



รายงานการวิจัย
เรื่อง

ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพเนยคั้นรูป : กรณีศึกษาเนยสวนดุสิต
Effect of Manufacturing on Recombined Butter Qualities

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกกานต์ วีระกุล
นางสาวสุธิดา โสตา

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต



รายงานการวิจัย
เรื่อง

ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพเนยคืนรูป : กรณีศึกษาเนยสวนดุสิต
Effect of Manufacturing on Recombined Butter Qualities

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกกานต์ วีระกุล
นางสาวสุริดา โสตา
(โรงเรียนการเรือน)

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต
(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ปีงบประมาณ 2558)

หัวข้อวิจัย	ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพเนยคั้นรูป : กรณีศึกษาเนยสวนดุสิต
ผู้ดำเนินการวิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกกานต์ วีระกุล และ นางสาวสุธิดา โสตา
หน่วยงาน	โครงการศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2559

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของกระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพเนยคั้นรูป และศึกษาอายุการเก็บรักษาเนยคั้นรูป ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพวัตถุดิบหลัก ได้แก่ น้ำมันเนย จำนวน 3 ครั้งของการนำเข้ามาจากประเทศนิวซีแลนด์ มีคุณภาพคงที่ ทั้งทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ คือ ปริมาณไขมันนม ร้อยละ 99.93 – 99.94 ปริมาณความชื้นร้อยละ 0.6 – 0.7 กรดไขมันอิสระร้อยละ 0.16 – 0.18 ค่าเปอร์ออกไซด์ 0.02 – 0.06 meq O₂/ kg มีสีเหลืองใส ความชื้นหนืด 3155 – 3196 cP ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งได้มาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 206 พ.ศ.2543 เรื่อง น้ำมันเนย

จากการศึกษากระบวนการผลิตเนย โดยนำส่วนผสมน้ำมันเนย ไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 15 และ 30 นาที พบว่า เวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ ไม่มีผลต่อค่าสี แต่มีผลต่อความหนืด โดยความหนืดเพิ่มขึ้นจาก 4235 cP เป็น 5104 cP เมื่อระยะเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์เพิ่มจาก 15 นาที เป็น 30 นาที จากนั้น ศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนยที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย 2 ระดับ ได้แก่ เวลา 30 และ 40 นาที ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านสี และความชื้นหนืด พบว่า เนยที่ผ่านการปั่นผสมจะมีลักษณะสีเหลืองนวล (ค่า L เท่ากับ 70 – 72) โดยเวลาที่ใช้ในการปั่นเนย ไม่มีผลต่อความเข้มของสี แต่มีผลต่อความหนืด เนยที่ผ่านการปั่นเนยเป็นเวลา 30 นาที มีค่าความหนืด 31343 cP และเพิ่มเป็น 53620 cP เมื่อเวลาในการปั่นเนยเพิ่มขึ้นเป็น 40 นาที สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพด้านความคงตัวของอิมัลชัน จุดหลอมเหลว การจัดเรียงตัวของผลึกไขมัน พบว่า ที่เวลาในการปั่นเนย 40 นาที การเกิดอิมัลชันจะสมบูรณ์ มีความคงตัวเท่ากับร้อยละ 80.39 ซึ่งสูงกว่าการปั่นนาน 30 นาที ความคงตัวของอิมัลชัน ร้อยละ 58.57 การเกิดผลึกและการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนยมีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มขนาดเล็กระบายตัวสม่ำเสมอ จุดหลอมเหลว และจุดเกิดผลึกสูง เนยที่ได้มีความหนืดและเรียบเนียน อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาในการปั่นเนย ไม่มีผลต่อลักษณะ และประเภทของผลึกไขมัน โดยเนยที่ปั่นขึ้นรูปนาน 30 และ 40 นาที มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือมีผลึกไขมัน 2 รูปแบบ ได้แก่ ในรูปแบบ pseudo- β' และ β' ทั้งนี้ เนยที่ผลิตจากทั้ง 2 สภาวะมีผลึกรูปแบบ pseudo- β' มากกว่าแบบ β' ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เนยมีความคงตัวดี เนยที่ผลิตได้ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus*

จากการศึกษาคุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 180 วัน ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส พบว่าเนยมีความแข็งเพิ่มขึ้นจาก 57.50 N ในวันที่ 1 เป็น 436.53 N ในวันที่ 180 และไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี โดยสีเหลือง (b) มีค่าระหว่าง 16.32 – 17.32 มีความหืนเพิ่มมากขึ้น โดยวัดจากค่าเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.29 meq O₂/ kg เป็น 0.54 meq O₂/ kg เมื่อเก็บรักษา 1 วัน จนถึง 180 วัน อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ยีสต์ รา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนยตลอดอายุการเก็บรักษา เป็นเวลา 180 วัน พบว่า เนยสวนดุสิตสามารถเก็บได้นาน 150 วันในตู้เย็นอุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส

Research Title	Effect of Manufacturing on Recombined Butter Qualities
Researcher	Kanokkan weeragul Miss.Suthida Soda
Organization	School of Culinary Arts Suan Dusit University
Year	2016

The objectives of this research aim to study the effect of manufacturing factors on qualities of recombined butter and its shelf life. The results showed that the imported main ingredient, anhydrous milk fat or butter oil, for 3 lots had consistency qualities including chemical, physical and microbial qualities and they met the requirements of notification of the Ministry of Public Health Thailand (No.206) B.E. 2543 (2000) Re: Butter oil. The percentage of milk fats, moisture contents and free fatty acid were 99.93 – 99.94, 0.6 – 0.7, 0.16 – 0.18, respectively. Peroxide values were 0.02 – 0.06 meq O₂/ kg. The color of 3 lots AMF were clear yellow. The viscosity were during 3155 – 3196 cP. No pathogen were found.

The study of butter manufacturing that mixed ingredients were pasteurized under 80 °C with different times, 15 and 30 min. The results had been found that pasteurization was not affected color of the mixs, however, the viscosities increased from 4235 to 5104 when increasing the pasteurization time from 15 to 30 min. In addition, the effect of butter churning times, 30 and 40 min, were analyzed. The color of butters were creamy yellow (L 70 – 72) which churning times had no affect. The increasing of viscosity were observed, 31343 cP to 53620 cP when churning times had increase from 30 to 40 min. Furthermore, stability of emulsions, melting points and microstructure of fat crystals were investigated. The churning time, 40 min involved the completely emulsification, the stability of emulsion was 8039 whereas the stability of emulsion with churning time 30 min was 58.57. The formation of fat crystals were found to have small needle – shape. High melting point and crystallization point had been observed. The texture of butters had high viscosity and smooth. However, churning time was not affected the crystal polymorphism. The fat crystal types of butter manu facturing either 30 or 40 min churning times were not different. The results showed that only pseudo- β' and β' were found which pseudo- β' was slightly higher than β' . In addition, phathogen, *Salmonella* spp. and *Staphylococcus aureus*, were not be detected.

The Qualities of butter during storage for 180 days at 3 – 5 °C had been investigated. The results showed dramatically increasing in hardness from 57.50 N on

day 1 to 436.53 N after 180 days storage. In addition, the increasing of rancidity as being analyzed in term of peroxide values, were reported during storage, 0.29 meq O₂/ kg at day 1 to 0.54 meq O₂/ kg at day 180. However, the study of microbial quality resulted that yeast and mold were found on the day 180. The conclusion could be clearly stated that butter can be kept at 3 – 5 °C for 150 days.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่เห็นความสำคัญของการวิจัยด้านอาหารที่เป็นอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยฯ สามารถนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาในการเสนอแนะให้ข้อคิดเห็น และติดตามให้การวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ รวมถึง โครงการศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิต เจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพและวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์เนย ที่ให้ความอนุเคราะห์ เนยสวนดุสิต และอำนวยความสะดวกเรื่องห้องปฏิบัติการ รวมทั้งการผลิตเนย สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนางานด้านการผลิตเนย หากมีข้อผิดพลาดประการใดในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขออภัย เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

คณะผู้วิจัย

กรรฎาคม

2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ค)
กิตติกรรมประกาศ	(จ)
สารบัญ	(ฉ)
สารบัญตาราง	(ช)
สารบัญภาพ	(ณ)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
น้ำมันเนย (Butter oil)	3
เนย (Butter)	3
กระบวนการผลิตเนย (Butter manufacturing)	6
กระบวนการผลิตเนยจากครีม	7
กระบวนการผลิตเนยคั้นรูป	11
คุณสมบัติทางเคมีของเนย	14
คุณสมบัติทางกายภาพของเนย	15
การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนยระหว่างการเก็บรักษา	18
กรอบแนวคิดในการวิจัย	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
ศึกษาคุณภาพวัตถุดิบหลักในการผลิตเนย	21
ศึกษาสภาวะในการพาสเจอร์ไรส์	21
ศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนยของส่วนผสมและผลิตภัณฑ์	22
ศึกษาคุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา	23
การวิเคราะห์ทางสถิติ	24

บทที่ 4 ผลการวิจัย	25
ศึกษาคุณภาพวัตถุดิบหลักในการผลิตเนย	25
ศึกษาสภาวะในการพาสเจอร์ไรซ์	26
ศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนย	26
ศึกษาคุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา	30
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	33
สรุปผลการวิจัย	32
อภิปรายผล	34
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	34
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	35
บรรณานุกรม	36
บรรณานุกรมภาษาไทย	36
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตเนยคั้นรูปทั่วไปกับเนยสวนดุสิต	13
2.2	การเปลี่ยนแปลงที่พบมากในผลิตภัณฑ์เนยระหว่างการเก็บรักษา	19
4.1	คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเนย	25
4.2	คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเนย	25
4.3	คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของน้ำมันเนย	25
4.4	คุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมเนยที่เวลาการพาสเจอร์ไรซ์แตกต่างกัน	26
4.5	สมบัติทางกายภาพของส่วนผสมเนยที่เวลาการปั่น 30 และ 40 นาที	27
4.6	คุณสมบัติทางกายภาพของเนยในระหว่างอายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	30
4.7	สมบัติทางจุลินทรีย์	32

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ประเภทของเนย	6
2.2	กระบวนการผลิตเนยเหลวแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง	10
2.3	กระบวนการผลิตเนยคีนรูป	12
4.1	ลักษณะผลึกไขมัน (Crystalline morphology) ของเนยที่เวลาในการปั่นเนย ก) 30 นาทีและข) 40 นาที ที่กำลังขยาย 63+ x	28
4.2	ลักษณะผลึกไขมัน (Crystalline morphology) ของเนยทางการค้า ก) Com1 และข) Com2 ที่กำลังขยาย 63+ x	28
4.3	X-ray diffraction patterns ของเนยที่ปั่นโดยใช้เวลา ก) 30 นาที และข) 40 นาที	29
4.4	ค่าเปอร์ออกไซด์ของเนยที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4°C	31

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีมูลค่าการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีเนยเป็นส่วนผสมในอาหารอยู่มากมายหลายชนิด เช่น เบเกอรี่ จะเห็นได้จากอดีตที่คนไทยจะบริโภคข้าวเป็นอาหารเช้า แต่ด้วยภาวะเศรษฐกิจที่รับแรงกระทบกับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีหลากหลายทำให้ประชากรวัยทำงานหันมาเลือกที่จะบริโภคเบเกอรี่ทดแทนอาหารมื้อหลักกันมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่มีเนยเป็นวัตถุดิบหลักต้องมีการเลือกใช้เนยที่มีคุณภาพที่ดี เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีคุณภาพดีเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค และเนื่องจากเนยมีกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือเทคนิคการผลิตเพียงเล็กน้อย จะส่งผลต่อคุณภาพเนยเป็นอย่างมาก ผลิตภัณฑ์เนยที่วางขายตามท้องตลาดมีคุณภาพที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์เนยที่มีขายในประเทศไทยตามท้องตลาด ได้แก่ เนยสดแท้ เนยผสม เนยใส เนยเปรี้ยว เนยครีมสด เป็นต้น ซึ่งในระยะสิบปีที่ผ่านมา ตลาดผลิตภัณฑ์เนยในประเทศไทยมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ได้ก่อตั้งศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิต สังกัดโรงเรียนการเรือน ตั้งอยู่ ณ ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งสุพรรณบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและจำหน่ายให้กับหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย ได้แก่ HOME BAKERY ศูนย์ฝึกปฏิบัติการอาหารนานาชาติ โรงแรมดุสิตเพลส และครัวสวนดุสิต เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีพันธกิจหลักในการเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่สร้างและพัฒนาองค์ความรู้จากการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เนยของประเทศไทยให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น รวมถึงใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ของ HOME BAKERY และ หน่วยงานต่างๆ ของมหาวิทยาลัย รวมถึงหน่วยงานภายนอก ได้มีความหลากหลายมากขึ้น ความต้องการใช้เนยมีปริมาณและความต้องการที่สูง จึงมีความจำเป็นต้องวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยสูตรใหม่เพิ่มขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แต่ละชนิด งานวิจัยจึงศึกษาผลของกระบวนการผลิตในปัจจุบันที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเนยคีนรูปสวนดุสิต และศึกษาอายุการเก็บรักษาของเนยคีนรูปสวนดุสิต เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพเนยสวนดุสิตที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลของกระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพเนยคีนรูป
2. ศึกษาอายุการเก็บรักษาเนยคีนรูปสวนดุสิต

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของกระบวนการผลิตเนยคั้นรูปที่มีต่อคุณภาพเนย ด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ โดยศึกษาคุณภาพวัตถุดิบหลัก ได้แก่ น้ำมันเนย และ น้ำมันปาล์ม ที่นำเข้าจากต่างประเทศในแต่ละครั้งที่มีผลต่อคุณภาพเนย อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์ส่วนผสมที่มีต่อคุณภาพเนย เวลาในการปั่นส่วนผสมเนย (Butter churning) ที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของเนย รวมถึงศึกษาอายุการเก็บรักษาเนยสด

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

เนยคั้นรูป (Recombined butter) หมายถึง เนยที่ได้จากการนำส่วนผสมต่างๆ มารวมกัน แล้วผ่านการปั่นด้วยความเร็วสูง (Churning) จนได้เป็นเนย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ศูนย์ปฏิบัติการเนยสดได้ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและการผลิตเนย เพื่อนำไปปรับปรุง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
2. เพื่อสร้างองค์ความรู้เรื่องเนย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนให้แก่ นักศึกษาหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง
3. สามารถตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ หรือนานาชาติได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. น้ำมันเนย (Butter oil)

พระราชบัญญัติอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2543 น้ำมันเนย (Butter oil) หมายความว่า ส่วนที่เป็นน้ำมันของนมที่ได้แยกส่วนอื่นออกจนเกือบหมด มี 2 ชนิด คือ

1. บัตเตอร์ออยล์ (Butteroil) หรือมิลค์แฟต (Milkfat)
2. แอนไฮดรัส บัตเตอร์ออยล์ (Anhydrous Butteroil) หรือ แอนไฮดรัส มิลค์แฟต

พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2543 เนย ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. ไม่มีกลิ่นหืน
2. มีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.3 ของน้ำหนัก สำหรับบัตเตอร์ออยล์ หรือมิลค์แฟต และไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.8 ของน้ำหนัก สำหรับแอนไฮดรัส บัตเตอร์ออยล์ หรือแอนไฮดรัส มิลค์แฟต
3. มีน้ำไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก สำหรับบัตเตอร์ออยล์หรือมิลค์แฟต และไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก สำหรับแอนไฮดรัส บัตเตอร์ออยล์ หรือแอนไฮดรัส มิลค์แฟต
4. ไม่มีวัตถุกันเสีย
5. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
6. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2. เนย (Butter)

เนย คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากครีมหวาน หรือครีมเค็ม อาจมีการเติม Acidulated หรือ Bacteriologically ทำให้มีรสที่เปรี้ยว หรือเค็ม ซึ่งกรรมวิธีการผลิตอาจเติมวิตามิน หรือสารที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต เช่น เกลือ วิตามินดี และเบต้าแคโรทีน เพื่อปรุงแต่งรสชาติและสีเนย เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปั่นแยกไขมันนมให้มือน้ำอยู่ในปริมาณต่ำ คือ ไม่เกินร้อยละ 16 และมีไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 หากมีการลดความชื้นจนต่ำกว่าร้อยละ 1 จะได้น้ำมันเนย (Butter oil) ซึ่งนิยมใช้เป็นวัตถุดิบผสมกับนมพ่องไขมันในการทำผลิตภัณฑ์เนยคั้นรูป เนื่องจากไขมันในนมมีกรดไขมันสายสั้นปริมาณมากทำให้เนยมีจุดหลอมเหลวต่ำ และเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย จึงควรเก็บในตู้เย็นถ้าต้องการให้คงรูป และไม่เกิดกลิ่นหืน

พระราชบัญญัติอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2544 เนย (Butter) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนที่เป็นไขมันของนมซึ่งผ่านกรรมวิธีการผลิต และอาจเติมวิตามิน หรือวัตถุอื่นใดที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต

พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2544 เนย ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. ไม่มีกลิ่นหืน
2. มีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของน้ำหนัก

3. มีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Milk Solids Non Fat) ได้ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนัก
4. มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ได้ไม่เกินร้อยละ 4 ของน้ำหนัก
5. มีน้ำได้ไม่เกินร้อยละ 16 ของน้ำหนัก
6. ไม่มีวัตถุกันเสีย
7. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
8. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
9. ตรวจพบสารปนเปื้อนจากตะกั่ว ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อเนย 1 กิโลกรัม

คุณค่าทางโภชนาการของเนยขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันและวิตามินที่เป็นส่วนประกอบในเนย ซึ่งเนยให้พลังงาน 3,400 แคลอรีต่อปอนด์ หรือ 7,480 แคลอรีต่อกิโลกรัม ถูกย่อยได้ร้อยละ 97.8 แต่ใช้เวลาให้การย่อยนานกว่าสารอาหารอื่นๆ จึงทำให้รู้สึกว่ามีปริมาณมากกว่าการรับประทานอาหารอื่น นอกจากนี้ยังมีวิตามินเอ 33 หน่วยสากลใน 1 กรัมของเนย สำหรับวิตามินดีจะแปรผันตามฤดูกาลของการรีดน้ำนม(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2522)

2.1 ประเภทของเนย

2.1.1 เนยสด (Butter) มีไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 เป็นไขมันอิ่มตัว (Saturated fat) มีสีเหลือง กลิ่นหอม อ่อนตัวที่อุณหภูมิห้อง มีทั้งชนิดจืด (Unsalt butter) และเค็ม (Salt butter) วิธีการผลิตแบบดั้งเดิมจะได้มาจากนมวัว แพะ หรือแกะ โดยนำน้ำนมมาปั่นด้วยความเร็วสูง (Churning) ไขมันนมที่อยู่กระจุกกระจายในรูปอิมัลชัน จะรวมตัวกันกลายเป็นครีม แยกตัวลอยออกมา ไขมันที่ลอยตัวอยู่ชั้นบนคือเนยสด (Butter) น้ำนมส่วนที่เหลือจะกลายเป็นนมพร่องมันเนย (Skimmed milk) ทั้งนี้ อาจจะนำไขมันที่ได้มาเติมเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Streptococcus lactis* ร่วมกับ *Leuconostoc citrovorum* ทำให้เนยเหลวมีกลิ่นและรสชาติ

2.1.2 เนยใส (Ghee) คล้ายกับเนยสด แต่ที่อุณหภูมิห้องจะอ่อนตัวกว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม (วัวหรือควาย) ครีม เนย อาจจะมีจุลินทรีย์หรือโมกี้ได้ โดยแยกธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยและระเหยเอาน้ำออก มีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.6 นิยมใช้ทำอาหารอินเดียหรือปากีสถาน เช่น ข้าวหมก ข้าวมะเขือเทศ เป็นต้น

2.1.3 Anhydrous milk fat (AMF) เป็นการทำให้เยื่อหุ้มเม็ดไขมัน (MFGM) ให้แตกออก ซึ่งทำได้โดยนำครีมที่มีไขมันสูง (ร้อยละ 70-80) ไปผ่านการโฮโมจีไนซ์ หรือนำเนยเหลวมาเติมกรดซิตริก แล้วจึงแยกน้ำและไขมันที่ปรวมของแข็ง (Solid-nonfat) ออก ในบางประเทศมีการนำไปใช้สำหรับการทอดเพราะไม่กระเด็นเวลาทอดเนื่องจากไม่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ และไม่เกิดสีน้ำตาลเพราะไม่มีส่วนผสมของนมผง

2.1.4 น้ำมันเนย (Butter oil) คือ การนำเนยเหลวมาทำให้อ่อนตัวที่ 50 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนจนถึง 70-80 องศาเซลเซียส การให้ความร้อนจะทำให้ไขมันชั้น ถูกทำลาย จึงสามารถแยกส่วนของ butter oil ออกได้

2.1.5 เนยคั้นรูป (Recombined butter) เนยที่ได้จากการนำส่วนผสมต่างๆ มารวมกัน แล้วผ่านการปั่นด้วยความเร็วสูง (Churning) จนได้เป็นเนย โดยส่วนผสมของเนยคั้นรูป ได้แก่

- Anhydrous milk fat หรือเรียกว่า Anhydrous butter oil เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนํ้านม หรือครีม หรือเนยที่ผ่านการขจัดเอาน้ำและของแข็งไม่รวมไขมันในนมออกหมดจนเกือบสมบูรณ์ ตามมาตรฐานของ IDF กำหนดไว้ว่า Anhydrous milk fat จะต้องมีส่วนไขมันอย่างน้อยร้อยละ 99.5 น้ำไม่เกินร้อยละ 0.1 กรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 0.3 ทองแดงไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็กไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- หางนมผง (Skim-milk powder) ควรเป็นหางนมผงที่มีคุณภาพดี มีกลิ่นรสของนม ไม่มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อน

- เกลือ (Salt) ควรเป็นเกลือที่มีคุณภาพดี มีความบริสุทธิ์สูง

- อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ที่นิยมใช้เติมได้แก่ เลซิธิน (Lecithin) และ โมโน-, ได- กลีเซอไรด์ (mono-, di-glyceride)

- สารให้กลิ่นรส อาจเติมสารไดอะซีทิล (Diacetyl) เพื่อให้กลิ่นรสดีขึ้น

- น้ำ ควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพสูงทั้งด้านเคมี และจุลินทรีย์

นอกจากนี้เนยทั่วไปอาจได้จากการกระบวนการผลิตหลายวิธี ได้แก่

(ก) เนยที่ผลิตจากครีมสด (Sweet cream salted butter) เป็นเนยที่มีการเติมเกลือร้อยละ 1.6 ไม่มีการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์

(ข) เนยที่ผลิตมาจากครีมเปรี้ยว (Neutralized sour cream butter) เป็นเนยที่ผ่านขั้นตอนการทำให้เป็นกลาง หรือทำให้ความเป็นกรดลดลง มีการเติมเกลือร้อยละ 1.6 เป็นเนยที่ผลิตได้จากครีมที่ผ่านการเติมเชื้อจุลินทรีย์แลคติก และบ่มไว้จนได้ที่ นำมาปั่นเช่นเดียวกับการผลิตเนยจากครีมสด

(ค) เนยที่ผลิตจากเวย์ (Whey butter) เป็นเนยที่ผลิตได้จากเวย์โดยจะทำการแยกไขมันหรือครีมออกจากเวย์ นำครีมเวย์มาทำเป็นเนยและมีการเติมเกลือประมาณ ร้อยละ 1.6

(ง) เนยที่ผลิตจากครีมหมัก (Cultured / Sour cream / Ripened cream butter) เป็นเนยที่ผลิตจากครีมที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์เพื่อทำให้ได้กลิ่นที่ดีก่อนนำครีมเปรี้ยวมาปั่นเป็นเนยและมีการเติมเกลือเล็กน้อย กลิ่นที่เกิดจากการหมัก ได้แก่ แอซีทิลเมทิลคาร์ไบโนล (Acetylmethyl carbinol) และ ไดอะซีทิล (Diacetyl) (วรรณฯ ตั้งเจริญชัยและวิบูลย์ศักดิ์ กาวีละ, 2531, หน้า 113)

(จ) เนยคั้นรูป (Recombine butter) เป็นเนยที่ผลิตจากนํ้ามันเนย (Butter oil anhydrous milk fat) นมผงพร่องมันเนย เกลือ และน้ำ โดยหลักการคือ ปั่นผสมส่วนผสมทั้งหมดและ ปั่นผสม เพื่อเปลี่ยนเฟสของนํ้ามันจาก Oil-in-water เป็น Water in oil



รูปที่ 2.1 : ประเภทของเนย
ที่มา : ครีบ้านพิม. (2553)

3. กระบวนการผลิตเนย (Butter manufacturing)

ในสมัยก่อนเนยจะถูกจัดเป็นไขมันที่ได้จากครีม โดยการเปลี่ยนเฟสของไขมันในน้ำ (Oil - in - water) เป็นน้ำในไขมัน (Water - in - oil) โดยมีปริมาณไขมันอย่างน้อยร้อยละ 80 ทั้งนี้โครงสร้างของไขมันจะจับตัวกันอยู่เป็นโครงสร้างของผลึกไขมัน (Crystalline) และมีหยดน้ำเล็กๆ (Water droplet) แทรกอยู่ในช่องว่าง กระบวนการผลิตในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือที่มีการผลิตแบบต่อเนื่องเกือบทั้งหมด

ในระดับอุตสาหกรรม เนยจะถูกเตรียมจากครีมสด จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ทำให้เกิดกระบวนการสร้างผลึกไขมัน (Crystallization) จากนั้นกระบวนการปั่นเนย (Butter

churning) จะเปลี่ยนแปลงเฟสของครีมที่มีลักษณะการเรียงตัวแบบโครงร่างผลึกไขมันเป็นแกรนูล (Butter granule) และบัตเตอร์มิลค์ (Butter milk)

เนยที่ผลิตด้วยวิธีดั้งเดิม คือแบบไม่ต่อเนื่อง จะเหมาะสมกับการผลิตเนยที่มีคุณสมบัติในการแผ่ได้ดี (Butter spreads) เช่น เนยทาขนมปัง ซึ่งจะมีปริมาณไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 60 – 84 อย่างไรก็ตามกฎหมายเกี่ยวกับเนยที่กำหนดให้ต้องมีปริมาณไขมันอย่างน้อยร้อยละ 80 ในหลายประเทศ เนยประเภทนี้จึงอาจจัดอยู่ในประเภทเนยไขมันต่ำ หรือเนยดัดแปลง

4. กระบวนการผลิตเนยจากครีม

ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

4.1 วัตถุดิบ ควรเก็บครีมที่อุณหภูมิ 2 – 4 องศาเซลเซียส ครีมควรมีลักษณะดังนี้

- ครีมมีลักษณะปรากฏที่ดี
- ไม่มีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์
- ไม่มีค่าไอโอดีนสูง
- ครีมไม่ควรมีการปฏิชีวนะ และสารซักฟอกในการทำมาสะอาดปนอยู่

เนื่องจากเมื่อนำไปผลิตเนยชนิดเปรี้ยวจะทำให้ยับยั้งกระบวนการหมัก หรือกระบวนการหมักเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์

4.2 การพาสเจอร์ไรซ์ครีม อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์สูงกว่า 95 องศาเซลเซียส แต่ต้องระวังการเกิดกลิ่นนมต้ม (Cooked flavour) การพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิสูงอาจทำลายเอ็นไซม์ และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ซึ่งจะทำให้คุณภาพการเก็บรักษาของเนยต่ำลง อย่างไรก็ตามในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ไม่มีผลต่อไขมันในระหว่างการผลิต

การให้ความร้อนที่เหมาะสมจะมีผลต่อรสชาติของเนย ในระหว่างการพาสเจอร์ไรซ์การใช้ อุณหภูมิที่สูงเป็นเวลานานหรือร้อนซ้ำเกินไปจะมีผลต่อการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันไม่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสของเนยไม่เนียน การพาสเจอร์ไรซ์ที่ดีจะช่วยควบคุมความสม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส ทำให้เนียนเรียบ ซึ่งไขมันเหลวที่ร้อนจะตกผลึกในรูปแบบต่างๆ ขึ้นอยู่กับการทำความเย็น (Cooling) หลังการพาสเจอร์ไรซ์ ดังนั้นการให้ความเย็นแก่ครีมอย่างรวดเร็วจะทำให้เกิดผลึกจำนวนมากและมีขนาดเล็ก ในขณะที่การให้ความเย็นครีมอย่างช้าจะทำให้เกิดผลึกขนาดใหญ่และมีจำนวนน้อย ในส่วนของสถานะของเหลวที่เหลืออยู่บนผิวหน้าจะลดจำนวนเหลือน้อยลงและกลายเป็นของแข็ง (Solid phase) เพิ่มขึ้นหลังจากการผสมเนย (Churning) การควบคุมการทำความเย็นในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ มีความสำคัญมากเพราะมีผลกระทบต่อรูปแบบการเกิดผลึกของไขมันซึ่งมีผลต่อความคงตัวของเนื้อสัมผัส

4.3 การกำจัดกลิ่นด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum deaeration) การให้ความร้อนกับครีมที่อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส ส่งเข้าระบบสุญญากาศให้จุดเดือดลดลงที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส ซึ่งกลิ่นที่ผิดปกติในครีม อาจเป็นกลิ่นที่เกิดจากจุลินทรีย์ที่เจริญในน้ำมัน กลิ่นจากอาหารสัตว์ กลิ่นไม่สะอาดที่เกิดจากคอกวัว กลิ่นนมต้ม และกลิ่นผิดปกติอื่นๆ การกำจัดกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนาเหล่านี้นิยมใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Vacreator ซึ่งผ่านครีมที่ร้อนลงไปจนถึงลดความดัน ทำให้สารที่ระเหยได้จะถูกขจัดออกไปก่อนที่ครีมจะเย็น ระบบนี้สามารถขจัดกลิ่นผิดปกติในครีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้อาจใช้ระบบนี้ร่วมกับการให้ความร้อนแก่ครีมแบบ Direct steam injection แต่จะมีข้อเสียคือ แรงเฉือนจะมีผลทำให้ขนาดของเม็ดไขมันลดลง และมีการสูญเสียไขมันไปกับมอเตอร์มีลค์มาก การใช้ระบบกำจัดกลิ่นนี้มีข้อควรระวังคือ แม้ว่าระบบนี้จะกำจัดกลิ่นแปลกปลอมที่ผิดปกติได้ดี แต่ถ้าในกรณีที่ครีมไม่มีกลิ่นผิดปกติใดๆ กลิ่นที่ดีของครีมและเนยก็จะถูกกำจัดออกไปด้วย

4.4 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว ที่นิยมใช้ คือ *Streptococcus diacetylactis* ประมาณร้อยละ 0.6 – 13 และ *Leuconostoc citrovorum* ประมาณร้อยละ 0.3 – 5.9 จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้จะผลิตไดอะซีทิล ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นหอมในเนย

(ก) ครีมสดที่ไม่เติมเชื้อจุลินทรีย์แลคติก (Sweet cream)

หลังจากครีมผ่านการพาสเจอร์ไรซ์และกำจัดกลิ่นแล้วจะทำให้เย็นทันที ปกติการทำให้ครีมเย็นมักทำอย่างรวดเร็วในชุดอุปกรณ์พาสเจอร์ไรซ์แบบใช้แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate Heat pasteurizer) โดยทำให้อุณหภูมิของครีมลดลงเหลือ 3 - 5 องศาเซลเซียส และบ่ม (Ageing) หรือคงไว้ที่อุณหภูมิน้อยอย่างน้อย 4 ชั่วโมง (ส่วนใหญ่นิยมบ่มมากกว่า 4 ชั่วโมง) เพื่อให้ไขมันเกิดการตกผลึกและจัดเรียงตัวกันอย่างเหมาะสม ขั้นตอนนี้จึงมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนยที่ผลิตได้โดยเฉพาะคุณสมบัติด้านความสามารถในการแผ่ (Spreadability) และลักษณะเนื้อสัมผัสของเนย

(ข) ครีมเปรี้ยวชนิดเติมเชื้อจุลินทรีย์แลคติก (Ripened Cream)

หลังจากที่พาสเจอร์ไรซ์ครีมและกำจัดกลิ่นแล้วจะทำให้ครีมเย็นถึงอุณหภูมิที่จะบ่มโดยเติมจุลินทรีย์ผสมที่ใช้เป็นหัวเชื้อ (Starter) ลงไปร้อยละ 1 - 2 หมักที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-18 ชั่วโมง จุลินทรีย์ผสมที่ใช้ประกอบด้วยแบคทีเรียแลคติกชนิดที่สร้างกรดและชนิดที่สร้างกลิ่นรส แบคทีเรียชนิดที่สร้างกรดได้แก่ *Lactococcus lactis*, *Strep. Cremoris*, *Strep. Diacetylactis* และ *Leuconostoc cremoris* แบคทีเรียชนิดที่สร้างกลิ่นรสได้แก่ *Leuconostoc mesenteroides* spp. และ *Lactococcus lactis biovar. Diacetylactis* เมื่อการหมักดำเนินไปจนกระทั่งได้ระดับ pH ที่ต้องการและมีปริมาณไดอะซีทิล (Diacetyl) เพียงพอเช่นเมื่อได้ pH 5.1 จะมีไดอะซีทิล และสารให้กลิ่นรสอื่นเกิดขึ้นเล็กน้อย ถ้าต้องการให้มีสารให้กลิ่นรสมากขึ้นควรหมักจนถึง pH 4.6 จากนั้นจะหยุดการเจริญของจุลินทรีย์หัวเชื้อ โดยลดอุณหภูมิของครีมให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นไขมันนมจะเริ่มตกผลึก ในการทำให้อุณหภูมิของครีมลดลงนั้น ถ้าหากหมักในถังจะทำให้ผนังของถังเย็นลงโดยอาศัยขดลวดอยู่ภายในหรือถ้ามีแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน ก็จะผ่านครีมลงไปบนผิวของแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนที่ลดอุณหภูมิลง

4.5 การปั่นเนย (churning) แบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

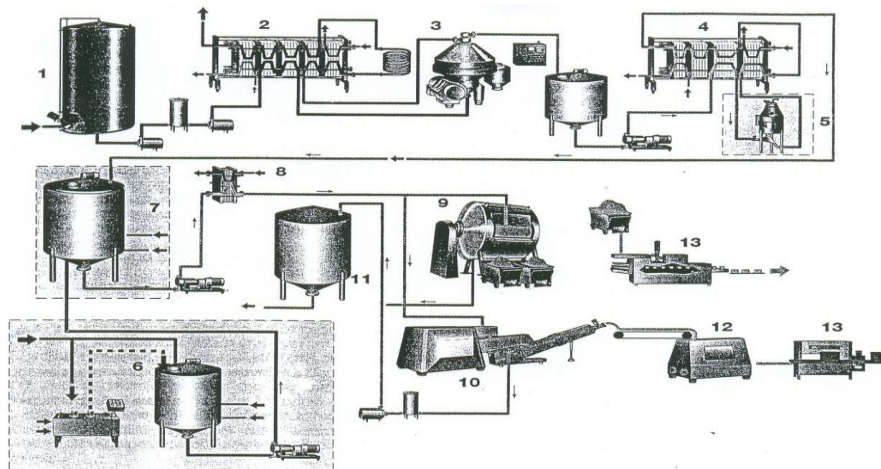
(ก) แบบไม่ต่อเนื่อง (Conventional process) เป็นวิธีการผลิตเนยแบบเก่าโดยใช้เครื่องปั่นเนยแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch churner) ขั้นแรกเครื่องจะทำการกวนครีมอย่างรวดเร็วจนเกิดเป็นโฟมของครีม (Cream foam) ใบพัดของเครื่องจะตีให้เม็ดไขมันแตกออก ไขมันเหลวที่อยู่ในเม็ดไขมันจะหลุดออกมาทำหน้าที่เป็นสารยึดเกาะให้เม็ดไขมันมารวมกันเกิดเป็นเม็ดเนยขึ้น พร้อมกับมีแบตเตอรี่มิลค์แยกออกมา เมื่อปั่นเนยจนได้เม็ดเนยขนาดตามต้องการแล้ว ต้องทำการล้างเนย (Washing) ด้วยน้ำที่สะอาดเพื่อขจัดแบตเตอรี่มิลค์ออกให้หมด จากนั้นนำก้อนเนยที่ได้มานวด (Working) เพื่อให้เม็ดเนยรวมกันเป็นเนื้อเดียว และขจัดแบตเตอรี่มิลค์หรือน้ำที่เหลืออยู่ โดยมีค่าประสิทธิภาพการปั่นเนย (Churning recovery) เพื่อบ่งบอกประสิทธิภาพของเครื่องในการเปลี่ยนไขมันในครีมจากน้ำมันในน้ำ (Oil in water emulsion) เป็นน้ำในน้ำมัน (Water in oil emulsion) ถ้าค่าประสิทธิภาพการปั่นเนยเท่ากับ 0.50 หมายถึง มีไขมันในครีมเปลี่ยนเป็นไขมันในเนยร้อยละ 99.5 โดยมีปริมาณไขมันในครีมร้อยละ 0.5 อยู่ในหางเนย (Butter milk) (Bylund, 1995, p. 273)

(ข) แบบต่อเนื่อง (Continuous process) เป็นวิธีการผลิตเนยโดยใช้เครื่องผลิตเนยแบบต่อเนื่อง (Continuous churner) แบ่งได้ เป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ

- **Fritz process** เป็นเครื่องผลิตที่ทันสมัยสามารถผลิตได้อย่างรวดเร็ว ระบบนี้มีการใช้ใบพัดสำหรับตีครีมทำให้เกิดเม็ดเนยขึ้น จากนั้นจะระบายแบตเตอรี่มิลค์ออกแล้วส่งเนยที่ได้ไปล้างและนวดต่อไป เป็นระบบที่ใช้เวลาสั้น ไม่นิยมใช้ผลิตเนยชนิดที่เติมเกลือ เนื่องจากเกลือไม่สามารถกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (เพราะใช้เวลาในการผลิตสั้น) ใช้ได้ดีกับครีมไขมันร้อยละ 40 – 45 และอุณหภูมิภายในเครื่องประมาณ 45 – 50 องศาฟาเรนไฮต์ (7.2 – 10 องศาเซลเซียส)

- **Alfa process** เป็นระบบที่ใช้กับครีมไขมันร้อยละ 78 – 80 อุณหภูมิภายในขณะผลิตประมาณ 48 – 50 องศาฟาเรนไฮต์ (8.8 – 10 องศาเซลเซียส) ถ้าต้องการเติมเกลือจะต้องผสมในครีมก่อน

- **Cherry – Burrel process** เป็นระบบที่ใช้กับครีมสดไขมันร้อยละ 40 นำไปผ่านเครื่องแยกครีมจนได้ครีมไขมันร้อยละ 80 เมื่อพาสเจอร์ไรซ์ด้วยระบบสุญญากาศ อุณหภูมิ 200 องศาฟาเรนไฮต์ (93 °C) ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 100 – 110 องศาฟาเรนไฮต์ (37.7 – 43.3 °C) ก่อนปรับมาตรฐานความชื้นและเกลือ เนยที่ได้มีเม็ดไขมันขนาดเล็กและสีอ่อนกว่าวิธีอื่น ๆ (วรรณตังเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิลละ. 2531) ขั้นตอนการผลิตเนยแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง แสดงได้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการผลิตเนยเหลวแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง
ที่มา : Bylund. (1995)

- หมายเหตุ
- | | |
|--|--|
| 1. แท็งก์รับน้ำนมดิบ | 2. การให้ความร้อนและการพาสเจอร์ไรซ์ทางนม |
| 3. การแยกไขมันเพื่อผลิตครีม | 4. การพาสเจอร์ไรซ์ครีม |
| 5. ระบบกำจัดกลิ่นสูญญากาศ (เมื่อใช้) | |
| 6. ระบบการหมัก (เมื่อใช้) | 7. แท็งก์บ่มครีม |
| 8. การให้ความร้อนครีม | 9. การปั่นเนย และการนวดเนยระบบไม่ต่อเนื่อง |
| 10. การปั่นเนย และการนวดเนยระบบต่อเนื่อง | |
| 11. แท็งก์เก็บหางเนย | 12. สายพานลำเลียงเนย |
| 13. เครื่องบรรจุ | |

4.6 การนวดเนย (Working) เป็นขั้นตอนลดความชื้นในเนย เนื่องจากในขั้นตอนการปั่นเนยจนได้เม็ดเนย จะมีการล้างเม็ดเนยด้วยน้ำเย็น เพื่อล้างหางเนยและของแข็งไม่รวมไขมันออกจากเม็ดเนย มักล้าง 2 – 3 ครั้ง โดยเม็ดเนยที่ผ่านการล้างน้ำจะมีน้ำเป็นร้อยละ 20 – 25 ในการนวดจะลดความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 16 ในขั้นตอนนี้อาจทำพร้อมกับการเติมเกลือประมาณร้อยละ 0 – 3

4.7 การบรรจุ ในโรงงานขนาดเล็กที่ผลิตเนยแบบไม่ต่อเนื่องจะขนถ่ายเนยใส่รถรางเล็กๆ หลังจากออกจากเครื่องปั่นเนยเพื่อนำไปยังแผนกบรรจุ แต่ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่ที่ผลิตแบบต่อเนื่อง เนย จะถูกสูบไปยังถังเก็บเนย แล้วจึงสูบไปยังแผนกบรรจุ วัสดุที่ใช้บรรจุควรป้องกันแสง ความชื้น และป้องกันการปนเปื้อนโดยจุลินทรีย์ได้ วัสดุที่ใช้อาจเป็นโพลีเอธิลีน อะลูมิเนียมฟอยล์ หรือ วัสดุหลายชั้นประกบกันซึ่งมีชั้นของอะลูมิเนียมฟอยล์อยู่ด้วย

4.8 การเก็บรักษาเนย อุณหภูมิในการเก็บรักษาคือ 5 องศาเซลเซียส หากเก็บเนยที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 24 – 48 ชั่วโมง และที่ อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 2 – 3 วัน ส่วนเนยที่มีคุณภาพดี เช่น เนยจากครีมสดชนิดเต็มเกลือ จะเก็บได้หลายสัปดาห์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และเก็บได้หลายปีที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส (Bylund, 1995, pp. 266 - 273)

5 กระบวนการผลิตเนยคั้นรูป

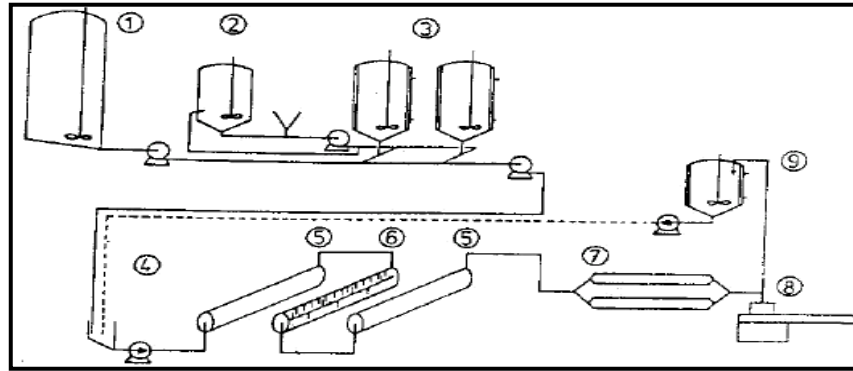
ในกระบวนการผลิตเนยคั้นรูปจะใช้เทคโนโลยีการผลิตเช่นเดียวกับมาการีน โดยใช้แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนแบบใบมีดชุดผิว (Scraped surface heat exchanger) ส่วนผสมทั้งหมดทั้งที่เป็นไขมันและไม่ใช่ไขมัน ได้แก่ Anhydrous Milk Fat เกลือ นมผง สารแต่งกลิ่นและรสชาติ เป็นต้น จะถูกนำมาผสมรวมกัน และเติมอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เลซิธิน (Lecithin) และโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) เพื่อช่วยให้เกิดเป็นอิมัลชัน (Emulsion) โดยในระหว่างการเกิดอิมัลชันจะต้องมีการคนส่วนผสมอยู่ตลอดเวลาจนกว่าผลึกของไขมันจะเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์

ผลึกไขมันที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้หยดน้ำ (Water droplet) ในส่วนผสมเกิดความเสถียรเนื่องจากหยดน้ำถูกดูดซับไว้บริเวณผิวหน้า (Pickering and stabilization) หากกระบวนการผลิตเนยคั้นรูปใช้โมโนกลีเซอไรด์เป็นอิมัลซิไฟเออร์ จะไปยับยั้งผลึกไขมันในการจับตัวกันเป็นก้อน และสร้างโครงสร้างที่แข็งแรง ดังนั้น การดูดซึมหยดน้ำไว้บริเวณผิวหน้าของผลึกไขมันจะเกิดได้ไม่เต็มที่

นอกจากนี้ อิมัลซิไฟเออร์ จะทำหน้าที่อื่นๆ อีกด้วย เช่น ในระหว่างการทอด หรือการให้ความร้อนเนย ไขมันจะเริ่มหลอมเหลว หยดน้ำจะไม่เสถียรอีกต่อไป ซึ่งหากหยดน้ำเล็กๆ เหล่านี้ไม่สามารถรวมกันเป็นขนาดใหญ่ได้ในเวลาอันรวดเร็ว ก็จะทำให้กระเด็น ในกรณีเช่นนี้ อิมัลซิไฟเออร์ จะช่วยให้ หยดน้ำเล็กๆ เหล่านี้ไม่กระจายไปทุกทิศทุกทางได้

จากนั้นส่วนผสมที่อยู่ในรูปอิมัลชันนี้ จะถูกส่งผ่านปั๊มความดันสูงเข้าสู่แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อให้เกิดกระบวนการสร้างผลึกไขมัน (Crystallization) และพาสเจอไรซ์ส่วนผสม แล้วส่งเข้าสู่กระบวนการปั่นเนย (Butter churning) ต่อไป

เนยคั้นรูปที่ได้จะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีกว่าเนยสด เช่น ความคงตัว (Firmness) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไขมันเท่ากัน ลักษณะเนื้อสัมผัสก็มีความแตกต่างกันกับเนยสด ทั้งนี้ เนื่องจากไขมันในเนยคั้นรูปจะไม่อยู่ในรูปของเม็ดไขมัน (Fat globule) ดังนั้น ผลึกไขมันทั้งหมดจึงเชื่อมต่อกันเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงและอยู่ในสภาพโครงสร้างของแข็ง (Solid structure)



ภาพที่ 2.3 กระบวนการผลิตเนยคั้นรูป
ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธนาวัลย์. (2533)

1. ไขมันนมหลอมเหลว
2. ถังผสมส่วนผสมที่เป็นของเหลว
3. ถังกวนให้เกิดอิมัลชัน (Butter churn)
4. บั้มความดันสูง
5. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Scraped-surface
6. ส่วนที่ทำการนวด
7. ท่อพัก
8. เครื่องบรรจุ
9. หลอมใหม่ และส่งกลับไป

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตเนยคั้นรูปทั่วไปกับเนยคั้นรูปสวนดุสิต

เนยคั้นรูปทั่วไป	เนยคั้นรูปสวนดุสิต
1. อิมัลซิไฟเออร์มีความแตกต่างหลากหลายซึ่งมีผลต่อการจัดเรียงตัวของผลึกไขมัน	1. ใช้เลซิตินเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งทำให้การดูดซับหยดน้ำบริเวณผิวโครงสร้างผลึกไขมันมีประสิทธิภาพดี แต่โครงสร้างอาจไม่แข็งแรงเท่ากับอิมัลซิไฟเออร์ชนิดอื่น เช่น โมโนกลีเซอไรด์ เป็นต้น
2. มีการแต่งสีและกลิ่นของเนย	2. ไม่มีการแต่งสีและกลิ่น ทั้งนี้ สีของเนยที่ได้มาจากเบต้าแคโรทีนในธรรมชาติของน้ำมันวัว และกลิ่นไขมันเนยธรรมชาติ
3. มีการเติมสารให้ความคงตัวทำให้เนยมีความเสถียรที่อุณหภูมิห้อง ไม่หลอมละลายง่าย	3. ไม่มีการเติมสารให้ความคงตัว ดังนั้น ที่อุณหภูมิห้องเนยจะหลอมเหลวได้ง่าย
4. ส่วนใหญ่ผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process) ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสม่ำเสมอ	4. ผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch process) ทำให้การควบคุมกระบวนการผลิตให้สม่ำเสมอเป็นไปได้ยาก ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนย
5. มีขั้นตอนกระบวนการนวดเนยเพื่อไล่ความชื้นออก ทำให้เนยมีเนื้อเรียบเนียน และไม่เหลว	5. เครื่องมือในกระบวนการผลิตเนยไม่มีขั้นตอนของการนวดเนย ทำให้เนื้อสัมผัสไม่เรียบเนียนเท่ากับในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และเนยมีความชื้นค่อนข้างสูง ซึ่งจะเซ็ทตัวเมื่อเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส
6. มีการติดตั้งเครื่องสุญญากาศหลังการปั่นเนยเพื่อกำจัดอากาศส่วนเกินที่แทรกอยู่ออกไป ซึ่งจะช่วยในเรื่องของลักษณะเนื้อสัมผัสให้มีความคงตัวมากยิ่งขึ้น รวมถึงยืดอายุการเก็บรักษาเนยเนื่องจากลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้เหม็นหืน (Oxidation rancidity) และลดการแยกตัวของน้ำอิสระออกจากเนยในระหว่างการเก็บรักษา	6. ไม่มีเครื่องสุญญากาศในการกำจัดอากาศส่วนเกินในเนยก่อนการบรรจุ
7. อายุการเก็บที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 เดือน	7. อายุการเก็บที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 เดือน

ที่มา : Edgar Spreer. (1998)

นอกจากร้อยละผลได้ของเนย (% yield) แล้ว ตัวชี้วัดคุณภาพของเนยที่สำคัญ ได้แก่ ความคงตัว ความชื้น การกระจายตัวของหยดน้ำในอิมัลชัน การคั่นตัวของน้ำมันเนย ทั้งนี้ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพดังกล่าวข้างต้นปัจจัยต่างๆ ในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะช่วงการเตรียมครีม และการปั่นเนย ทั้งนี้ ในแต่ละฤดูกาล หรือแต่ละครั้งของการผลิต ปริมาณและคุณภาพของไขมันในน้ำนมวัวมีความแตกต่างกันมาก ทำให้มีผลต่อความสม่ำเสมอของการผลิต และในส่วนของ การปั่นผสมเนย ความเร็วรอบในการปั่น อุณหภูมิ และขนาดของใบมีด มีความสำคัญมากในการเปลี่ยนเฟสของอิมัลชัน

การปรับปรุงคุณภาพของเนย ในระดับอุตสาหกรรมทำได้โดยการติดตั้งเครื่องสุญญากาศหลังการปั่นเนย เพื่อกำจัดอากาศส่วนเกินที่แทรกอยู่ออกไป กระบวนการกำจัดอากาศนี้ จะช่วยในเรื่องของลักษณะเนื้อสัมผัสให้มีความคงตัวมากยิ่งขึ้น รวมถึงยืดอายุการเก็บรักษาเนยเนื่องจากลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้เหม็นหืน (Oxidation rancidity) และลดการแยกตัวของน้ำอิสระออกจากเนยในระหว่างการเก็บรักษา

6. คุณสมบัติทางเคมีของเนย

6.1 ปริมาณไขมัน

ไขมันเนย หรือไขมันนม (Butter fat หรือ milk fat) หมายถึงไขมัน ซึ่งอยู่ในรูปของอนุภาคเม็ดไขมัน (Fat globule) แฉวยลอยอยู่ในน้ำนม (Milk) ในสภาพอิมัลชัน (Emulsion) ปริมาณไขมันนมแปรผันตามชนิดของสัตว์ เช่น น้ำนมโค มีระดับไขมัน 33 - 47 กรัมต่อลิตร

การจัดเรียงตัวของไขมันในครีมและเนย อยู่ในรูปของผลึกไขมัน ที่จัดเรียงตัวกันเป็นระเบียบ มีการกระจายตัวกันสม่ำเสมอ หากกระบวนการผลิตเหมาะสม และบริเวณผิวหน้าของผลึกไขมันจะดูดซับหยดน้ำ (Water droplet) ทำให้ ในผลิตภัณฑ์เนยที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 15 ไม่ปรากฏหยดน้ำส่วนเกินออกมา อย่างไรก็ตาม หากกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในขั้นตอนของการพาสเจอร์ไรส์ส่วนผสม และการปั่นเนย ใช้สภาวะที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่คงตัว ไม่เนียนเรียบ และอาจพบหยดน้ำส่วนเกินบริเวณผิวหน้าของเนยอีกด้วย

ไขมันให้สารอาหารที่ให้พลังงานมากกว่าโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต 2.25 เท่าในปริมาณน้ำหนักที่เท่ากัน ไขมันทำให้อาหารมีกลิ่นรสและมีเนื้อสัมผัสที่ดี ให้กรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acid) และเป็นตัวนำวิตามินบางชนิดที่ละลายได้ในไขมัน ได้แก่ วิตามิน เอ ดี อี และ เค เข้าสู่ร่างกาย ไขมันมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่เฉพาะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ลักษณะโครงสร้าง การละลาย และการแข็งตัว การจับตัวกับน้ำ และ โมเลกุลอื่นๆ ที่ไม่ใช่ไขมัน ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารแตกต่างกัน

ไขมันเนย ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) มีอยู่ประมาณร้อยละ 97 - 98 ที่เหลือเป็นฟอสโฟลิพิด (Phospholipid) ไคลิเซอไรด์ มอนอกลิเซอไรด์ คอเลสเตอรอล (Cholesterol) กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) รวมทั้งวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน

เช่น วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และ วิตามินเค ไตรกลีเซอไรด์ในไขมันนมประกอบด้วยกรดไขมันที่ประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัวสายสั้น (Short chain fatty acid) เช่น กรดบิวทีริก (Butyric acid) Caproic acid ปริมาณมาก ซึ่งระเหยได้ มีจุดหลอมเหลวต่ำ และเกิดการหืน (Rancidity) ได้ง่าย

สำหรับเนยเหลวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากนม นั้น กำหนดให้มีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก และความชื้นไม่เกินร้อยละ 16 ส่วนมาการีนนั้นแตกต่างจากเนยเหลว กล่าวคือ ในส่วนที่เป็นไขมันจะใช้ไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ เช่น ไขมันจากสัตว์และน้ำมันจากพืช มาการีนจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ราคาต่ำกว่าและสามารถใช้ทดแทนเนยเหลวได้ ส่วนในผลิตภัณฑ์เนยสำหรับการทำขนมอบหรืออาหารประเภทต่างๆ มีปริมาณไขมันแตกต่างกันไป ตั้งแต่ร้อยละ 20 – 78 โดยอาจผลิตจากไขมันนม หรือไขมันชนิดอื่น หรือผสมกันระหว่างไขมันนมและไขมันชนิดอื่น ในปริมาณไขมันนม ตั้งแต่ร้อยละ 15 – 85 ของไขมันทั้งหมด

6.2 ความเป็นกรด

น้ำนมโดยทั่วไปจะมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการผลิตเนย เนื่องจาก กรดจะทำหน้าที่ตกตะกอนโปรตีนในนม เช่น ขบวนการผลิตครีมเปรี้ยวและเนยแข็ง ในขบวนการผลิตครีมเปรี้ยว กรดแลคติกซึ่งเกิดจาก จุลินทรีย์ เช่น สเตรปโตคอคคัส (Streptococcus) และแลคโตบาซิลลัส (Lactobacillus) ช่วยลดพีเอชจนใกล้เคียงจุดไอโซอิเล็กทริกของเคซีนในน้ำนม ซึ่งจะทำให้เคซีนตกตะกอน ดังนั้น หากต้องการผลิตครีมชนิดไม่เปรี้ยว ต้องมีการปรับกรดในน้ำนมหรือครีมมีสภาพเป็นกลางก่อนการนำมาผลิตเนย

อย่างไรก็ตาม กรดในครีมมีความเข้มข้นต่ำเหมาะสม จะให้กลิ่นรสเฉพาะตัวที่ดีของผลิตภัณฑ์นม เช่น เนยแข็ง (Cheese) และเนยเหลว (Butter)

7 คุณสมบัติทางกายภาพของเนย

7.1 จุดหลอมเหลว

เนยคั้นรูป ควรจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายมนุษย์ เพื่อให้เกิดการละลายในปากโดยสมบูรณ์ระหว่างการเคี้ยว ถ้าอุณหภูมิไม่คงตัวในระหว่างกระบวนการผลิต ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนยจะจับกันหลวมๆ เนื่องจากผลึกไขมันมีขนาดใหญ่ จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ทำให้เนยไม่คงตัวและเนื้อไม่เนียน

7.2 สี

เนยคั้นรูปจะมีสีเหลืองทอง (Golden) หรือสีเหลืองอ่อน (Creamy yellow) จาก β -carotene ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบตามธรรมชาติในน้ำนม มีลักษณะเนียน (Smooth) ผิวค่อนข้างด้าน (Matt) และไม่มันเยิ้ม (Greasy) จนเกินไป ซึ่งแตกต่างจากมาการีนซึ่งจะมีลักษณะเป็นเงา (Shine)

และมันเยิ้ม สมบัตินี้ขึ้นอยู่กับรูปผลึกของไขมัน ขนาดของหยดน้ำ (Moisture droplets) และการดูดกลืนแสงหรือสะท้อนแสงที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์

อย่างไรก็ตาม สีของเนยตามธรรมชาติจะขึ้นอยู่กับปริมาณ β -carotene ในน้ำมัน ซึ่งแต่ละฤดูกาล และแต่ละครั้งของการรับวัตถุดิบจะมีความแตกต่างกัน ทำให้คุณภาพด้านสีของเนยที่ได้ไม่มีความสม่ำเสมอ ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อผู้บริโภคได้

7.3 การเหม็นหืน

รายละเอียดในหัวข้อ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนยระหว่างการเก็บรักษา

7.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

เนยเป็นส่วนผสมของผลึกไขมัน (Fat crystal) ซึ่งเป็นของแข็งกับ ไขมันเหลว (Liquid fat) ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสและความรู้สึกเมื่อรับประทาน จึงขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างผลึกไขมันและไขมันเหลว รวมทั้งขนาดของผลึกไขมันด้วย ถ้าผลึกไขมันมีขนาดใหญ่มากกว่า $20 \mu\text{m}$ จะทำให้เนยเกิดลักษณะเนื้อหยาบ (Gritty) ได้ ทั้งนี้ ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนยมีหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น อุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรส์ส่วนผสม อุณหภูมิในการปั่นเนย การบ่มเนย การกำจัดอากาศส่วนเกินหลังกระบวนการผลิต รวมถึงคุณภาพของวัตถุดิบในการผลิต ล้วนแล้วแต่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสทั้งสิ้น

7.5 อิมัลชัน (Emulsion)

อิมัลชัน หมายถึง ผลิตภัณฑ์รูปแบบหนึ่งที่ประกอบด้วยของเหลวอย่างน้อย 2 ชนิด ซึ่งไม่เข้ากันหรือไม่ละลายในกันและกัน เช่น น้ำและน้ำมัน ถ้าต้องนำมาอยู่ด้วยกันในลักษณะที่ผสมผสานเข้าเป็นเนื้อเดียวกันก็ต้องใช้ตัวทำอิมัลชัน (Emulsifier) เป็นตัวผสมทั้งสองเข้าด้วยกัน อิมัลชันที่เกิดขึ้นถ้ามองด้วยตาเปล่าจะเห็นลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันแต่ถ้ามองด้วยกล้องจุลทรรศน์ก็จะเห็นเป็น 2 วัฏภาค คือเห็นเป็นหยดเล็กๆ ของของเหลวชนิดหนึ่งที่อยู่ภายในวัฏภาคภายใน (Internal or dispersed phase) กระจายตัวแทรกอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่งที่อยู่ภายนอก (External or continuous phase) โดยทั่วไปหยดของวัฏภาคภายในมีขนาดต่างกัน ตั้งแต่ขนาดเล็กกว่า 0.05 ไมครอน จนถึง 25 ไมครอนซึ่งขนาดอนุภาคของวัฏภาคภายในมีผลต่อการกระจายแสงได้ต่างกัน จึงทำให้อิมัลชันมีลักษณะภายนอกที่มองเห็นได้แตกต่างกัน

ชนิดของอิมัลชัน

การแบ่งแยกชนิดของอิมัลชัน สามารถแบ่งได้หลากหลายตามลักษณะ ดังนี้ แบ่งตามลักษณะภายนอกที่มองเห็น ได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) แมโครอิมัลชัน (Macro emulsion) คือ อิมัลชัน ลักษณะขุ่นขาวที่พบโดยทั่วไป อนุภาคของวัฏภาคภายในของอิมัลชัน ชนิดนี้มีขนาดอยู่ในช่วง 0.25 – 10 ไมครอน ซึ่งโดยทั่วไปจะใหญ่กว่า 1 ไมครอน จึงทำให้เกิดความแตกต่างในค่าดัชนีการหักเหของแสงของวัฏภาคทั้งสอง และเกิดการกระจายแสงทำให้มองเห็นเป็นลักษณะขุ่นขาว อิมัลชัน นี้ อาจแบ่งย่อยได้เป็นอิมัลชัน เนื้อหยาบ

(Coarse emulsion) ซึ่งมีอนุภาคค่อนข้างใหญ่ และอิมัลชัน เนื้อละเอียด (Fine emulsion) ซึ่งมีอนุภาคค่อนข้างเล็กหรือเล็กกว่า 5 ไมครอน แมคโครอิมัลชัน เป็นอิมัลชัน ชนิดที่พบมากที่สุดใญ่ อุตสาหกรรม อาหาร ยา และเครื่องสำอาง เช่น ไอศกรีม สลัด เนย โลชั่นทาผิว เป็นต้น

2) ไมโครอิมัลชัน (Micro emulsion) อิมัลชัน ที่มีลักษณะโปร่งใส เนื่องจากอนุภาคของ อนุภาคภายในเล็กมาอยู่ในช่วง 10 –75 นาโนเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่นแสงที่ มองเห็นได้ (Visible light) จึงไม่หักเห หรือกระจายแสง แสงจึงสามารถทะลุผ่านได้ ทำให้ดูโปร่งใส หยตของอนุภาคภายในมีลักษณะกลม และถูกล้อมรอบด้วยฟิล์มของตัวทำอิมัลชันมีทั้ง ชนิด (O/W) และ (W/O)

ความคงตัวของอิมัลชัน

ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability) หมายถึง ความสามารถของอิมัลชัน ในการต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป นั่นคือถ้าอิมัลชันมีความคงตัวสูง จะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆ เช่น การแยกชั้น การเกิดออกซิเดชันช้า ความไม่คงตัวของอิมัลชัน เกิดจากกระบวนการทางกายภาพ และเคมี รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ เช่น การเจริญเติบโต ของเชื้อแบคทีเรีย หรือเชื้อราบางชนิดก็มีผลต่อสมบัติของอิมัลชัน เช่นกัน ความไม่คงตัวทางกายภาพ มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระยะห่างกระจายตัวหรือการจัดเรียงโครงสร้างของโมเลกุล อิมัลชันใน อาหารจำเป็นต้องมีความคงตัวเพื่อให้มีอายุการเก็บที่นาน

อิมัลชันเป็นระบบที่ไม่คงตัวทางเทอร์โมไดนามิกส์ เนื่องจากระบบต้องการพลังงานอิสระ ในการเพิ่มพื้นที่ผิวระหว่างเฟสของน้ำ และน้ำมัน ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป ระบบอิมัลชันเกิดจากการแบ่ง ชั้นซึ่งประกอบด้วยชั้นของน้ำมันที่ด้านบนซึ่งเป็นชั้นที่มีความหนาแน่นต่ำ และชั้นของน้ำที่มีความ หนาแน่นสูงที่ด้านล่าง ตัวอย่างเช่น การผสมน้ำมันและน้ำเข้าด้วยกัน เริ่มแรกจะเกิดอิมัลชัน ที่มี ความคงตัว แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ไม่นานก็จะเกิดการแยกชั้นขึ้น

อัตราและกลไกการแตกตัวของอิมัลชัน ขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ และโครงสร้างของโมเลกุล ขนาดเล็ก รวมทั้งสภาวะแวดล้อม เช่น การแปรปรวนของอุณหภูมิ การกวน และสภาวะในการเก็บ ความไม่คงตัวของลักษณะของอิมัลชัน ในผลิตภัณฑ์เป็นชนิดน้ำมันในน้ำมีการเติมสารช่วยลดแรงตึง ผิวระหว่างผิวของน้ำและไขมันที่เรียกว่า อิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะ เป็นเนื้อเดียวกัน อิมัลซิไฟเออร์ถูกใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลายชนิด (Zhao et al., 2009; Lent et al., 2008) และอิมัลซิไฟเออร์แต่ละชนิด ทำหน้าที่และประสิทธิภาพการทำงาน แตกต่างกัน (McClements, 2005; Friberg et al., 2004) ความแตกต่างของชนิดและสัดส่วนของ อิมัลซิไฟเออร์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ใน การผสม มีส่วนสำคัญต่อการเกิดอิมัลชัน ของผลิตภัณฑ์เช่นกัน ดังนั้นการเลือกใช้นิชนิดของอิมัลซิไฟ เออร์ และ ระยะเวลาในการผสมที่เหมาะสมจึงมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปอิมัลซิ ไฟเออร์ที่นิยมใช้ในการผลิตเนยคั้นรูป ได้แก่ เลซิติน, mono, di-glyceride เป็นต้น

น้ำนม (Milk) เป็นอาหารเหลว ที่มีโครงสร้างเป็นอิมัลชัน (Emulsion) ประเภทน้ำมันในน้ำ (Oil in water emulsion) ไขมันนม (Butter fat) จะแขวนตัวเป็นหยดน้ำมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ ใน

การผลิตเนย คือการทำให้โครงสร้างอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ เปลี่ยนเป็นอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน ความคงตัวของอิมัลชัน เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนยคั้นรูปที่ได้ การใช้อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ส่วนผสม จะทำให้การกระจายตัวของอิมัลชันสม่ำเสมอ และมีความคงตัว ซึ่งจะทำให้ได้เนยที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี และเนียนเรียบ

8 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนยระหว่างการเก็บรักษา

8.1 การเหม็นหืน เนยที่ทำจากครีมหมักจะเกิดกลิ่นหืนเร็วกว่าครีมธรรมดา เนยที่ถูกออกซิไดซ์จะถูกออกซิเจนเป็นสีขาว โดยปกติแล้วการให้ความร้อนแก่เนยจะทำให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่า แลคโตน (Lactone) ทำให้เนยมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน อย่างไรก็ตาม เนยสดคั้นรูปมักไม่มีปัญหาในการเกิดกลิ่นหืน เนื่องจากมีขั้นตอนของการกำจัดอากาศส่วนเกินก่อนการบรรจุ (พรพล รมย์ นกุล, 2545)

การเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation rancidity)

- เกิดจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ซึ่งจะสลายตัวไปเป็นสารที่ระเหยง่าย มีกลิ่นเหม็นหืน และมักทำให้วิตามินที่ละลายในไขมันถูกทำลายด้วย
- ทำให้เกิด กลิ่นรสแปลกปลอม (Off flavours) เกิดอนุมูลอิสระ (Free radicals) ระหว่างกระบวนการ autocatalytic ทำให้ปฏิกิริยาอื่นที่ไม่ต้องการ เช่น การสูญเสียวิตามิน การเปลี่ยนสี
- การเหม็นหืนป้องกันโดย ไม่ให้อาหารสัมผัสกับอากาศ เก็บที่อุณหภูมิต่ำ

หรือมีการเติมสารกันหืน antioxidant ลงไป (นฤดี พงศ์กัจจิฑูร และคณะ, 2544)

ไขมัน หน้าที่สำคัญของไขมันคือ ทำให้เนยมีกลิ่น รส และ มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี ในไขมันมีฟอสโฟลิพิด (Phospholipids) เป็นสารประกอบในไขมันที่สำคัญพวกหนึ่ง เนื่องจากมีกลุ่มในโมเลกุลที่รวมกับน้ำได้ (Hydrophilic group) สารนี้มีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว Surface active agent ช่วยในการรวมตัวของน้ำกับน้ำมัน ฟอสโฟลิพิดที่สำคัญ ได้แก่ เลซิทีน และ เซฟาลิน

8.2 น้ำในผลิตภัณฑ์เนย

น้ำในผลิตภัณฑ์เนยมี 2 รูปแบบคือ

(1) น้ำอิสระ (Free water) ซึ่งจะมีผลต่อ เนื้อสัมผัส และ การเก็บอาหาร การระเหยน้ำออก ทำให้อาหารมีน้ำหนักน้อยลง พื้นที่ในการบรรจุลดลง เก็บรักษาได้มากขึ้น แต่จะมีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร ในผลิตภัณฑ์เนย ระหว่างการเก็บรักษา น้ำอิสระ อาจแยกตัวออกจากเนย ทำให้เกิดการเสื่อมเสียทางกายภาพได้ วิธีแก้คือการติดตั้งเครื่องสูญญากาศ เพื่อกำจัดอากาศที่แทรกอยู่ระหว่างผลึกไขมัน ทำให้ไม่มีช่องว่างที่น้ำอิสระจะเคลื่อนย้ายได้

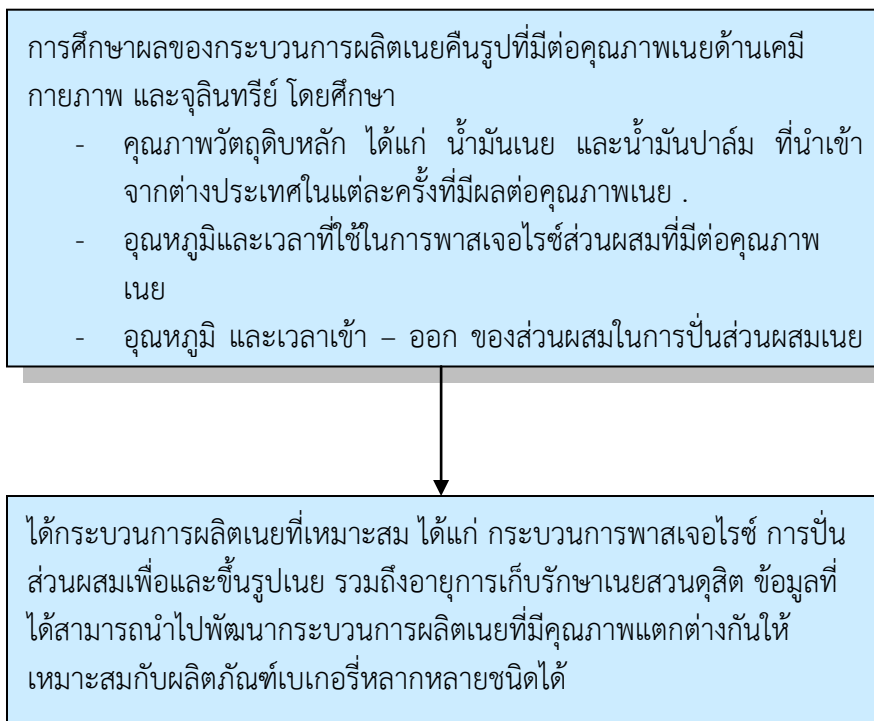
(2) น้ำในเซลล์ (Bound water) น้ำที่ถูกยึดไว้ กับสารอาหารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ โปรตีน

ตารางที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงที่พบบ่อยมากในผลิตภัณฑ์เนยระหว่างการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงของเนยระหว่างการเก็บรักษา	สาเหตุ
กลิ่นรสเนย	
1) กลิ่นรสเปรี้ยว	1) การหมักเนยเปรี้ยวเกินไป ร้อยละของกรดสูง
2) กลิ่นโลหะ	2) อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้มีกลิ่นโลหะ การหมักเนยมีร้อยละของกรดสูงเกินไป
3) กลิ่นรสของยีสต์	3) มีการปนเปื้อนของยีสต์เนื่องจากการจัดการสุขาภิบาลระหว่างการผลิตไม่ดีพอ
4) กลิ่นรสหมัก	4) มีการปนเปื้อน Streptococcus
5) กลิ่นเหม็นหืน	5) เกิดการออกซิเดชันของไขมัน
6) กลิ่นสบู่	6) เกิดการปนเปื้อนของน้ำยาทำความสะอาด สะอาดต่างๆ
7) กลิ่นเหม็นอับ เก่า	7) เกิดการ decomposition ของเอ็นไซม์เนื่องจากการเก็บเนยไว้เป็นเวลานาน
8) กลิ่นเนยจาง	8) กลิ่นรสของเนยในระหว่างกระบวนการผลิตมีไม่เพียงพอ
การแยกตัวของหยดน้ำ	
9) การแยกตัวของน้ำ	9) การกระจายตัวของหยดน้ำระหว่างการปั่นเนยไม่ดีพอ และอาจเกิดจากการใช้เวลานานเกินไปในช่วงของการผลิตและการบรรจุ
ลักษณะปรากฏ	
10) ลักษณะปรากฏไม่สม่ำเสมอ เป็นริ้ว	10) การกระจายตัวของเกลือไม่สม่ำเสมอหรือการปั่นเนยไม่เพียงพอ
11) มีจุดต่าง	11) เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อรากระบวนการผลิตไม่ถูกสุขลักษณะ
โครงสร้างเนย	
12) แข็งกระด้าง	12) ไขมันเนยแข็งเกินไป และระหว่างการบ่มเนยอุณหภูมิไม่เหมาะสม
13) ลักษณะลื่น เป็นไขมัน เหลว	13) ในเม็ดไขมันมีส่วนของไขมันเหลวมากเกินไป หรืออุณหภูมิในการปั่นเนยสูงเกินไป

ที่มา : White Paper. (2012)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



กรอบแนวคิดในงานวิจัย ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพเนยคั้นรูป : กรณีศึกษาเนยสด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพวัตถุดิบหลักในการผลิตเนย

ได้แก่ น้ำมันเนย (Anhydrous Milk Fat) ที่แตกต่างกัน 3 lots ของการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ ที่มีผลต่อคุณภาพเนย

1.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่

ร้อยละไขมัน ร้อยละความชื้น ปริมาณกรดไขมันอิสระ และ ความหืน โดยวัดจากค่าเปอร์ออกไซด์ ของน้ำมันเนย (AOAC, 2000.)

1.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

1.2.1 สี (color) วัดค่าสีโดยใช้ MiniScan EZ (model MSEZ-4500L, U.S.A)

1.2.2 ความข้นหนืด (viscosity) โดยใช้เครื่อง Brookfield syneroletric viscometer (helipath stand model DVII+). เครื่องวัดความหนืดใช้เข็มชนิด T-bar เข็มแบบ D เบอร์ 4 วิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หมุนเข็ม 40 วินาที ความเร็ว 10 rpm (รอบต่อนาที)อ่านค่า เป็นเซ็นติพอยส์ (cP) (Mustafa and Joseph, 1991)

1.3 ศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ได้แก่

1.3.1 *Coliform*, *Escherichia coli*, ยีสต์ รา, *Salmonella* และ *Listeria*

2. ศึกษาสภาวะในการพาสเจอร์ไรซ์

ศึกษาเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมเนย ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ของเนย 2 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิ/ เวลา (องศาเซลเซียส/นาที) 80/15 และ 80/30

2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

2.1.1 สี (color) โดยใช้เครื่องวัดสี MiniScan EZ (MSEZ-4500L model), U.S.A

2.1.2 ความข้นหนืดของส่วนผสมหลังพาสเจอร์ไรซ์ โดยใช้เครื่อง Brookfield syneroletric viscometer (helipath stand model DVII+). ชนิด T-bar เข็มแบบ D เบอร์ 4 วิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หมุนเข็ม 40 วินาที ความเร็ว 10 rpm อ่านค่า เป็นเซ็นติพอยส์ (cP) (Mustafa and Joseph, 1991)

3. ศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนยของส่วนผสมและผลิตภัณฑ์

ศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนย (Butter churning) ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย 2 ระดับ ได้แก่ เวลา 30 และ 40 นาที

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

3.1.1 สี (color) วัดค่าสีโดยใช้ MiniScan EZ (model MSEZ-4500L, U.S.A)

3.1.2 ความข้นหนืดของส่วนผสมหลังการปั่นด้วยความเร็วสูง โดยใช้เครื่อง Brookfield syneroletric viscometer (helipath stand model DVII+). ชนิด T-bar เข็มแบบ D เบอร์ 4 วิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หมุนเข็ม 40 วินาที ความเร็ว 10 rpm อ่านค่า เป็นเซ็นติพอยส์ (cP) (Mustafa and Joseph, 1991)

3.1.3 ความคงตัวของอิมัลชัน (Stability of Emulsion) ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม นำเข้าเซ็นตริฟิวจ์ (Sigma 2-16PK) ปั่นด้วยความเร็ว 5400 rpm เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนัก คำนวณเป็นค่าร้อยละที่เหลืออยู่ (Walaa and Tahany, 2014)

3.1.4 จุดหลอมเหลว (Melting point) ใช้หลอด Thin-walled capillary melting point ที่ปลายปิดสนิท 1 ด้าน ทึบปลายด้านเปิดลงในภาชนะบรรจุเนย เนยจะเคลื่อนที่เข้าไปใน capillary melting point tube ประมาณ 1 เซนติเมตร ซีลติดกับเทอร์โมมิเตอร์ นำไปตั้งในบีกเกอร์ที่ค่อยๆ ให้ความร้อน สังเกตลักษณะเนยที่เริ่มหลอมเหลว บันทึกอุณหภูมิที่เนยเริ่มหลอมเหลว และอุณหภูมิที่เกิดการหลอมเหลวโดยสมบูรณ์ ซึ่งเนยจะมีลักษณะใส

3.1.5 ลักษณะของผลึกไขมัน (Crystal morphology) และการจัดเรียงตัวของผลึกไขมัน (crystallization) วิเคราะห์โดยใช้กล้อง Olympus BX51 polarized light microscope (Olympus Optical Co., Ltd., Tokyo, Japan) ได้เป็นภาพ Polarized light microphotographs (PLMs) (Emin and Mustafa, 2014)

3.1.6 ประเภทของผลึกไขมัน วิเคราะห์โดยวิธี X – Ray diffraction (XRD) ใช้เครื่อง X-Ray diffractometer (Bruker AXS Model D8 Discover) ภายใต้สภาวะ Voltage 40 kV, current 40 mA, Angle 5-40 degree, Increment 002 degree/step, Detector VANTEC-1 Detector (Super Speed Detector) วิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Emin and Mustafa, 2014)

3.2 คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ได้แก่

3.2.1 *Salmonella* spp. วิเคราะห์ด้วย ISO 6579, 2002: Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal Method for Detection of *Salmonella* spp.

3.2.2 *Staphylococcus aureus* วิเคราะห์ด้วยวิธี Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online 2001, U.S. Food and Drug Administration

4. ศึกษาคุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาอายุการเก็บรักษาเนยสวนอุตสาหกรรมที่อุณหภูมิห้องเย็น 1 - 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 7 15 30 60 90 120 150 และ 180 วัน

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

4.1.1 สี (Color) วัดค่าสีโดยใช้ MiniScan EZ (model MSEZ-4500L, U.S.A)

4.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของเนย (Texture, Hardness) ใช้เครื่อง texture analyzer (TA-TX2 model, Microstable System, UK). ใช้แกนวัดแบบเข็มเจาะความยาว 3.5 เซนติเมตร วิเคราะห์โดยใช้แรงเจาะตัวอย่างให้เข็มลึก 2 เซนติเมตร ที่ความเร็ว 0.2 มิลลิเมตรต่อวินาที อ่านค่าแรงเจาะเป็นนิวตัน (N) (Sabine *et al.*, 2000)

4.2 คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่

4.2.1 ค่าความหืน หรือความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative stability) โดยวัดค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PVs) อ้างอิงจาก AOAC Official method (2012), 965.33

4.3 คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ได้แก่

4.3.1 ยีสต์ รา (AOAC, 2000) ด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร Potato dextrose agar ที่เหมาะสมตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนย เก็บที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 1 วัน นับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิต (Viable count) โดยการตรวจการเกิดโคโลนี

4.3.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) ด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร Plate count agar ที่เหมาะสมตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนย เก็บที่

อุณภูมิ 35 องศาเซลเซียส 1 – 180 วัน นับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิต (Viable count) โดยการตรวจการเกิดโคโลนี

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาคุณภาพวัตถุดิบหลักในการผลิตเนย การศึกษาอุณภูมิ และเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมเนย การศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนย (Butter churning) ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ และการศึกษาคุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา วางแผนการทดลองแบบ Completely randomised design (CRD) และแฟคทอเรียล (Factorial) แสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน (S.E.) ใช้วิเคราะห์โดยใช้ one-way Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows®, version 16

บทที่ 4 ผลการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพวัตถุดิบหลักในการผลิตเนย

ศึกษาคุณภาพน้ำมันเนยด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ของน้ำมันเนย (Anhydrous milk fat; AMF) ที่นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ ยี่ห้อ Fontella[®] จำนวน 3 lots เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพและความสม่ำเสมอของวัตถุดิบหลักในการผลิตเนย ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เนยที่ได้ แต่ละครึ่งของการผลิต ผลการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบน้ำมันเนยดังตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3

1.1 คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเนย

	Milk fat (%W/W)	Moisture (%W/W)	Free fatty as oleic acid (%m/m)	Peroxide value (meq O ₂ /kg)
AMF 1	99.94±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.18±0.01 ^a	0.06±0.02 ^{ab}
AMF 2	99.93±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a	0.16±0.01 ^a	0.02±0.01 ^b
AMF 3	99.93±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.16±0.02 ^a	0.05±0.01 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเนย

	L*	สี a*	b*	ความขุ่นหนืด (cP.)
AMF 1	0.14 ^a	0.23 ^a	0.23 ^a	3196.33 ^a
AMF 2	0.15 ^a	0.45 ^a	0.23 ^a	3158.33 ^a
AMF 3	0.18 ^a	0.29 ^a	0.29 ^a	3154.67 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของน้ำมันเนย

	Coliforms (/g)	Escherichia coli (/g)	Yeasts and Moulds (cfu/g)	Salmonella (/250g)	Listeria (/25g)
AMF 1	ND	ND	< 1	ND	ND
AMF 2	ND	ND	< 1	ND	ND
AMF 3	ND	ND	< 1	ND	ND

หมายเหตุ : ND หมายถึง ไม่พบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำมันเนยด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ของน้ำมันเนยที่ จำนวน 3 lots พบว่า คุณภาพของน้ำมันเนยทั้งด้านเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≥ 0.05) โดยมีปริมาณไขมันเนยเกินกว่าร้อยละ 99.9 ความขุ่นไม่เกินร้อยละ 0.1 ปริมาณกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 0.2 ค่าเปอร์ออกไซด์ไม่เกิน 0.1 meq O₂/kg มี

ลักษณะสีเหลืองใส ความข้นหนืดโดยประมาณ 3150 – 3200 cP และไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าคุณภาพของวัตถุดิบหลักในการผลิตเนย ได้แก่ แอนไฮดรัสมีลค์แฟต มีคุณภาพคงที่ ทุกครั้งของการผลิต ซึ่งส่งผลให้สามารถควบคุมคุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เนยได้ และเมื่อพิจารณาคุณสมบัติดังกล่าวตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 206) พ.ศ.2543 เรื่อง น้ำมันเนย ซึ่งกำหนดให้น้ำมันเนยเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน พบว่า น้ำมันเนยที่ใช้ในศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิตมีคุณภาพเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข คือ มีแอนไฮดรัสมีลค์แฟต (Anhydrous Milk Fat) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.8 ของน้ำหนัก มีน้ำไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก และไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2. ศึกษาสภาวะในการพาสเจอร์ไรซ์

ศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมเนย 2 ระดับ ได้แก่ 15 และ 30 นาที พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมเนยที่เวลาการพาสเจอร์ไรซ์แตกต่างกัน

เวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ (นาที)	สี			ความหนืด (cP.)
	L*	a*	b*	
15	20.20 ^a	1.25 ^a	15.05 ^a	4235.22 ^b
30	21.48 ^a	1.09 ^a	11.24 ^a	5104.00 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของส่วนผสมเนยหลังการพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า เนยที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ทั้งสองสภาวะมีลักษณะเป็นสีเหลืองใสอย่างไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาด้านความหนืดของส่วนผสมเนย พบว่า การพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ส่วนผสมเนยจะมีความหนืดมากกว่าการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก การพาสเจอร์ไรซ์ที่ระยะเวลานานกว่า ทำให้สภาวะที่เป็นอิมัลชันของส่วนผสมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ไขมันเกิดการรวมตัวกับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี

3. ศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนย

ศึกษาระยะเวลา (เข้าออกของส่วนผสม – ออกของผลิตภัณฑ์) ในการปั่นเนย (butter churning) ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย 2 ระดับ ได้แก่ เวลา 30 และ 40 นาที ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านสี ความข้นหนืด ความคงตัวของอิมัลชัน จุดหลอมเหลว แสดงดัง

ตารางที่ 4.5 การจัดเรียงตัวของผลึก (crystallization) และลักษณะผลึกไขมัน (crystal morphology) ดังภาพที่ 4.1 และประเภทของผลึกไขมันวิเคราะห์โดย X - Ray diffraction patterns แสดงดังภาพที่ 4.2

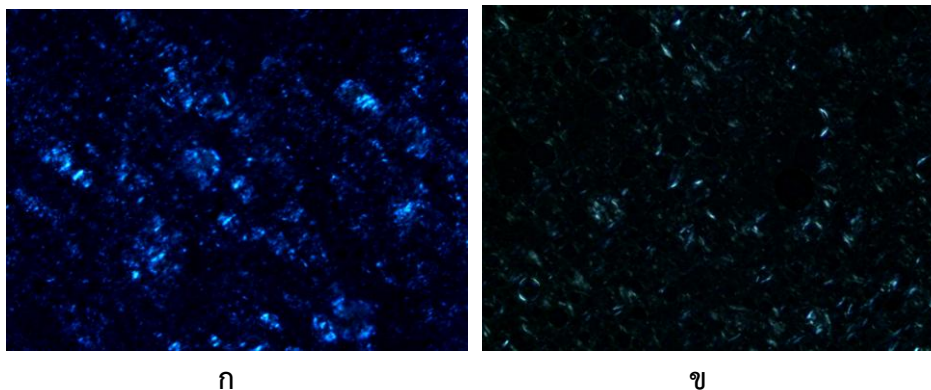
3.1 สมบัติทางกายภาพ

ตารางที่ 4.5 สมบัติทางกายภาพของส่วนผสมเนยที่เวลาการปั่น 30 และ 40 นาที

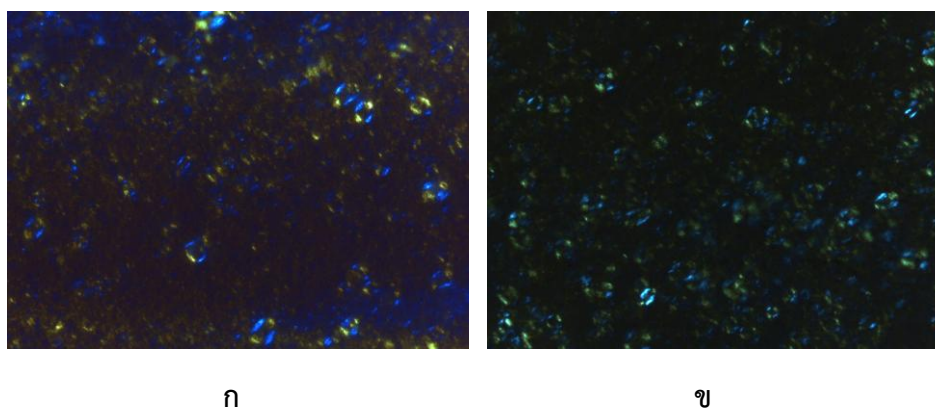
	สี			ความหนืด (cP.)	ความคงตัวของอิมัลชัน (%)	จุดหลอมเหลว (°C)
	L*	a*	b*			
30	70.80± 0.21 ^a	1.90±0.01 ^b	21.46±0.07 ^b	31343.11 ^b	58.57±3.62 ^b	45.9 - 49.5
40	72.27±1.15 ^a	2.14±0.01 ^a	22.91±0.11 ^a	53619.67 ^a	80.39±3.35 ^a	51.5 - 54.3

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 สมบัติทางกายภาพของส่วนผสมเนยที่เวลาการปั่นนาน 30 และ 40 นาที พบว่าระยะเวลาในการปั่นเนยส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพของส่วนผสมเนย คุณสมบัติด้านสี พบว่าส่วนผสมเนยที่ผ่านการปั่น (Churning) จะมีสีเหลืองนวล โดยส่วนผสมที่ปั่นผสมนาน 40 นาที จะมีค่าความสว่างมากกว่ากับส่วนผสมเนยที่ปั่นนาน 30 นาทีเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากระหว่างกระบวนการปั่นเนย จะมีใบพัดตีกวตตลอดเวลา ทำให้เก็บกักอากาศไว้ภายในโครงสร้างเนยได้ โดยมีแรงตึงผิวของไขมันหุ้มอยู่ ทั้งนี้ไขมันซึ่งมีสีขาว จะมีขนาดเล็กและกระจายตัวมากขึ้น ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการสะท้อนแสงมากกว่าส่วนผสมเนยที่ปั่นในระยะเวลาสั้น ดังนั้น ส่วนผสมเนยที่ปั่นผสมนาน 40 นาทีจึงมีความสว่างมากกว่าส่วนผสมเนยที่ปั่นผสม 30 นาที สำหรับคุณสมบัติด้านความหนืด ส่วนผสมเนยที่ปั่นผสมนาน 40 นาที จะมีความหนืดสูงกว่าส่วนผสมที่ปั่นผสมนาน 30 นาที ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดอิมัลชันของส่วนผสมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป รวมทั้งการเกิดผลึกและการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนยมีขนาดเล็ก และมีการกระจายตัวสม่ำเสมอมากขึ้น ความสามารถในการกระจายตัวของไขมัน (Cil binding capacity) ดีขึ้น (Dassanayake and others, 2009) ส่งผลให้โครงสร้างเจลมีความแข็งแรง ส่วนผสมเนยจึงมีความหนืดและเรียบเนียนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้พบว่าความหนืดมีความสัมพันธ์กับค่าความคงตัวของอิมัลชัน ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความหนืดที่เพิ่มขึ้นทำให้ระบบมีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถกักเก็บส่วนผสมอื่นๆ และส่วนผสมที่เป็นของเหลวไว้ในระบบได้ดี ทำให้อิมัลชันมีความเสถียร และมีความคงตัวที่ดี โดยค่าความคงตัวของอิมัลชันของส่วนผสมเนยที่ใช้เวลาในการปั่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยระยะเวลาที่ใช้ในการปั่นนาน 40 นาที จะมีความคงตัวของอิมัลชันสูงกว่าการปั่นนาน 30 นาที และเมื่อส่วนผสมของเนยมีความคงตัวของอิมัลชันที่ดีแล้วก็จะส่งผลให้ส่วนผสมละลายช้า มีจุดหลอมเหลวสูง ซึ่งจะเห็นได้ว่าส่วนผสมเนยที่ผ่านการปั่นผสมนาน 40 นาที มีช่วงอุณหภูมิจุดหลอมเหลวสูงกว่าเนยที่ผ่านการปั่นผสม นาน 30 นาที



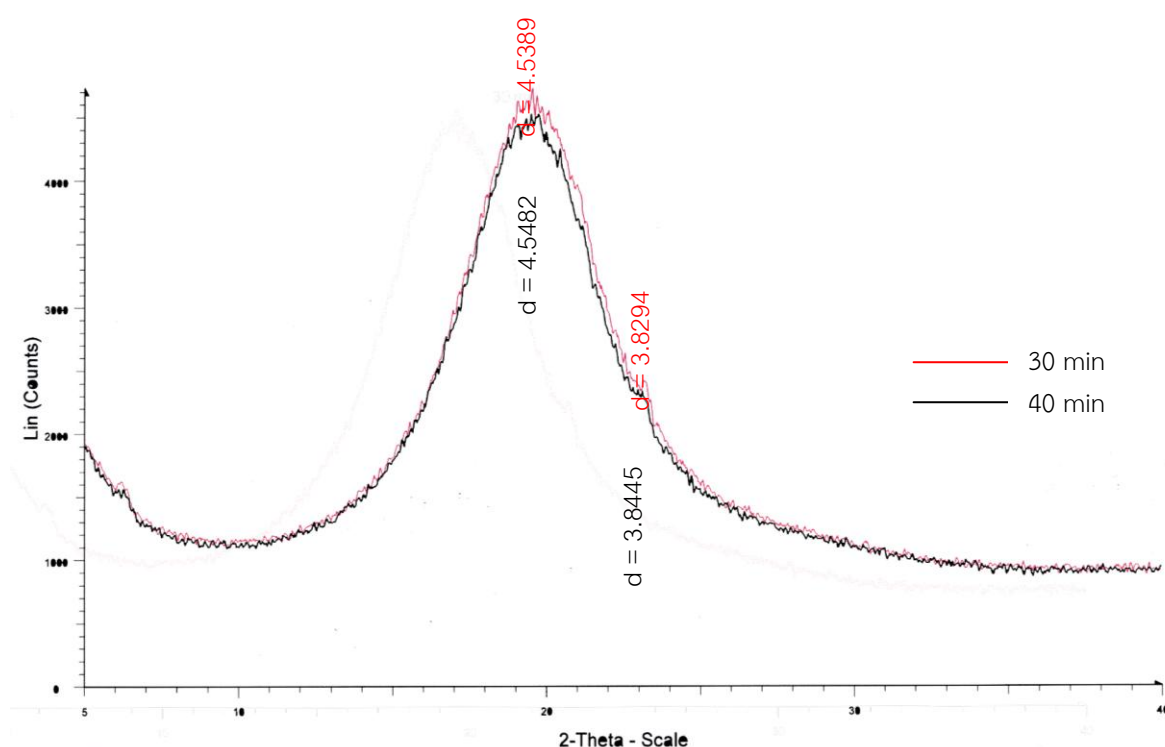
รูปที่ 4.1 ลักษณะผลึกไขมัน (Crystalline morphology) ของเนยที่เวลาในการปั่นเนย
ก) 30 นาที และ ข) 40 นาที ที่กำลังขยาย 63+ x



รูปที่ 4.2 ลักษณะผลึกไขมัน (Crystalline morphology) ของเนยทางการค้า
ก) Com1 และ ข) Com2 ที่กำลังขยาย 63+ x

คุณสมบัติด้านการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนย จากการวิเคราะห์การจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนยโดยใช้ Polarized light microphotographs (PLM) สามารถชี้แจงคุณภาพด้านความคงตัวของเนยได้ จากรูปที่ 4.1 - 4.2 แสดงการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันในเนยที่ผ่านการปั่น (Butter churning) นาน 30 และ 40 นาที พบว่าเวลาที่ใช้ในการปั่นมีผลต่อการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันที่แตกต่างกัน โดยเนยที่ใช้เวลาในการปั่นเป็นเวลา 40 นาที ผลึกไขมันจะมีลักษณะเป็นรูปเข็ม (Needle-like) กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทั้งระบบ ส่วนผลึกของเนยที่ปั่น 30 นาที มีลักษณะไม่คล้ายเส้นใยหรือรูปเข็มที่ชัดเจน โดยพบว่าผลึกจะมีขนาดใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับเนยที่เวลาการปั่น 40 นาที นอกจากนี้ เมื่อนำเนยที่ผลิตทางการค้า 2 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์ พบว่ามีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มกระจายตัวสม่ำเสมอ แต่มีขนาดใหญ่กว่าเนยสวนอุตสาหกรรมที่ปั่นผสมนาน 40 นาที ทั้งนี้ จากการวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีรายงานว่าผลึกไขมันในเนยที่มีสภาพคล้ายเส้นใย มีขนาดเล็กรูปเข็ม จะพบมากและกระจายตัวสม่ำเสมอ โครงสร้างจะส่งผลให้มีโครงสร้างเจลที่แข็งแรง และจะมีความสามารถในการกักเก็บน้ำมัน (Oil binding capacity), จุดหลอมเหลว (Melting point) และจุดเกิดผลึก (Crystallization point) สูงอีกด้วย (Dassanayake and others, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับผลการ

ทดลองที่ได้ในการศึกษานี้ (ตารางที่ 4.5) ปัจจัยสำคัญในการผลิตเนยที่มีผลกับการเกิดเจล และการจัดเรียงตัวของอนุภาคผลึกไขมัน คือ อุณหภูมิในการปั่นเนย (Martini and Marangoni, 2007) จะมีผลต่อจำนวน ขนาด และรูปร่างของผลึกในโครงสร้างเจล เนยที่เกิดผลึก ปั่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จึงมีขนาดใหญ่กว่าผลึกที่เกิดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และอัตราการลดอุณหภูมิขณะเกิดผลึกก็มีผลเช่นเดียวกัน โดยอัตราการลดอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้ผลึกมีขนาดเล็ก และกระจายตัวมากกว่าผลึกที่ผ่านการลดอุณหภูมิต่ำๆ เนื่องจาก การเข้าสู่สมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ใช้เวลามากกว่าผลึกที่ผ่านการลดอุณหภูมิต่ำๆ เนื่องจาก การเข้าสู่สมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ใช้เวลามากกว่าผลึกที่ผ่านการลดอุณหภูมิต่ำๆ เนื่องจาก การเข้าสู่สมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ใช้เวลามากกว่าผลึกที่ผ่านการลดอุณหภูมิต่ำๆ เนื่องจาก การเข้าสู่สมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ใช้เวลามากกว่าผลึกที่ผ่านการลดอุณหภูมิต่ำๆ



รูปที่ 4.3 X-ray diffraction patterns ของเนยที่ปั่นโดยใช้เวลา ก) 30 นาที และข) 40 นาที

การศึกษาลักษณะโครงสร้างผลึกของเนยเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเนย โดยตัวอย่างที่มีลักษณะผลึกแบบ β' จะมีความคงตัวที่ดี มีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน ให้ความรู้สึกที่ดีในปาก (Good mouthfeel) มากกว่าผลึกในรูปแบบอื่นๆ (Dassanayake and others 2009). การศึกษาลักษณะโครงสร้างผลึกสามารถวิเคราะห์ได้ด้วย XRD ดังแสดงในภาพที่ 4.3 โดยใช้หลักการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เมื่อผ่านชั้นต่างๆของอะตอม หรือ โมเลกุลในตัวอย่าง แล้วทำการวัดการเลี้ยวเบนของรังสีที่มุมต่างๆ โดยรังสีจะเลี้ยวเบนไปตามช่องว่างระหว่างอะตอมภายในผลึก ซึ่งแต่ละระนาบจะอยู่ห่างกันเป็นระยะ d ซึ่งค่า d จะแตกต่างกันไปขึ้นกับธรรมชาติของผลึก โดยเก็บข้อมูลในช่วง 2θ ในช่วง 5 - 40 องศา ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้โดยนำค่า d ไปเทียบกับค่า d ของผลึกแต่ละรูปแบบที่ได้จากการสืบค้นงานวิจัยต่างๆที่ผ่านมา

จากการวิเคราะห์โครงสร้างผลึก พบว่า เวลาที่ใช้ปั่นเนยไม่มีผลต่อความแตกต่างของโครงสร้างผลึก สังเกตได้จากเนยที่ใช้เวลาปั่นนาน 30 นาที และ 40 นาที มี XRD pattern ที่คล้ายคลึงกัน และมีค่า d ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเนยที่ปั่นนาน 30 นาที มีค่า $d=3.83 \text{ \AA}$ และ 4.54 \AA และเนยที่ปั่นนาน 40 นาที มีค่า $d=3.84$ และ 4.55 \AA จากการเปรียบเทียบค่า d ที่ได้กับมาตรฐานแสดงให้เห็นว่าเนยที่ผลิตทั้ง 2 สภาวะ มีผลึกไขมัน 2 รูปแบบ คือ ในรูปแบบ pseudo- β' ที่มีค่า d ที่ 4.50 \AA และ β' (Orthorhombic) ซึ่งมีค่า d ที่ $3.80\text{-}3.90 \text{ \AA}$ (D'Souza et al., 1990, Solís-Fuentes & Durán-de-Bazúa, 2005) โดยเนยที่ผลิตจากทั้ง 2 สภาวะมีผลึกรูปแบบ pseudo- β' มากกว่าแบบ β'

4. คุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาอายุการเก็บรักษาเนยสวนดุสิตที่อุณหภูมิห้องเย็น 1 – 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 7 15 30 60 90 120 150 และ 180 วัน

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี และความแข็ง

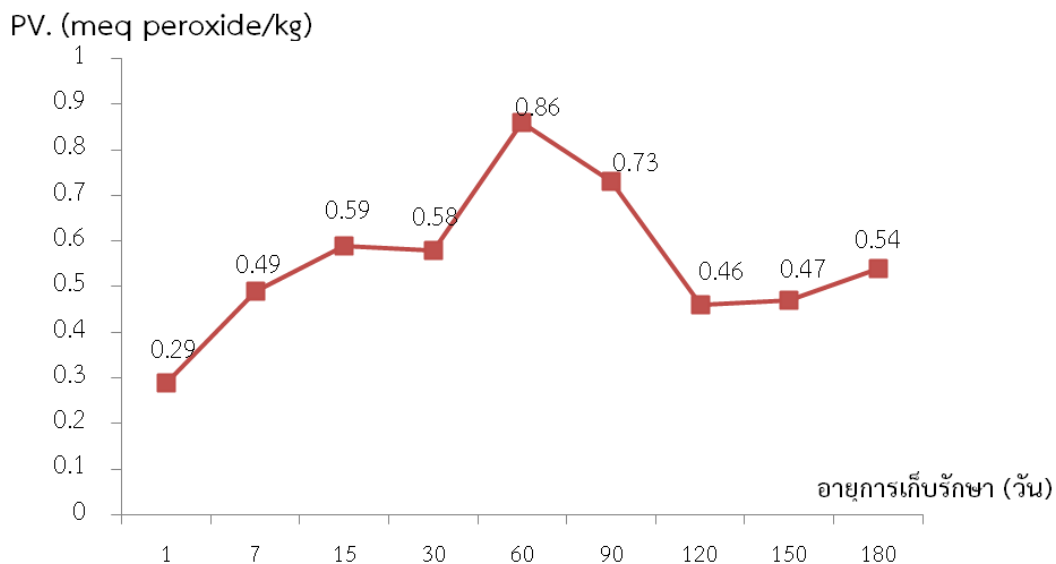
ตารางที่ 4.6 คุณสมบัติทางกายภาพของเนยในระหว่างอายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	L*	ค่าสี a*	b*	ความแข็ง (N)
1	60.03 ± 2.46 ^a	0.98 ± 0.14 ^b	17.26 ± 0.24 ^a	57.50 ± 1.26 ^a
7	55.40 ± 5.72 ^{ab}	1.19 ± 0.31 ^{ab}	17.32 ± 1.76 ^a	62.95 ± 0.52 ^b
15	50.75 ± 0.19 ^{bc}	1.30 ± 0.05 ^a	17.29 ± 0.07 ^a	87.27 ± 0.94 ^c
30	50.37 ± 0.37 ^{bc}	1.30 ± 0.06 ^a	16.92 ± 0.06 ^a	103.63 ± 1.20 ^d
60	48.48 ± 0.62 ^{cd}	1.23 ± 0.03 ^{ab}	16.67 ± 0.18 ^a	127.68 ± 0.51 ^e
90	51.48 ± 6.21 ^{bc}	1.18 ± 0.06 ^a	16.32 ± 0.83 ^a	205.91 ± 0.86 ^f
120	53.21 ± 0.32 ^{bc}	1.35 ± 0.11 ^a	16.39 ± 0.40 ^a	330.58 ± 5.61 ^g
150	44.70 ± 1.51 ^d	1.18 ± 0.09 ^{ab}	16.41 ± 0.54 ^a	352.41 ± 2.45 ^h
180	43.44 ± 0.37 ^d	1.21 ± 0.04 ^{ab}	16.52 ± 0.36 ^a	436.53 ± 1.74 ⁱ

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า ค่าความสว่างของเนยลดลง สีเหลืองเข้มขึ้น และค่าเนื้อสัมผัสของเนยในด้านความแข็งจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดจนอายุการเก็บรักษา โดยพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากเก็บรักษาเนยในอุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้โครงสร้างผลึกของเนยเกิดการแข็งตัวมากขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา

4.2 สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความหืน โดยวัดค่าเปอร์ออกไซด์



รูปที่ 4.4 ค่าเปอร์ออกไซด์ของเนยที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ค่าเปอร์ออกไซด์ หรือ ค่า P.V. เป็นค่าที่บอกระดับการเกิดออกซิเดชันของน้ำมัน หรือไขมัน โดยการหาปริมาณสารเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้น ซึ่งสารตัวนี้จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ระหว่างที่น้ำมันหรือไขมันที่เก็บรักษาสัมผัสกับอากาศ เรียกว่าการเกิด oxidation rancidity โดยเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเมื่ออากาศเข้าทำปฏิกิริยาที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ค่า P.V. มีความสัมพันธ์กับการเกิดการหืน กล่าวคือ ถ้ามีค่า P.V. สูง แสดงว่าน้ำมันหรือไขมันมีการเกิดการหืนมาก

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าเนยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ ส่งผลให้ค่า P.V. เพิ่มขึ้น โดยที่อายุการเก็บรักษานาน 60 วันจะมีค่า P.V. สูงที่สุด แต่หลังจากนั้นค่า P.V. มีค่าลดลงเนื่องจากค่า P.V. เป็นการติดตามการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในช่วงแรก ดังนั้น propagation ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดสารเปอร์ออกไซด์ แต่เมื่อสารเปอร์ออกไซด์เพิ่มจำนวนมากขึ้น สารต่างๆ จะทำปฏิกิริยากันเองได้สารตัวใหม่ที่ไม่ใช่สารเปอร์ออกไซด์ การวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้น หรือค่า P.V. ซึ่งจะมีค่าลดลง (หลังจาก 60 วัน) ซึ่งการลดลงของค่า P.V. นี้ไม่ได้หมายความว่าผลิตภัณฑ์มีการเกิดการหืนที่ลดลง แต่เป็นการเกิดความหืนแบบเกิดสารตัวใหม่ที่ใช้การวัดค่า P.V. ไม่ได้

4.3 คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ได้แก่

- 4.3.1 ยีสต์ รา (AOAC, 2000) ด้วยวิธี spread plate บนอาหาร potato dextrose agar ที่เหมาะสมตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนย เก็บที่อุณหภูมิ 3 - 5 องศาเซลเซียส นับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิต (viable count) โดยการตรวจการเกิดโคโลนี

- 4.3.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) ด้วยวิธี spread plate บนอาหาร Plate count agar ที่เหมาะสมตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนย เก็บที่อุณหภูมิ 3 - 5 องศาเซลเซียส นับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิต (viable count) โดยการตรวจการเกิดโคโลนี

ตารางที่ 4.7 สมบัติทางจุลินทรีย์

วันที่เก็บรักษา (4°C)	TPC CFU/g (mL)	Yeast & Mold CFU/g (mL)	<i>Salmonella</i> spp (g)	<i>Staphylococcus aureus</i> CFU/g (g)
1	1.8×10^2	1.7×10^2	ไม่พบ	>0.1
7	2.4×10^2	2.9×10^3	ไม่พบ	>0.1
15	2.5×10^2	3.3×10^2	ไม่พบ	>0.1
30	2.9×10^2	3.3×10^2	ไม่พบ	>0.1
60	3.3×10^2	3.8×10^2	ไม่พบ	>0.1
90	5.1×10^2	4.0×10^2	ไม่พบ	>0.1
120	5.1×10^2	5.1×10^2	ไม่พบ	>0.1
150	5.5×10^2	5.6×10^2	ไม่พบ	>0.1
180			มีเชื้อราสีดำปรากฏ	

จากผลการวิเคราะห์ยีสต์ รา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนยตลอดอายุการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า ยีสต์และเชื้อราซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มอาณาจักรเห็ดรา (Fungi Kingdom) จะเป็นกลุ่มที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย เจริญได้ดีในอาหารแทบทุกชนิดโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากนม ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ อย่างไรก็ตาม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ไม่มีข้อกำหนดเรื่องยีสต์และราในผลิตภัณฑ์เนย ดังนั้น จากผลการวิจัย เนยสวนดุสิตสามารถเก็บได้นาน 150 วันในตู้เย็นอุณหภูมิ 3 - 5 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์เนย จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ผลการตรวจสอบ ไม่พบจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด ในผลิตภัณฑ์เนย ซึ่งเป็นตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค กำหนดให้ผลิตภัณฑ์เนยต้องไม่พบจุลินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus*

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ผลของกระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพเนยคั้นรูป จากผลการวิจัย พบว่า คุณภาพวัตถุดิบหลัก ได้แก่ น้ำมันเนย ในแต่ละครั้งที่นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ มีคุณภาพคงที่ ทั้งทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ และได้มาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 206 พ.ศ.2543 เรื่อง น้ำมันเนย ส่งผลให้ วัตถุดิบที่นำมาผลิตในแต่ละครั้งมีความสม่ำเสมอ
2. ส่วนผสมน้ำมันเนย ที่นำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในเวลาต่างกัน พบว่า เวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ ไม่มีผลต่อค่าสี แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า ความหนืดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสภาวะอิมัลชันมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
3. ศึกษาระยะเวลาในการปั่นเนยที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย 2 ระดับ ได้แก่ เวลา 30 และ 40 นาที ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านสี ความข้นหนืด พบว่า เนยที่ผ่านการปั่นผสมจะมีลักษณะสีเหลืองนวล โดยเวลาที่ใช้ในการปั่น ไม่มีผลต่อความเข้มของสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในทางตรงกันข้าม เนยที่ผ่านการปั่นผสมนานกว่าจะมีความหนืดสูงกว่า
4. ระยะเวลาในการปั่นเนยมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย ได้แก่ ความคงตัวของอิมัลชัน จุดหลอมเหลว การจัดเรียงตัวของผลึกไขมัน โดยที่ระยะเวลาในการปั่นเนย 2 ระดับ ได้แก่ เวลา 30 และ 40 นาที พบว่า ที่เวลาในการปั่นเนย 40 นาที การเกิดอิมัลชันจะสมบูรณ์ มีความคงตัวมากกว่าการปั่นนาน 30 นาที การเกิดผลึกและการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนยเล็กน้อย มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มกระจายตัวสม่ำเสมอมากขึ้น โครงสร้างเจลมีความแข็งแรง จุดหลอมเหลว และจุดเกิดผลึกสูง เนยที่ได้มีความหนืดและเรียบเนียน
5. ระยะเวลาในการปั่นเนย พบว่าไม่มีผลต่อลักษณะผลึกไขมัน และประเภทของผลึกไขมัน โดยเนยที่ปั่นขึ้นรูปนาน 30 และ 40 นาที มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือมีผลึกไขมัน 2 รูปแบบ ได้แก่ ในรูปแบบ pseudo- β' และ β' ทั้งนี้ เนยที่ผลิตจากทั้ง 2 สภาวะมีผลึกรูปแบบ pseudo- β' มากกว่าแบบ β' ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เนยมีความคงตัวดี
6. คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์เนย จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ผลการตรวจสอบ ไม่พบจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด ในผลิตภัณฑ์เนย ซึ่งเป็นตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
7. คุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 180 วัน ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส พบว่าความหนืดเพิ่มขึ้น และสีออกเหลืองเข้มขึ้น ตลอดอายุการเก็บรักษา
8. ระหว่างการเก็บรักษาเนย เป็นเวลา 180 วัน ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส เนยมีความหืนเพิ่มมากขึ้น โดยวัดจากค่าเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ที่ระยะเวลาการเก็บ 180 วัน การหืนที่เกิดขึ้นยังอยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้

9. การวิเคราะห์ยีสต์ รา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนยตลอดอายุการเก็บรักษา เป็นเวลา 180 วัน พบว่า เนยสวนดุสิตสามารถเก็บได้นาน 150 วันในตู้เย็นอุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส

อภิปรายผล

คุณภาพวัตถุดิบหลัก ได้แก่ น้ำมันเนย ที่นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ มีคุณภาพด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ได้มาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 206 พ.ศ.2543 เรื่อง น้ำมันเนย และเมื่อศึกษากระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพเนย พบว่า การพาสเจอร์ไรส์ ส่วนผสมน้ำมันเนยที่เวลาต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าสี แต่มีผลต่อความหนืดที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อพาสเจอร์ไรส์ นานขึ้น เนื่องจากสภาวะอิมัลชันมีความสมบูรณ์

ระยะเวลาในการปั่นเนยมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของเนย โดยเนยที่ผ่านการปั่นผสมจะมี ลักษณะสีเหลืองนวล เมื่อเวลาที่ใช้ในการปั่นผสมนานขึ้นจะส่งผลให้ความหนืดของเนยสูงขึ้น

ระยะเวลาในการปั่นเนยมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน จุดหลอมเหลว การจัดเรียงตัวของ ไขมัน โดยการเกิดอิมัลชันจะสมบูรณ์ขึ้น มีความคงตัวสูง เมื่อระยะเวลาในการปั่นนานขึ้น การ เกิดผลึกและการจัดเรียงตัวของไขมันเนยเล็กลง มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มกระจายตัวสม่ำเสมอ โครงสร้างเจตมีความแข็งแรง จุดหลอมเหลว และจุดเกิดผลึกสูง เนยมีความหนืดสูงและเรียบเนียน ทั้งนี้ ลักษณะผลึกไขมัน และประเภทของผลึกไขมัน มี 2 รูปแบบ ได้แก่ ในรูปแบบ pseudo- β' และ β' โดยมีผลึกรูปแบบ pseudo- β' มากกว่าแบบ β' ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เนยมีความคงตัวดี และไม่พบ จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

คุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 180 วัน ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส เนยความหนืด และสีเข้มขึ้น ตลอดอายุการเก็บรักษา เนยเกิดการหืนเพิ่มมากขึ้น แต่อยู่ในปริมาณที่ ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเวลาผ่านไป 180 วัน พบยีสต์ รา ผลิตภัณฑ์เนย ดังนั้น สรุปได้ว่าเนย สวนดุสิตสามารถเก็บได้นาน 150 วันในตู้เย็นอุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สภาวะในการผลิตมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของเนย โดยเฉพาะกระบวนการปั่นเนย ผู้ปฏิบัติงานควรควบคุมสภาวะให้สม่ำเสมอทุกครั้งที่การผลิต
2. หากต้องการเก็บเนยเป็นเวลานานกว่า 150 วัน ควรเก็บในสภาวะแช่แข็ง เพื่อหยุดการ เจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาสารเพิ่มความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์ ที่หลากหลาย เพื่อให้เนยมีคุณสมบัติด้านการหลอมเหลวที่ดีขึ้น และลักษณะเนื้อสัมผัสคงตัวยิ่งขึ้น
2. กระบวนการปั่นเนยของศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิต ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ซึ่งอุณหภูมิอาจมีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์เนย ควรศึกษาต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

- ธวัชชัย ฐูปแก้ว สงบทิพย์ พงศ์สถาปตี และ ธราพงษ์ วิทิตตานต์. (2548). *การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมี และเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15*, 27-28 ตุลาคม 2548 ชลบุรี.
- นฤดี พงศ์กิจวิฑูร, สุวิช ศิริวัฒน์โยธิน, สายลม สัมพันธ์เวชโสภา และทิพาพร อยู่วิทยา. (2544). *วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี*, หน้า 69-84
- นงเยาว์ ชูสุข. (2541). การประเมินอายุการเก็บของอาหาร. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2557, [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/yao/food.pdf>
- พรพล รมย์นุกูล. (2545). *การถนอมอาหาร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรรณมา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลศักดิ์ กาวิละ. (2531). *นมและผลิตภัณฑ์นม*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2544). *มาตรฐานเนยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข*. 2554(227), หน้า 1 - 2
- ศิริลักษณ์ สีนธนาวัลย์. (2533). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารทางโภชนาการ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ครัวบ้านพิม. (2553). *เนยสด มากาเรีย มากาเรีนเนยสด ต่างกันอย่างไร* สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2559. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://www.pim.in.th/faq-international-dessert-and-bakery/248-butter-magarine>

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

- AOAC. (2000). *Official methods of analysis* (17th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists. Connell, J.J. 1975. Fishing News Books. Farham Surrey.
- Bylund, G. (1995). *Dairy processing handbook*. Tetra Pak Processing Systems AB S221 86 Lund, Sweden, p.267
- Dassanayake LSK, Kodali DR, Ueno S, Sato K. 2009. *Physical properties of rice bran wax in bulk and organogels*. *J Am Oil Chem Soc* 86:1163-73.
- D'Souza, V., deMan, J. M. & deMan, L. 1990. Short spacings and polymorphic forms of natural and commercial solid fats: A review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 67: 835-43.
- Edgar Spreer. (1998). *Milk and Dairy Product Technology*. New York
- Fox, P.F., (1995). *Advance Dairy Chemistry*. Vol2, Lipids, 2nd ed., Chapman and Hall, London.

- Mustafa, A. G. and F. F. Joseph. (1991). Physical properties of yogurt made from milk treated with proteolytic enzymes. *Journal of Dairy Science* 74(5):1503-1511.
- Sabine, L., H. Thomas, and K. Henning. (2000). *Relationship between the crosslinking of caseins by transglutaminase and the gel strength of yogurt*. *European Food Research Technology* 210:305-309.
- Solís-Fuentes, J.A. & Durán-de-Bazúa, M.C. 2005. Determination of the predominant polymorphic form of mango (*Mangifera indica*) almond fat by differential scanning calorimetry and X-ray diffraction. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 107: 395-401.
- Martini S. and Marangoni, A.G. (2007). Microstructure of Dairy Fat Products. *In Structure of Dairy Products*. Edited by A.Y. Tamime, SDT, Blackwell Publishing, pp. 72-103.
- Tran, H., N. Datta, M. J. Lewis, and H. C. Deeth. (2008). Processing parameters and predicted product properties of industrial UHT milk processing plants in Australia. *International Dairy Journal* 18:939-944.
- Walstra, P., Jan T.M. Vouters, and Tom J. Geurts. (2006). *Dairy Science and Technology*, 2nd ed., CRC Press, USA, p.492 – 495
- White Paper. (2012). *Butter Production – Technology and Process*. SPX Corporation, Denmark
- Wright A.j., M.G. Scanlon, R.W. Hartel, and Marangoni. (2001). Rheological Properties of Milk fat and Butter. *Journal of food science* 66(8), p.1056-1071

ภาคผนวก

คู่มือแนวการพัฒนากระบวนการผลิตเนยคีนรูป



**คู่มือการพัฒนา
ด้านการผลิตเนยคืนรูป**

โครงการวิจัย
ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพเนยคืนรูป : กรณีศึกษาเนยสวนคูสิต
Effect of Manufacturing on Recombined Butter Qualities

คณะผู้วิจัย ผศ.ดร.ภก.ภกานต์ วีระกุล มหาวิทยาลัยสวนคูสิต
นางสาวสุธิดา โสิตา มหาวิทยาลัยสวนคูสิต

สนับสนุนโดยมหาวิทยาลัยสวนคูสิต

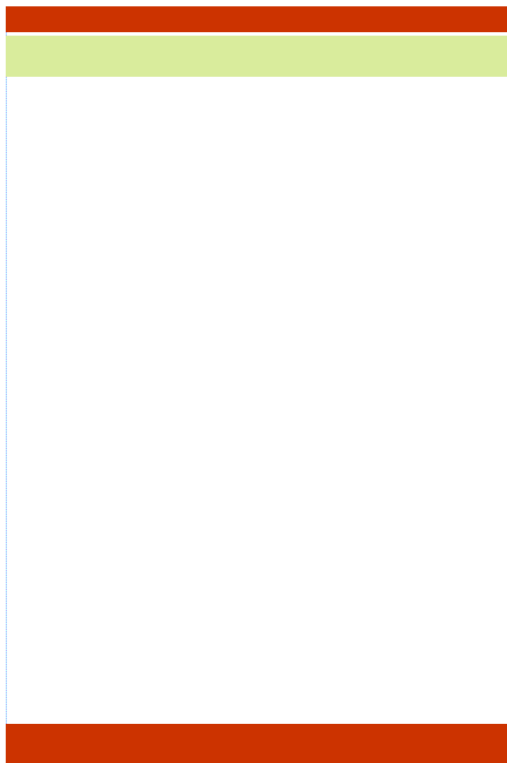


คำนำ

เนยคืนรูป (Recombined butter) หมายถึง เนยที่ได้จากการนำส่วนผสมต่างๆ มารวมกัน แล้วผ่านการปั่นด้วยความเร็วสูง (Churning) จนได้เป็นเนย อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่มีเนยเป็นวัตถุดิบหลักต้องมีการเลือกใช้เนยที่มีคุณภาพที่ดี เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีคุณภาพที่เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค และเนื่องจากเนยมีกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือเทคนิคการผลิตเพียงเล็กน้อย จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพเนยเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้ปฏิบัติงานด้านผลิตภัณฑ์เนยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตได้

คณะผู้จัดทำงานวิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสวนคูสิต ที่ให้การสนับสนุน และเห็นความสำคัญของการวิจัยด้านอาหารที่เป็นอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยฯ คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนางานด้านการผลิตเนย

คณะผู้จัดทำ



สารบัญ

คู่มือการพัฒนาคุณภาพการผลิตเนยข้นรูป

วัตถุประสงค์หลักในการผลิตเนย	1
สภาวะในการพาสเจอร์ไรซ์	3
ระยะเวลาในการปั่นเนย	4
คุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา	6
สรุป	8
แผนผังกระบวนการผลิตเนยสวนอุตสาหกรรม	9
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	10

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 348)
พ.ศ.2555 เรื่อง เนยเทียม เนยผสม
ผลิตภัณฑ์เนยเทียม และผลิตภัณฑ์เนยผสม

11

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364)
พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารต้านจุลินทรีย์
ที่ทำให้เกิดโรค

13



วัตถุประสงค์หลักในการผลิตเนย

น้ำมันเนย (butter oil) ส่วนที่เป็นน้ำมันของนมที่ได้แยกส่วนอื่นออกจนเกือบหมด มี 2 ชนิด คือ

1. บัตเตอร์ออยล์ (Butter oil) หรือมิลค์แฟต (Milk fat)
2. แอนไฮดริส บัตเตอร์ออยล์ (Anhydrous Butter oil) หรือ แอนไฮดริส มิลค์แฟต (Anhydrous Milk Fat)

คุณภาพของวัตถุประสงค์หลักในการผลิตเนย ได้แก่ แอนไฮดริส มิลค์แฟต (Anhydrous Milk Fat) มีคุณภาพคงที่ทุกครั้งของการผลิต ซึ่งส่งผลให้สามารถควบคุมคุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เนยได้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 206) พ.ศ.2543 เรื่อง น้ำมันเนย ซึ่งกำหนดให้น้ำมันเนยเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

น้ำมันเนยที่ใช้ในศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนอุตสาหกรรมนำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ ยี่ห้อ Fontella[®] มีคุณภาพเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข คือ มีปริมาณแอนไฮดริส มิลค์แฟตไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.98 ของน้ำหนัก มีปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ไม่มีมันทึบ ไม่มีวัตถุกันเสีย และ ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค



มาตรฐานวัตถุประสงค์หลักของศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนอุตสาหกรรม คือ

1. ปริมาณแอนไฮดริส มิลค์แฟตไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.9 ของน้ำหนัก
2. ปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก
3. ปริมาณกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก
4. ค่าเปอร์ออกไซด์ไม่เกิน 0.1 mEq O₂/kg
5. ความข้นหนืดโดยประมาณ 3150 – 3200 cP
6. สีเหลืองใส
7. ไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค



สภาวะในการพาสเจอร์ไรซ์

อุณหภูมิ และ ระยะเวลา

1. พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
2. ระยะเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ 30 นาที
3. ส่วนผสมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีลักษณะเป็นสีเหลืองใส ไม่ตกตะกอน

ระยะเวลา และ อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมผลิตภัณฑ์เนยที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานหรือร้อนซ้ำจะมีผลต่อความหนืด การจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนยไม่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสของเนยไม่เนียน ของส่วนผสมเนย การพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ส่วนผสมเนยจะมีความหนืดค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจาก การพาสเจอร์ไรซ์ที่ระยะเวลานาน ทำให้สภาวะที่เป็นอิมัลชันของส่วนผสมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ไขมันเกิดการรวมตัวกับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี



ระยะเวลาในการปั่นเนย และคุณภาพเนย ศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิต คือ

1. ปั่นผสม (Churning) เป็นเวลา 40 นาที
2. ความชื้นหนืด ไม่น้อยกว่า 5,000 cP.
3. ความคงตัวของอิมัลชันไม่น้อยกว่า 80% ของน้ำหนัก
4. จุดหลอมเหลวไม่น้อยกว่า 50 องศาเซลเซียส
5. ลักษณะเนยผลึกเป็นแบบ β'
6. ผลึกไขมันมีลักษณะเป็นรูปเข็ม (Needle-like) กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทั้งระบบ
7. ต้องไม่พบจุลินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus*

ระยะเวลาในการปั่นเนย

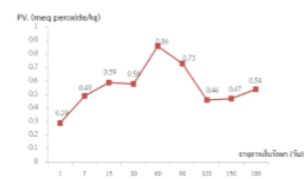
ระยะเวลาในการปั่นเนยมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเนย ได้แก่ ความคงตัวของอิมัลชัน จุดหลอมเหลว การจัดเรียงตัวของผลึกไขมัน โดยที่ระยะเวลาในการปั่นเนย 2 ระดับ ได้แก่ เวลา 30 และ 40 นาที พบว่า ที่เวลาในการปั่นเนย 40 นาที การเกิดอิมัลชันจะสมบูรณ์ มีความคงตัวมากกว่าการปั่นนาน 30 นาที การเกิดผลึกและการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนยเล็กลง มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มกระจายตัวสม่ำเสมอมากขึ้น โครงสร้างเจลมีความแข็งแรง จุดหลอมเหลวและจุดเกิดผลึกสูง เนยที่ได้มีความหนืดและเรียบเนียน

เนยที่ปั่นขึ้นรูปนาน 30 และ 40 นาที มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือมีผลึกไขมัน 2 รูปแบบ ได้แก่ ในรูปแบบ pseudo- β' และ β' ทั้งนี้ เนยที่ผลิตจากทั้ง 2 สภาวะมีผลึกรูปแบบ pseudo- β' มากกว่าแบบ β' ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เนยมีความคงตัวดี



คุณภาพของเนยระหว่างการเก็บรักษา ในผลิตภัณฑ์เนยของโครงการศูนย์ปฏิบัติการเนย

1. เมื่อเก็บรักษาเนยเป็นเวลา 180 วัน ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส เนยจะมีความหนืดเพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้น และ สีเหลืองเข้มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา
2. ไม่มีกลิ่นหืน



ค่าเปอร์ออกไซด์ของเนยที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระหว่างการเก็บรักษาเนย เป็นเวลา 180 วัน ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส เนยมีความหืนเพิ่มมากขึ้น โดยวัดจากค่าเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ที่ระยะเวลาการเก็บ 180 วัน การหืนที่เกิดขึ้นยังอยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้

3. อายุการเก็บรักษา 150 วัน (5 เดือน) ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส

4. คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ไม่พบ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์เนย 2 ชนิด ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

วันที่เก็บรักษา (4 °C)	TPC CFU/g (ml)	Yeast & Mold CFU/g (ml)	Salmonella spp. (g)	Staphylococcus aureus CFU/g (g)
1	1.8 x 10 ²	1.7 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
7	2.4 x 10 ²	2.9 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
15	2.5 x 10 ²	3.3 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
30	2.9 x 10 ²	3.3 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
60	3.3 x 10 ²	3.8 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
90	5.1 x 10 ²	4.0 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
120	5.1 x 10 ²	5.1 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
150	5.5 x 10 ²	5.6 x 10 ²	ไม่พบ	ไม่พบ
180			มีเชื้อราสีน้ำตาลทุก	

ตารางแสดงสมบัติทางจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนยของโครงการศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิต

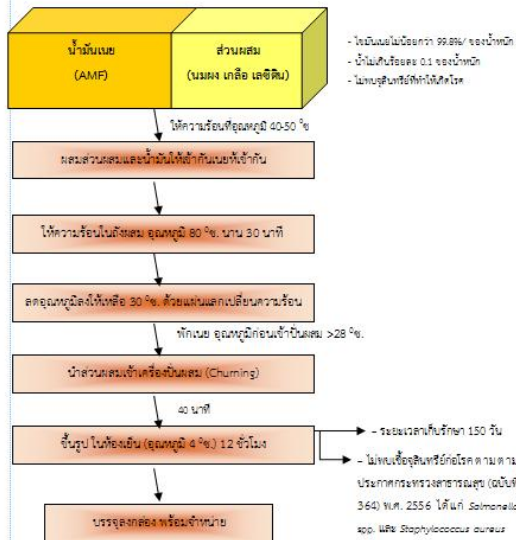
สรุป

คุณภาพวัตถุดิบหลัก ได้แก่ น้ำมันเนย ที่นำเข้ามาจากประเทศนิวซีแลนด์ มีคุณภาพด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ได้มาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 206) พ.ศ.2543 เรื่อง น้ำมันเนย และเมื่อศึกษากระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพ พบว่า การพาสเจอร์ส่วนผสมน้ำมันเนยที่เวลาต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าสี แต่มีผลต่อความหนืดที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อพาสเจอร์ชันนานขึ้น เนื่องจากสภาวะอิมัลชันมีความสมบูรณ์

ระยะเวลาในการปั่นเนยมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของเนยโดยเนยที่ผ่านการปั่นผสมจะมีลักษณะสีเหลืองนวลเมื่อเวลาที่ใช้ในการปั่นผสมนานขึ้นจะส่งผลให้ความหนืดของเนยสูงขึ้น

ระยะเวลาในการปั่นเนยมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน จุดหลอมเหลว การจัดเรียงตัวของผลึกไขมัน โดยการเกิดอิมัลชันจะสมบูรณ์ขึ้น มีความคงตัวสูงเมื่อระยะเวลาในการปั่นนานขึ้น การเกิดผลึกและการจัดเรียงตัวของผลึกไขมันเนยเล็กลง มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มกระจายตัวสม่ำเสมอ โครงสร้างเจลมีความแข็งแรง จุดหลอมเหลว และจุดเกิดผลึกสูง เนยมีความหนืดสูงและเรียบเนียน ทั้งนี้ ลักษณะผลึกไขมัน และประเภทของผลึกไขมัน มี 2 รูปแบบ ได้แก่ ในรูปแบบ pseudo-β' และ β' โดยมีผลึกรูปแบบ pseudo-β' มากกว่าแบบ β' ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เนย

แผนผังกระบวนการผลิตเนยสวนดุสิต



ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สภาวะในการผลิตมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของเนย โดยเฉพาะกระบวนการปั่นเนย ผู้ปฏิบัติงานควรควบคุมสภาวะให้สม่ำเสมอ ทุกครั้งของการผลิต
2. หากต้องการเก็บเนยเป็นเวลานานกว่า 150 วัน ควรเก็บในสภาวะแช่แข็ง เพื่อหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย



ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ ๓๔๘) พ.ศ. ๒๕๕๕
เรื่อง เเนยเทียม เนยผสม ผลิตภัณฑ์เนยเทียม และผลิตภัณฑ์เนยผสม

ด้วยปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยเทียม โดยมีสูตรส่วนประกอบของไขมันที่แตกต่างกันเพื่อเป็นทางเลือกของผู้บริโภค จึงเห็นสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่อง เเนยเทียมอาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๒ (๓) (๔) (๕) (๖) (๗) และ (๑๑) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจํากัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๑๗) พ.ศ. ๒๕๕๓ เรื่อง เเนยเทียม ลงวันที่ ๑๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๓

ข้อ ๒ ให้ เเนยเทียม เนยผสม ผลิตภัณฑ์เนยเทียม และผลิตภัณฑ์เนยผสม เป็นอาหารที่กําหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ ๓ ในประกาศนี้

(๑) "เนยเทียม" (Margarine) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีไขมันชนิดอื่นในน้ำมัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายเนย โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมดร้อยละ ๘๐ - ๘๐ ของน้ำหนัก และมีไขมันอิ่มตัวร้อยละ ๓๐ ของปริมาณไขมันทั้งหมด

(๒) "ผลิตภัณฑ์เนยเทียม" (Fat spreads) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีไขมันชนิดอื่นในน้ำมันซึ่งมีลักษณะคล้ายเนย โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมดตั้งแต่ร้อยละ ๘๐ แต่ไม่ถึงร้อยละ ๘๐ ของน้ำหนักและมีไขมันอิ่มตัวร้อยละ ๓๐ ของปริมาณไขมันทั้งหมด

(๓) "เนยผสม" (Blends) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีไขมันชนิดอื่นในน้ำมันซึ่งมีลักษณะคล้ายเนย โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมดร้อยละ ๘๐ - ๘๐ ของน้ำหนัก และมีไขมันมากกว่าร้อยละ ๓๐ ของปริมาณไขมันทั้งหมด

(๔) "ผลิตภัณฑ์เนยผสม" (Blended fat spreads) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีไขมันชนิดอื่นในน้ำมันซึ่งมีลักษณะคล้ายเนย โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมดตั้งแต่ร้อยละ ๘๐ แต่ไม่ถึงร้อยละ ๘๐ ของน้ำหนักและมีไขมันมากกว่าร้อยละ ๓๐ ของปริมาณไขมันทั้งหมด

อาหารตามวรรคหนึ่ง ไม่รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันทั้งหมดน้อยกว่าสองในสามส่วนเมื่อทำให้แห้งแล้ว โดยไม่รวมปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

ข้อ ๔ อาหารตามข้อ ๑ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีกลิ่นเหม็น

(๑) มีปริมาณไขมันทั้งหมด ดังนี้

(๑.๑) ร้อยละ ๘๐ - ๘๐ ของน้ำหนัก สำหรับเนยเทียมและเนยผสม

(๑.๒) ร้อยละ ๘๐ แต่ไม่ถึงร้อยละ ๘๐ ของน้ำหนัก สำหรับผลิตภัณฑ์เนยเทียม และผลิตภัณฑ์เนยผสม

(๒) มีเกลือโซเดียมต่อกรัมที่ได้ไม่เกินร้อยละ ๔ ของน้ำหนัก

(๓) ตะกั่ว ไม่เกิน ๐.๓ มิลลิกรัมต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

(๔) สารหนู ไม่เกิน ๐.๓ มิลลิกรัมต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

(๕) ไม่มีสารปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ซึ่งมีปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๖) ปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ให้เป็นตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ข้อ ๕ การเป็นส่วนผสมอื่นที่มิใช่ไขมันคือ เอสเทอร์ของวิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และเอสเทอร์ของวิตามินอี ให้มีได้ดังนี้

(๑) ไม่เกิน ๓๓.๕ ไมโครกรัม อาร์ อี ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับวิตามินเอ เอสเทอร์ ของวิตามินเอ หรือที่ผสมอย่างรวมกัน

(๒) ไม่เกิน ๐.๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับวิตามินดี

(๓) ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม แอลฟา - ที อี ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับวิตามินอี เอสเทอร์ของวิตามินอี หรือที่ผสมอย่างรวมกัน

ข้อ ๖ การเป็นส่วนผสมอื่นที่มิใช่ไขมันตามข้อ ๕ น้ำตาล (สารให้ความหวานที่เป็นคาร์โบไฮเดรต) โปรตีนบริโภคได้ทั้งหมด และเกลือโซเดียมต่อกรัมตามข้อ ๔ (๔) ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ ๗ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้

ข้อ ๘ การใช้วัตถุแต่งกลิ่นรส ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุแต่งกลิ่นรส

ข้อ ๙ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าอาหารตามข้อ ๑ ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ ๑๐ การใช้ภาชนะบรรจุอาหารตามข้อ ๑ ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ

ข้อ ๑๑ การแสดงฉลากของอาหารตามข้อ ๑ ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก และการแสดงส่วนประกอบที่สำคัญตามข้อ ๑ (๑) ของประกาศฯ ดังกล่าว ให้ระบุปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัวในเนย และปริมาณเกลือ (ถ้ามีการใช้) ด้วย

ข้อ ๑๒ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าอาหารตามข้อ ๑ ที่ได้รับผลการบอกรายงานวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ภายในวันนับแต่วันประกาศนี้ใช้บังคับ

เมื่อผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าอาหารตามวรรคหนึ่งได้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในประกาศนี้แล้วให้ถือว่าผลการบอกรายงานเป็นผลการรับที่ได้รับอนุญาตตามประกาศฉบับนี้ด้วย

ข้อ ๑๓ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๕
ประติษฐ สิววรรณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ ๓๒๕) พ.ศ. ๒๕๕๖
เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๒ (๒) และ (๓) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจํากัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ลงวันที่ ๑๐ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๒

ข้อ ๒ อาหารตามบัญชีหมายเลข 1 ท้ายประกาศนี้ ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เว้นแต่จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามชนิดและปริมาณที่ระบุไว้ในบัญชีหมายเลข 2 และบัญชีหมายเลข 3 ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๓ ประกาศนี้ไม่ใช้บังคับกับผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร วัตถุเจือปนอาหาร และอาหารอื่นซึ่งได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคไว้โดยเฉพาะ

ข้อ ๔ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๖
ประติษฐ สิววรรณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) : นางสาว กนกกานต์ วีระกุล
(ภาษาอังกฤษ) : Miss Kanokkan Weeragul

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3180400307824

3. ตำแหน่งปัจจุบัน:

- 3.1 คณบดีโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
- 3.2 อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ (ที่ทำงานและมีมือถือ) โทรสาร และ e-mail

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
204/3 ถ.สีรินธร บางพลัด กรุงเทพฯ 10700
โทร 02-423-9485 โทรสาร 02-423-9487
e-Mail: weerakulkk@hotmail.com, kanokkan_wee@dusit.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

- 2548 – 2552: Doctor of Philosophy (Food science and biotechnology)
The University of Queensland, Brisbane, Australia
- 2543 - 2545: วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
มหาวิทยาลัยนเรศวร
- 2538 - 2542: วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
มหาวิทยาลัยนเรศวร

6. ประวัติการทำงาน (ตั้งแต่บรรจุเข้าทำงาน)

ตำแหน่ง	สังกัด	วัน/เดือน/ปี ที่ดำรงตำแหน่ง
อาจารย์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	๑ ตุลาคม ๒๕๕๑ – ๒๙ เมษายน ๒๕๕๓
คณบดี	โรงเรียนการเรือน	๓๐ เมษายน ๒๕๕๓ – ๒๙ เมษายน ๒๕๕๔
คณบดี	โรงเรียนการเรือน	๒๗ พฤษภาคม ๒๕๕๔ – ๒๖ พฤษภาคม ๒๕๕๘
คณบดี	โรงเรียนการเรือน	๒๗ พฤษภาคม ๒๕๕๔ – ๒๖ พฤษภาคม ๒๕๕๘

7. งานวิจัย

๑. ผู้ร่วมวิจัย: “การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเศษกล้วยในจังหวัดพิษณุโลก : การผลิตน้ำส้มสายชูจากเศษกล้วย การออกแบบโรงงานต้นแบบ และการตลาดของผลิตภัณฑ์ ” ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. ๒๕๕๔

๒. หัวหน้าโครงการวิจัย: “การวิจัยและพัฒนาที่ออฟฟี่เค้กกล้วยหอมด้วยเนยสวนดุสิต” ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปี พ.ศ. ๒๕๕๔

๓. ผู้ร่วมวิจัย: “การผลิตน้ำส้มสายชูจากวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย” ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. ๒๕๕๔

๔. หัวหน้าโครงการวิจัย: “การพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยวเพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับอาหาร” ได้รับทุนสนับสนุนจาก สกว. ปี พ.ศ. ๒๕๕๕

๕. หัวหน้าโครงการวิจัย: “การพัฒนา การออกแบบ การสร้างสรรค์การผลิตมูลค่าเพิ่มให้กับอาหารไทยประยุกต์ใหม่และการทดสอบตลาดของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ: กรณีศึกษาอาหารไทย-ฮาลาล, ไทย-เวียดนาม, ไทย-จีน, ไทย-ญี่ปุ่น และ ไทย-ตะวันตก” ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. ๒๕๕๖

๖. หัวหน้าโครงการวิจัย: “ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพเนยคีนรูป: กรณีศึกษาเนยสวนดุสิต” ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปี พ.ศ. ๒๕๕๗

๗. หัวหน้าโครงการวิจัย: “การพัฒนาเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชนด้านอาหารในจังหวัดสุพรรณบุรี” ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. ๒๕๕๘

๘. ผู้ร่วมวิจัย: “แผนธุรกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอาหารท้องถิ่นเพื่อสุขภาพ : กรณีศึกษาวัตถุดิบท้องถิ่นจากหน่อกะลา เกาะเกร็ด จังหวัดนนทบุรี” ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. ๒๕๕๘

8. บทความวิจัย

๑. Singanusongs, R., Weerakul, K and Sodchit, C. 2010. Extraction and Bleaching of Cellulose from Banana Peels. Processing, FCC 2010 International Conference on Food Safety and Security under Changing Climate, December, 6 – 7, 2010, Parkroyal Hotel, Penang, Malaysia. ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. 2553

๒. Srikaeo, K., Khamphu, S. and Weerakul, K. 2011. Peeling of gingers as evaluated by image analysis techniques: A study for pickled ginger process, International Food Research Journal 18(4): 1387 – 1392. ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัยทุน สกว. – อุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2552

๓. จิราภรณ์ สอดจิตร์ และกนกกานต์ วีระกุล. 2555. การผลิตน้ำส้มสายชูจากวัสดุเหลือทิ้งจากกล้วย. วารสารเกษตรนเรศวร 14(2): 1 – 12 ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. 2554

๔. กนกกานต์ วีระกุล, จิราภรณ์ สอดจิตร์ และเหรียญทอง สิงห์จามูนสงค์. 2558. การสกัดใยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว่าโดยใช้เอ็นไซม์และการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต. วารสารวิจัย มสค. 8(3) : 61 - 79

2. ผู้ร่วมวิจัย : นางสาวสุธิดา โสดา

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นางสาวสุธิดา โสดา
(ภาษาอังกฤษ) Miss. Suthida Soda
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1-60010040603-6
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย ฝ่ายควบคุมคุณภาพเนย
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์(ที่ทำงานและมือถือ)
หน่วยงาน โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ที่อยู่ 228-228/1-3 ถ. สิรินคร บางพลัด กรุงเทพฯ 10700
เบอร์โทรศัพท์ 02-4239486 เบอร์โทรสาร 02-4239487
เบอร์มือถือ 087-730-6649
โทรสาร 0-2423- 9438 และ E-mail sutida_ayice@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วท.บ. อุตสาหกรรมเกษตร สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
อาหารและโภชนาการ / การแปรรูปอาหาร / เคมีอาหาร/ หลักการวิเคราะห์อาหาร/
เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดย

ระบุ

สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

หรือ

ผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย / ผู้ช่วยวิจัย :

1. ผู้ร่วมวิจัย : การพัฒนาเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชนด้านอาหารในจังหวัด

สุพรรณบุรี

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว และได้ตีพิมพ์ในวารสาร การเผยแพร่

-

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

1. ผู้ช่วยวิจัย : การพัฒนาเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชนด้านอาหารในจังหวัด

สุพรรณบุรี