใยแก้ว กาว และสี

เคซีนเป็นโปรตีนเฉพาะในนม องค์ประกอบกรดอะมิโนของเคซีนหลักดังแสดงในตารางที่ 4 โดยส่วนของ α_s -casein ประกอบด้วยโปรตีน 2 กลุ่ม คือ α_{s1} -casein และ α_{s2} -casein สำหรับ β -casein ประกอบด้วยกรดอะมิโน 209 ตัว และ κ -casein ประกอบด้วยกรดอะมิโน 169 ตัว

ตารางที่ 2 ค่าร้อยละของโมล (mole) ขององค์ประกอบกรดไขมันของไตรกลีเซอไรด์ และของกรดไขมันเอสเทอร์ฟอสโฟลิพิดในหลาย ๆ ตำแหน่งของส่วนที่เป็นกลีเซอรอล รวมทั้งของโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ และกลีเซอโรฟอสโฟลิพิด (glycerophospholipid) ในไขมันนมโค

กรดไขมัน ^a	ไตรกลีเซอไรด์				Cholesterol -ester ^b	Phosphatidyl -choline	Phosphati dyl-ethano lamine	Phosphati dyl-serine
	ส่วนทั้งหมด	ตำแหน่งในส่วนของ กลีเซอรอล						
		sn-1	sn-2	sn-3				
4:0	11.3(3.3) ^c	5.0	2.9	43.3	-	-	-	-
6:0	4.8(1.6)	3.0	4.8	10.8	-	-	-	-
8:0	2.3(1.3)	0.9	2.3	2.2	-	-	-	-
10:0	4.2(3.0)	2.5	6.1	3.6	4.2	-	-	-
12:0	3.9(3.1)	3.1	6.0	3.5	5.2	-	-	-3.5
14:0	11.5(9.5)	10.5	20.4	7.1	7.7	18.4	1.5	-
15:0	(0.6)	-	-	-	2.2	2.1	0.5	8.4
16:0	27.1(26.3)	35.9	32.8	10.1	27.0	36.4	11.7	-
16:1	2.0(2.3)	2.9	2.1	0.9	12.0	0.6	2.1	36.0
18:0	10.4(14.6)	14.7	6.4	4.0	6.1	11.1	10.5	45.8
18:1	21.1(29.8)	20.6	13.7	14.9	12.6	25.7	46.7	7.6
18:2	1.4(2.4)	1.2	2.5	-0.5	9.3	5.3	12.4	1.9
18:3	-(0.8)	-	-	-	-	1.1	3.4	-
20:3	--	-	-	-	-	1.0	1.4	-
20:4	--	-	-	-	-	0.7	0.9	-

a จำนวนคาร์บอนอะตอม จำนวนพันธะคู่

b ประกอบด้วยร้อยละ 13.1 ของ 13:1

c ร้อยละของน้ำหนักรดไขมันทั้งหมด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Christie (1978) ; Banks และ Dalgleish (1990)