สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน

นายคมสันต์ แซ่คู
นายณัฐปกรณ์ ลาภรัตนวิบูลย์
นายนรินทร์ เนียมณรงค์

วพ.
ส1182ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72584
วัน,เดือน,ปี 20 ส.ค. 2550

b.11769701
i.....

โครงงานพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Development of Kefir from Corn Milk Product with Fiber and Collagen

Mr.Komson SAEKOO

Mr.Nattapakorn LABRATTANAVIBOOL

Mr.Narin NIAMNARONG

Special Project Submitted in Partial Fulfillment of The Requirement for

The Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Program of Industrial Microbiology Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน

(The Development of Kefir from Corn Milk Product with Fiber and Collagen)

นักศึกษา	นายคมสันต์	แซ่คู
	นายณัฐปกรณ์	ลาภรัตนวิบูลย์
	นายนรินทร์	เนียมณรงค์

ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
สาขา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายสุรพล เช้าฉ้อง

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	รศ. สุขใจ ชูจันทร์	
กรรมการ	ผศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์	
กรรมการ	อ.ดนึงกานต์ กลั่นบุศย์	
กรรมการ	นายสุรพล เช้าฉ้อง	

.....

(รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	การพัฒนาผลิตคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน
นักศึกษา	นาย คมสันต์ แซ่คู นาย ณัฐปกรณ์ ลาภรัตนวิบูลย์ นาย นรินทร์ เนียมณรงค์
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ สุรพล เช้าฉ้อง

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดมีผลที่ดีต่อสุขภาพเพราะมีแบคทีเรียโปรไบโอติก(Probiotic bacteria)คือแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ร่วมกับยีสต์ เกิดเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการหมัก อีกทั้งน้ำนมข้าวโพดยังมีสรรพคุณในการบำรุงสุขภาพอีกด้วย ดังนั้นเพื่อเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น จึงมีการเติมเส้นใยอาหารชนิดอินนูลินและคอลลาเจนลงไปอีกด้วย

ในการผลิตผลิตภัณฑ์คีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพด พบว่าสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว มีส่วนประกอบของน้ำนมข้าวโพดต่อน้ำนมโคในอัตราส่วน 1:1 โดยใช้เส้นใยอาหารอินนูลินร้อยละ 8 และปริมาณคอลลาเจนร้อยละ 0.1 โดยปริมาตร ซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด

ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ผลิตจากสูตรและกระบวนการที่เหมาะสม มีสีในระบบระบบ CIE คือ ค่าL* เท่ากับ 82.86 ค่า a* เท่ากับ -4.27 และค่า b* เท่ากับ 19.65 ค่าการแยกชั้นของน้ำ (syneresis) เท่ากับร้อยละ 12.77 และลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง เท่ากับ 0.12 N ค่าการเกาะติดพื้นผิว เท่ากับ 0.55 N.mm. ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับ เท่ากับ 13.61 mm. ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน 0.01 kgf.mm และค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง เท่ากับ 6.93 gf ปริมาณโปรตีน 6.59 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ปริมาณไขมัน 2.22 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ปริมาณของแข็งทั้งหมด 29.03 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ปริมาณเถ้า 0.98 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) และ ปริมาณกรดทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 1.45 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ตามลำดับ ส่วนค่าพีเอช 4.37 มีปริมาณแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(โคโลนีต่อมิลลิลิตร) 1.6×10^{7} ปริมาณยีสต์ (โคโลนีต่อมิลลิลิตร) 6.4×10^{5} โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN ต่อมิลลิลิตร) < 2 และไม่พบ *Escherichea coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special project Title The developement of kefir from corn milk product with dietary fiber and collagen

Name Mr.Komson Saekoo
Mr.Nattapakorn Labrattanavibool
Mr.Narin Niamnarong

Department Applied Biology
Program Industrial Microbiology
Special Project advisor *Assit. Prof. Dr. Marisa Jatupornpipat*
Special Project co-advisor Teacher Surapol Chowchong

Abstact

The corn milk kefir product benefitcial effects on health. Because it has probiotic bacteria that is lactic acid bacteria and fortify yeast . They are the outcome of intense bacterial activity of the start culture. Alternatively, corn milk has good quality for contribute on health. In addition of dietary fiber(inulin) and collagen for increase value of product.

In produce of corn milk kefir, property of improve product has corn milk with milk (1:1). So that, has dietery fiber (inulin) 8 % and collagen 0.1 % w/v. Then consumer accept in this product the most.

Good product of corn milk kefir has color system in CIE of L*, a* and b* is 82.8633, -4.2733 and 19.6500 respectively. Syneresis is 12.7707 and texture mean Hardness,Cohesiveness, Springiness, Adhesiveness and Gumminess is 0.12391517 N, 0.54837186 N.mm. 13.61451175 mm, 0.00603799 kgf.mm and 6.92920373 gf respectively. It has quatity of protein, lipid, total hardness, ash and total acidic is 6.5884, 2.2184, 29.0332, 0.9760, 1.45 w/w repestively.(pH is 4.37) It has lactic acid bacteria 1.6×10^{7}CFU , yeast 6.4×10^{5} CFU coliform less than 2 (<2) and don't find *Escherichea coli.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเล่มนี้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ และ อาจารย์สุรพล เช้าฉ้อง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้กรุณาให้ความรู้และให้ความอนุเคราะห์น้ำนมข้าวโพดและกากข้าวโพดเพื่อใช้ในการศึกษาโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบคุณ นส.จตุพร คงศาลา, นส.นวรัตน์ โพธิราช, นส. ภัควรัท กุลวานิช ,นส. สุมาลี ปานทอง, นส. สุมลรัตน์ ปานทอง, นส. ปณิธุโรจน์ อาภรณ์เพ็ชร์, นส. ญาณี คูวิวัฒนชัยกุล, นส. กนกวรรณ การเจริญดี, นาย ณัฐพงษ์ ธนะไพรินทร์ เพื่อนๆที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆแก่โครงงานพิเศษนี้

ขอขอบคุณ คุณ พยอม เกียรติกำจร, คุณ อนิทัศน์ , คุณประสิทธิ์, คุณ วิทยา และ ป้า มาลี เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับใช้ในการทดลองโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ บริษัท นูทริชั่นจำกัด ที่สนับสนุนให้ความอนุเคราะห์ด้านเส้นใยอาหาร

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ตลอดจนเพื่อนๆทุกคน ที่มีส่วนในการช่วยสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำโครงงานพิเศษนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

คมสันต์ แซ่คู
ณัฐปกรณ์ ลาภรัตนวิบูลย์
นรินทร์ เนียมณรงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	4
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	4
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ผลิตภัณฑ์นมหมัก	5
2.1.1 โยเกิร์ต (Yoghurt)	5
2.1.2 คีเฟอร์ (Kefir)	6
2.1.3 นมอะซิโดฟิลลัส (Acidophilus milk	7
2.1.4 คูมิสส์ (Koumiss)	9
2.1.5 Culture buttermilk	10
2.1.6 Culture creams	11
2.1.7 โซเกิร์ต (sorghurt)	11
2.1.8 ลีเบน (Leben)	11
2.1.9 ดายี (Dahi)	11
2.1.10 กีสต์และตราฮานาส (Kishk and Trahanas)	11
2.1.11 ยาคูลท์ (Yakult)	12
2.1.12 นมเปรี้ยว	12
2.2 คีเฟอร์	13
2.2.1 เมล็ดคีเฟอร์ (Kefir grains)	13
2.2.2 การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในเมล็ดคีเฟอร์	14
2.2.3 วิธีการผลิตคีเฟอร์	15
2.2.4 ประโยชน์ของคีเฟอร์ต่อสุขภาพ	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ และ ผลิตภัณฑ์เพื่อเสริมสุขภาพ	19
2.3.1 พรีไบโอทิค	19
2.3.2 โพรไบโอทิค	19
2.3.3 ประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติค	20
2.4 ข้าวโพด	20
2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	21
2.4.2 ชนิดของข้าวโพด	21
2.4.3 สารอาหารของข้าวโพด	22
2.4.4 สรรพคุณของข้าวโพด	24
2.4.5 ประโยชน์ของข้าวโพด	24
2.4.6 น้ำนมข้าวโพด	26
2.4.7 การผลิตน้ำนมข้าวโพด	27
2.4.8 การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดในรูปของอาหาร	31
2.5 เส้นใยอาหาร (Dietary fibre)	32
2.5.1 เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ	32
2.5.2 เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ	32
2.5.3 การหาปริมาณเส้นใยอาหาร	34
2.6 อินนูลิน	35
2.6.1 ชนิดของอินนูลิน	35
2.6.2 คุณสมบัติของอินนูลิน	36
2.6.3 ประโยชน์ของอินนูลิน	36
2.6.4 คุณลักษณะทางชีวเคมี	37
2.7 โอลิโกฟรุกโตส	38
2.7.1 คุณสมบัติทางเคมี	38
2.7.2 แหล่งอาหารที่สามารถพบโอลิโกฟรุกโตส	38
2.7.3 ประโยชน์โอลิโกฟรุกโตส	38
2.8 คอลลาเจน (Collagen)	40
2.8.1 โครงสร้างของคอลลาเจน	41
2.8.2 เมแทบอลิซึมของคอลลาเจน	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.8.3 การสกัดคอลลาเจนด้วยกรดอะซิติก	44
2.8.4 การสกัดคอลลาเจนด้วยกรดซิตริก	44
2.8.5 การเสริมสร้างคอลลาเจนด้วยการรับประทาน	45
2.8.6 คอลลาเจนโปรตีน	45
2.8.5 อาหารเสริมคอลลาเจน	45
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	50
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานพิเศษ	50
3.1.1 วัตถุดิบ	50
3.1.2 อุปกรณ์	50
3.2 วิธีการทดลอง	51
ตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณอินนูลินที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด	51
1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ	52
1.2 คุณสมบัติทางเคมี	52
1.3 คุณสมบัติทางจุลินทรีย์	52
1.4 ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	52
1.5 ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic 9 scale	52
ตอนที่ 2 การศึกษาปริมาณคอลลาเจนที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด	53
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน	53
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	54
ตอนที่1 ผลการศึกษาปริมาณคอลลาเจนที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด	56
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาปริมาณเส้นใยอาหารที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน	63
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	86
ภาคผนวก ก. การเตรียมวัตถุดิบ	87
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี	93
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	100
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา	103
ภาคผนวก จ. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	106
ภาคผนวก ฉ. การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	110
ภาคผนวก ช. ข้อกำหนดทางกฎหมาย	113
ภาคผนวก ซ.ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลและข้อมูลทางสถิติ	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภูมิการผลิตนมอะซิโดฟีลัส	8
2	ลักษณะของคีเฟอร์เกรน	14
3	วิธีการผลิตคีเฟอร์ โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์โดยให้เกิดกรดแลคติคพร้อมหมักยีสต์	16
4	วิธีการผลิตคีเฟอร์ โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์โดยให้เกิดกรดแลคติคหลังจากการหมักยีสต์	17
5	วิธีการผลิตคีเฟอร์ โดยใช้เมล็ดคีเฟอร์	18
6	ขั้นตอนการผลิตน้ำนมข้าวโพด	28
7	โครงสร้างของอินนูลิน	36
8	โครงสร้างของโอลิโกฟรุกโตส	39
9	สายโพลี่เปปไทด์ของคอลลาเจน	42
10	การสร้างคอลลาเจนของโพรลีนและไลซีน	43
11	โครงสร้างของคอลลาเจน	44
12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดกับระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส	60
13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยีสต์และจุลินทรีย์สร้างกรดแลคติกเทียบกับระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส	61
14	ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง	62
15	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดกับระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส	70
16	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยีสต์และจุลินทรีย์สร้างกรดแลคติกเทียบกับระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหาร บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส	71
17	ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง	72
18	ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารอินนูลิน คอลลาเจน และเจลาติน ร้อยละ 8 0.3 และ 0.3 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	คุณค่าสารอาหารในเมล็ดข้าวโพด 100 กรัม	23
2	คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของเส้นใยอาหารประเภทต่างๆ	33
3	ส่วนผสมของคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดทั้ง 7 สูตร และชุดควบคุม	52
4	ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร	57
5	ค่าสี และปริมาณน้ำที่แยกออกจากเคิร์ด(syneresis) ของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น	58
6	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น	59
7	ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร	67
8	ค่าสี และปริมาณน้ำที่แยกออกจากเคิร์ด(syneresis) ของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร	68
9	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร	69
10	คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารอินนูลินร้อยละ 8 และคอลลาเจนร้อยละ 0.3	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

อาหารเพื่อสุขภาพ (Health food) โดยทั่วไปจะหมายถึงอาหารธรรมชาติ (Natural foods) หรืออาหารที่มีการเสริมแต่ง (Fortified foods) ที่มีสมมติฐานว่ามีผลส่งเสริมสุขภาพของร่างกาย ผลิตภัณฑ์อาหารนม (Milk and milk products) ก็จัดว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์นมหมัก (Ferment milk products) (Nakazawa ,1992)

ผลิตภัณฑ์นมหมัก (Fermented milk products or cultured milk products) หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่มีการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ โดยส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) สามารถหมักน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมให้เกิดเป็นกรดแลคติกและสารอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวน การหมักในปริมาณเล็กน้อย เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอะซิติก อะเซตัลดีไฮด์ และไดอะเซติล เป็นต้น (Tamime and Robinson,1999)

ผลิตภัณฑ์นมหมักมีต้นกำเนิดที่ไม่แน่ชัดว่าเริ่มต้นเมื่อใด แต่เริ่มแพร่หลายมาจากดินแดนตะวันออกกลาง ชนเผ่าเร่ร่อนในแถบตะวันออกกลางสมัยโบราณที่มักทำอาชีพเลี้ยงสัตว์ เช่น วัว แพะ และอูฐ ในสมัยนั้นเมื่อรีดนมวัวแล้วไม่มีการทำความเย็น อีกทั้งดินแดนแถบนั้นในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงสุดถึง 40 องศาเซลเซียส ประกอบกับการรีดนมก็รีดด้วยมือ มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งจากอากาศ ตัวสัตว์ และ จากมือคนรีดนม จึงทำให้น้ำนมที่รีดออกมาเกิดการบูดเสียได้ง่ายโดยมีรสเปรี้ยวและตกตะกอน ทำให้การขนส่งไปยังเมืองใหญ่ๆ หรือแม้แต่การเก็บรักษาเป็นไปไม่ได้เลย ส่งผลให้ผู้คนแถบนั้นได้บริโภคนมสดไม่บ่อยนัก และชนเผ่าเร่ร่อนจึงต้องบริโภคน้ำนมที่ผลิตทั้งหมดเอง เหตุนี้อาจเป็นต้นกำเนิดของการทำน้ำนมให้เกิดรสเปรี้ยว จากนั้นผลิตภัณฑ์นมหมักก็แพร่หลายออกไป (Nakazawa ,1992)

คีเฟอร์ คือนมเปรี้ยวพื้นบ้านของรัสเซีย มีแหล่งผลิตแรกเริ่มแถบภูเขาคอเคซัส ปัจจุบันมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมในประเทศรัสเซีย ยุโรปและอเมริกา ผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดนี้ต่างจากนมเปรี้ยวชนิดอื่นๆที่นอกจากมีรสเปรี้ยวของกรดแลคติกที่เป็นองค์ประกอบอยู่ ร้อยละ 0.8 แล้ว จะมีกลิ่นเหล้าอ่อนๆ เนื่องจากมีเอทธิลแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบอยู่ ร้อยละ 0.8-1 การผลิตทำได้โดยใส่กล้าเชื้อคีเฟอร์ที่เรียกว่า "คีเฟอร์เกรน" (kefir grain) ประมาณ 50-60 กรัม ลงในน้ำนม 1 ลิตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 18-25 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยที่กรองลักษณะเดียวกับกระชอน เพื่อแยกคีเฟอร์เกรนไว้ใช้ต่อไป (นภา, 2534)

จุลินทรีย์ที่พบในเมล็ดคีเฟอร์ได้แก่ แบคทีเรีย *Lactobacillus lactis* ssp. *Lactis* *L. lactis* ssp. *Cremoris* *L. acidophilus* *L. kefir* *L. kefiranofaciens* *L. casei* *Kluyveromyces marxianus var.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

marxianus และ ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae Candida kefir* จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนพบว่า แบคทีเรียส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณผิวรอบๆ เมล็ดคีเฟอร์ ส่วนยีสต์จะฝังตัวอยู่ในกลุ่มคีเฟอร์แรนตรงกลางเมล็ดคีเฟอร์ (Varnam and Sutherland, 1994)

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์คีเฟอร์มีวางจำหน่ายอย่างแพร่หลายซึ่งได้มีการพัฒนาและปรับปรุงรสชาติใหม่พร้อมทั้งเอาใจผู้บริโภคโดยมีการสร้างผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ (http://www.lifeway.net) ดังนี้

คีเฟอร์แบบดั้งเดิม	คีเฟอร์นมถั่วเหลือง
คีเฟอร์ คาร์โบไฮเดรตต่ำ	คีเฟอร์ไขมันเต็ม
เนยคีเฟอร์	เนยสดคีเฟอร์
พุดดิ้งคีเฟอร์	ลา ฟรูต้า
ครีมชีส คีเฟอร์	คีเฟอร์สำหรับเด็ก

ข้าวโพด ถือได้ว่าเป็นธัญพืชที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของโลก จัดเป็นพืชตระกูลหญ้ามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea may L.* อยู่ในตระกูล Gramineae ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณประเทศตะวันตก และเป็นที่นิยมบริโภคกันแถบทวีปอเมริกากลางและใต้ สำหรับประเทศไทยนั้นข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารมาช้านาน และยังมีการปลูกข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์กันมาก ซึ่งในปัจจุบันได้นิยมนำข้าวโพดมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มเนื่องจากดื่มได้สะดวก รสชาติคล้ายนม อาจเรียกว่าน้ำนมข้าวโพด มีรสหวานมัน หอม อร่อย ดื่มแล้วสดชื่น อุดมด้วยคุณค่าอาหาร (ณิชาภัทร, 2546)

น้ำนมข้าวโพด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากข้าวโพดหวาน (Sweet corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า May saccharata ซึ่งถือว่าน้ำนมข้าวโพดเป็นอีกทางเลือกหนึ่งแก่ผู้บริโภคที่ไม่สามารถดื่มน้ำนมวัวได้เนื่องจากเกิดอาการแพ้ แต่สามารถดื่มนมข้าวโพดซึ่งมีปริมาณสัดส่วนของนมวัวน้อยได้โดยไม่เกิดอาการแพ้ ทำให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีคุณค่าทั้งจากข้าวโพดหวานและจากนมไปพร้อมกัน (http://www.srp.ac.th)

คอลลาเจน คือ โปรตีนชนิดหนึ่งที่อยู่ใต้ชั้นหนังแท้ เป็นโปรตีนสำคัญของผิวหนัง เพราะเป็นส่วนสปริงของผิวหนัง ในการสร้างความตึงให้กับผิวหนังชั้นหนังแท้คอลลาเจนโปรตีนมีปริมาณมากถึง 1 ใน 3 ของโปรตีนในร่างกาย คอลลาเจนใต้ผิวหนังของเรา จะอยู่ในผิวหนังชั้นหนังแท้ คอลลาเจนทำหน้าที่เสริมความเรียบตึงของผิวหนัง ทำให้ผิวแข็งแรง และเรียบเนียน และอยู่คู่กับโปรตีนที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ "อิลาสติน" ในขณะที่คอลลาเจนมีหน้าที่เสมือนโครงสร้างของผิวและทำให้ผิวเต่งตึง อิลาสตินจะมีหน้าที่สร้างความยืดหยุ่นให้กับผิวและทำให้ผิวไม่มีริ้วรอย คอลลาเจนโปรตีนจะเสื่อมสภาพลง ในช่วงอายุหลัง 20 ปีไปแล้วทำให้ชั้นผิวหนังมีการยุบตัวลง ต้นเหตุของความเหี่ยวย่น ริ้วรอย และความซราของผิวพรรณ การรับประทานคอลลาเจนโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะช่วยชะลอความเหี่ยวของผิวหนัง และลดริ้วรอยที่เกิดขึ้นแล้วได้ คอลลาเจนมีคุณสมบัติ ทำให้กล้ามเนื้อกระชับไม่หย่อนยานผิวหนังไม่เหี่ยวย่นอีกทั้งยังบำรุงเล็บและเส้นผมให้มีสุขภาพดี (http://www.thaionlinemarket.com)

เส้นใยอาหาร หรือ ไฟเบอร์ ส่วนใหญ่เราจะได้จากส่วนโครงสร้างของพืช มีอีกชื่อหนึ่งว่า เซลลูโลส ไฟเบอร์ แบ่งได้ 2 ชนิดคือ เส้นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ เวลาละลายน้ำจะเห็นเป็นลักษณะเมือกๆ พบมากในผลไม้ ถั่ว ข้าวโอ๊ต เป็นต้น อีกชนิดคือ เส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ จะพบมากใน ข้าวซ้อมมือ รำข้าว ผักต่างๆ มีการรายงานว่าการับประทานไฟเบอร์ในปริมาณที่เหมาะสมต่อความต้องการในหนึ่งวันคือ 25-40 กรัมต่อวันจะสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง มะเร็งลำไส้ใหญ่ และความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารได้ (http://www.healthdd.com/article/article_preview.php?id=288)

การปรับปรุงผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ในขั้นตอนกระบวนการผลิตพบว่าสูตรของผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาและเป็นที่ยอมรับนั้น ใช้ปริมาณน้ำนมข้าวโพดต่อน้ำนมโคในอัตราส่วน 1:1 ปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 1 อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการบ่มคือที่ 30 องศาเซลเซียส และเติมเจลาตินร้อยละ 0.3 เพื่อเพิ่มคุณภาพทางเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น (ววรรษมน และคณะ, 2548) ในด้านสุขภาพพบว่าผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดมีผลที่ดีต่อสุขภาพเพราะมีแบคทีเรียโปรไบโอติก (Probiotic bacteria)คือแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก(Lactic acid bacteria) ร่วมกับยีสต์ เกิดเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการหมัก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้นจึงนำผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นมาพัฒนาโดย เติมเส้นใยอาหารชนิดอินนูลินและเติมคอลลาเจนในอัตราส่วนที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อประยุกต์ใช้กลุ่มจุลินทรีย์ในการผลิตผลิตภัณฑ์คีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดเสริมเส้นใยและคอลลาเจน
2. ตรวจสอบคุณภาพหลังการผลิตคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน
3. เพื่อพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่
4. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ตรวจสอบคุณภาพหลังการผลิตคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน และการยอมรับของผู้บริโภคต่อคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต โดยทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร
2. ได้รับข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดเสริมเส้นใยและคอลลาเจน เพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป
3. เป็นการเพิ่มทางเลือกผู้บริโภคที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ
4. เพิ่มคุณประโยชน์และมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ผลิตภัณฑ์นมหมัก (Ferment Milk Products)

2.1.1 โยเกิร์ต (Yogurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เตรียมได้จากนมที่อุดมมันเนย นมพร่องมันเนย นมคืนรูปพร่องมันเนย นมข้น หรือผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ หรือส่วนผสมของนมเหล่านี้ ผสมเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้สัดส่วนขององค์ประกอบที่ถูกต้องสำหรับโยเกิร์ตชนิดหนึ่งๆ โดยการเปลี่ยนน้ำตาลแลกโตสเป็นกรดแลคติกของเชื้อ *Lactobacillus bulgalicus* และเชื้อ *Streptpcoccus thermophillus*

ก. จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต

หัวเชื้อเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ลักษณะที่ต้องการของหัวเชื้อโยเกิร์ต คือ ปลอดจากการปนเปื้อน เจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้กลิ่นรสที่ต้องการ โครงสร้างลักษณะเนื้อที่ดี และต้านทานต่อฟาจน์ (phages) และสารปฏิชีวนะ ในการสร้างกลิ่นรส (flavour) และลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ต้องใช้หัวเชื้อผสมของเชื้อ *Lactobacillus bulgalicus* และเชื้อ *Streptpcoccus thermophillus* เมื่อใช้หัวเชื้อที่แช่แข็งในการผลิตโยเกิร์ต จำเป็นต้องบ่มหัวเชื้อที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หรือที่ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 ชั่งโมง หรือ ที่ 29 - 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 - 16 ชั่วโมงเสียก่อน

โดยทั่วไปหัวเชื้อที่ใช้จะประกอบด้วยสายพันธุ์ผสมของเชื้อ *Lactobacillus bulgalicus* และเชื้อ *Streptpcoccus thermophillus* ในสัดส่วนเท่ากันแบคทีเรียเหล่านี้มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากัน เมื่อใช้ร่วมกันที่เรียกว่า symbiosis โดยปกติจะให้เชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้เจริญร่วมกันภายใต้สภาวะที่ควบคุมเพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสมดุลที่ถูกต้อง

เชื้อ *Streptpcoccus thermophillus* จะมีกิจกรรมสูงกว่าในการปล่อยกรดแลคติกในช่วงแรกของการหมัก ดังนั้นถ้าสามารถคัดเชื้อสายพันธุ์นี้ให้มีความสามารถในการสร้างกรดได้อย่างรวดเร็วจะทำให้สามารถลดระยะเวลาในการหมัก สารอื่นๆที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของเชื้อนอกจากกรดแลคติกแล้วยังมีสารที่มีความสำคัญต่อการสร้างกลิ่นรสของโยเกิร์ต ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ได้จากหัวเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ จึงจำเป็นต้องให้เชื้อทั้ง 2 มีความสมดุลกัน

ดังนั้นสิ่งที่มีความสำคัญของหัวเชื้อโยเกิร์ต นอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้วหัวเชื้อยังจำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วยอัตราการเชื้อโดยทั่วไปจะใช้ปริมาณร้อยละ 2 (v/v) ซึ่งสามารถทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 4 ชั่วโมง เพื่อให้นมมีจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อแลคติก 30 x 10^6 - 40 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร การเลี้ยงเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้แยกกันจะเจริญได้ดีที่สุด แล้วจึงผสมกันก่อนการใช้ แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้หัวเชื้อผสมที่มีอัตราส่วนที่เท่ากันระหว่างเชื้อ *Lactobacillus bulgalicus* และเชื้อ *Streptpcoccus thermophillus* (วราวุฒิ และรุ่งนภา , 2532)

ข. ประเภทของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตที่จำหน่ายตามท้องตลาดในปัจจุบัน Robinson and Tamine (1985)ได้สรุปประเภทของโยเกิร์ตไว้ดังนี้

1. โยเกิร์ตชนิดพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurized Yogurt)
2. โยเกิร์ตที่ประกอบด้วยไฮโดรไลซ์แลกโตส (Lactose hydrolyzed Yogurt)
3. โยเกิร์ตชนิดพร้อมดื่ม (Drinking Yogurt)
4. โยเกิร์ตชนิดแช่แข็ง (Frozen Yogurt)
5. โยเกิร์ตชนิดอัดก๊าซ (Cabinated Yogurt)
6. โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Condensed Yogurt)
7. เครื่องดื่มประเภทโยเกิร์ต (Yogurt beverages)
8. โยเกิร์ตผงพร้อมดื่ม (Dride or instant Yogurt)
9. โยเกิร์ตสำหรับผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก (Dietetic or therapeutic Yogurt)
10. โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง (Soy milk Yogurt)

2.1.2 คีเฟอร์ (Kefir)

คีเฟอร์ เป็นเครื่องดื่มนมเป็นผลจากการอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ที่ปรากฏอยู่ในรูปของเมล็ดคีเฟอร์ในน้ำนม (Simova *et al.*, 2001) โดยเมล็ดคีเฟอร์นี้จะมีลักษณะอนุภาคที่อยู่ในรูปของแข็งที่ประกอบไปด้วยจุลินทรีย์ *Streptococcus Lactobacilus* ยีสต์ที่ทำการหมักน้ำตาลแลกโตส และ *Micrococcus* คีเฟอร์คือโยเกิร์ตของศตวรรษที่ 21 มีการรายงานถึงคุณสมบัติและคุณค่าทาง โภชนาการของคีเฟอร์ว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการบริโภคโยเกิร์ตชนิดนี้พร้อมทั้งยังบำรุงร่างกายทำให้เกิดการผลิตอย่างแพร่หลาย (Beskova *et al.*, 2001) คีเฟอร์จะเป็นอาหารพื้นบ้านที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ทำให้มีการแนะนำให้บริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศรัสเซียเพื่อบำรุงสุขภาพโดยเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นโรคกระเพาะอาหารและลำไส้ โรคภูมิแพ้ ความดันโลหิตสูง โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบการเผาผลาญ เลือดไปเลี้ยงหัวใจไม่พอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 นมอะซิโดฟิลัส (Acidophilus milk)

นมอะซิโดฟิลัส เป็นนมที่มีการหมักของเชื้อบริสุทธิ์ *Lactobacillus acidophilus* แล้วทิ้งให้เกิดการหมัก ภายใต้สภาวะที่จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ นมอะซิโดฟิลัสที่ได้จากการหมักใหม่ๆ จะมีจำนวนจุลินทรีย์มากกว่า 500 ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตร แม้จำนวนจุลินทรีย์จะมีจำนวนลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น นมชนิดนี้ก็ยังคงคุณค่าทางด้านการรักษาโรค และเป็นประโยชน์ต่อระบบการย่อยอาหาร เพราะในนมหมักชนิดนี้ยังมีแบคทีเรียที่มีชีวิตอยู่ แบคทีเรียเหล่านี้สามารถอยู่ในลำไส้และผลิตกรดออกมาและส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้ เกิดอาหารท้องเสียได้

หัวเชื้อที่ใช้ในการหมัก *Lactobacillus acidophilus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีการหมักอย่างช้าๆ จึงจำเป็นต้องปราศจากเชื้ออื่นปนเปื้อน สำหรับนมที่ใช้อาจเป็นนมที่อุดมด้วยไขมันหรือนมพร่องไขมันก็ได้โดยนมต้องปราศจากเชื้อก่อน (ปกติที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือ 145 องศาเซลเซียส 2 - 3 นาที) แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องโฮโมจีไนซ์ซึ่งมักใช้ความดัน 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) เพื่อให้ทุกส่วนของนมเป็นเนื้อเดียวกันและทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการถ่ายเชื้อร้อยละ 2 - 5 ลงในนมแล้วจึงบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 16 ชั่วโมงจนระดับความเป็นกรดถึงร้อยละ 0.7 หรือ ค่าพีเอชเท่ากับ 4.7 จากนั้นทำให้นมเย็นลงในทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จึงนำไปบรรจุเพื่อรอการจำหน่ายโดยเก็บในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532)

นมอะซิโดฟิลัส นอกจากการหมักแล้ว ยังมีนมอะซิโดฟิลัสที่มาจากกรรมวิธีอื่นๆเช่น

นมอะซิโดฟิลัสหวาน (Sweet acidophilus) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีกลิ่นของรสนมสดเตรียมได้จากการเติมเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ในรูปเช่แข็งลงในน้ำนมพาสเจอไรซ์ที่มีไขมันนมต่ำและเย็น ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเชื้อแบคทีเรียที่ใส่ลงไปจะมีอยู่หลายล้านตัวต่อนม 1 มิลลิลิตร และสามารถมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลา 2 - 3 สัปดาห์ที่อุณหภูมิตู้เย็น

นมอะซิโดฟิลัสโยเกิร์ต (Acidophilus yugurt) ผลิตได้โดยการนำเอานมหมักที่มีเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* หรืออาจเตรียมจากการนำเอาโยเกิร์ตมาผสมกับนมอะซิโดฟิลัส ซึ่งนมอะซิโดฟิลัสที่ผลิตได้มีหลายชนิด เช่น

ก. ไบโอการ์ด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตที่ประเทศเยอรมันประกอบด้วยเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และเชื้อ *Bifidobacterium bifidum*

ข. เอโคโยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสวิสเซอร์แลนด์ โดยการนำเอานมหมักที่มีเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* มาเติมลงในโยเกิร์ตก่อนการบรรจุ

ค. ไบโอโยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยเชื้อ *Lactobacillus bugaricus* ,*Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus acidophilus* หรืออาจประกอบด้วยเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และ *Streptococcus lactis*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมสดหรือนมผงขาดมันเนย
(อาจเติมผง Buttermilk ลงไปเพื่อเพิ่มกลิ่นรส)
↓
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
หรือ ที่อุณหภูมิ 145 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 - 3 นาที
↓
นำมาเข้าเครื่องโฮโมจีไนซ์ที่ความดัน 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพื่อให้นมเป็นเนื้อเดียวกัน
↓
ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
↓
ใส่เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 2-5
↓
บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที - 16 ชั่วโมง ให้ได้ปริมาณกรดทั้งหมด
ร้อยละ 0.6-0.7 หรือ พีเอชเท่ากับ 4.7
↓
ทิ้งให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
↓
บรรจุ
↓
เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 1 แผนภูมิการผลิตนมอะซิโดฟิลัส
ที่มา : วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532

ง. เอ-38 เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศเดนมาร์ก ผลิตโดยการผสมน้ำนมที่ใส่หัวเชื้อของ Buttermilk และเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ในสัดส่วน 9 ต่อ 1 หรือ 8 ต่อ 2 โดยเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ที่เติมลงไปไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีนมอะซิโดฟิลัสอื่นๆอีกเช่น

ก. อาร์ลา ในประเทศสวีเดนเป็นนมอะซิโดฟิลัสที่ได้จากการบ่มด้วยเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ข. อะซิโดฟิลิน ได้จากการหมักนมด้วยหัวเชื้อผสมของ *Lactobacillus acidophilus* *Sterptococcus lactis* และเชื้อจากคีเฟอร์ ในอัตราส่วนเท่าๆกัน โดยจะใส่ลงไปในนมประมาณร้อยละ 6 - 9

ค. นมอะซิโดฟิลัสยีสต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักนมด้วยเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และยีสต์ที่หมักน้ำตาลแลกโตสได้ ซึ่งนมที่หมักนี้จะได้สารปฏิชีวนะเกิดขึ้นหลายชนิด

ง. Acidophillus paste เตรียมได้จากนมอะซิโดฟิลัสที่มีหารกำจัดหางนมออกไปส่วนหนึ่ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 80 และกรดแลคติกร้อยละ 1.62 - 1.80 ผลิตภัณฑ์นี้เหมาะสมสำหรับทารก (ดุษณี ธนะบริพัฒน์, 2537)

2.1.4 คูมิสส์ (Koumiss)

คูมิสส์เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักอีกประเภทหนึ่งที่เตรียมได้จากนมม้า แต่ปัจจุบันมักจะใช้นมวัว หรือนมคืนรูปแล้วเติมน้ำตาลซูโครสลงไป หัวเชื้อที่ใช้จะประกอบไปด้วย *Lactobacillus bulgaricus* และยีสต์ที่หมักน้ำตาลแลกโตส โดยเฉพาะเชื้อ *Torulas* และ *Mycoderma* ส่วน bulk starter เตรียมจากส่วนผสมของนมวัวและนมม้าหมักเป็นเวลามากกว่า 4 วัน โดยหัวเชื้อที่เริ่มใช้ได้นี้จะมีความเป็นกรดร้อยละ 1.4 และปริมาณที่เติมนมวัวสดเท่ากับร้อยละ 30 (โดยปริมาตร) ผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวออกเทา มีกลิ่นรสของแอลกอฮอล์ เปรี้ยวและมีฟอง และปริมาณของแอลกอฮอล์จะแตกต่างกันระหว่างร้อยละ 1 - 2.5

ในปัจจุบันการผลิตคูมิสส์นิยมใช้นมวัวสดหรือนมขาดมันเนย และเติมน้ำตาลซูโครส ให้ความร้อนนมที่ 90 - 92 องสาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นที่ 26 - 28 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงทำการเติมหัวเชื้อด้วยอัตราร้อยละ 10 - 30 ทั้งนี้เพื่อให้นมมีความเข้มข้นของกรดแลคติกร้อยละ 0.45 การหมักจะดำเนินต่อไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย 3 ลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นกับความต้องการของผู้บริโภค ดังนี้

ลักษณะที่ 1 กรดแลคติก และแอลกอฮอล์ร้อยละ 0.6 และ0.7 ตามลำดับ

ลักษณะที่ 2 กรดแลคติก และแอลกอฮอล์ร้อยละ 1.1 - 1.7 และ0.8 ตามลำดับ

ลักษณะที่ 3 กรดแลคติก และแอลกอฮอล์ร้อยละ 1.7 - 2.5 และ1.0 ตามลำดับ

เมื่อการหมักสมบูรณ์นมหมักจะถูกทำให้เย็นไปเป็น 15 - 16 องศาเซลเซียส และกวนอย่างแรงเพื่อให้ได้เนื้อเนียน (Smooth comsistency) นอกจากนี้ยังเป็นการให้อากาศแก่นมในปริมาณเล็กน้อยด้วย หลังจากการบรรจุลงขวดแล้วจะบ่มที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง เพื่อสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นมหมักชนิดนี้นิยมบริโภคในหมู่ประชาชนแถบตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 Cultueres buttermilk

cultueres buttermilk เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักของเหลว (Warery liquid) ที่แยกจากครีมหวานหรือครีมเปรี้ยวในระหว่างการผลิตเนย นั้นคือเป็นของเหลวที่เหลือจากการปั่นครีมเป็นเนยนั่นเองอย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของกระบวนการแยกเนย (Churning) และฤดูของการรีดนมทำให้คุณภาพของหารหมักชนิดนี้มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการเตรียมบัตเตอร์มิลล์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ และมีปริมาณมากพอที่จะสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค จากการหมักนมขาดมันเนยหรือนมพร่องมันเนยด้วยเชื้อแลคติกที่เป็นแบคทีเรียที่สร้างกรดและกลิ่นรส โดยปรับปริมาณไขมันในนมให้ได้ร้อยละ 0.5 - 0.3 กรรมวิธีการผลิตคือ ให้นมผ่านการให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิที่ 82 - 88 องศาเซลเซียส แล้วจึงทำให้เย็นที่ 22 องสาเซลเซียส แล้วจึงถ่ายเชื้อลงไป แต่ในโรงงานสมัยใหม่จะเพิ่มอีกสองขั้นตอนคือ de-aeration และการโฮโมจีไนซ์ โดยในขั้นแรกนมจะถูกให้ความร้อนเป็น 78 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันเพื่อให้ได้บัตเตอร์มิลล์ที่มีเนื้อเนียน (Smooth consistency) หลังจากการโฮโมจีไนซ์นมจะทำให้ความร้อนเกิดขึ้นเป็น 90 - 95 องศาเซลเซียส โดยใช้แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate heat exchange) ก่อนที่จะทำให้เย็นที่ 22 องศาเซลเซียส

Bulk starter จะใช้ในอัตราร้อยละ 1 - 2 และหัวเชื้อที่ใช้ต้องมีความสมบูรณ์แข็งแรงและมีกิจกรรมสูงหัวเชื้อที่ใช้ในการหมักชนิดนี้ ได้แก่ *Streptococcus cremoris* และ *Streptococcus lactis* ทำให้น้าที่ผลิตกรดส่วน *Streptococcus lactis* subsp. *Diacetylactis* และ *Leuconostoc citrovorum* เป็นตัวสร้างกลิ่นและความหอม (Flavour and aroma) การตรวจสอบสมดุลของเชื้อจำเป็นต้องกระทำ โดยทั่วไปจะใช้เชื้อที่มีความเข้มข้นกรดแลคติกร้อยละ 0.80 - 0.85 เพื่อให้แน่ใจว่าได้เชื้อที่มีจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมสูงนั่นเอง เวลาที่ใช้ในการหมักประมาณ 16 - 20 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 - 22 องศาเซลเซียสจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเยี่ยม โดยมีความเข้มข้นกรดแลคติกประมาณร้อยละ 0.8 - 0.9 หลังจากทำให้เย็นผสมและบรรจุลงขวด ผลิตภัณฑ์ที่ได้ควรเป็นเครื่องดื่มที่มีความหนืดและมีกลิ่นรสที่ต้องการ กลิ่นที่ไม่แรงพอมักเกิดจากการใช้หัวเชื้อไม่เพียงพอ แต่ปัญหาที่พบมากที่สุดในการหมักประเภทนี้ มักเกิดการแยกตัว (Physical seperation) ของผลิตภัณฑ์นมหมักนี้ ผู้ผลิตจึงมักเติมเจลาตินหรือไขมันเพิ่มลงไปในนม

ผลิตภัณฑ์นี้จะให้กลิ่นรสคล้ายเนย และรสชาติที่แตกต่างไปจากนมธรรมดา นอกจากนี้ยังให้ความหนาแน่นของเนื้อที่หนากว่านมและยังเป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสดชื่น (Refreshing drink) เหมือน milkshake เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์นมหมักนี้แทนนมสูตรใดๆ ก็ให้กลิ่นรสที่ค่อนข้างแรงกว่า ความนิยมของผลิตภัณฑ์นี้ในสหรัฐอเมริกาและยุโรปเนื่องมาจากคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพในด้านความสดชื่นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 Cultured cream

cultured cream เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดมากซึ่งมีกลิ่นรสของ buttermilk คล้ายเนยแต่มีปริมาณไขมันร้อยละ 12-13 การบริโภคส่วนมากคล้ายกับครีมทั่วไปคือใช้ในอาหารว่างหรืออาหารหวานครีมนี้มีกลิ่นรสที่แรงกว่าครีมสดและมีเนื้อเนียนคล้ายเจล และในการเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดรสเปรี้ยวจนเกินไปในผลิตภัณฑ์ซึ่งจะทำลายรสชาติของ cultured cream

2.1.7 โซเกิร์ต (Sorghurt)

โซเกิร์ต เป็นนมถั่วเหลืองหมักคล้ายกับโยเกิร์ต โดยการหมักนมถั่วเหลืองกับเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus casei* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งจากการศึกษา พบว่าโซเกิร์ตที่หมักได้จะมีกลิ่นถั่วและมีรสชาติขมและฝาดกว่าโยเกิร์ต และให้ความรู้สึกเหมือนมีทรายปนอยู่ในปากขณะรับประทาน สำหรับสีของโยเกิร์ตที่ได้จะเหลืองกว่าและมีลักษณะเป็นก้อนแน่นกว่าโยเกิร์ต

2.1.8 ลีเบน (Leben)

ลีเบนเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เก่าแก่ชนิดหนึ่งในแถบตะวันออกกลาง มีลักษณะคล้ายโยเกิร์ตหรือ คีเฟอร์เข้มข้นมีปริมาณของแข็งอยู่ร้อยละ 24 ซึ่งเป็นก้อนนมหมักที่ใส่ในถุงผ้าแขวนไว้เพื่อให้หางนมซึมออกมา ในประเทศตุรกีจะใช้ถุงที่ทำจากหนังแกะหรือหนังแพะแต่ในประเทศอียิปต์จะใช้หม้อดินที่มีรูพรุนแทนถุง โดนหม้อดินนี้สามารถให้ความชื้นระเหยออกมาได้ในบางแห่งจะนำก้อนนมมาปั้นเป็นรูปกลมๆ ตากแดดให้แห้งจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตลีเบนมีหลายชนิดผสมกัน ได้แก่ *Streptococcus lactis* *Streptococcus thermophilus* *Lactobacillus bulgaricus* และยีสต์ที่หมักน้ำตาลได้

2.1.9 ดาฮี (Dahi)

ดาฮีเป็นโยเกิร์ตพื้นเมืองของชาวอินเดียผลิตจากนมวัว นมแพะ หรือนมควาย ซึ่งไม่มีการผลิตในทางการค้า เป็นการผลิตในระดับท้องถิ่นเท่านั้น คุณภาพของโยเกิร์ตที่หมักได้จะไม่คงที่เนื่องจากภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ภาชนะที่ใช้บรรจุนมเพื่อการหมักจะเป็นหม้อดินเผาหรือปั้นจากโคลน แบคทีเรียที่พบในกระบวนการหมักได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* หรืออาจจะมีหรือไม่มี *Lactobacillus plantarum* *Streptococcus thermophilus* *Streptococcus lactis* ก็ได้ปริมาณของเชื้อที่ใช้คือร้อยละ 20 และหมักที่อุณหภูมิห้อง 1 - 3 ชั่วโมง โยเกิร์ตที่ได้จะมีพีเอชค่อนข้างสูง

2.1.10 กีสต์และตราฮานาส (Kishk และ trahanas)

กีสต์เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวของชาวอียิปต์และตราฮานาสเป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวของชาวตุรกีและกรีก ทำมาจากส่วนผสมของโยเกิร์ตที่ได้จากนมแพะ และข้าวสาลีนึ่ง ในบางครั้งอาจมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมมะเขือเทศหรือหัวหอมลงไปด้วย นมที่ได้จากการหมักจะมีพีเอช 3.5 - 3.8 กรดแลคติกร้อยละ 1.3 - 1.8 และมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 23.5 นอกจากนี้ยังย่อยง่าย ข้าวสาลีที่ใส่ลงไปนี้จะต้องนำมานึ่งก่อนหรืออาจจะเติมลงไปในโยเกิร์ตก่อนแล้วจึงนำมานึ่ง จนกระทั่งข้าวสาลีดูดความชื้นเข้าไป จากนั้นนำส่วนผสมมาทำให้เย็นและทำให้แห้งกลางแสงแดด จนมีสีน้ำตาลและเป็นกรอบคล้ายขนมปัง จุลินทรีย์ที่พบในกระบวนการหมักส่วนใหญ่เป็นยีสต์*Lactobocillus* และ *Bacillus subtilis* ซึ่งกีสต์ที่ทำในประเทศอียิปต์จะพบ heterofermentative *Lactobacillus brevis* และ homofermentative *Lactobacillus casei* และ *Lactobacillus plantarum* ส่วนในไซรัปจะพบจุลินทรีย์พวก *Streptpcoccus thermophillus* และ *Lactobacillus bulgaricus*

2.1.11 ยาคูลท์ (Yakult)

ยาคูลท์เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่มีการผลิตและจำหน่ายอย่างแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่นและไทย โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus casei* สายพันธุ์ที่แยกได้จากลำไส้มนุษย์ ยาคูลท์เตรียมได้จากการนำนมขาดมันเนยมาเติมกลูโคสและส่วนสกัดจากสาหร่าย Chlorella ที่ละลายในน้ำร้อน นำส่วนผสมที่ได้มากรองและนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วจึงเติมหัวเชื้อ *Lactobacillus casei* (สายพันธุ์ Shirota) ลงไป กระบวนการหมักจะใช้เวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้กรดประมาณร้อยละ 2.7 นมหมักที่เตรียมได้จะนำมาปรุงแต่งกลิ่นรสและบรรจุขวด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีกรดซิตริก กรดซักซินิก กรดมาลิก กรดอะซิติก อะซิทัลดีไฮด์ ไดอะเซทิล และอะซิโตน ในปริมาณเล็กน้อยเกิดขึ้น ด้วยการบริโภคยาคูลท์เป็นประจำยังช่วยเพิ่มปริมาณของ *Lactobacillus casei* ในอุจจาระของมนุษย์และลดปริมาณ *E. coli* ลงโดยพบว่ายาคูลท์มีคุณสมบัติในการต่อต้านโรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินลำไส้ (ดุษณี , 2537)

2.1.12 นมเปรี้ยว

นมเปรี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรือที่ไม่ทำให้เกิดพิษ และมีจุลินทรีย์ดังกล่าวที่มีชีวิตคงเหลืออยู่จากกรรมวิธีการผลิตหรืออาจปรุงแต่งสี กลิ่น รส

นมเปรี้ยวเป็นชื่อที่ใช้เรียกผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (Yogurt) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการเติมจุลินทรีย์ลงไป นมเปรี้ยว มีแหล่งกำเนิดมาจากประเทศบัลกาเรีย เรียกว่า ยาเวิร์ต แล้วนิยมแพร่หลายในยุโรปตะวันออกและยุโรปกลาง ในระบบย่อยอาหารของผู้บริโภคบางคนมีปัญหาที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลกโตสได้ เพราะไม่มีเอนไซม์แลคเตส ทำให้มีปัญหาเมื่อดื่มน้ำนมสดอาจจะอาเจียนหรืออาจมีอาการท้องเสีย แต่ถ้าผู้บริโภคดื่มน้ำนมเปรี้ยวจะไม่มีปัญหา ทั้งนี้เพราะน้ำตาลแลกโตสได้รับการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมเปรี้ยวที่นิยมกันมี 2 ชนิด คือ

ก. แบบอยู่ตัว หมายถึง แบบที่บรรจุทันทีหลังจากการเติมจุลินทรีย์แล้วให้จุลินทรีย์ทำปฏิกิริยา ในขณะที่อยู่ในบรรจุ พอได้ที่แล้วทำให้เย็นพร้อมที่จะจำหน่าย

ข. แบบบรรจุทีหลัง หมายถึง ให้มีการทำปฏิกิริยาในถังจนได้ที่แล้วจึงทำให้เย็นลง ทำการบรรจุทีหลัง (วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

นอกจากผลิตภัณฑ์นมหมักที่กล่าวมาแล้วยังมีผลิตภัณฑ์นมหมักอื่นๆอีก เช่น ฟิล์มโจลค์ ที่ผลิตที่ประเทศฟินแลนด์และสวีเดน ตาโกของฮังการี ใจโอดของชาดีเนีย โคสของแอลแบเนีย ฟรู-ฟรูของสวิสเซอร์แลนด์ กรูซาวินของชิลี ไคลไมของยูโกศลาเวีย และบัลแกเรียนเป็นต้น (วราวุฒิ และ รุ่งนภา , 2532)

น้ำนมเปรี้ยวที่ผลิตและจำหน่ายต้องเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส และระหว่างเวลาที่จำหน่ายต้องไม่เกิน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ (ศิริลักษณ์ , 2522)

2.2 คีเฟอร์

คีเฟอร์เป็นเครื่องดื่ม ที่เป็นผลิตภัณฑ์ของแบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์และ แบคทีเรียกรดอะซิติกในน้ำนม เป็นการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์จากระบวนการหมักทำให้นมที่หมักนั้นมีกลิ่นรสที่มีความเฉพาะ

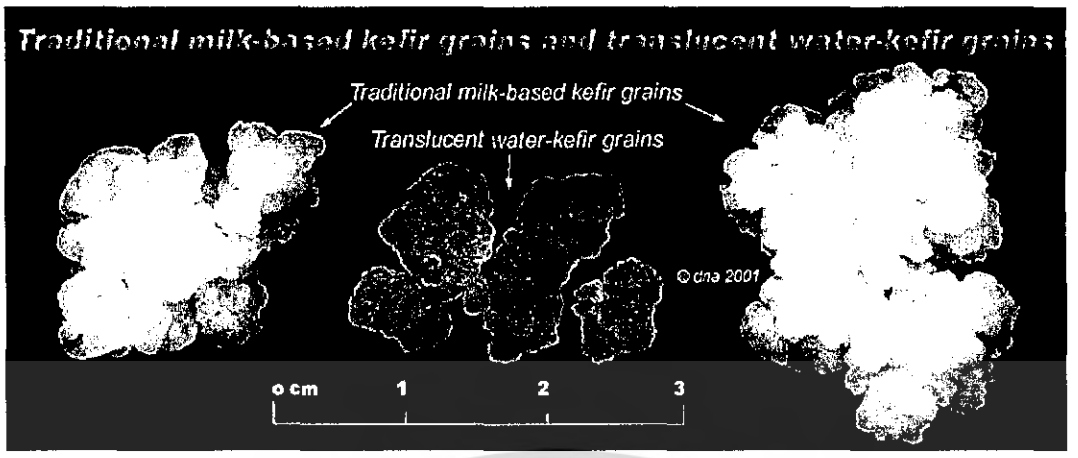
ในการผลิตคีเฟอร์นั้นมีต้นกำเนิดมาจากความบังเอิญที่มีมาตั้งแต่ก่อนที่จะมีการใช้ตู้เย็นโดยเริ่มมาจากทำนมหมักในถุงหนังสัตว์ในสมัยโบราณซึ่งเป็นอาหารพื้นบ้านโดยคีเฟอร์เกรนนั้นค้นพบครั้งแรกจากการผลิตคีเฟอร์ในหลายๆครั้งเป็นเวลานาน คีเฟอร์สามารถผลิตได้จากน้ำนมของวัว แพะ แกะ และควาย

ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านนั้นได้มีการนำมาขายในหลายประเทศทำให้การบริโภคคีเฟอร์เพื่อสุขภาพกันมากขึ้น คีเฟอร์จัดเป็นอาหารโพรไอโอติคอย่างหนึ่งนั่นเอง โดยจะมีกลิ่นรสเฉพาะตัวและมีการช่วยในการรักษาโรคติดเชื้อต่างๆในร่างกายได้อีกด้วย (Edward , 2003)

2.2.1 เมล็ดคีเฟอร์(Kefir grains)

เมล็ดคีเฟอร์ เกิดจากการรวมตัวกันของจุลินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ ซึ่งรวมตัวกันด้วยสารประกอบของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต จุลินทรีย์ต่างๆในคีเฟอร์จะทำการหมักน้ำนม โดยที่เมล็ดคีเฟอร์นี้สามารถกรองและนำไปใช้ต่อไปได้ในการหมักครั้งต่อไป เมล็ดของคีเฟอร์นี้จะมีความหนืดมากและมีลักษณะคล้ายดอกกะหล่ำ มีสีเหลือง หรือขาว ขนาด 20 - 30 มิลลิเมตร (Edward, 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ลักษณะของคีเฟอร์เกรน

ที่มา : http://users.chariot.net.au/~dna/kef/3-KG-WKG.jpg

2.2.2 การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในเมล็ดคีเฟอร์

จุลินทรีย์ที่อยู่ในเมล็ดคีเฟอร์จะประกอบด้วยยีสต์และแบคทีเรียแลคติก การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในเมล็ดคีเฟอร์มีความสมดุลโดยธรรมชาติ ถึงแม้ว่าการหมักคีเฟอร์จะมิได้ใช้เทคนิคการทำให้ปลอดเชื้อ ก็จะไม่พบการปนเปื้อนของเชื้ออื่น จุลินทรีย์เหล่านี้อาศัยซึ่งกันและกัน เนื่องจากยีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่สามารถใช้น้ำตาลแลกโตสในน้ำนมได้ จึงต้องอาศัยสารอาหารที่สังเคราะห์โดยแบคทีเรียแลคติก ในขณะที่แบคทีเรียแลคติกต้องพึ่งสารเสริมการเจริญ (Growth factor) ที่สลายจากเซลล์ยีสต์ที่ตาย โดยมีหลักฐานการทดลองสนับสนุนในเรื่องนี้ กล่าวคือพบว่าแบคทีเรียแลคติกที่แยกจากเมล็ดคีเฟอร์จะเจริญได้ดีในน้ำนมก็ต่อเมื่อเติมสารที่สกัดจากเซลล์ยีสต์

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน สามารถแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียแลคติกที่อยู่ในก้อนเชื้อชนิดนี้มีทั้งรูปแท่งสั้น และแท่งยาวโค้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะตายและผนังเซลล์ย่อยสลายแล้ว โดยที่แบคทีเรียรูปร่างแท่งยาวนี้จะฝังตัวอยู่ในส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรต

เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะของกล้าเชื้อผสมชนิดนี้ พบว่าก่อนที่จะมีลักษณะเป็นก้อนเหมือนดอกกะหล่ำเชื้อจะอยู่ร่วมกันในลักษณะเป็นแผ่นซึ่งมีด้านหนึ่งเรียบและด้านหนึ่งขรุขระเมื่อเลี้ยงในน้ำนมนานขึ้น แผ่นเชื้อนี้จะม้วนตัวไปเรื่อยจนเป็นก้อน การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนยังแสดงให้เห็นว่าด้านที่เรียบของแผ่นเชื้อประกอบด้วย แบคทีเรียรูปร่างแท่งสั้น ส่วนด้านขรุขระนั้นจะมีทั้งยีสต์และแบคทีเรียแท่งสั้น และระหว่างส่วนทั้งสองเป็นบริเวณที่พบแบคทีเรียแท่งยาวโค้ง ฝังตัวอยู่ในสารเมือก แบคทีเรียแท่งยาวเหล่านี้ส่วนใหญ่เซลล์สลายตัวแล้วจึงเป็นที่เชื่อว่าแบคทีเรียที่ฝังตัวอยู่นี้มีบทบาทในการสังเคราะห์สารเมือก แต่เมือกที่หนาขึ้นนั้นเมื่อถึงระดับหนึ่งจะเป็นอุปสรรคของการซึมผ่านของสารอาหาร เชื้อที่ฝังตัวอยู่ในสารเมือกจึงตายและมีการสลายของเซลล์ อย่างไรก็ตามเมื่อนำแบคทีเรียแลคติกที่แยกจากก้อนเชื้อมาเลี้ยงในน้ำนม เชื้อจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สามารถสังเคราะห์สารเมือกได้หากไม่เติมส่วนสกัดของเมล็ดคีเฟอร์ และการนำเชื้อบริสุทธิ์ทุกชนิดที่แยกได้จากเมล็ดคีเฟอร์แต่ละก้อนมาเลี้ยงรวมกันในน้ำนมหรืออาหารเลี้ยงเชื้อใดๆก็ตาม จะไม่สามารถก่อให้เกิดก้อนเชื้อผสมในลักษณะที่เกิดในธรรมชาติได้ (นภา, 2535)

2.2.3 วิธีการผลิตคีเฟอร์

คีเฟอร์นี้สามารถผลิตได้จากนมหลายชนิด เช่น นมวัว นมแพะ นมแกะ และ นมม้า ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ นำมาเติมเมล็ดคีเฟอร์แล้วทำการหมักบ่มให้เชื้อเจริญที่อุณหภูมิ 24-26 องศาเซลเซียส จนค่าพีเอชลดลงถึง 4.5 หลังจากการบ่ม นำมาทำการแยกเอาเมล็ดคีเฟอร์ออกโดยการทำการกรองผ่านตะแกรงรูเล็กๆ และสามารถนำไปใช้เป็นกล้าเชื้อเริ่มต้นในครั้งต่อไปได้อีก หลังจากแยกเมล็ดคีเฟอร์ออกแล้วนำนมส่วนที่เหลือมาบ่มให้คีเฟอร์นั้นเพิ่มจำนวนมากขึ้น เติมนมพาสเจอร์ไรส์ลงไปร้อยละ 2 - 3 (v/v) และบ่มที่อุณหภูมิ 24 - 26 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 18 - 20 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำให้เย็นหรือนำมาเก็บไว้ในที่เย็น คีเฟอร์ที่ดีจะมีคุณสมบัติทำให้เกิดฟองในขณะการริน

คีเฟอร์เป็นเครื่องดื่มที่มีคาร์บอเนต ซึ่งเป็นกลิ่นรสที่มีลักษณะพิเศษเกิดจากการผสมของกรดแลคติก เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ และกลิ่นอื่นๆอีก เช่น อะซิทอลดีไฮด์ และอะซิโทอิน กลิ่นเฉพาะนี้เป็นผลมาจากกิจกรรมของแบคทีเรีย กรดแลคติกจะกระตุ้นให้มีการเผาผลาญของพลังงานดีขึ้น

วิธีการผลิตคีเฟอร์โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สร้างสร้างกรดแลคติกพร้อมหมักยีสต์ แตกต่างจากการผลิตคีเฟอร์โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สร้างกรดแลคติกหลังจากการหมักยีสต์ เพราะว่า การผลิตคีเฟอร์โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สร้างกรดแลคติกพร้อมหมักยีสต์ มีการเติมเชื้อ *S. cerevisiae* และน้ำตาลซูโครสลงไปพร้อมกับหัวเชื้อเริ่มต้นทั้งหมดในกระบวนการเพาะบ่มเชื้อ (ดังภาพที่ 3) แต่การผลิตคีเฟอร์โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สร้างกรดแลคติกหลังจากการหมักยีสต์ นั้นจะแยกใส่ *S. cerevisiae* และน้ำตาลซูโครส ในการบวนการเพาะบ่มเชื้อครั้งที่สอง ส่วนหัวเชื้อเริ่มต้นทั้งหมดจะใส่หลังจาก ทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และทำการเพาะบ่มเชื้อครั้งแรก (ดังภาพที่ 2.4) แต่ทั้งนี้ การผลิตคีเฟอร์โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สร้างกรดแลคติกพร้อมหมักยีสต์ และผลิตคีเฟอร์โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สร้างกรดแลคติกหลังจากการหมักยีสต์นั้น สามารถควบคุมชนิดและปริมาณของหัวเชื้อเริ่มต้นได้ ต่างจากการผลิตคีเฟอร์โดยใช้เมล็ดคีเฟอร์ ซึ่งใช้คีเฟอร์เกรนเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นที่ไม่สามารถควบคุมชนิดและปริมาณของหัวเชื้อได้ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ที่ได้จากการผลิตคีเฟอร์โดยใช้เมล็ดคีเฟอร์ นั้นมีคุณภาพที่ไม่แน่นอน (ดังภาพที่ 5)

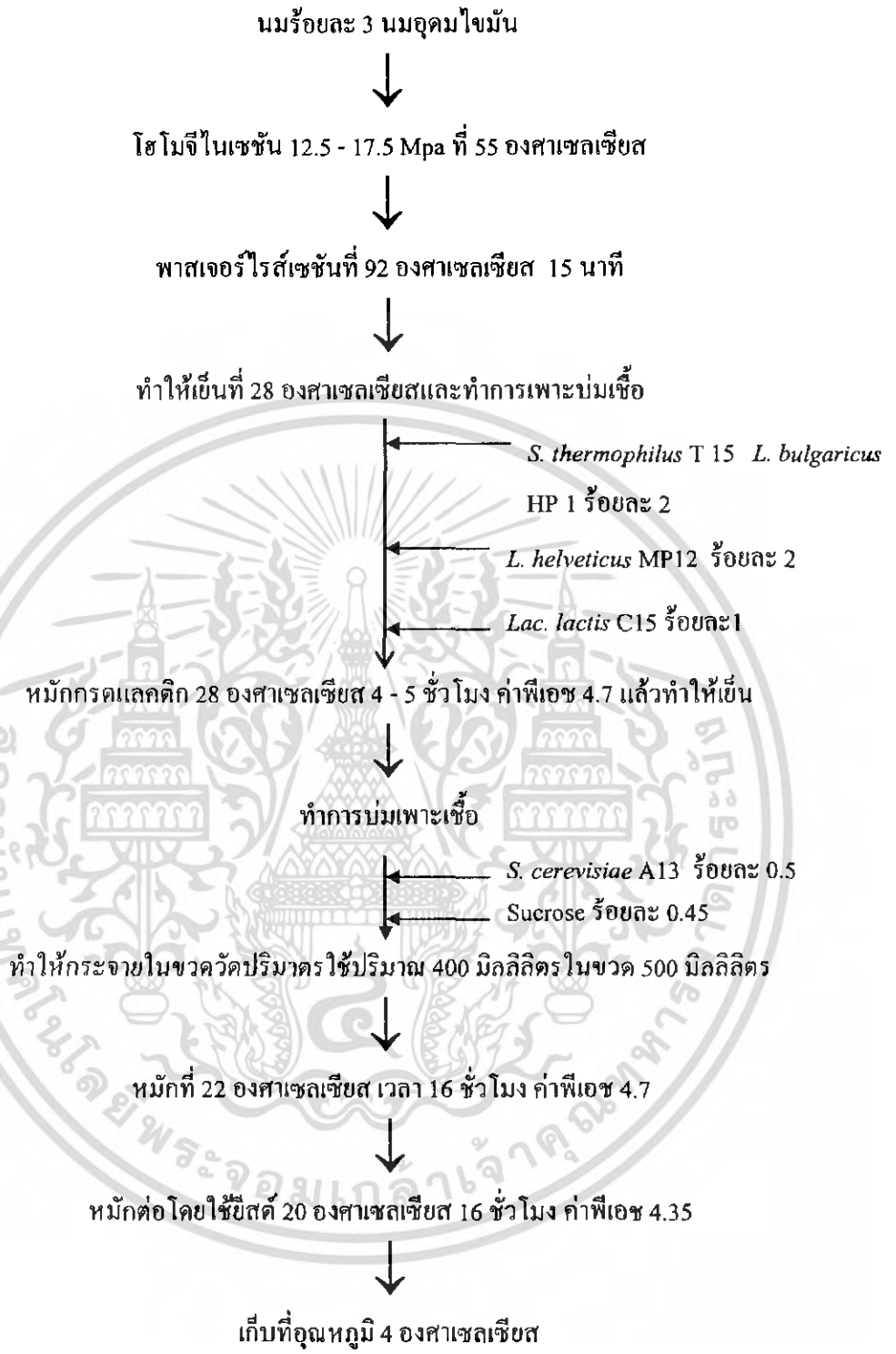
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 วิธีการผลิตคีเฟอร์ โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์โดยให้เกิดกรดแลคติกพร้อมหมักยีสต์

ที่มา : Beshkova et al. (2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

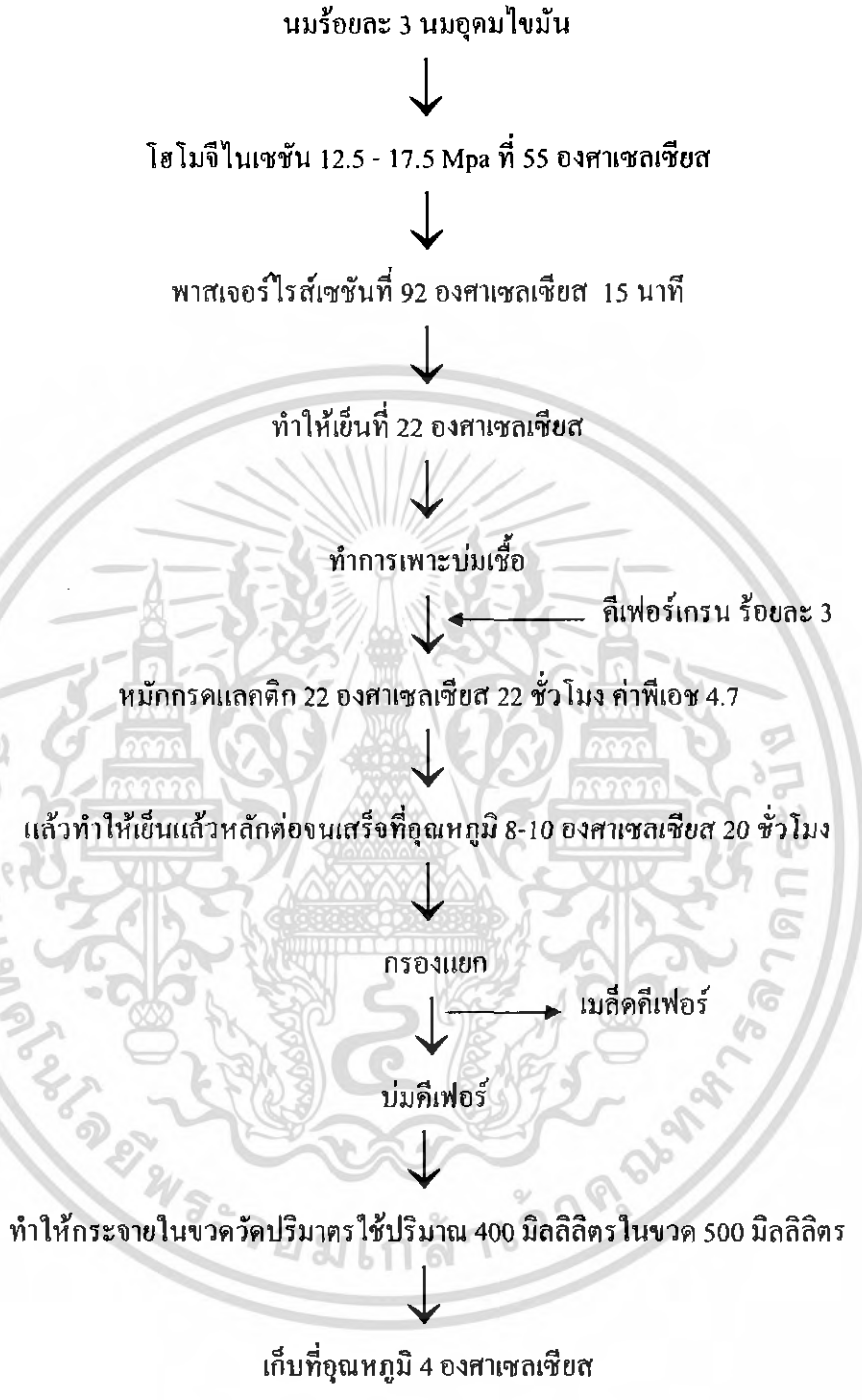


ภาพที่ 4 วิธีการผลิตคีเฟอร์ โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์โดยให้เกิดกรดแลคติกหลังจากการหมักยีสต์

ที่มา : Beshkova *et al.* (2002)

72584

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กาพที่ 5 วิธีการผลิตคีเฟอร์ โดยใช้เมล็ดคีเฟอร์

ที่มา : Beshkova *et al.* (2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ประโยชน์ของคีเฟอร์ต่อสุขภาพ

ในคีเฟอร์นั้นจะอุดมด้วยโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น

1. ทริปโตแฟน ช่วยในการทำงานของระบบประสาท

2. ฟอสฟอรัส ช่วยในการเผาผลาญสารอาหารพวกน้ำตาล ไขมัน และโปรตีน เพื่อให้ได้พลังงานไปใช้ในการเจริญเติบโตของเซลล์

3. มีวิตามินบี 1 บี 12 และวิตามินเค ซึ่งช่วยในการทำงานของตับ ไต ระบบประสาท และผิวพรรณสดชื่น

4. การดื่มคีเฟอร์ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยมีการทดลองใช้กับผู้ป่วยเอดส์ เริม มะเร็ง แล้วพบว่า มีอาการดีขึ้น แต่ยังไม่เห็นผลแน่ชัด รวมทั้งยังช่วยลดอาการเครียด หรือปัญหาการนอนไม่หลับ และยังช่วยให้ระบบการขับถ่ายดีขึ้น ลำไส้บีบตัวได้ดี ช่วยป้องกันการดิดเชื้อในทางเดินอาหาร ทำให้มีสุขภาพดี

5. นอกจากการหมักคีเฟอร์เพื่อดื่มแล้ว ยังมีการทดสอบนำไปใช้ในด้านอื่นๆอีกด้วย เช่น การผลิต ชีส ขนมปัง เค้ก เบียร์ เป็นต้น โดยเฉพาะการนำมาใช้ในเครื่องสำอาง ได้มีการยืนยันในผู้ที่ทำการทดลองใช้คีเฟอร์เป็นเครื่องสำอางทาบนใบหน้าแล้วพบว่า ช่วยขจัดปัญหาของสิวอักเสบ รวมทั้งยังช่วยในการกระชับรูขุมขนบนใบหน้าให้ดีขึ้น ทำให้ใบหน้าเต่งตึง

2.3 อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ

ศูนย์วิจัยเนสเล่ย์ สวิสเซอร์แลนด์ค้นพบสารอาหารในหมวกหมู่ Functional food หรืออาหารทีมีผลต่อการทำงานของร่างกายโดยสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ ประกอบด้วย 2 ส่วน (สุชาดา, 2543)คือ

2.3.1 พรีไบโอติค (Prebiotic)

พรีไบโอติค คือ การเพิ่มเส้นใยอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงจุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในระบบทางเดินอาหาร เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สุขภาพ

2.3.2 โพรไบโอติค (Probiotic)

โพรไบโอติค คือ การเสริมจุลินทรีย์สุขภาพลงไปโดยตรง เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์สุขภาพในระบบให้มากขึ้น

ในอีกความหมายหนึ่ง โพรไบโอติค คือ จุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่บริโภค (Tannock *et al*, 2000) ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติค ได้แก่ *Bifidobacterium bifidum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. longum B. infantis B. brevis Lactobacillus casei Lb. Acidophilus Streptococcus durans และ *Pediococcus acidilacici* (Hull *et al.*, 1992 ; Smith, 1991 ; Smith *et al.*, 1991) ซึ่งจะแตกต่างจากจุลินทรีย์โยเกิร์ต คือ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* และ *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* ตรงที่จุลินทรีย์โพรไบโอติคสามารถเจริญในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ได้แก่จุลินทรีย์โยเกิร์ตไม่สามารถเจริญได้ (Vamam and Sutherland, 1994)

2.3.3 ประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติคมีดังนี้ (สุชาดา, 2543)

1. ควบคุมการติดเชื้อในลำไส้

2. มีอิทธิพลต่อภูมิคุ้มกัน คือ ช่วยเพิ่มความต้านทานของผู้อาศัย (Host) ในการติดเชื้อที่ก่อโรคในอาหารผ่านทางการตอบสนองภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยการกระตุ้นการทำงานของ Macrophage เพื่อที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อโรค

3. ช่วยย่อยน้ำตาลแลกโตสในนม ทำให้ในผู้ที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลกโตสในนมได้ เนื่องจากไม่มีเอนไซม์ เบต้า-กาแลคโตไซเดส ดังนั้นเมื่อทำการบริโภคน้ำนมจึงทำให้เกิดอาการท้องเสีย แต่จุลินทรีย์โพรไบโอติคจะปล่อยเอนไซม์ชนิดนี้ช่วยย่อยน้ำตาลในน้ำนมภายในลำไส้เล็ก

4. ช่วยต่อต้านมะเร็ง

5. ช่วยลดระดับคลอเรสเทอรอลในเส้นเลือด

6. ให้คุณค่าของสารอาหารในน้ำนม

2.4 ข้าวโพด

วิทย์ เที่ยงบุญธรรม (2547) ได้กล่าวถึงชื่อต่างๆของข้าวโพดไว้ดังนี้

ชื่อสามัญ Indian corn Maize

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zea mays* Linn.

วงศ์ Gramineae

ชื่ออื่น ประชาชนในภาคเหนือของประเทศไทย เรียกว่า ข้าวสาลี สาลี

ประชาชนในภาคใต้ของประเทศไทย เรียกว่า โพด

ชาวกะเหรี่ยง–แม่ฮ่องสอน เรียกว่า บือเคส่ะ

ชาวเงี้ยว-ฉาน-แม่ฮ่องสอน เรียกว่า ข้าวแข่

ชาวจีน เรียกว่า เง็กบี้ เง็กจกซู่

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของโลกผลผลิตประมาณครึ่งหนึ่งใช้เป็นอาหารมนุษย์เพาะข้าวโพดเป็นธัญพืชที่ให้แคลอรีและวิตามินเอสูงที่สุดในบรรดาธัญพืชทั้งหมด ข้าวโพดมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนมากกว่าข้าวเจ้าแต่น้อยกว่าข้าวสาลี นอกจากนั้นใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์และอื่นๆ ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณประเทศตะวันตก และเป็นที่นิยมบริโภคกันแถบประเทศทวีปอเมริกากลางและใต้ สำหรับประเทศไทยข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารมาช้านานแล้ว และยังมีการปลูกข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์กันมากจนถึงปัจจุบันข้าวโพดนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศอีกด้วย

ในปัจจุบันคนนิยมแปรรูปข้าวโพดเป็นเครื่องดื่ม เนื่องจากดื่มได้สะดวก รสชาติคล้ายนม อาจเรียกว่านมข้าวโพด มีรสหวานมัน หอม อร่อย ดื่มแล้วสดชื่น อุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร

2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

วิทย์ เที่ยงบุญธรรม (2547) ได้กล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพด ดังนี้

1. ต้น ข้าวโพดเป็นพรรณไม้จำพวกหญ้า มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ ปัจจุบันนำไปปลูกได้ทั่วไปในเขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก ลำต้นนั้นอวบตั้งตรงแข็งแรง เนื้อภายในฟ่ามมีลักษณะคล้ายฟองน้ำมีความสูงประมาณ 1.4 เมตร

2. ใบ จะเป็นเส้นตรง ปลายใบแหลมยาวประมาณ 30-100 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2-10 เซนติเมตร เส้นกลางใบจะเห็นได้ชัด ตรงขอบใบจะมีขนอ่อนๆ สีขาว

3. ดอก ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกัน (Monoecious) ช่อดอกตัวผู้อยู่ที่ส่วนยอดของลำต้น ช่อดอกตัวเมียจะอยู่ต่ำถัดลงมาออกระหว่างกาบของใบและลำต้น ดอกย่อยจะมีก้านเกสรตัวผู้ 9-10 อัน และมีอับเรณูสีเหลืองส้ม ยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร ยอดเกสรตัวเมียจะเป็นเส้นบางๆ คล้ายกับเส้นไหมยาวและยื่นพ้นออกมาเป็นจำนวนมาก

4. ฝัก เกิดจากดอกตัวเมียที่เจริญเติบโตแล้ว ข้าวโพดต้นหนึ่งอาจให้ฝักมากกว่าหนึ่งฝักก็ได้ ฝักข้าวหุ้มด้วยกาบบางหลายชั้น ฝักอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีนวล เราเรียกว่า เปลือกข้าวโพด ฝักข้าวโพดจะประกอบด้วยซังข้าวโพด (cob) ซึ่งเป็นที่สำหรับให้ผลที่เราเรียกว่าเม็ดเกาะ

5. เมล็ด (ผล) ผลจะเป็นฝักทรงกระบอกยาวในฝัก 1 ฝัก มีเม็ดเกาะอยู่ประมาณ 8 แถว แถวหนึ่งๆ จะมีเม็ดประมาณ 30 เม็ด และมีสีได้ต่างๆกัน เช่นสีนวล เหลือง ขาว หรือม่วงดำ

6. การขยายพันธุ์ มีการขยายพันธุ์โดยการเอาเมล็ดมาเพาะปลูกต่อไป

2.4.2 ชนิดของข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของโลกผลผลิตประมาณครึ่งหนึ่งใช้เป็นอาหารมนุษย์ เพราะข้าวโพดเป็นธัญพืชที่ให้แคลอรีและวิตามินเอสูงที่สุดในบรรดาธัญพืชทั้งหมด ข้าวโพดมีโปรตีนมากกว่าข้าวเจ้าแต่น้อยกว่าข้าวสาลี นอกจากนั้นใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์และอื่นๆ ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณประเทศตะวันตก และเป็นที่นิยมบริโภคกันแถบประเทศทวีปอเมริกากลางและใต้ สำหรับประเทศไทยข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปอาหารว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างมื้ออาหารมาช้านานแล้ว และยังมีการปลูกข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์กันมากจนถึงปัจจุบัน ข้าวโพดนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศอีกด้วย

ในปัจจุบันคนนิยมแปรรูปข้าวโพดเป็นเครื่องดื่ม เนื่องจากดื่มได้สะดาก รสชาติคล้ายนม อาจเรียกว่านมข้าวโพด มีรสหวานมัน หอม อร่อย ดื่มแล้วสดชื่น อุดมด้วยคุณค่าทางอาหารโดย สามารถแบ่งข้าวโพดออกเป็น

2.4.2.1 ข้าวโพดไร่ชนิดหัวบุบ เป็นข้าวโพดที่ตอนบนของเมล็ดมีรอยบุบสีขาว เนื่องจาก บริเวณตอนบนเป็นแป้งชนิดอ่อนส่วนด้านข้างของเมล็ดเป็นแป้งชนิดแข็ง เมื่อตากแห้งส่วนที่เป็น แป้งอ่อนจึงยุบตัว ทำให้เกิดหัวบุบ ข้าวโพดชนิดนี้ให้ผลผลิตสูง แต่มักมีปัญหาเรื่อง เชื้อรา และ แมลงทำลายบนฝักและเมล็ด

2.4.2.2 ข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง เป็นข้าวโพดที่มีลักษณะแข็งแกร่ง ตอนบนของเมล็ดเรียบ หัวไม่บุบ เพราะมีแป้งอ่อนอยู่ตรงกลาง แต่ด้านนอกถูกห่อหุ้มด้วยแป้งชนิดแข็ง เป็นพันธุ์ที่เหมาะ แก่การทำอาหารสัตว์จึงเป็นที่ต้องกลางของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ

2.4.2.3 ข้าวโพดหวาน จะเป็นข้าวโพดที่ปลูกเพื่อรับประทานฝักสดโดยเฉพาะ มีรสหวาน เนื่อง จากมีน้ำตาลมาก เมล็ดแก่จะหดตัวและเหี่ยวย่น ข้าวโพดชนิดนี้มีอายุเพียง 70 วัน ก็เก็บฝักสด มารับประทานได้ พันธุ์ที่แพร่หลายที่สุดในปัจจุบันได้แก่ พันธุ์ซูเปอร์สวีท

2.4.2.4 ข้าวโพดข้าวเหนียว มีลักษณะเนื้อเมล็ดเหนียวคล้ายขี้ผึ้ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีลักษณะ คล้ายแป้งข้าวเหนียว ฝักสดเมื่อต้มแล้ว จะมีรสหวานและมีกลิ่นคล้ายข้าวเหนียว

2.4.2.5 ข้าวโพดคั่ว เป็นข้าวโพดที่มีเมล็ดขนาดเล็ก แข็งปลายแหลมมน เมื่อนำเอาไปคั่วจะ แตกบานออก (ณิชาภัทร, 2546)

2.4.3 สารอาหารของข้าวโพด

ข้าวโพดจัดเป็นอาหารจำพวกแป้งเช่นเดียวกับข้าว ประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรต และ ไขมันที่พอเพียง แต่มีปริมาณสารอาหารโปรตีนต่ำ ข้าวโพดมีวิตามินบีต่างๆ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และไนอะซินในปริมาณต่ำ รวมทั้งปริมาณแคลเซียมและเหล็กด้วย และพบว่าวิตามินเอ มีเฉพาะในข้าวโพดสีเหลือง

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบที่สำคัญหรือมากที่สุดในส่วนเนื้อในของเมล็ด ข้าวโพดที่ แก่จัด ซึ่งประกอบด้วยสตาร์ช น้ำตาล เพนโตเซน และเยื่อใยในส่วนที่เป็นเอนโดสเปิร์มซึ่งมีมาก ที่สุดโดยทั่วไปจะประกอบด้วยอะไมโลเพคติน ประมาณร้อยละ 72 จึงจัดเป็นอาหารจำพวกแป้งที่ ให้พลังงาน คือ 1 กรัม ให้พลังงาน 4 แคลอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน (Protein)

ข้าวโพดมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 4 โปรตีนในข้าวโพด มีประโยชน์ต่อร่างกายน้อย เพราะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ ไลซีน และทริปโตเฟน ดังนั้น จึงควรรับประทานข้าวโพดร่วมกับถั่วเมล็ดแห้งต่างๆ เพื่อให้ข้าวโพดมีคุณค่าทางอาหารมากขึ้น

ไขมัน (Lipid)

เมล็ดข้าวโพดที่แก่จัดมีไขมันอยู่ร้อยละ 4 สามารถสกัดเป็นน้ำมันใช้ประกอบอาหาร น้ำมันข้าวโพดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะกรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นในปริมาณสูงถึงร้อยละ 40 ซึ่งจะมีฤทธิ์ควบคุมคลอเลสเตอรอลให้อยู่ในระดับปกติ ช่วยลดหรือแก้ไข โรคความดันโลหิตสูงเนื่องจากมีคลอเลสเตอรอลสูงได้

เกลือแร่ (Mineral)

ข้าวโพดมีส่วนประกอบของเกลือแร่ที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น แคลเซียม และเหล็กแต่ก็มีในปริมาณน้อยมาก

ตารางที่ 1 คุณค่าสารอาหารในเมล็ดข้าวโพด 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
คาร์โบไฮเดรต	80.2 กรัม
โปรตีน	11.1 กรัม
ไขมัน	4.9 กรัม
เส้นใยหยาบ	2.1 กรัม
เกลือแร่	1.7 กรัม

ที่มา : http://www.maleeicorn.com/icare.asp

วิตามิน (Vitamin)

ข้าวโพดมีวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในปริมาณ 0.08-0.18 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม มีไนอะซีนในปริมาณต่ำ 1.1-1.5 มิลลิกรัม ประเทศที่มีการบริโภคข้าวโพดเป็นอาหารหลักจะเกิดเป็นโรคเพลลากา Pellagra กันมาก เพราะขาดสารอาหารไนอะซีน สำหรับวิตามินเอมีเฉพาะในข้าวโพดสีเหลือง (http://www.maleeicorn.com/icare.asp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 สรรพคุณของข้าวโพด

วิทย์ เที่ยงบุญธรรม (2547) ได้กล่าวถึงสรรพคุณของข้าวโพดไว้ว่า ข้าวโพดมีสรรพคุณต่างๆมากมาย โดยส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ของข้างโพด คือ เมล็ด (เม็ด) ราก ใบ ช่อดอก ยอด เกสรตัวเมีย(ไหมข้าวโพด) และซังข้าวโพดใช้เป็นยา ซึ่งข้าวโพดมีสรรพคุณต่างๆดังต่อไปนี้

1. เมล็ด ใช้ต้มกินหรือจะเอามาบดเป็นแป้งทำขนมกิน ใช้บำรุงกระเพาะอาหาร เป็นยาฝาดสมาน บำรุงหัวใจ ปอด ทำให้เจริญอาหาร มีรสชุ่ม ไม่มีพิษ สามารถใช้ต้มรับประทานมีฤทธิ์ขับปัสสาวะ และใช้พอกแผลเพื่อทำให้เยื่ออ่อนนุ่มไม่ให้เกิดการระคายเคือง

2. ซัง ใช้ที่แห้งแล้วประมาณ 10-12 กรัม นำมาต้มน้ำกินหรือเอามาเผาเป็นถ่านผสมกับน้ำกิน มีรสชุ่ม บำรุงม้าม ขับปัสสาวะ รักษาบวมน้ำ รักษาบิดและท้องร่วง ใช้ภายนอกเผาเป็นเถ้าบดผสมกันใช้ทา

3. ต้นและใบ ใช้จำนวนพอสมควร โดยใช้สดหรือแห้ง นำมาต้มน้ำกินรักษานิ่ว

4. ยอดเกสรตัวเมีย (ไหมข้าวโพด) ใช้ยอดเกสรตัวเมียแห้งประมาณ 30-60 กรัมนำมาต้มน้ำกินหรือนำมาเผาเป็นเถ้า บดผสมกินหรือใช้ภายนอก ใช้สูบหรือรมควัน มีรสชุ่ม ช่วยขับปัสสาวะ ขับน้ำดี บำรุงตัว รักษาตับอักเสบเป็นดีซ่าน ไตอักเสบบวมน้ำ ความดันเลือดสูง นิ่วในถุงน้ำดี อาเจียนเป็นเลือด เบาหวาน โพรงจมูกอักเสบ ถุงน้ำดีอักเสบ ฝีหลายหัวที่เต้านม เลือดกำเดาอักเสบ

5. ราก ใช้รากแห้งประมาณ 60-120 นำมาต้มน้ำกิน รักษานิ่ว และอาเจียนเป็นเลือด สามารถขับปัสสาวะได้

6. แป้ง แป้งข้าวโพดเปียกใช้เป็นอาหารที่ดีสำหรับบุคคลที่ฟื้นจากการเป็นไข้ แป้งข้าวโพดเป็นแป้งที่ย่อยง่าย เชื่อกันว่าขนมปังที่ทำจากแป้งข้าวโพดมีคุณค่าทางอาหารมากกว่าขนมปังที่ทำมาจากแป้งสาลี ควรใช้กับบุคคลที่เป็นโรคเกี่ยวกับตับและไต

7. น้ำมัน ประกอบด้วยกรดไขมัน คือ กรดโอเลอิก (oleic) ร้อยละ 37 กรดลิโนเลอิค (linoleic) ร้อยละ 50 กรดปาล์มมิติก (plamitic) ร้อยละ 10 และกรดสเตียริก (stearic) ร้อยละ 3 ซึ่งน้ำมันข้าวโพดสามารถนำมาประกอบอาหาร แล้วใช้เป็นตัวทำละลายของสาร เออร์โกสเตอรอล (ergosterol) ได้ หากเอามาเติมไฮโดรเจน (hydrogenated) น้ำมันจะแข็งขึ้นสามารถนำมาทำเป็นเนยเทียมใช้ทำขนมเค้กตามที่ต้องการได้

2.4.5 ประโยชน์ของข้าวโพด

ประโยชน์ทางยา

วิทย์ เที่ยงบุญธรรม (2547) ได้กล่าวถึงประโยชน์ทางยาของข้าวโพดไว้ดังนี้

1.รักษานิ่ว ควรใช้ต้นและใบสดหรือแห้ง โดยการนำมาต้มน้ำกินหรือจะใช้รากที่แห้งประมาณ 60-120 กรัม ต้มน้ำกิน

2. รักษาโรคเบาหวาน โดยใช้ยอดเกสรตัวเมียที่ตากแห้งนำมาประมาณ 30 กรันต้มน้ำกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รักษาท้องร่วง โดยนำซังข้าวโพดที่เผาเป็นถ่านมาบด แล้วผสมน้ำกิน

4.รักษาเนื่องจากบวมน้ำ ควรใช้ซังข้าวโพดแห้ง 60 กรัมฮวงเฮียงก้วย (ผลของ Liquidamber taiwaniana Hance) 30 กรัม นำมาต้มกิน

5. ขับปัสสาวะ โดยใช้ยอดเกสรตัวเมียเมื่อซังข้าวโพดเอามาต้มกินแทนน้ำชาได้

6. ไตอักเสบหรือเริ่มเป็นนิ่วที่ไต ให้ใช้ยอดเกสรตัวเมียพอสมควร ต้มจนข้นแล้วดื่มกิน

7. ความดันเลือดสูง ให้นำยอดเกสรตัวเมียที่แห้ง เปลือกแตงโมแห้งและเปลือกกล้วยหอมแห้งเอามาอย่างละเท่าๆกัน นำมาต้มกิน

8. ความจำเสื่อมลืมง่าย ใช้ยอดเกสรตัวเมียแห้งเอามาใสลงในกล้องยาสูบ แล้วจุดสูบ

9. ผู้ที่ตรากตรำทำงานหนัก ไอเป็นเลือดหรือตกเลือด ให้ใช้ยอดเกสรตัวเมียต้มกับเนื้อสัตว์แล้วกิน

10. เด็กเป็นแผลที่ผิวหนังมีเลือดออก ให้ใช้ซังข้าวโพดเผาให้เป็นเถ้า นำมาผสมน้ำมันเมล็ดป่าน หรือน้ำมันพืชทาได้

ประโยชน์ทางคลินิก

วิทย์ เที่ยงบุญธรรม (2547) ได้กล่าวถึงประโยชน์ทางคลินิกของข้าวโพดไว้ดังนี้

1.โรคเกี่ยวกับไต โดยใช้ยอดเกสรตัวเมียที่แห้ง 60 กรัม นำมาต้มกินวันละ 2 ครั้ง แล้วกินโปแตสเซียมคลอไรด์ร่วมด้วย โดยทั่วไปกินยานี้เข้าไปแล้ว 3 วัน ปัสสาวะจะมีมากขึ้น ปริมาณของอัลบูมินและสารจำพวกไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในปัสสาวะนั้นจะลดลง คนไข้บางรายจะมีปริมาณอัลบูมินในโลหิตสูง บางรายความดันโลหิตจะลดลงสู่ระดับปรกติ

2. โรคไตอักเสบเรื้อรัง โดยใช้ยอดเกสรตัวเมียที่แห้ง 50 กรัม ใช้ต้มกินกับน้ำมีฤทธิ์หลัก คือ ช่วยขับปัสสาวะ ทำให้ไตทำงานดีขึ้น รักษาอาการบวมน้ำ และปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะนั้นลดลง และคนไข้ที่กินติดต่อกัน 6 เดือน ยังไม่ปรากฏอาการพิษ

3. รักษาอาการไม่ย่อย โดยใช้ข้าวโพด 500 กรัม เปลือกทับทิม 120 กรัม นำไปผิงไฟให้แห้ง แล้วบดเป็นผงเอามาผสมกับน้ำให้ได้ประมาณ 1500 มิลลิลิตร แล้วกินประมาณ 10 มิลลิลิตร ต่ออายุ 1 ปี สามารถรักษาอาการพิษได้ ในช่วงการรักษาต้องระวังคอยดูแลระดับน้ำและอุณหภูมิของร่างกายไม่ให้เกิดอาการผิดปรกติ

ประโยชน์ทางเภสัชวิทยา

วิทย์ เที่ยงบุญธรรม (2547) ได้กล่าวว่าสารที่สกัดได้จากยอดเกสรตัวเมียมีฤทธิ์ดังต่อไปนี้

1. ฤทธิ์ต่อระบบการไหลเวียนของโลหิต โดยต้มน้ำที่สกัดได้เข้าหลอดโลหิตดำของสุนัขที่ทดลองที่ทำให้สงบ มีผลทำให้ความดันโลหิตลดลง และเมื่อฉีดเข้าช่องท้องของหนูตัวเล็กที่ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันโลหิตสูงนั้นสามารถลดความดันเลือดได้ถึง 17-18 มิลลิเมตรปรอท เมื่อหยุดฉีดยาความดันเลือดก็จะเพิ่มกลับสู่ระดับปรกติ

2. ฤทธิ์ห้ามโลหิตและขับถ่ายของเสียออกจากถุงน้ำดี สารที่สกัดจากยอดเกสรตัวเมียสามารถเร่งการขับของเสียและลดปริมาณของสารที่มีสีจากถุงน้ำดี ใช้รักษาคนที่เป็นโรคถุงน้ำดีอักเสบเรื้อรังเพราะท่อน้ำดีดีบตัน และยังทำให้โลหิตแข็งตัวเร็วขึ้น โดยทำให้ปริมาณเอนไซม์เป็นตัวช่วยในการแข็งตัวของโลหิตมากขึ้น และสามารถใช้เป็นยาห้ามโลหิตและยาขับปัสสาวะในคนที่เป็นนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ

3. ฤทธิ์ขับปัสสาวะในคนและกระต่าย ซึ่งน้ำต้มที่สกัดได้มีฤทธิ์สามารถขับปัสสาวะและขับปริมาณคลอไรด์ออกมาด้วย น้ำต้มที่สกัดเดี้ยวให้ข้น และตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ ตะกอนที่ได้มีฤทธิ์ขับปัสสาวะได้มากเช่นกัน ไม่ว่านำมากินหรือฉีดเข้าผิวหนัง หรือจะฉีดเข้าหลอดโลหิดดำจะออกฤทธิ์ดามบริเวณนอกไดมากกว่าในไต น้ำที่สกัดสามารถละลายก้อนนิ่วจำพวกคาร์บอเนต (carbonate) ที่อยู่ในไตได้ แต่ไม่ละลายนิ่วจำพวกออกซาเลต (oxalates)

4. ฤทธิ์ที่ช่วยลดน้ำตาลในโลหิต สารสกัดจากน้ำที่แช่สกัดจอกยอกเกสรตัวเมียนั้นสามารถลดความดันโลหิตได้และลดน้ำตาลในโลหิตของกระต่ายได้ดี

ข้าวโพดเป็นผลิตภัณฑ์เสียหายจากการเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็วมาก ทั้งนี้เพราะข้าวโพดมีปฏิกิริยาการเปลี่ยนน้ำตาลที่สะสมอยู่ภายในเมล็ดให้เป็นแป้งได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวโพดธรรมดาที่มียีนชูการี (sugari) อยู่ข้าวโพดพิเศษหรือ super sweet มีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ค่อนข้างสูง และมีอัตราการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้งต่ำกว่าข้าวโพดธรรมดาจึงสามารถเก็บได้นานกว่าปกติ แต่อย่างไรก็ตามข้าวโพดก็ยังเป็นพืชผลที่ต้องเก็บเกี่ยวเมื่อถึงเวลา จะทิ้งไว้นานกว่าที่กำหนดไม่ได้ ในกรณีที่จำเป็นจะปล่อยไว้ได้ 1 - 2 วัน แต่นานกว่านั้นคุณภาพก็จะลดลง (ทวีศักดิ์, 2540)

2.4.6 น้ำนมข้าวโพด

ปัจจุบันคนนิยมแปรรูปข้าวโพดเป็นเครื่องดื่ม เนื่องจากดื่มได้สะดวก รสชาติคล้ายนม อาจเรียกว่านมข้าวโพด มีรสหวานมัน หอม อร่อย ดื่มแล้วสดชื่น อุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร และยังมีวิตามินซี วิตามินเอในรูปเบต้าเคโรทีน วิตามินอี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ชะลอความเสื่อมของเซลล์ต่างๆในร่างกาย และยังประกอบไปด้วย ลูเทียน (Lutein) และซีแซนทิน (Zeaxenthin) ซึ่งเป็นสารเคโรทีนอยของสายตาช่วยป้องกันตาเสื่อมสภาพได้เป็นอย่างดี น้ำนมข้าวโพด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักเชื้อจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับโยเกิร์ตตามท้องตลาดทั่วไป แต่วัตถุดิบที่ใช้คือข้าวโพดหวาน ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดแล้ว (สุภาภรณ์ และอัฏพล, 2543) แป้งในข้าวโพดตลอดจนข้าวโพด เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนซึ่งระบบย่อยอาหารจะค่อยๆ ย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลายเป็นน้ำตาล แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานให้แก่เซลล์และส่วนประกอบของร่างกายอย่างช้าๆ จึงไม่ทำให้เกิดปัญหาระดับน้ำตาลในเลือดสูงจนเกินไปจึงช่วยป้องกันโรคเบาหวาน ในตำรายาไทยกล่าวถึงสรรพคุณทางยาของข้าวโพดทั้งจากเมล็ดและส่วนประกอบอื่นๆของฝักข้าวโพดมาใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ คือ คุณค่าในเมล็ดข้าวโพดใช้บำรุงร่างกาย บำรุงหัวใจ บำรุงปอด ขับปัสสาวะ และนำเมล็ดมาบดพอกรักษาแผล ส่วนซังข้าวโพดใช้ต้มเอาน้ำมาดื่มแก้บิด ท้องร่วง ขับปัสสาวะ ต้น ราก และไหมข้าวโพด รสจืดหวาน ต้มเอาน้ำดื่มจะช่วยขับปัสสาวะ

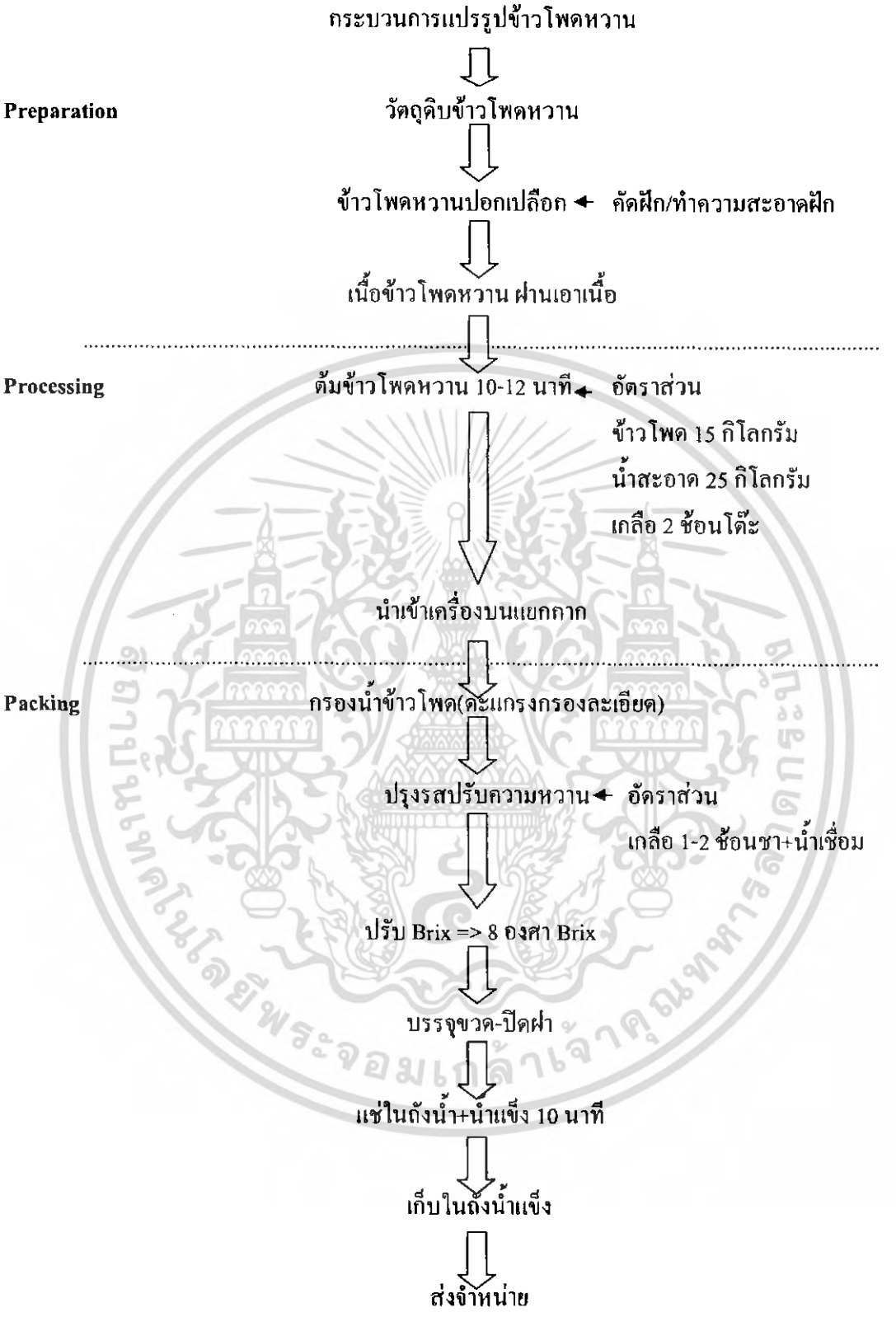
การรับประทานข้าวโพดต้มหรือทำน้ำข้าวโพดดื่มควรรับประทานข้าวโพดหวานพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจึงจะมีรสอร่อย ถ้าทำน้ำข้าวโพดควรใช้ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เป็นน้ำนมแล้วใช้ข้าวโพดที่สดไม่มีรอยเน่าเสีย ภาชนะที่นำมาต้มก็ควรจะสะอาด ภาชนะบรรจุก็ควรสะอาดและสามารถรักษาคุณภาพข้าวโพดไว้ได้ ข้าวโพดก็ควรล้างให้สะอาดเสียก่อนเช่นกันหรือถ้าคิดจะซื้อน้ำข้าวโพดสำเร็จรูปก็ควรพิจารณาเลือกซื้อจากผู้ผลิตที่เชื่อถือได้ บรรจุในภาชนะที่มีมาตรฐาน เก็บไว้ได้นาน มีข้อความ รายละเอียดต่างๆ ระบุไว้บนภาชนะอย่างครบถ้วนชัดเจน และควรบริโภคก่อนวันที่หมดอายุที่ระบุไว้บนภาชนะ

น้ำนมข้าวโพดเป็นเครื่องดื่มรุ่นใหม่ที่ดื่มได้สะดวกทุกเวลาในช่วงเช้าที่เร่งรีบ หรือดื่มแทนน้ำชา กาแฟ ในช่วงสายหรือบ่าย และดื่มก่อนนอนเมื่อรู้สึกหิวเล็กน้อยก็สบายท้อง ดื่มได้ทั้งแบบร้อน และแบบเย็นก็ได้คุณค่า น้ำนมข้าวโพดจึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับทุกท่านซึ่งนิยมการดื่มเครื่องดื่มสุขภาพ

2.4.7 การผลิตน้ำนมข้าวโพด

การพัฒนาอาหารจากการแปรรูปข้าวโพด นอกจากจะเพิ่มมูลค่าและประโยชน์จากข้าวโพดแล้ว ยังทำให้มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอีกด้วย ข้าวโพดยังเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูก และอุดมไปด้วยสารอาหาร รวมทั้งเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูง ทำให้ไม่เกิดการสะสมในร่างกาย จึงทำให้มีผู้สนใจในการศึกษาและพัฒนาอาหารจากการแปรรูปข้าวโพดมากขึ้น พบว่า มีการแปรรูปข้าวโพดในรูปเครื่องดื่มหรือเรียกว่าน้ำนมข้าวโพด ซึ่งในปัจจุบันน้ำนมข้าวโพดเริ่มเป็นที่รู้จักและได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีกลิ่นรสเป็นที่ชื่นชอบและยอมรับจากผู้บริโภค โดยทั่วไปได้จากการนำเมล็ดข้าวโพดมาป่นตีโดยผสมกับน้ำ จากนั้นกรองเพื่อแยกกากออก ได้น้ำนมข้าวสีเหลืองขุ่นและมีกลิ่นหอมของข้าวโพด แต่มีการศึกษาและพัฒนากรรมวิธีในการผลิตแตกต่างกันไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการผลิตน้ำนมข้าวโพด

ที่มา : จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบโครงการผลิตข้าวโพดหวานส่งให้กับสถาบันวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรืองศรี (2520) ได้ศึกษาการผลิตน้ำนมข้าวโพด-ถั่วเหลืองจากข้าวโพดพันธ์สุวรรณ-1 และ opaque-2 โดยลวกข้าวโพดด้วยไอน้ำเป็นเวลา 12 นาที นำเมล็ดมาบดโดยผสมกับน้ำ 2 ส่วน จากนั้นกรองและนำมาผสมกับน้ำนมถั่วเหลือง นมผง น้ำตาล และทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้ง (drum dryer) บดให้ละเอียด ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับ มีปริมาณโปรตีนถึงร้อยละ 27.68 ของน้ำหนักแห้ง และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย 4 ชนิดคือ ทริปโตเฟน (tryptophan) ทรีโอนีน (thryonine) ลูซีน (leucine) และไลซีน (lysine) ที่ได้มาตรฐานของ FAO/WHO เช่นเดียวกับ Omeuti; et.al. (2000) ทำการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมข้าวโพด-ถั่วเหลือง พบว่า การผสมข้าวโพดกับถั่วเหลืองในอัตราส่วน 3:1 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพโปรตีนดีที่สุด เนื่องจากมีความสมดุลของกรดอะมิโนที่จำเป็น โดยพิจารณาได้จากค่าความสามารถในการย่อย (in Vitro Digestibility หรือ IVD) และพบว่ามีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่น แม้ว่าจะมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าอัตราส่วนที่มีปริมาณถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แสดงว่า การผสมข้าวโพดกับถั่วเหลืองช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้ถั่วเหลืองผลิตเป็นน้ำนมถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียว ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้นอกจากเป็นแหล่งโปรตีนราคาถูกที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการแล้ว ยังเป็นการเพิ่มการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากข้าวโพดมากขึ้น

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตน้ำนมข้าวโพด (วรนุช, 2526) พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดหวานพิเศษมากกว่าพันธุ์สุวรรณ- 2 จึงเลือกข้าวโพดหวานพิเศษมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสม พบว่าเวลาในการลวกข้าวโพดด้วยไอน้ำที่เหมาะสมเพื่อทำลายเอมไซม์คือ 9 นาที นำเมล็ดมาตีป่นโดยผสมกับน้ำ 4 ส่วน กรอง เติมน้ำตาล และเกลือ ตีป่นอีกครั้งพร้อมเติมคาราจีแนน นอกจากนี้ ยังปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมนมผงไขมันเต็ม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นที่ยอมรับ มีปริมาณโปรตีนและไขมันร้อยละ 1.95 และ 1.65 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ ชนาธิปและคณะ (2541) พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดหวานพิเศษมากกว่าข้าวโพดข้าวเหนียว จึงนำมาผลิตน้ำนมข้าวโพดโดยลวกข้าวโพดด้วยไอน้ำเป็นเวลา 40 นาที เพื่อให้ได้กลิ่นรสของข้าวโพดที่ดีที่สุด นำเมล็ดมาตีป่นโดยผสมกับน้ำ 5 ส่วน กรอง นำน้ำนมที่ได้มาปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการโดยการเติมนมผง และน้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และเถ้า ร้อยละ 3.05 4.20 8.78 0.015 และ 0.45 ตามลำดับ ส่วนเกียรติ และคณะ (2543) ทำการศึกษาปัจจัยของวัตถุดิบที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด พบว่า น้ำนมที่ผลิตจากข้าวโพดหวานที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 68 วัน ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่า 60 และ 50วัน ตามลำดับ จากนั้น ทำการวิเคราะห์ทางเคมีของเมล็ดข้าวโพดหวานสายพันธ์ต่างๆ พบว่ามีปริมาณไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และเถ้าใกล้เคียงกัน จึงทำการทดลองทางประสาทสัมผัสของน้ำนมข้าวโพด พบว่า พันธุ์ซูการ์-73 ได้รับการยอมรับสูงสุด แต่ไม่พบความแตกต่างทางประสาทสัมผัส เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพโดยเติมเอมไซม์แอลฟา-อะไมเลส นอกจากนี้ยังมีการผลิตน้ำนมข้าวโพดในรูปผงเครื่องดื่ม (นราวัลลภ์ และคณะ 2543) พบว่าปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหมาะสมของมอลโตเด็กซ์ตรินซึ่งเป็นสารช่วยทำให้แห้งคือ ร้อยละ 15 (น้ำหนัก/ปริมาตร) อุณหภูมิอากาศร้อนเข้าที่ใช้ในการทำให้แห้งที่เหมาะสมคือ 160 องศาเซลเซียส และเพิ่มความสามารถในการละลายของนมข้าวโพดผงโดยใช้อัตราส่วนน้ำนมข้าวโพดลง 20 กรัมต่อน้ำนมข้าวโพด 1 มิลลิลิตร ซึ่งให้นมข้าวโพดผงชนิดละลายทันทีที่มีสมบัติในการละลายที่ดีที่สุด คือ ร้อยละ 97.56 และส่วนประกอบของนมข้าวโพดสำเร็จรูปชนิดละลายทันทีต่อน้ำตาลซูโครสต่อนมผงชนิดไขมันเต็มเป็น 9.87 : 1 : 1.18

สมชาย และคณะ (2539) ทำการผลิตน้ำนมข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดหวานและซังข้าวโพด พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนและไขมันร้อยละ 0.47 และ 0.02 ตามลำดับ แต่คุณภาพของโปรตีนในน้ำนมข้าวโพดยังขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ ไลซีนและทริป-โตเฟน โดยมีคะแนนเชิงเคมี (chemical score) เท่ากับร้อยละ 53 และ 60 ตามลำดับ จึงทำการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของโปรตีนด้วยนมผงไขมันเต็ม ทำให้น้ำนมข้าวโพดที่ได้มีปริมาณไลซีนและทริปโตเฟนสูงขึ้น โดยมีคะแนนเชิงเคมีเท่ากับร้อยละ 113 และ 140 ตามลำดับ ซึ่งได้มาตรฐานของ FAO/WHO นอกจากนี้ยังทำให้มีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.35 และ 0.16 ตามลำดับ มีปริมาณวิตามินเอ บี1 บี2 ไนอะซิน และแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเหล็กเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.08-10.70

โชคชัย และคณะ (2544) ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวสายพันธุ์อินทรี 2 ได้จากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ SSWI 114 กับ KSei 14004 หรือ [(sh2 Syn 29 x KS 1) x Suwan 3(S) C4]- F4-S8-24-2-4-2-2 จากผลการทดสอบสายพันธุ์ จำนวน 7 ฤดู เป็นเวลา 6 ปี (2537-2542) ที่ไร่สุวรรณ พบว่าพันธุ์อินทรี 2 ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก (2,430 กิโลกรัมต่อไร่) และน้ำหนักฝักสดปอกเปลือกที่ดี (1,371 กิโลกรัมต่อไร่) สูงกว่าพันธุ์อินทรี 1 ร้อยละ 5.7 และ 9 ตามลำดับ ให้เมล็ดที่ตัดร้อยละ 34.17 และความหวานร้อยละ 15 บริกซ์สูงกว่า ส่วนความนุ่มและรสชาติใกล้เคียงกัน แต่มีขนาดฝักที่ใหญ่กว่า และมีลักษณะทางการเกษตรบางอย่างที่ดีกว่า จากผลการทดสอบพันธุ์ในสถานีต่างๆ รวม 4 แห่ง ในฤดูแล้ง ปี 2542 พบว่าพันธ์อินทรี 2 ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก 2,300 กิโลกรัมต่อไร่ และน้ำหนักฝักสดปอกเปลือกที่ดี 1,540 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์อินทรี 1 ร้อยละ 3.6 และ 3.4 ตามลำดับ ผลการปลูกทดสอบพันธุ์อินทรี 2 ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก 2,097 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฝักสดปอกเปลือกที่ดี 1,422 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตบรรจุกระป๋อง 766 กิโลกรัมต่อไร่ ความหวานร้อยละ15 บริกซ์ เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม เมล็ดไม่ยุบตัวอยู่ได้นาน 2-3 วัน ฝักสีเหลืองทรงกระบอก แถวเมล็ดเรียงตัวสม่ำเสมอ ไหมมีสีอ่อน ฝักยาว 17 เซนติเมตร กว้าง 4.5 เซนติเมตร มี 14-16 แถว มีอายุวันออกไหมร้อยละ 50 48 วัน และมีความสูงต้นและฝักปานกลาง (198 และ106 เซนติเมตร ตามลำดับ) สถาบันวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติได้เผยแพร่ข้าวโพด พันธุ์อินทรี 2 สู่เกษตรกรและโรงงานแปรรูปในปี 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8 การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดในรูปของอาหาร

ข้าวโพดรับประทานฝักสด คนไทยส่วนใหญ่บริโภคข้าวโพดในรูปอาหารหวาน หรืออาหารว่างระหว่างมื้ออาหาร โดยนำข้าวโพดที่เมล็ดยังไม่แก่เต็มที่มาต้ม นึ่ง หรือปิ้งให้สุก ใส่เกลือบ้าง ใส่เนยบ้าง เพื่อเพิ่มรสชาติ สำหรับความนิยมในชนิดหรือพันธุ์อาจมีแตกต่างกันไป

แป้งข้าวโพด

ได้จากการสกัดเอาแป้งจากเมล็ดข้าวโพดที่แก่และแห้งแล้ว โดยการโม่แยกส่วนคัพพะและเปลือกออกเหลือเอนโดสเปิร์ม ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อแป้งไว้ แป้งข้าวโพดที่ได้มี 3 ลักษณะคือ ชนิดหยาบเรียกว่าคอร์นกริท (corn grit) ค่อนข้างละเอียดเรียกว่า คอร์นมิล (corn meal) และชนิดละเอียดเรียกว่าแป้งข้าวโพด (corn flour) นอกจากนั้นยังมีผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวโพดในรูปแบบต่างๆ เช่นอาหารเช้า (breakfast cereal) และขนมปังข้าวโพด ใช้เป็นแป้งชุบทอด ใช้เป็นน้ำซุปข้นราดบนอาหารหลายชนิด สำหรับประเทศไทย นิยมใช้แป้งข้าวโพดน้อยมาก เนื่องจากราคาค่อนข้างแพง สามารถใช้แป้งมันสำปะหลังที่มีราคาถูกกว่า ในการประกอบอาหารที่ต้องการความข้นหนืดและเหนียวแทน ถึงแม้ว่าความหนืดจะไม่คงตัวหรือคืนตัวง่ายกว่าที่ใช้แป้งข้าวโพดก็ตาม (http://web.ku.ac.th/agi/corn/corn_b.htm)

น้ำมันข้าวโพด

เป็นน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดที่แก่และแห้งแล้ว ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวและมีกรดไขมันที่จำเป็น คือกรดไลโนเลอิกอยู่มาก น้ำมันข้าวโพดจัดเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีและมีประโยชน์เหมาะแก่การบริโภคมากชนิดหนึ่งใช้ในการประกอบอาหารหลายชนิด เช่น ทำน้ำมันสลัด ทำขนม ใช้ทอดอาหารต่างๆ

น้ำเชื่อมข้าวโพด

เป็นน้ำเชื่อมที่ได้จากการย่อยสลายแป้งข้าวโพด ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและขนมหวานต่างๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่ตกผลึกและคงรูป

การใช้ประโยชน์อื่นๆ

นอกจากการใช้ข้าวโพดในรูปของอาหารแล้วยังใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเครื่องอุปโภคหลายชนิด เช่นทำสบู่ น้ำมันใส่ผม น้ำหอม กระดาษ ยา ผ้า เป็นต้น นอกจากนี้ ฝัก ใบ ลำต้น ยังอาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้อีกหลายอย่างเช่น ปุ๋ย วัตถุฉนวนไฟฟ้า ซังข้าวโพดแห้งใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มได้ (http://www.maleeicorn.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เส้นใยอาหาร (Dietary Fiber)

เส้นใยอาหาร คือ ส่วนประกอบของพืชที่น้ำย่อยในร่างกายของคนไม่สามารถย่อยได้ แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่ สามารถย่อยสลายส่วนประกอบบางส่วนของเส้นใยอาหารได้ คำจำกัดความของเส้นใยอาหารแต่ก่อน คือส่วนที่เหลือของเซลล์พืช หลังจากการย่อยโดยเอนไซม์ของระบบทางเดินอาหารในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเป็นคำจำกัดความทางสรีระวิทยาพยายามที่จะโยงความสัมพันธ์ของกระบวนการย่อยภายในทางเดินอาหาร ซึ่งจะรวมทั้งผนังเซลล์พืช เช่น เซลลูโลส (cellulose), เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose), เพคติน (pectin), ลิกนิน (lignin), กัม (gum) และ มิวซิเลจ (mucilage) พบมากในผักและผลไม้ต่างๆ รำ และเปลือกของธัญพืช รวมทั้งเมล็ดพืชนำมาสกัดน้ำมันออกแล้ว (จันทร์สุดา, 2522) เส้นใยอาหารแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำและเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

2.5.1 เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ คือ เส้นใยอาหารส่วนที่มีคุณสมบัติการละลายน้ำได้และสามารถดูดซับสารที่ละลายน้ำไว้กับตัว เส้นใยอาหารชนิดนี้ ได้แก่

1. กัม เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก และในหมู่โมเลกุลน้ำตาล บางหมู่มีกลุ่มกรดยูโรนิค ไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอนสำหรับกัม และกัมบางชนิดก็ไม่ละลายน้ำ

2. เพคติน เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก และในหมู่โมเลกุลของน้ำตาลบางหมู่ที่มีกลุ่มเมทิล และกลุ่มกรดยูโรนิค เพคตินบางชนิดไม่ละลายน้ำ ถ้ากลุ่มไฮดรอกซิล ในกรดถูกแทนที่ด้วยกลุ่มเมทิล สารประกอบเพคตินนั้นก็จะละลายได้ในสารละลายด่างเพคตินพบมากในผนังเซลล์พืช ทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้เชื่อมติดต่อกัน

3. มิวซิเลจ ถูกหลั่งใน endosperm ของเซลล์พืช เพื่อทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำมาก

4. อินนูลิน (Inulin) เป็นส่วนประกอบของของผักและผลไม้หลายชนิด เช่น กระเทียม รากชิกโกรี่ หัวหอม (ประภาศรี และ คณะ.2533)

2.5.2 เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ คือ เส้นใยอาหารส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะเกิดการพองตัวในน้ำลักษณะคล้ายฟองน้ำ ทำให้มีการเพิ่มปริมาตรของกระเพาะอาหาร จึงทำให้รู้สึกอิ่ม และเพิ่มปริมาตรของอุจจาระ ลดปัญหาท้องผูก เส้นใยอาหารชนิดนี้ ได้แก่

1. เซลลูโลส เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสเป็นจำนวน 1,000 โมเลกุล คล้ายกับแป้ง (starch) แต่ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว (ประภาศรี และ คณะ.2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของเส้นใยอาหารประเภทต่างๆ

ความสามารถในการละลายน้ำ	ประเภทอาหาร	ชนิดของเส้นใย	คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์	ประโยชน์ต่อสุขภาพ
ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำสูง	พืชตระกูลส้ม,แอปเปิ้ล ผักต่างๆ	เพคติน กัม	เพิ่มความหนืด, จับน้ำดี, ลดกรดไขมันโมเลกุลเล็ก	ลดระดับน้ำตาลในเส้นเลือด, ลดระดับคลอเรสเตอรอล
	ถั่วต่างๆ	เฮมิเซลลูโลส	เพิ่มความหนืด, จับน้ำดี, ลดกรดไขมันโมเลกุลเล็ก, เพิ่มปริมาณอุจจาระ	ลดระดับน้ำตาลในเส้นเลือด, ลดระดับคอเรสเตอรอล, ป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่
ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำสูง	ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์	เบต้า – กลูแคน	เพิ่มความหนืด ลดกรดไขมันโมเลกุลเล็ก	ลดระดับน้ำตาลในเลือด, ลดระดับคอเรสเตอรอล
ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำสูง	ข้าวสาลี ข้าวโพด	เซลลูโลส ลิกนิน	เพิ่มปริมาณอุจจาระ, ลดเวลาอาหารตกค้างในลำไส้,จับน้ำดี	ละระดับน้ำตาลในเลือด, ป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่

ที่มา : Hughes (1991)

2. *เฮมิเซลลูโลส* เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเชิงเดี่ยว (monosaccharide) ชนิดต่างๆ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเป็นจำนวน 100 โมเลกุลที่มีคุณสมบัติในการละลายเหมือนกันคือ ละลายได้ในสารละลายด่าง น้ำตาลเชิงเดี่ยวนี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ เพนโทแซนส์ (pentosans) และเฮกโซแซนส์ (hexosans) ที่ไม่ใช่เซลลูโลส

3. ลิกนิน เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตเมื่อแก่ขึ้น ทำให้ส่วนต่างๆ ของพืชมีโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น เปลือกนอกของธัญพืช ซึ่งถูกทำลายในกระบวนการขัดสี ส่วนประกอบของเส้นใยอาหารในอาหาร จะขึ้นอยู่กับ อายุ พันธุ์พืช และส่วนต่างๆของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยอาหารมีผลต่อระบบสรีระวิทยาของร่างกายหลายด้าน เช่น ลดระดับคลอเลสเตอรอลในเลือด มีผลต่อระดับน้ำตาล ลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ ลดความอ้วน ป้องกันมะเร็ง ปรับปรุงหน้าที่ของลำไส้ใหญ่ และลดระดับการนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ ดังแสดงในตารางที่ 2

2.5.3 การหาปริมาณเส้นใยอาหาร

การหาปริมาณเส้นใยอาหารสามารถหาได้ 3 วิธี ดังนี้

1. วิธีเอนไซม์เมติก – กราวิเมตริก (enzymatic – gravimetric method) เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เอนไซม์ในการย่อยตัวอย่าง แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือจากการย่อย โดยนำค่าแบลงก์ (Blank) ปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้าของสิ่งที่เหลือจากการย่อยมาใช้ในการคำนวณปริมาณเส้นใยอาหาร

2. วิธีนอนเอนไซม์เมติก – กราวิเมตริก (non-enzymatic-gravimetric method) เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้สารละลายเคมีในการย่อย แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือจากการย่อย

3. วิธีเอนไซเมติก-เคมิคัล(enzymatric chemical method) เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เอนไซม์ในการย่อยตัวอย่าง แล้ววิเคราะห์สิ่งที่เหลือโดยวิธีเคมีคือ ย่อยพอลิแซ็คคาไรด์นั้นด้วยกรดอีกครั้งได้เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว และวิเคราะห์น้ำตาลโดยแก๊ส ลิควิก โครมาโตกราฟฟี (Gas Liquid Chromathography หรือ HPLC) ส่วนกรดยูโรนิกวิเคราะห์โดยใช้วิธีวัดสี(colorimetric method)

สำนักงานคณะกรรมการการอาหารและยาและกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกาผู้ประการใช้กฎหมาย NLEA ให้ใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารแบบวิธีเอนไซม์เมติก-กราวิเมตริก ตามมาตรฐานของ AOAC เนื่องจาก เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ ที่เป็นงานประจำเพื่อใช้ผลการวิเคราะห์นั้นแสดงคุณค่าทางโภชนาการที่ฉลาก และวิจัยเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ (นิรนาม, 2546) ปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรได้รับตามคำแนะนำสำหรับคนไทย(Thai Recommended Daily Intakes) คือ ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งประเภทละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ 25 กรัมต่อวัน (กระทรวงสาธารณสุข,2541)

Anderson (1980) พบว่ากลุ่มคนในประเทศญี่ปุ่น และอินดิสดะวันตกมีการบริโภคอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและเส้นใยอาหารสูงมีโอกาสเป็นโรคเบาหวานน้อยกว่าชาวตะวันตกโดยเฉพาะชาวตะวันตกที่อาศัยอยู่ในเขตอุตสาหกรรมมักบริโภคอาหารที่มีการขัดสีซึ่งให้เส้นใยอาหารในปริมาณต่ำ จึงมีผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวนมาก West และ Kalcfleisch (1971) ศึกษาเกี่ยวกับผู้ป่วยโรคเบาหวานจากประชากร 11 ชาติ พบว่ามีผู้ป่วยตั้งแต่ร้อยละ 2 จนถึงร้อยละ 17.2 ประเทศบังคลาเทศมีผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 2 ส่วนรัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานมากที่สุดถึงร้อยละ 17.2 รูปแบบของการบริโภคอาหารของชาวบังคลาเทศนั้นแตกต่างจากชาวเพนซิลเวเนียมากชาวบังคลาเทศได้รับพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 83 ของพลังงานทั้งหมด ได้รับไขมันร้อยละ 7 ของพลังงานทั้งหมด ดังนั้นชาวบังคลาเทศจึงได้รับเส้นใยอาหารสูงมาก ส่วนอาหารของชาวเพนซิเวเนียได้รับพลังงานจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 47 ของพลังงานทั้งหมด และเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ผ่านการขัดสี จึงได้รับเส้นใยอาหารต่ำ แต่ได้รับพลังงานจากไขมันร้อนละ 40 ของพลังงานทั้งหมด Jenkins *et al.*, (1978) พบว่าเมื่อให้กัวว์กัม 28 กรัมต่อวันติดต่อกันเป็นเวลา 5 วัน ทำให้ปริมาณกลูโคสในปัสสาวะ และระดับกลูโคสในเลือดลดลง และเมื่อให้อาหารที่มีเพคติน และกัวว์กัมแก่ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดต้องฉีดอินซูลิน ปรากฏว่าระดับน้ำตาลในเลือด และอินซูลินลดต่ำลงมากกว่าบริโภคอาหารเช้าซึ่งไม่มีเส้นใยอาหารเลย ดังนั้น จึงมีการแนะนำให้ใช้อาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงในการรักษาผู้ป่วยโรคเบา -หวาน การบริโภคเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำจะลดระดับน้ำตาล และอินซูลินในเลือดหลังการบริโภคอาหาร การศึกษานี้เกิดขึ้นเมื่อเส้นใยอาหารถูกบริโภคพร้อมน้ำตาลกลูโคสสูง หรือบางส่วนของมื้ออาหารทั้งในคนปกติและผู้ป่วยโรคเบาหวาน

2.6 อินนูลิน (Inulin)

อินนูลินเป็นเส้นใยอาหารที่สามารถละลายน้ำได้ ประกอบไปด้วยสารสำคัญที่สามารถสกัดได้จากพืชหลายชนิดแต่ที่มีความนิยมคือการสกัดด้วยน้ำร้อนจากรากชิกโกรี่ (Chicory root) จากนั้นจึงทำการทำให้บริสุทธิ์และทำการตกผลึก อินนูลินที่ทำการสกัดแล้วสามารถเติมลงในอาหารเพื่อให้เป็นพรีไบโอติคที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีสูตรโครงสร้างคือ $(C_6H_{12}O_6)_n$ (Flammet.al, 2001)

2.6.1 ชนิดของอินนูลิน

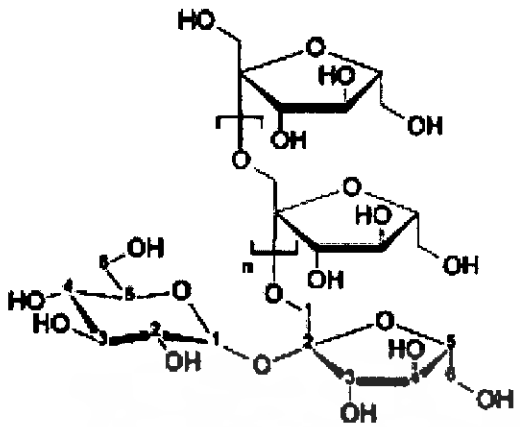
โดยทั่วไปอินนูลินแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. เนทีฟอินนูลิน (Native inulin) เป็นสารที่เกิดจากการรวมตัวของโอลิโกเมอร์ (Oligomers) และโพลีเมอร์ (Polymer) ต่อกันเป็นสายยาวด้วยโมเลกุลของ ฟรุกโตส และจะมีโมเลกุลของกลูโคสที่บริเวณปลายสาย (ภาพที่ 2.10)ซึ่งการรวมกันของโมเลกุลจะอยู่ในช่วงระหว่าง 2 - 60 ยูนิต แต่โดยทั่วไปจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12 ยูนิต

2. โอลิโกฟรุกโตส (Oligofructose) หรือฟรุกโตโอลิโกแซคคา เป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายเนทีฟอินนูลินบางส่วนด้วยเอนไซม์เอ็นโด-อินนูลิเนส หรือด้วยวิธีทางกายภาพ (ตกผลึก ,การกรองแบบละเอียด) จะได้โมเลกุลของฟรุกโตส ต่อกันและเกิดการรวมตัวของโพลิเมอร์อยู่ในช่วงระหว่าง 2 - 7 ยูนิต แต่โดยทั่วไปจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4 ยูนิต

3. อินนูลินสายยาว (Long-chain inulin) เป็นสารที่เกิดจากการต่อกันเป็นสายยาวด้วยโมเลกุลของ ฟรุกโตส และจะมีโมเลกุลของกลูโคสที่บริเวณปลายสายซึ่งการรวมกันของโมเลกุลจะอยู่ในช่วงระหว่าง 22 - 25 ยูนิต (Franck *et al.*, 2002; Moerman *et al.*, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 โครงสร้างของอินนูลิน
ที่มา : http://en.wikipedia.org/inulin

2.6.2 คุณสมบัติของอินนูลิน

โดยทั่วไปแล้วพบว่าอินนูลินสามารถใช้ทดแทนสารให้ความหวานได้หลายประเภทและยังมีแคลอรี่ที่ต่ำ สามารถใช้แทนไขมันในอาหารได้ และยังใช้ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสอีกด้วย ลักษณะของอินนูลินที่มีสายสั้นหรือโอลิโกฟรุกโตสนั้นจะมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้ดีกว่าอินนูลินที่มีสายยาวและมีความหวานมากกว่าหวานมากกว่าเนทีฟอินนูลินร้อยละ 30 - 35 และมีค่าแคลอรี่ต่ำกว่า 1 - 2 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ส่วนอินนูลินที่มีสายยาวนั้นจะมีอุณหภูมิที่ใช้ในการละลายค่อนข้างเสถียร สามารถละลายน้ำได้น้อย แต่จะมีความเหนียวมากกว่าเนทีฟอินนูลิน (Wada *et al.*, 2005) และยังสามารถใช้เป็นสารทดแทนไขมันได้มีประสิทธิภาพมากกว่าเนทีฟอินนูลินถึง 2 เท่า (Coussement, 1999) และคุณสมบัติในเรื่องของการแทนที่ไขมันของอินนูลินนั้นเพราะว่าอินนูลินสามารถรวมกลุ่มและทำปฏิกิริยากันจนเกิดผลึกขนาดเล็กจนน้ำไม่สามารถไหลผ่านได้จนมีลักษระที่เป็นครีม ทำให้เกิดความรู้สึกในช่องปากว่ามีลักษณะคล้ายกับไขมัน (Bot *et al.*, 2004: Kaur and Gupta, 2002: Frank, 2002)

2.6.3 ประโยชน์ของอินนูลิน

อินนูลินนั้นนอกจากจะใช้เป็นสารให้ความหวานที่มีแคลอรี่ต่ำและ ใช้ในการทดแทนไขมันในอาหารแล้วนั้นยังพบว่าอินนูลินมีความสำคัญในการป้องกันโรคกระดูกพรุน จากแรกเกิดจนกระทั่งระยะสุดท้ายของชีวิต และจากการทดลอง ในสัตว์ทดลองพบว่าแคลเซียมเพิ่มขึ้นจากการกินอาหารที่ผสมอินูลิน นั่นแสดงว่าอินูลินมีประโยชน์ช่วย ชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุน เมื่อได้ศึกษาต่อไปในหนูพบว่ากระดูกเก็บสะสมแร่ธาตุ และ กระตุ้นการสร้างโครงสร้างร่างแหในกระดูกในหนูที่ถูกตัดรังไข่ โอลิโกฟรุกโตสเพิ่มแร่ธาตุในกระดูกให้อยู่ในระดับที่ยอมรับ (BMC) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อต้านการถูกชักนำให้โครงสร้างกระดูกสูญเสียไป การค้นหาสิ่งสนับสนุนสมมุติฐาน อินนูลิน และโอลิโกฟรุกโตส มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงวัยรุ่นของมนุษย์ศึกษาในเด็กหญิงที่กินแคลเซี่ยม ในปริมาณสูงพบว่าการดูดซึมสูงขึ้นหลังจากเติมอินนูลิน ปริมาณ 8 กรัมต่อวันในอาหาร ผลที่เกิดขึ้นนี้แสดงออกในเด็กหญิงสูงสุดแสดงถึงการดูดซับแคลเซี่ยมในระดับต่ำ เมื่อไม่นานมานี้หนึ่งปีกับการทดลองได้มีการก้าวมาถึงในวัยก่อนเจริญพันธุ์ของเด็กหญิงและเด็กชายจำนวน100 คน พบว่าการดูดซับแคลเซี่ยมที่เพิ่มขึ้นมีความสำคัญในกลุ่มที่ได้รับอินนูลิน ปริมาณ 8 กรัมต่อวัน หลังจาก 8 สัปดาห์ ซึ่งคุณสมบัติในการ ช่วยส่งผลในการดูดซับแคลเซี่ยมในอาหารได้ดีขึ้นนี้จะทำให้การดูดซับแคลเซี่ยมในอาหารเกิดขึ้นสูงสุด และเป็นผลให้ชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุน ในผู้สูงวัย (Bossher *et al.*, 2005)

2.6.4 คุณลักษณะทางชีวเคมี

อินนูลิน เกิดจากการรวมตัวกันของน้ำตาลฟรุกโตส ที่มีมีปลายสายเป็นน้ำตาลกลูโคส โดยที่น้ำตาลกลูโคสจะต่อกันด้วยพันธะ เบต้า-2-1 ไกลโคซิดิก ซึ่งอินนูลินในพืชจะมีการต่อกเชื่อมกันของน้ำตาลฟรุกโตสระหว่าง 2 – 140 ยูนิต

อินนูลินจะสามารถย่อยสลายได้ด้วเอนไซม์ของมนุษย์ คือ เอนไซม์ไทยาลิน และอะไมเลส ซึ่งการย่อยสลายจะมีลักษณะคล้ายการย่อยสลายแป้งซึ่งแบคทีเรียในร่างกายของมนุษย์สามารถใช้ประโยชน์จากอินนูลินได้ที่บริเวณลำไส้ของมนุษย์เท่านั้น แต่ด้วยสาเหตุที่ว่าอินนูลินไม่สามารถย่อยสลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวได้ จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่มีการเพิ่มสูงขึ้น และยังทำให้มีความเป็นพรีไบโอติคแก่แบคทีเรียที่อยู่ในทางเดินอาหารอีกด้วย เมื่ออินนูลินได้ผ่านเข้าสู่กระเพาะอาหารและลำไส้ใหญ่ หรือดูโอดีนั่มแล้วไม่มีการย่อยสลายจึงทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของจำนวนแบคทีเรียในกระเพาะอาหารขึ้น ซึ่งจะตรงกันข้ามกับแบคทีเรียโพรไบโอติค เช่นแบคทีเรียแลคติดที่ต้องทนต่อสภาวะในลำไส้เพื่อให้มีชีวิตรอด
(http://en.wikipedia.org/wiki/Inulin)

Bleaker *et al.*,(2000) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปฏิกิริยาของอินนูลินพบว่า เมื่อมีการเติมอินนูลินที่มีลงในอาหารแล้วอาหารชนิดนั้นจะมีลักษณะเนื่อสัมผัสและปฏิกิริยาการไหลคล้ายกับอาหารที่มีการเติมแป้งหรือสารไฮโดรคอลลอยด์

Bertola *et al.* ,(2003) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณสมบัติของโยเกิร์ตที่ได้รับการเติมเส้นใยอาหาร พบว่าเมื่อทำการเติมเส้นใยอินนูลินที่สกัดจากแอปเปิ้ล ไม้ไผ่ และข้าวสาลี ลงในโยเกิร์ตแล้วไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่า พีเอช และค่าการแยกตัวของน้ำยกเว้น เส้นใยที่สกัดจากแอปเปิ้ลที่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสหลังจากปรับปรุงให้มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับโยเกิร์ตรสธรรมชาตพบว่าค่าคะแนนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jellema et al. ,(2005) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสและระบบประสาทสัมผัสเมื่อได้ทำการเติมอินนูลินในโยเกิร์ตชนิดไขมันต่ำ โดยเติมอินนูลิน 2 ชนิดผสมกับหางนม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0-4 เมื่อทดสอบทางการชิมพบว่า มีลักษณะคล้ายครีมเมื่อเติมอินนูลินชนิด เนทีฟอินนูลิน ตั้งแต่ร้อยละ 3 ขึ้นไป

2.7 โอลิโกฟรุกโตส (Oligofructose)

โอลิโกฟรุกโตสมีชื่อเรียกชื่อหนึ่งว่า ฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์ หรือโอลิโกฟรุกแทน โอลิโกฟรุกโตสเป็นสารที่ใช้ในการให้ความหวาน ได้มีการเริ่มต้นใช้ตั้งแต่ปี 1980 ในกลุ่มผู้ที่ต้องการลดปริมาณแคลลอรี่ในอาหาร และผู้ที่รักษาสุขภาพ ลักษณะของโอลิโกฟรุกโตส เป็นการต่อกันด้วยโมเลกุลของน้ำตาลฟรุกโตสสายสั้นๆ (http://en.wikipedia.org/wiki/Oligofructose)

โอลิโกฟรุกโตสนี้เป็นเส้นใยอาหารชนิดที่สามรถละลายน้ำได้ แต่ไม่สามารถดูดซับได้ในลำไส้เล็กแต่จะเกิดการหมักในลำไส้ทำให้ได้พลังงาน 6 – 8 กิโลจูลต่อกรัม (http://www.steggallnutrition.com/sup2.php)

2.7.1 คุณสมบัติทางเคมี

โอลิโกฟรุกโตสเป็นการย่อยสลายผลิตภัณฑ์อินนูลินด้วยเอนไซม์ อินนูลิเนส จนกระทั่งได้น้ำตาลฟรุกโตสที่รวมตัวกัน น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 10 ยูนิตโอลิโกฟรุกโตสจะไม่เกิดการย่อยในบริเวณลำไส้เล็กของมนุษย์ ดังนั้นจึงทำให้มีแคลลอรี่ต่ำ โอลิโกฟรุกโตสสามารถละลายน้ำได้มากกว่าอินนูลิน และบางครั้งใช้ในการเติมลงไปในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต และผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ โอลิโกฟรุกโตสจะมีกลิ่นรสหวานเฉพาะตัว

2.7.2 แหล่งอาหารที่สามารถพบโอลิโกฟรุกโตส

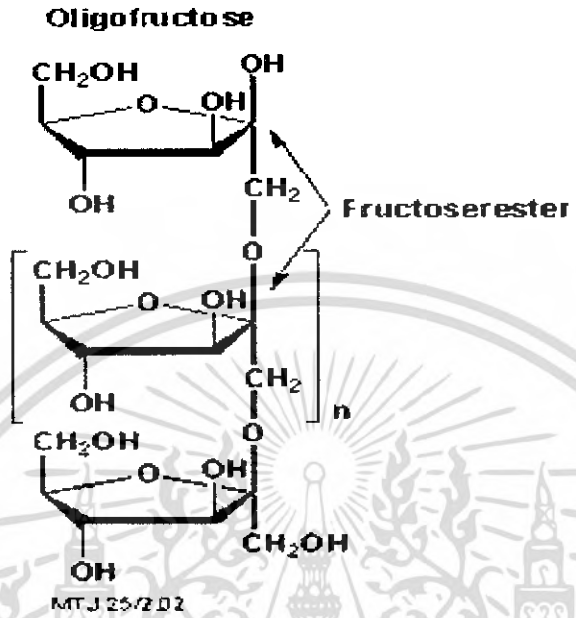
โอลิโกฟรุกโตสสามารถสกัดได้จากผลไม้และผักหลายชนิดเช่น กล้วย หัวหอม รากต้นชิกโครี่ กาเทียม หน่อไม้ ข้าวบาเล่ย์ มะเขือเทศ

2.7.3 ประโยชน์โอลิโกฟรุกโตส

โอลิโกฟรุกโตสได้รับความนิยมในประเทศญี่ปุ่นมานานแล้ว ตั้งแต่มีการค้นพบว่ามีคุณลักษณะเป็น พรีไบโอติก ที่ใช้เป็นอาหารเสริม โดยโอลิโกฟรุกโตสจะไปเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ใหญ่รวมทั้ง แบคที่เรียที่อยู่ในระบบการย่อยอาหารส่วนต่างๆ และยังสามารถป้องกันการติดเชื้อจากยีสต์ได้ การบริโภคเป็นอาหารเสริมจึงเหมาะสำหรับผู้สูงอายุ ผู้ที่มีความเครียดหรือผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร เนื่องจากอายุและความเครียดมีผลต่อการลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนของ Bifidobacteria นอกจากนั้นแล้วโอลิโกฟรุกโตสยังเป็นแหล่งพลังงานที่มีส่วนช่วยในการเสริมสร้างเซลล์ของลำไส้ (http://www.steggallnutrition.com/sup2.php)



ภาพที่ 8 โครงสร้างของโอลิโกฟรุกโตส
ที่มา : http://www.biosite.dk/leksikon/images/oligofructose.gif

จากการศึกษาของ Bonet *et al.* (2007) ได้ให้เด็กได้รับโอลิโกฟรุกโตสติดต่อกันเป็นเวลา 7-19 เดือนโดยผู้ถูกทดสอบไม่ทราบมาก่อน และเริ่มสังเกตุในวันที่ 8 และเพิ่มปริมาณขึ้นในทดสอบที่ 21 หลังจากได้รับโอลิโกฟรุกโตสพบว่าปริมาณ Bifidobacteria ได้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มีการลดลงของแบคทีเรียก่อโรค *clostridium* sp. แต่ไม่มีผลกับ *staphylococcus* sp. นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาเรื่องการท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องร่วง คลื่นไส้อาเจียน และเป็นไข้

จากการวิจัยของ Elizabeth *et al.* (2003) ที่วิเคราะห์ปฏิกิริยาในทางเดินอาหารของโอลิโกฟรุกโตสมีคุณสมบัติที่ส่งผลต่อ ระบบเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน ไขมัน และแร่ธาตุ ใน สุนัข แมว ม้า ลูกวัว สุกร ไก่ และกระต่าย เมื่อทำการเติม โอลิโกฟรุกโตสในอาหารสัตว์ พร้อมทั้งทำการพิจารณาในส่วนประกอบของอาหารสัตว์ พบว่ามีการตอบสนองต่อโอลิโกฟรุกโตสในส่วนของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ได้ อีกทั้งยังพบความเป็นไปได้ในการเกิดการยับยั้งทางชีวภาพ เพราะมีการพบ ฟรุกแทนในอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 คอลลาเจน (Collagen)

คอลลาเจนเป็นโปรตีนที่ได้มาจากการวิวัฒนาการของชีวิตตั้งแต่สมัยแรกของกำเนิดโลก คือเป็นโปรตีนของสัตว์พวก Coelenterata ซึ่งได้แก่ แมงกะพรุนและฟองน้ำ คอลลาเจนเป็นสารชีวโมเลกุล ที่มีมวลโมเลกุลสูง ประมาณตั้งแต่ 5000 ดาลตัน ถึงหลายล้าน ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน จัดเป็นโปรตีนเส้นใย ที่มีโครงสร้างแบบทุติยภูมิ ซึ่งเป็นโปรตีนที่สำคัญในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันนี้มีอยู่ทั่วร่างกาย ทำหน้าที่ป้องกัน ยึดเหนี่ยว ค้ำจุน ให้ทั้งความแข็งแรงและยืดหยุ่นในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ยังเป็นที่สะสมไขมัน เนื่องจากมีเซลล์ไขมัน ซึ่งอยู่รวมๆกันเรียกเนื้อเยื่อไขมัน เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ได้แก่ ผิวหนังด้านใน เอ็น พังผืดหุ้มกล้ามเนื้อ ผนังหลอดเลือด ผนังมดลูก ระบบเส้นเลือดของสัตว์ กระดูกอ่อน กระดูกแข็งและฟัน เซลล์ไฟโบรบลาสท์ของผิวหนัง หรือเซลล์ออสทีโอบลาสท์ของกระดูกแข็ง และเซลล์คอนโดรบลาสท์ของกระดูกอ่อนมีหน้าที่ในการสร้างสารชีวโมเลกุลของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันโมเลกุลของสารเหล่านี้จะมีลักษณโครงสร้างพิเศษเหมาะแก่การทำหน้าที่โดยสมบูรณ์แบบของเนื้อเยื่อ สารชีวโมเลกุลที่สำคัญคือ คอลลาเจน และอีลาสติน นอกจากนี้ยังมีมิวโคโพลีแซคคาไรด์ ไกลโคโปรตีน

คอลลาเจนและอีลาสติน เป็นโปรตีนเส้นใยเล็กๆหลายเส้น พันกันอย่างมีระเบียบและเหนียวแน่น ทำหน้าที่ยึดเหนี่ยว ส่วนไกลโคโปรตีนและมิวโคโพลีแซคคาไรด์ทำหน้าที่เป็นสารพื้นฐาน(Ground substance or matrix) ระหว่างเซลล์และเส้นใย ลักษณะหน้าที่และที่อยู่ของเนื้อเยื่อยึดเหนี่ยวชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณและสัดส่วนของคอลลาเจน และอีลาสติน เช่น

1. 1ใน 3 ของของแข็งในกระดูกเป็นคอลลาเจนเรียงตัวกันในทิศทางและมุมต่างๆให้เกิดความแข็งแกร่งกันไม่ให้แตกร้าวได้ง่ายเมื่อมีการกระทบ
2. 1 ใน 2 ของกระดูกอ่อนก็เป็นคอลลาเจนเรียงตัวกันเพื่อให้เกิดความเหนียว
3. เอ็นร้อยหวาย (Achilles tendon) ซึ่งมีความเหนียวมากประกอบด้วยคอลลาเจน ร้อยละ 32 และอีลาสติน ร้อยละ2.6
4. เยื่อขึงด้านหลังของต้นคอ(Ligamentum nuchae) ซึ่งยืดหยุ่นมีอีลาสติน ร้อยละ32 แต่มีคอลลาเจนเพียง ร้อยละ7 เป็นต้น

เมื่อคอลลาเจนอยู่ในเอ็นโมเลกุลของมันจะมีลักษณะแข็งเหมือนเหล็กเส้น เมื่ออยู่ที่กระจกตาจะมีลักษณะใสเหมือนกระจก ในกรณีที่มันทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ต่างๆให้ติดกันเป็นเนื้อเยื่อคอลลาเจนจะมีลักษณะเหนียวเหมือนกาว หรือซีเมนต์ และเมื่อมันเป็นส่วนประกอบของผนังหลอดเลือดหรือผนังมดลูกจะมีลักษณะยืดหยุ่นได้คล้ายลูกโป่ง เซลล์ไฟโบรบลาสท์เองอาจเคลื่อนที่ไปในเนื้อเยื่อได้ เช่น เคลื่อนไปยังบริเวณที่มีบาดแผลเพื่อสร้างคอลลาเจนยึดเหนี่ยวเนื้อเยื่อใหม่ที่เกิดจากแผลหายใหม่ได้ (อดิศักดิ์, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 โครงสร้างของคอลลาเจน

โครงสร้างของคอลลาเจนได้ถูกค้นพบโดย Martin et.al,1985 ซึ่งส่วนประกอบหลักเป็นเนื้อเยื่อต่อเนื่องกันโดยน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างกัน 16 ชนิด เท่าที่สามารถตรวจพบได้ (Ross *et al.*,1995) ซึ่งแยกประเภทเป็นเลขโรมัน ตามลำดับก่อนหลังการค้นพบ

เส้นใยคอลลาเจนมีความยืดหยุ่น และสามารถยืดออกเป็นเส้นตรงได้ ในการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง จะเห็นโครงสร้างเส้นใย มีลักษณะเป็นลอน ทั้งยาวและกว้าง เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน พบว่า เส้นใยคอลลาเจนเรียงตัวเป็นมัดๆอย่างเป็นระเบียบ

Collagen fibers ในเอ็นรวมกันเป็นมัดๆเรียงตัวขนานกัน ซึ่งมี tensile ที่แข็งแรงและสามารถทนต่อแรงต้านทานได้ แม้แต่ในกระดูกอ่อน

เนื่องจากโครงสร้างของคอลลาเจน มีอยู่ในหลายๆส่วนของร่างกาย เช่น ในผิวหนัง สามารถทำให้เปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ ภายใต้สภาวะของความดันอย่างรุนแรง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของความดัน และด้านที่ไม่มีเนื้อเยื่อของคอลลาเจน

ก. โครงสร้างปฐมภูมิ

องค์ประกอบพื้นฐานของคอลลาเจน คือ พอลีเปปไทด์ ซึ่งสายเปปไทด์ใน คอลลาเจนมีลำดับของกรดอะมิโนที่ซ้ำกัน คือ

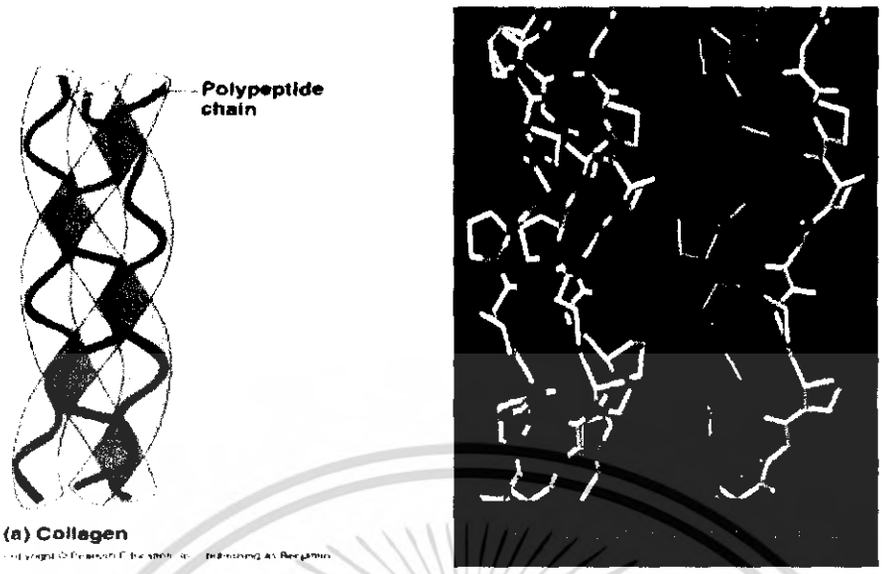
$$(\text{Glycine-X-Y})_n$$

โดยส่วนมากแล้ว X คือ กรดอะมิโนโปรลีน (proline) และ Y คือ ไฮดรอกซีโปรลีน (Hydroxyproline) ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการสังเคราะห์โปรตีนเสร็จ โดยจะมีการเติมหมู่ไฮดรอกซิลเข้าไปอาศัยการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งจะต้องใช้วิตามินซีด้วย

ข. โครงสร้างทุติยภูมิและตติยภูมิ

ประกอบด้วยโซ่พอลิเปปไทด์ 3 โซ่มาพันกันเป็นเกลียวสาม (triple helix structure) แต่ละโซ่เป็นเกลียวชนิดวนซ้าย แล้วทั้ง 3 โซ่ มาพันกันเป็นเกลียวขนาดใหญ่ชนิดวนขวา (right-handed super helix) ซึ่งเสถียรด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโซ่ แต่ละโมเลกุลของคอลลาเจนที่ประกอบด้วย 3 โซ่พอลิเปปไทด์ เรียกว่า โทรโปคอลลาเจน (tropocollagen) และมีน้ำหนักโมเลกุล 285 กิโลดาลตัน มีรูปร่างเป็นแท่งยาว 3000 อังสตอร์ม และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 อังสตอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 สายโพลี่เปปไทด์ของคอลลาเจน

ที่มา : http://www.bodyslen.com

2.8.2 เมแทบอลิซึมของคอลลาเจน

คอลลาเจนมีอยู่ประมาณเท่ากับหรือมากกว่าหนึ่งในสามของโปรตีนทั้งหมดในกล้ามเนื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนหนึ่งของคอลลาเจนละลายได้ในสารละลายเกลือที่เป็นกลาง บางส่วนละลายได้ในสารละลายเกลือที่เป็นกรด และบางส่วนไม่ละลาย ความร้อนและกรดจะสลายไฮโดรเจนบอนด์ที่มีจำนวนมากมายเพื่อยึดระหว่างอัลฟาเฮลิกซ์และเฮลิกซ์สามเส้น (Triple helix)

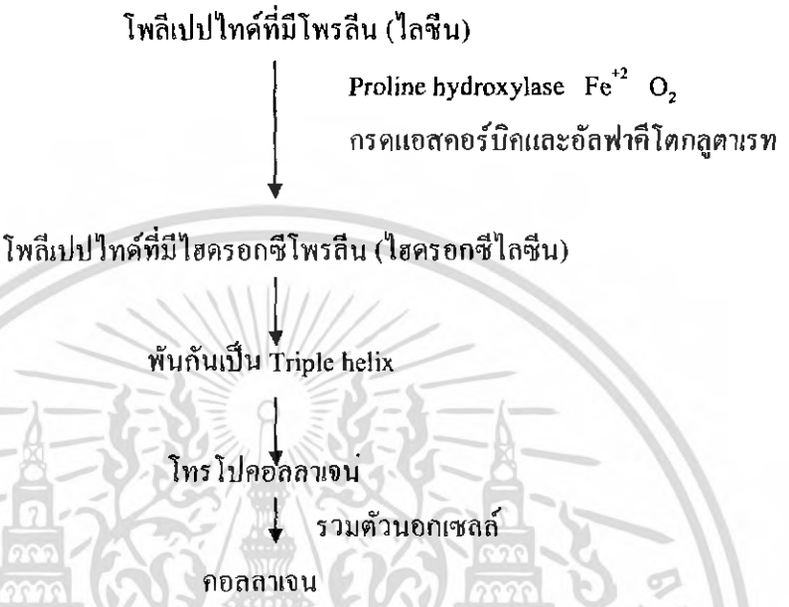
กรดอะมิโน X และ Y จะมีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์ เอนไซม์คอลลาจีเนสนี้มีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า Resorbing factor พบมากที่สุดในมดลูกหลังคลอด ในกระดูกที่เคลื่อนไหวไม่ได้ และในแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Clostidium histolyticum* แบคทีเรียใช้เอนไซม์นี้ในการทำลายเซลล์ของเหยื่อทำให้เกิดการติดเชื้อ เมื่อเกิดแผลเป็น (scarring) ตามผิวหนัง หรือเกิดเยื่อเหนียว (Fibrosis) ในเนื้อเยื่อต่างๆ โมเลกุลของคอลลาเจนจะถูกสร้างอย่างมากมายเพื่อยึดเหนี่ยวบริเวณนั้นไว้

เอนไซม์คอลลาจีเนส ซึ่งเกิดโดยธรรมชาตินี้อาจมาจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน โดยปกติจะทำให้โซ่ของคอลลาเจนแตกได้อย่างมาก 3 โซ่ และไม่ทำให้สูญเสียโครงสร้างแบบเฮลิกซ์ และอาจมีส่วนในการทำให้เนื้อนุ่มในช่วงที่เก็บเนื้อไว้มาก ภายหลังสัตว์ถูกฆ่า

ถ้าต้มเส้นใยคอลลาเจนนานๆ พันธะระหว่างโมเลกุล (intermolecular bonds) พันธะภายในโมเลกุล (intramolecular bonds) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของคอลลาเจนจากโพลิเปปไทด์ 3 โซ่ พันกันเป็นรูปอสัณฐาน เรียกว่า เจลาติน (gelatin) การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ หมายถึง การแปลงสภาพ (denaturation) ของโมเลกุลของคอลลาเจน แต่ยังไม่ถึงจุดที่ทำลายโครงสร้างทั้งหมด เพราะถ้าเป็นเช่นนี้คอลลาเจนจะเป็นกาว (glue) แทนที่จะเป็นเจลาติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

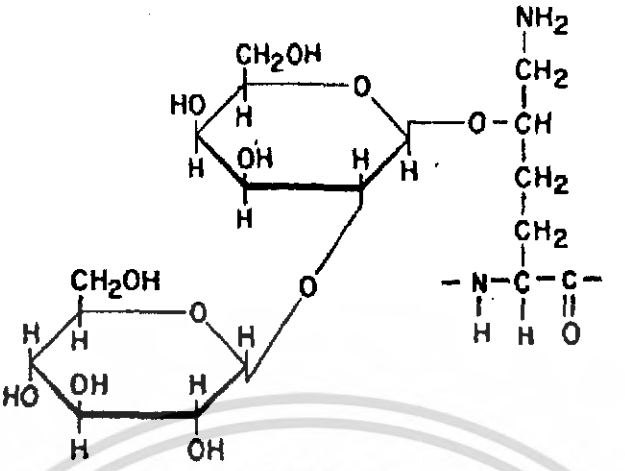
ในผู้ป่วยโรคลักปิดลักเปิด (Scrurvy) เนื่องจากขาดวิตามินซีจะสูญเสียการสร้างเนื้อเยื่อคอนเนคทีฟ ที่เห็นได้ชัดคือที่เหงือก ไรฟันและหลอดเลือดฝอย วิตามินซีจำเป็นสำหรับปฏิกิริยาเติมหมู่ไฮดรอกซิล ให้แก่โพรลีนและไลซีนในเซลล์ที่มีหน้าที่ในการสร้างคอลลาเจน ดังนี้



ภาพที่ 10 การสร้างคอลลาเจนของโพรลีนและไลซีน
ที่มา : ชัยณรงค์, 2529

คอลลาเจนจับกับคาร์โบไฮเดรตด้วยพันธะโคเวาเลนท์ ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วงประมาณ ร้อยละ0.4 - 12 โดยน้ำหนักขึ้นกับชนิดของเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยคอลลาเจน ส่วนของคาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยน้ำตาล ชนิดกลูโคส กาแลคโทส และไดแซ็กคาไรด์ของมันเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะจับกับคอลลาเจนตรงบริเวณหน่วย 5-ไฮดรอกซีไลซิล หน้าที่ของคาร์โบไฮเดรตยังไม่ทราบแน่ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 โครงสร้างของคอลลาเจน

ที่มา : http://hercules.oulu.fi/isbn.9514267990/html/x566.html

ปัจจุบันมีผู้นำคอลลาเจนและเจลาตินไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหลายอย่าง เช่น ทำกาว ทำฟิล์มถ่ายรูป ทำเอ็นเย็บแผลผ่าตัด เป็นต้น

2.8.3 การสกัดคอลลาเจนด้วยกรดอะซิติก

นำตัวอย่างที่ต้องการทำการสกัดเช่น เปลือกไข่ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนใส่บีกเกอร์ที่มีสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 M ในอัตราส่วน 1:8 และ (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) นำไปเขย่าผสมในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นบดผสมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 นาที โดยใช้เครื่อง Homogenizer ที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที และนำไปเขย่าผสมในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงต่อมาบดผสมที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที โดยใช้เครื่อง Homogenizer ที่ ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 xg โดยควบคุมให้มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนของเหลวที่ แยกได้ ไปวิเคราะห์ ปริมาณกรดอะมิโนไฮดรอกซีโพรลีนด้วยเครื่อง HPLC ตามวิธีของ Dunphy et al., (1987) และ convert ปริมาณกรดอะมิโนไฮดรอกซีโพรลีนเป็นปริมาณคอลลาเจนดังสมการ (ดัดแปลงจาก วลัยพร และคณะ, 2546)

คอลลาเจน (กรัม) = กรดอะมิโนไฮดรอกซีโพรลีน (กรัม) x 14.7

2.8.4 การสกัดคอลลาเจนด้วยกรดซิตริก

นำตัวอย่างที่ต้องการทำการสกัดเช่น เปลือกไข่ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนใส่บีกเกอร์ที่มีสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.5 M ในอัตราส่วน1:8 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) นำไปเขย่าผสมในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำสารผสมดังกล่าวมาบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที โดยใช้เครื่อง Homogenizer ที่ ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที และนำไปแช่ผสมในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดผสมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที โดยใช้เครื่อง Homogenizer ที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาทีนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000xg โดยควบคุมให้มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 20 นาที นำส่วนตะกอนมาสกัด 3 ครั้ง นำของเหลวที่ แยกได้มาทำให้บริสุทธิ์ โดยวิธีไดอะไลซิส และนำของเหลวที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนไฮดรอกซีโพรลีนด้วยเครื่อง HPLC และ convert ปริมาณกรดอะมิโนไฮดรอกซี โพรลีนเป็นปริมาณคอลลาเจน ดังสมการ (ดัดแปลงจาก วลัยพร และคณะ, 2546)

คอลลาเจน = กรดอะมิโนไฮดรอกซีโพรลีน x 14.7
(กรัม) (กรัม)

2.8.5 การเสริมสร้างคอลลาเจนด้วยการรับประทาน

มีการนำสารสกัดโปรตีนจากปลาทะเลบางประเภทมีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายกับโครงสร้างของคอลลาเจนของผิวคน โดยวิธีการ (Enzymatic Hydrolysis) มาทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร แล้วพบว่าภายหลังการรับประทานไประยะหนึ่ง จะสามารถช่วยเสริมสร้างคอลลาเจน และช่วยให้ริ้วรอยต่าง ๆ จางหาย การนำสารสกัดโปรตีนคอลลาเจน เข้าสู่ร่างกายเพื่อผลในการบำรุงผิว และลดริ้วรอยนั้น ปกติทำได้ 2 วิธีคือ โดยการรับประทานในรูปแบบผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร หรือ โดนการฉีดเข้าใต้ผิวหนังชั้นหนังแท้ วิธีการรับประทานจึงเป็นวิธีการที่สะดวกกว่า ผลที่ได้รับจากการบริโภคคอลลาเจนอย่างต่อเนื่อง จะช่วยในการสร้างเนื้อเยื่อคอลลาเจนใต้ผิวหนัง ลดริ้วรอยเหี่ยวย่นของผิวหนังอย่างได้ผล และทำให้ผิวมีความชุ่มชื้น นุ่มเนียนขึ้น (http://www.juniorhealthguard.org/openMessage1.php.ID=007720)

2.8.6 คอลลาเจนโปรตีน

เป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่มาก ดังนั้นคอลลาเจนไม่สามารถซึมผ่านผิวหนังได้ด้วยการทา ส่วนครีมต่าง ๆ ที่มีขายตามท้องตลาด ที่มีส่วนผสมของคอลลาเจน ก็จะเป็นการผลักคอลลาเจนให้อยู่ได้แค่ชั้นหนังกำพร้า แต่เนื่องจากคอลลาเจนมีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ประมาณ 30 เท่าของน้ำหนักตัวมัน ทำให้ผิวหนังกำพร้าชุ่มชื้นขึ้น แต่ไม่สามรถแก้ไขปัญหาริ้วรอยได้อย่างแท้จริง เพราะการเสริมสร้างคอลลาเจนจะต้องเข้าสู่ผิวด้วยการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และการรับประทานเท่านั้น (http://www.juniorhealthguard.org/openMessage1.php.ID=007720)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.7 อาหารเสริมคอลลาเจน

อาหารเสริมโปรตีนที่มีคุณภาพสูงซึ่งมีส่วนผสมของสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพผิว ประกอบไปด้วยสารอาหารที่สำคัญดังนี้

1.โปรตีนสำคัญ 2 ชนิดคือ คอลลาเจน 700 มิลลิกรัม และ whey (ส่วนของน้ำนมวัว ที่เอาไขมันออกแล้ว) 250 มิลลิกรัม

2. สารอาหารที่มีประโยชน์คือ วิตามินซี 3.33 มิลลิกรัม ซิลิกา (Sillca) 10 มิลลิกรัมและแมกนีเซียมสเตียเรท (Magnesium stearate) 10.70 มิลลิกรัม

อาหารเสริมคอลลาเจนผลิตจากไขกระดูกข้อต่อจากวัว ที่ซื้อมาจากประเทศ ต่าง ๆ ที่มีการตรวจสอบจาก FDA แล้วว่าไม่มีเชื้อโรคของวัว โดยไขกระดูกข้อต่อและกระดูกอ่อนจะถูกทำความสะอาด ปราศจากการใช้สารเคมีโดยใช้น้ำล้าง แล้วนำไปต้มน้ำ และผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง ส่วน กระดูกและไขมันจะถูกแยกออกจากน้ำซุป น้ำซุปที่เหลือจะนำไป spray dried เพื่อให้แห้งเป็นผงในสภาวะที่ถูกสุขลักษณะมีการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเพื่อให้แน่ใจว่า ผลิตภัณฑ์นั้นได้มาตรฐานจึงนำไปผสมกับวิตามินซี whey ซิลิกาและแมกนีเซียม แล้วนำไปอัดเม็ด บรรจุหีบห่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ

สารอาหารที่จำเป็นในการสังเคราะห์คอลลาเจนในร่างกาย ขณะที่ผิวหนังมีการสังเคราะห์คอลลาเจนจะต้องการสารอาหารเพิ่มคือวิตามินซี และกรดอะมิโนจากโปรตีน เช่น ไกลซีน (Glycine) โพรลีน (Proline) ไฮดรอกซีโพรลีน (Hydroxyproline) ไฮดรอกซีไลซีน (Hydroxylysine) บทบาทของสารอาหารในอาหารเสริมคอลลาเจน Whey และคอลลาเจนในอาหารเสริมนี้จะเป็นตัวให้กรดอะมิโนและธาตุสังกะสี

เมื่อร่างกายได้รับสารอาหารในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้ผิวหนังมีความแข็งแรงทน ต่อสภาพถูกทำลาย และยับยั้งการเกิดริ้วรอยเหี่ยวย่น วิตามินซี เป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับการผลิตและรักษาเนื้อเยื่อคอลลาเจน

การเพิ่มวิตามินซีในอาหารเสริมนี้จะช่วยยับยั้งการเกิดริ้วรอยแห่งวัยได้โดย วิตามินซีจะเป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระในร่างกายหรือสิ่งสกปรกที่เกิดจากสภาพแวดล้อม สารเคมี อากาศ และควันบุหรี่ ซิลิกา (Silica) มีความจำเป็นสำหรับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในร่างกาย คอลลาเจนในร่างกายจะชะลอตัวลงเมื่อเราอายุ 20 ปี และน้อยลงทุกๆ 10 ปี หลังจากนั้น การรับประทานอาหารเสริมคอลลาเจนจะช่วยเพิ่มสารอาหารที่จำเป็นในการสร้างเนื้อเยื่อและช่วยชะลอความแก่ เนื่องจากอาหารเสริมคอลลาเจนแตกตัวและถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็วในร่างกาย

อาหารเสริมคอลลาเจนเหมาะสำหรับสุภาพบุรุษและสุภาพสตรีที่ต้องการรักษาความอ่อนเยาว์ และบำรุงผิวพรรณที่ถูกทำลายหรือเสื่อมสภาพลงเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอายุ โดยเฉพาะผู้ที่มีอายุมากกว่า 25 ปีขึ้นไป สำหรับผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 22-23 ปี ไม่จำเป็นต้องรับประทานก็ได้ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับประทานอาหารเสริมคอลลาเจนจะไม่มีอันตราย หรือผลข้างเคียงต่อสุขภาพ การใช้ในสตรีมีครรภ์ควรปรึกษาแพทย์ (http://www.bodyslen.com/frontoffice/Services/article.asp?ingredientid=9)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สวามินี (2547) ได้ทำการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารที่มีจุดประสงค์ เพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาได้นั้นประกอบไปด้วย น้ำข้าวโพดร้อยละ 79.43 น้ำตาลร้อยละ 8 ปีตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 เส้นใยอาหารข้าวโพดร้อยละ 11.73 และคาราจีแนน ร้อยละ 0.04 เมื่อทำการพาสเจอไรส์ ที่ 63 องศาเซลเซียสสามารถเก็บไว้ได้นาน 16 วันที่ 0 - 4 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผสมเส้นใยอาหารร้อยละ 99.2 โดยให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.1)

สุกัญญา (2542) ได้ศึกษาการผลิตน้ำส้มเขียวหวานเติมเส้นใยอาหาร โดยใช้เส้นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำจากการสกัดด้วยสารโซเดียมไอดรอกไซด์ แคลเซียมคลอไรด์ กรดแอซิดิก และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก พบว่า เปลือกโกโก้ที่สกัดแป้งออกแล้ว 100 กรัม ที่ผ่านการสกัดด้วยสารทั้ง 4 ชนิด ได้ผลผลิต 8.5 4.3 และ 2 กรัม ตามลำดับ นำเส้นใยอาหารที่สกัดได้เติมในระดับร้อยละ 0 1 2 และ 3 ของน้ำหนักส้ม และประเมินผลทางประสาทสัมผัส พบว่าน้ำส้มพร้อมดื่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และจากการทดสอบความชอบ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำบรรจุในกระป๋องและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 วันพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องน้ำส้มพร้อมดื่มเติมเส้นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำมีสีคล้ำขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความหนืด และวิตามินซีลดลง ในขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่ามีปริมาณน้อยกว่าที่มาตรฐานน้ำผลไม้กำหนดไว้ตลอดอายุการเก็บรักษา

เพ็ญนภา (2543) ได้ศึกษาการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง และการนำไปใช้ประโยชน์ การสกัดสามารถทำได้โดยวิธีการทางเคมี จากการศึกษาโดยใช้สารตัวทำละลายเพื่อการสกัดที่แตกต่างกัน คือ แอลกอฮอล์ ร้อยละ 52.8 และ 59.4 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้พบว่า การสกัดด้วยสารละลายสารละลายด่างให้ผลิตภัณฑ์มีความมีความบริสุทธิ์สูงกว่าการสกัดด้วยแอลกอฮอล์เล็กน้อย คือ มีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 90.14 และ 88.86 ของน้ำหนักแห้ง การสกัดด้วยสารละลายด่างให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาวอมเหลือง และสีอ่อนกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ การศึกษาผลของการเติมเส้นใยอาหารที่สกัดได้ลงในผลิตภัณฑ์ที่อาหาร 3 ชนิดพบว่า เค้กที่มีการเติมเส้นใยอาหารขนาดเล็ก (>100 เมช) ร้อยละ 4 ของน้ำหนักรวม จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเค้กอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรปกติ ($p>0.05$) คุกกี้ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมในอาหารขนาดใหญ่ (< 60 เมช) ที่ระดับร้อยละ 1 ของของน้ำหนักรวม มีค่าการขยายตัวเพิ่มขึ้นระหว่างร้อยละ 1.5 - 5.5 และคะแนนการยอมรับ โดยรวมของคุกกี้ที่เติมเส้นใยอาหารสูงกว่าสูตรปกติ โดนัทเค้กที่เติมเส้นใยอาหารขนาดกลาง (60 - 100 เมช) ที่ได้จากการสกัดเส้นใยอาหารด้วยสารละลายด่างที่ระดับร้อยละ 3 ของน้ำหนักรวม ช่วยลดการอมน้ำมันระหว่างการทอดได้ประมาณร้อนละ 10 โดยมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันไปจากสูตรปกติ ($p>0.05$)

กุลวดี (2544) ได้ทดลองผลิตเส้นใยอาหารจากเศษวัสดุเหลือใช้จากข้าวโพดฝักอ่อนด้วยวิธีการสกัดด้วยน้ำ พบว่าผลิตภัณฑ์เส้นใยอาหารที่ได้จากการสกัดจากฝักอ่อน (WEE) และจากใบและขั้วอ่อน (WELS) มีปริมาณเส้นใยอาหารร้อยละ 57.06 และ 69.41 ตามลำดับ ในขณะที่ผงแห้งจากฝักอ่อนดิบ (REF) และใบและขั้วดิบ (RLSF) มีเส้นใยอาหารทั้งหมดเม่ากับร้อนละ 17.10 และ 26.55 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีสีและกลิ่นดี ยกเว้น RLSF มีสีเขียวไม่สวย ละมีกลิ่นเหม็นเขียว นำผลิตภัณฑ์เส้นใยอาหารที่ได้ไปผสมกับแป้งข้าวจ้าวแล้วนำไปทำก๋วยเตี๋ยวพบว่า ก๋วยเตี๋ยวที่มีการผสมเส้นใยอาหารลงไปมีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เมื่อผสมเส้นใยอาหารลงไปไม่เกินร้อยละ 56 โดยน้ำหนักของแป้งข้าวจ้าว

วรรษมน และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาสูตรและกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ดีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพด พบว่าสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว มีส่วนประกอบ ได้แก่ น้ำนมข้าวโพดร้อยละ 47.1 น้ำนมโคร้อยละ 47.1 นมผงขาดมันเนยร้อยละ 5.8 โดยใช้หัวเชื้อร้อยละ 1 และใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 0.3 ของปริมาตร ทั้งหมดซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด สำหรับกระบวนการที่เหมาะสมในการหมัก คือ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ผลิตจากสูตรและกระบวนการที่เหมาะสม มีสีในระบบ ระบบ CIE คือ ค่า L* เท่ากับ 75.42 ค่า a* เท่ากับ -3.63 และค่า b* เท่ากับ 21.53 ค่าการแยกชั้นของน้ำ(syneresis) เท่ากับร้อยละ 11.19 และลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง เท่ากับ 0.122780 N ค่าการเกาะติดพื้นผิว เท่ากับ 0.639661 N.mm. ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับเท่ากับ 14.039743 mm ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน เท่ากับ 0.000341 kgf.mm และค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง เท่ากับ 7.988424 gf ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก) 4.43 ปริมาณ ไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก) 2.46 ปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณกรดทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 20.18 และ 1.18 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ตามลำดับ ส่วนค่าพีเอช 4.52 มีปริมาณแบคทีเรียสร้างกรด แลคติก (โคโลนีต่อมิลลิลิตร) 1.3×10^{6} ปริมาณยีสต์ (โคโลนีต่อมิลลิลิตร) 7.5×10^{4} โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN ต่อมิลลิลิตร) < 2 และไม่พบ *Escherichea coli*

Villegas *et al.*, (2006) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าความหนืดของอินนูลินทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆกันคือ ความเข้มข้นร้อยละ 2 4 6 8 10 เมื่อเติมลงในน้ำนมที่มีไขมันเต็ม (Whole milk) และ หางนม (Skim milk) พบว่าอินนูลินชนิดสายสั้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 6 8 10 ที่ได้ทำการเติมลงในน้ำนมไขมันเต็มและหางนมนั้นได้ให้ค่าความหนืดที่ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในอินนูลินชนิดสายยาวที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ที่ได้ทำการเติมลงในน้ำนมไขมันเต็มและหางนมนั้นได้ให้ค่าความหนืดที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในอินนูลินชนิดเนทีฟอินนูลินที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 8 ที่ได้ทำการเติมลงในน้ำนมไขมันเต็มและหางนมนั้นได้ให้ค่าความหนืดที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงานพิเศษ

3.1.1 วัตถุดิบ

1. น้ำนมข้าวโพดสายพันธุ์อินทรี 2 จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ ไร่สุวรรณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นมโค ยูเอชที ผลิตจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตลดา
3. นมผงขาดมันเนย (skim milk) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทคาร์เท่ แดรี่เวิร์ด
4. ผงเชื้อคีเฟอร์ จากบริษัท Wilderness Family Naturals Lot. 4110208923
5. เจลาติน จากบริษัท นูทริชั่น จำกัด
6. เส้นใยอาหาร (Inulin) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท นูทริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
7. เส้นใยอาหาร (Oligofructose) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท นูทริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
8. คอลลาเจน จากบริษัท นิวตริน จำกัด

3.1.2 อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก
2. ตู้ปลอดเชื้อ
3. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
4. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
5. เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
6. เครื่องวัดสี (Minota CR-300)
7. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน (Ether extraction)
8. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน(Macro – Kjeldahl)
9. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture analyzer) รุ่น TA Plus ของบริษัท LLOYD instruments จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณคอลลาเจนที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด

เตรียมผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดตามสูตรและวิธีของวรรษมนและคณะ (2548) แสดงดังภาคผนวก ก ศึกษาปริมาณคอลลาเจนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.3 0.5 และชุดควบคุม โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เติมหัวเชื้อคีเฟอร์ปริมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (ภาคผนวก ก) บ่มผลิตภัณฑ์ที่สภาวะ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง (วรรษมน และคณะ, 2548) หรือจนกระทั่งพีเอชลดลงถึง 4.5 สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อทำการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดดังกล่าว ได้แก่ วิเคราะห์ทางกายภาพ (ตามข้อที่ 1.1) วิเคราะห์ทางเคมี (ตามข้อที่ 1.2) วิเคราะห์ทางจุลชีวิทยา (ตามข้อที่ 1.3) และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร (ตามข้อที่ 1.4) ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ตามข้อที่ 1.5) โดยใช้แบบทดสอบดังภาคผนวก เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่เติมคอลลาเจน) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อศึกษาในขั้นต่อไป

ตอนที่ 2 การศึกษาปริมาณเส้นใยอาหารที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน

เตรียมผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนโดยสูตรที่เหมาะสมจากตอนที่ 1 ตามวิธีของวรรษมน และคณะ (2548) แสดงดังภาคผนวก ก ศึกษาการเติมเส้นใยอาหารชนิดอินนูลิน และโอลิโกฟรุกโตส ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 6 และ 8 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (Villegas et al., 2006) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ไม่มีการเติมเส้นใยอาหาร ดังตารางที่ 3 เติมหัวเชื้อคีเฟอร์ปริมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทำการบ่มผลิตภัณฑ์ที่สภาวะ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งค่าพีเอชลดลงถึง 4.5 สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อทำการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ วิเคราะห์ทางกายภาพ (ตามข้อที่ 1.1) วิเคราะห์ทางเคมี (ตามข้อที่ 1.2) วิเคราะห์ทางชีววิทยา (ตามข้อที่ 1.3) และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร (ตามข้อที่ 1.4) ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ตามข้อที่ 1.5) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่เติมเส้นใยอาหาร) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อศึกษาในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 สูตรการเตรียมผลิตภัณฑ์กีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนที่เติมเส้นใยอาหาร ทั้ง 2 ชนิด (ร้อยละโดยปริมาตร)

สูตรการผลิต	เส้นใยอาหาร (ร้อยละโดยปริมาตร)	
	อินนูลิน	โอลิโกฟรุกโตส
สูตร 1 (ควบคุม)	-	-
สูตร 2	4	-
สูตร 3	6	-
สูตร 4	8	-
สูตร 5	-	4
สูตร 6	-	6
สูตร 7	-	8

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่มีการเติมเส้นใยอาหารชนิดนั้นๆ

ทุกสูตรประกอบด้วย เจลาติน และคอลลาเจน ร้อยละ 0.3และ0.3 ตามลำดับ

การวิเคราะห์

1.1 วิเคราะห์ทางกายภาพ (ภาคผนวก ค)ได้แก่

1.1.1 การวัดค่าสีในระบบ CIE L* a* b* โดยใช้เครื่อง Minolta CR-300

1.1.2 การแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ตามวิธีของจงกลนี (2540)

1.2 วิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ (ภาคผนวก ข) ได้แก่

1.2.1 ปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธี AOAC (2000)

1.2.2 ความเป็นกรด-ด่าง

1.3 วิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (ภาคผนวก ง) ได้แก่

1.3.1 ตรวจหาเชื้อ แบคทีเรียกรดแลคติก ตามวิธีของ Britz *et al.* (2005)

1.3.2 ตรวจหาเชื้อ ยีสต์ ตามวิธีของ Britz *et al.* (2005)

1.4 การวัดค่าทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของ LLOYD รุ่น TA plus ด้าน Texture Profile Analysis ตามวิธีของ Barrett et al.,(1999) โดยใช้หัววัดแบบ cone probe ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร หัวกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อนาที กำหนดให้หัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพรบกดลงไปในตัวอย่างร้อยละ 50 Trigger 0.005 นิวตัน โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกค่าความแข็ง (hardness) ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน (cohesiveness) ค่าการคืนตัวกลับ (springness) ความทนทานในการบดเคี้ยว (chewiness) ค่าการเกาะติดพื้นผิว (adhesiveness) และค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง (gumminess)

1.5 ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 9 scale

นำผลิตภัณฑ์คีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (hedonic scaling) ที่ระดับ 1-9 ในคุณลักษณะสี กลิ่น เนื้อสัมผัส ความหวาน ความเปรี้ยว ความชอบโดยรวม ให้เป็นที่ยอมรับสูงสุดโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน วิเคราะห์ตัวอย่างใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้แบบทดสอบดังแสดงในภาคผนวก ฉ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน

เตรียมผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดตามสูตรและวิธีของวรรษมนและคณะ (2548) แสดงดังภาคผนวก ก ศึกษาปริมาณคอลลาเจนและเส้นใยอาหาร ที่ได้จากตอนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เติมหัวเชื้อคีเฟอร์ปริมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (ภาคผนวก ก) บ่มผลิตภัณฑ์ที่สภาวะ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง (วรรษมน และคณะ, 2548) หรือจนกระทั่งพีเอช ลดลงถึง 4.5 ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน เพื่อตรวจสอบว่ายังคงมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กำหนด และไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิมที่ทำขึ้น (ราชกิจจานุเบกษา, 2548) สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อทำการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดดังกล่าว ได้แก่ วิเคราะห์ทางกายภาพ (ตามข้อที่ 1.1) วิเคราะห์ทางเคมี (ตามข้อที่ 1.2) พร้อมทั้งหาปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า และปริมาณเส้นใยอาหาร ตามภาคผนวก ข วิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (ตามข้อที่ 1.3) พร้อมทั้งตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อโคลิฟอร์ม โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร (ตามข้อที่ 1.4) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีดเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาปริมาณคอลลาเจนที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด

ผลการศึกษาปริมาณคอลลาเจน ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรโดยมีชุดควบคุม คือ ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ไม่ได้รับการเติมคอลลาเจน แล้วทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อทำการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดดังกล่าว ได้แก่ วิเคราะห์ทางกายภาพ วิเคราะห์ทางเคมี วิเคราะห์ทางชีววิทยา และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร พร้อมทั้งทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ไม่เติมคอลลาเจน โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอาหาร แสดงในตารางที่4 ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ไม่ผสมคอลลาเจนมีค่าความแข็ง(Hardness) ซึ่งหมายถึง แรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเกิดการเสียรูป ถ้าผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งมากแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงของเจลมากจึงต้องใช้แรงในการทำให้ตัวอย่างเกิดการเสียรูปมาก (Szezesniak and Kramer, 1973) พบว่าค่าความแข็งของชุดควบคุมที่มีค่า 0.13 N ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p> 0.05$) ของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ 0.1 0.3 และ 0.5 ซึ่งมีค่าความแข็งเท่ากับ 0.12N 0.13N และ0.13N ตามลำดับ

ความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน(Cohesiveness) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟที่มีค่าแรงเป็นบวก ระหว่างการกดครั้งที่สองกับการกดครั้งแรก แสดงถึงความแข็งแกร่งของพันธะภายในของผลิตภัณฑ์ (Szezesniak and Kramer, 1973) ของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ 0.1 มีค่ามากที่สุดคือ 0.59 N.mm ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ 0.3 0.5 และชุดควบคุม ซึ่งมีค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกันเท่ากับ 0.55 N.mm 0.54 N.mm และ 0.52 N.mm ตามลำดับ

ความยืดหยุ่น (Springiness หรือ Elasticity) หมายถึง ขอบเขตหรือระดับความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงออกไปจากตัวอย่างอาหารที่ทำการทดสอบ (Szezesniak and Kramer, 1973) ของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ 0.5 มีค่ามากที่สุดคือ 14.29 mm ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 0.3 ซึ่งมีค่าความยืดหยุ่น เท่ากับ 13.61 mm และ 14.14 mm ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.66 mm

การเกาะติดพื้นผิว (Adhesiveness) หมายถึง แรงที่ต้องใช้ในการทำให้อาหารที่เกาะติดอยู่ที่เพดานปากในระหว่างรับประทานอาหารในระหว่างรับประทานอาหารหลุดออกมา หรือ หมายถึงงานที่ต้องการใช้ในการดึงอาหารออกมาจากพื้นผิวที่อาหารไปเกาะติด เช่น เพดานปาก (Szezesniak and Kramer, 1973) ของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ 0.3 มีค่ามากที่สุดคือ 0.0082 kgf.mm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ0.1 0.5 และชุดควบคุม ซึ่งมีค่าการเกาะติดพื้นผิวเท่ากับ 0.0060 kgf.mm 0.0078 kgf.mm และ 0.0064 kgf.mm ตามลำดับ

ความเหนียวเป็นกาวหรือยาง หมายถึง พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวตัวอย่างอาหารที่เป็นกึ่งของแข็ง (semisolid) ในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ ค่านี้จะบ่งบอกความเหนียวแน่นที่คงมีอยู่ในอาหารกึ่งของแข็งตลอดการเคี้ยว (Szezesniak and Kramer, 1973) ของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ไม่ใส่คอลลาเจนมีค่ามากที่สุดคือ 7.88 gf ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ใส่คอลลาเจนร้อยละ0.1 0.3 และ 0.5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.93 gf 6.94 gf และ 6.92 gf ตามลำดับ

การที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีความแตกต่างกันในทุกๆลักษณะทั้งค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน ความทนทานในการบดเคี้ยว ค่าการเกาะติดพื้นผิว และค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง ยกเว้นค่าการคืนตัวกลับ ที่มีค่าความแตกต่างจากชุดควบคุมนั้นจะมีค่ามากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญดังเนื่องมาจากคอลลาเจนเป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดการยืดเหนี่ยวของโมเลกุลมีดังเช่นการทดลองของ อดิศักดิ์ (2548) ที่พบว่าเมื่อทำการทดลองเติมคอลลาเจนลงในเนื้อครีมที่ทำการทดลองจะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์ค่าสี ได้แก่ ค่าสี L* a* b* (ค่า L* เป็น ค่าความสว่างมีค่าเริ่มตั้งแต่ 100 จนถึง 0) ถ้าค่าสี L* มีค่ามากแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมาก และมีสีค่อนไปทางสีขาว (มีค่าสีเท่ากับ 100) แต่ถ้าหากค่าสี L* มีค่าน้อยแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำค่อนไปทางสีดำ (มีค่าสีเท่ากับ 0) พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่ไม่มีการเติมคอลลาเจนมีความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 83.15 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมคอลลาเจนร้อยละ 0.1 และ 0.3 ซึ่งค่าความสว่างเท่ากับ 82.86 และ 82.87 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์สูตรที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าความสว่างเท่ากับ 82.67 เช่นเดียวกับการทดลองของนวลนภา (2546) ที่พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการผสมนมผงมากขึ้นจะมีค่าความสว่างมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนค่า a* และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b* จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี ถ้าค่าสี a* มีค่ามากและมีค่าเป็นบวกแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีค่อนไปทางสีแดง แต่ถ้าค่าสี a* มีค่าน้อยและค่าติดลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีเขียว ส่วนค่าสี b* ถ้ามีค่ามากและมีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีเหลือง แต่ถ้าค่าสี b* มีค่าน้อยและมีค่าติดลบแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีน้ำเงิน พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนร้อยละ 0.3 มีสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 21.19 ซึ่งไม่แตกต่างจากคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนร้อยละ 0.5 แต่แตกต่างจากคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนร้อยละ 0.1 และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่มีสีเหลืองเนื่องมาจากมีการเติมคอลลาเจนในปริมาณที่มากขึ้น ดังตารางที่ 5

ผลการวัดปริมาณน้ำที่แยกตัวออกจากเคิร์ด (syneresis) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของเคิร์ดในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหรือผลิตภัณฑ์นมหมักต่างๆ พบว่าค่าปริมาณน้ำที่แยกตัวออกจากเคิร์ดของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน ทั้ง 3 ความเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.3 และ 0.5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม ดังตารางที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.77 10.52 11.21 และ 9.17 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก และปริมาณเชื้อยีสต์ ในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น พบว่า พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก และปริมาณเชื้อยีสต์ ในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน โดยที่เวลา 0 ชั่วโมง พีเอชเริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วง 6.22-6.18 ปริมาณกรดทั้งหมดเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 0.32-0.38 (ภาพที่ 12) จำนวนเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเริ่มต้นประมาณ 10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และจำนวนเชื้อยีสต์เริ่มต้นประมาณ 10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร เมื่อหมักเป็นเวลา 16 ชั่วโมง พีเอชจะลดลงเหลือประมาณ 4.43-4.35 ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.41-1.46 จำนวนเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และจำนวนเชื้อยีสต์เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 10^5 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 13)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด การเจริญของเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก และเชื้อยีสต์ พบว่า ในช่วงแรกแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกจะมีการเจริญก่อน จากนั้นยีสต์จึงมีการเจริญตามมา เนื่องจากยีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมได้ จึงต้องอาศัยสารอาหารที่สังเคราะห์โดยแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก ในขณะที่แบคทีเรียสร้างกรดแลคติกต้องพึ่งสารเสริมการเจริญเติบโต (growth factor) ที่สลายจากเซลล์ยีสต์ที่ตายแล้ว โดยมีหลักฐานการทดลองสนับสนุนในเรื่องนี้ กล่าวคือพบว่าแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกที่แยกจากคีเฟอร์เกรนจะเจริญได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในน้ำนมก็ต่อเมื่อต้องเติมสารที่สกัดจากเซลล์ของยีสต์ (นภา, 2534) และพบว่าในช่วงแรกมีการเจริญของแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกต่ำ ทำให้มีการสร้างกรดน้อย พีเอชจึงเปลี่ยนแปลงน้อย ซึ่งอาจเกิดจากการปรับตัวของเชื้อจุลินทรีย์ในคีเฟอร์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในช่วงแรกๆของการหมัก ช่วงต่อมาเริ่มมีการเจริญของจุลินทรีย์มากขึ้น ทำให้เกิดการสร้างกรดมากขึ้น พีเอชจึงลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ในช่วงหลังพบว่ามีการสร้างกรดน้อยมาก พีเอชจึงเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือคงที่ อาจเนื่องจากแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกมีคุณสมบัติไวต่อพีเอชที่ต่ำ (Garrote *et. al.*,1998) ทำให้ช่วงหลังแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกมีการเจริญต่ำมาก หรือหยุดการเจริญ

ตารางที่ 4 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น

ปริมาณคอลลาเจน (ร้อยละโดยปริมาตร)	ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร				
	Hardness (N)	Cohesiveness (N.mm)	Springiness (mm)	Adhesiveness (kgf.mm)	Gumminess (gf)
0 (ชุดควบคุม)	0.13^{ns}	0.52^{ns}	12.66^{b}	0.0064^{ns}	7.88^{ns}
0.1	0.12^{ns}	0.59^{ns}	13.61^{ab}	0.0060^{ns}	6.93^{ns}
0.3	0.13^{ns}	0.55^{ns}	14.14^{ab}	0.0082^{ns}	6.94^{ns}
0.5	0.13^{ns}	0.54^{ns}	14.29^{a}	0.0078^{ns}	6.92^{ns}

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่าสี และปริมาณน้ำที่แยกออกจากเคิร์ด(syneresis) ของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น

ปริมาณคอลลาเจน (ร้อยละโดยปริมาตร)	ค่าสี			ค่า synerasis (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
	L*	a*	b*	
0 (ชุดควบคุม)	83.15[a]	-4.21[c]	19.65[c]	9.17[ns]
0.1	82.86[a]	-4.27[b]	20.32[bc]	12.77[ns]
0.3	82.87[a]	-4.53[ab]	21.19[a]	10.52[ns]
0.5	82.67[b]	-4.60[a]	20.68[b]	11.21[ns]

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เนื่องจากลักษณะเนื้อสัมผัส การแยกตัวของน้ำออกจากเคิร์ด และสี ของคีเฟอร์ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ทำให้ไม่สามารถระบุความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทำการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ จึงทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์นมหมักจำนวน 30 คน โดยวิธี Hedonic 9 scale โดยคุณลักษณะที่ทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวาน และความชอบโดยรวม เพื่อทดสอบผลของปริมาณหัวเชื้อต่อ กลิ่น รส และปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์ พบว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีค่าความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 6.37 ซึ่งมากกว่าค่าความชอบของคอลลาเจนที่ ร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.5 ซึ่งมีค่าความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.87 และ 4.20 ตามลำดับ โดยที่ค่าสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและค่าความหวานที่ได้จากการทดสอบพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังที่แสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

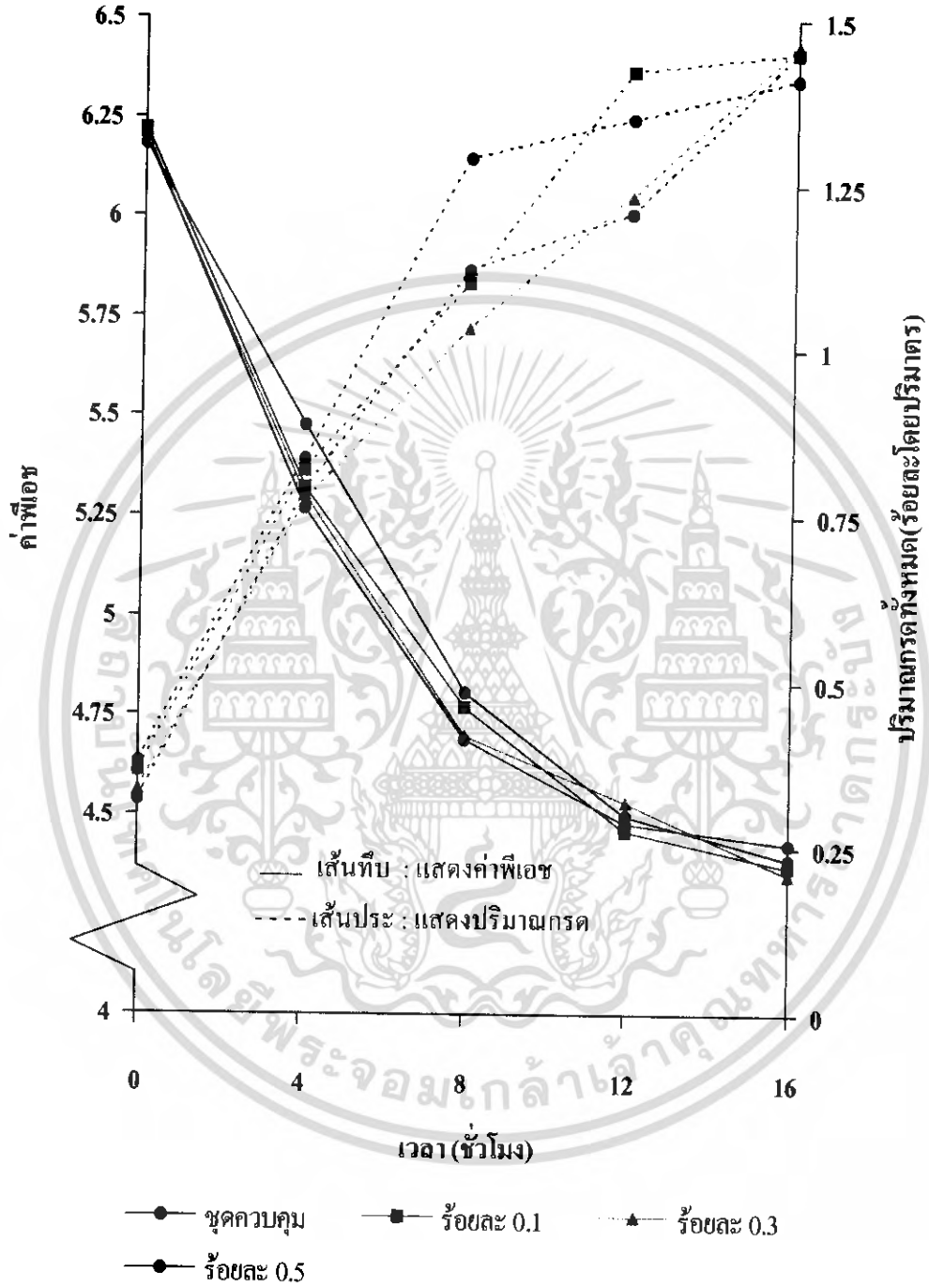
ตารางที่ 6 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น

คอลลาเจน (%)	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความชอบโดยรวม
ชุดควบคุม	6.70^{ns}	5.47^{ns}	6.03^{ns}	4.67^{ns}	3.80^{ns}	4.93^{b}
0.1	6.43^{ns}	5.43^{ns}	5.77^{ns}	4.73^{ns}	4.10^{ns}	4.87^{b}
0.3	6.47^{ns}	5.53^{ns}	5.80^{ns}	4.57^{ns}	3.77^{ns}	6.37^{a}
0.5	6.70^{ns}	5.23^{ns}	6.23^{ns}	4.43^{ns}	3.70^{ns}	4.20^{b}

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

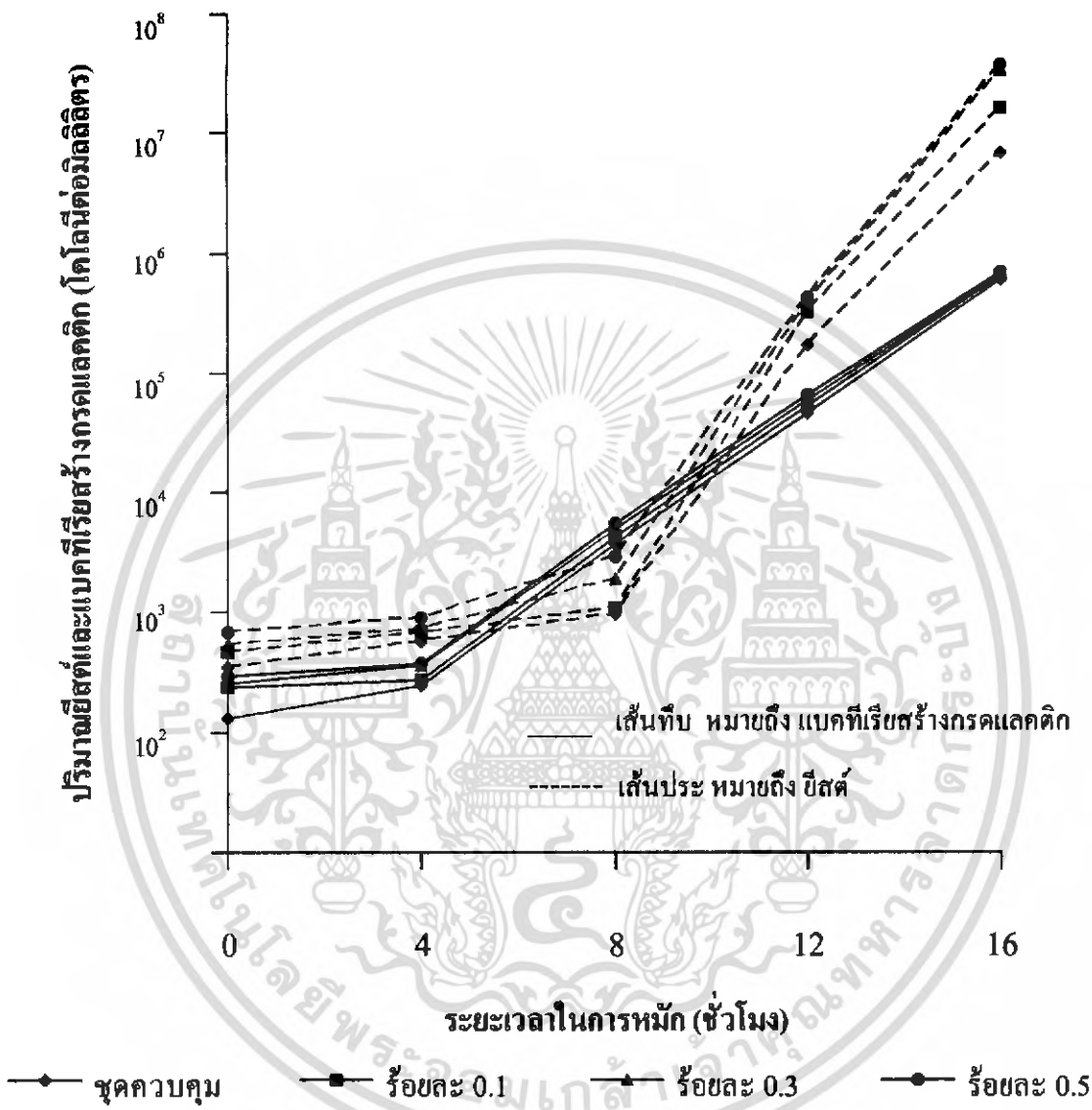
2. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



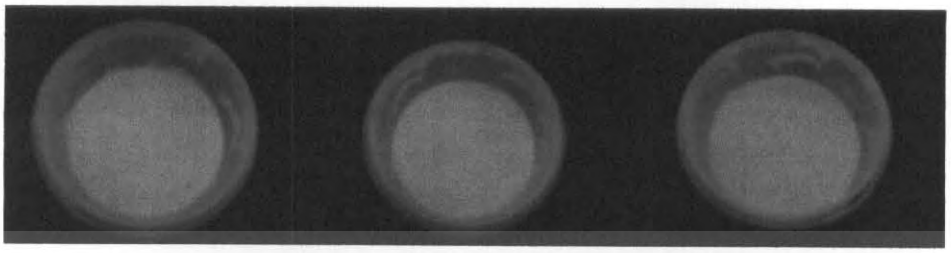
ภาพที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดกับระยะเวลาในการหมักดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยีสต์และจุลินทรีย์สร้างกรดแลคติกเทียบกับระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้น ที่ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ร้อยละ 0.1 ร้อยละ 0.3 ร้อยละ 0.5

ภาพที่ 14 ผลิตภัณฑ์ดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนทั้ง 3 ความเข้มข้นบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาปริมาณเส้นใยอาหารที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน

ผลการศึกษาปริมาณเส้นใยอาหารชนิดอินนูลินและโอลิโกฟรุกโตส ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 6 และ 8 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรโดยมีชุดควบคุม คือ ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนที่ไม่ได้รับการเติมเส้นใยอาหาร พบว่า ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดทั้ง 7 สูตร แสดงดังตารางที่ 7 ได้แก่

ค่าความแข็ง (Hardness) ซึ่งหมายถึง แรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเกิดการเสียรูป ถ้าผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งมากแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงของเจลมากจึงต้องใช้แรงในการทำให้ตัวอย่างเกิดการเสียรูปมาก (Szezesniak and Kramer, 1973) พบว่าคีเฟอร์สูตรที่ 7 มีความแข็งมากที่สุดคือ 0.20 N และต่างจากผลิตภัณฑ์สูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ($p\leq0.05$) ส่วนคีเฟอร์สูตรที่ 2 3 และ4 ซึ่งมีความแข็งเท่ากับ 0.15 0.15 และ 0.15 N ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 5 ซึ่งมีความแข็งเท่ากับ 0.12 N และ 0.12 N ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) เนื่องมาจาก สูตรที่1 เป็นชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมเส้นใยอาหาร

ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน (Cohesiveness) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟที่มีค่าแรงเป็นบวก ระหว่างการกดครั้งที่สองกับการกดครั้งแรก แสดงถึงความแข็งแกร่งของพันธะภายในของผลิตภัณฑ์ (Szezesniak and Kramer, 1973) พบว่าคีเฟอร์สูตรที่ 1 2 3 4 และ7 มีค่าเท่ากับ 0.50 0.47 0.46 0.48 และ0.50 N.mm ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ต่างจากสูตรที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.59 และ 0.63 N.mm ตามลำดับ

ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับ (Springiness หรือ Elasticity) หมายถึง ขอบเขตหรือระดับความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงออกไปจากตัวอย่างอาหารที่ทำการทดสอบ (Szezesniak and Kramer, 1973) พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์สูตรที่ 1 2 3 4 5 6 และ 7 มีค่าเท่ากับ 7.93 14.37 14.32 14.29 13.42 13.11 และ 14.37 mm ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ค่าการเกาะติดพื้นผิว (Adbesiveness) หมายถึง แรงที่ต้องใช้ในการทำให้อาหารที่เกาะติดอยู่ที่เพดานปากในระหว่างรับประทานอาหารในระหว่างรับประทานอาหารหลุดออกมา หรือ หมายถึงงานที่ต้องการใช้ในการดึงอาหารออกมาจากพื้นผิวที่อาหารไปเกาะติด เช่น เพดานปาก (Szezesniak and Kramer, 1973) พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์สูตรที่ 1 2 3 และสูตรที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.0035 0.0030 0.0016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการเกาะติดพื้นผิว (Adhesiveness) หมายถึง แรงที่ต้องใช้ในการทำให้อาหารที่เกาะติดอยู่ที่เพดานปากในระหว่างรับประทานอาหารในระหว่างรับประทานอาหารหลุดออกมา หรือ หมายถึงงานที่ต้องการใช้ในการดึงอาหารออกมาจากพื้นผิวที่อาหารไปเกาะติด เช่น เพดานปาก (Szezesniak and Kramer, 1973) พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์สูตรที่ 1 2 3 และสูตรที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.0035 0.0030 0.0016 และ0.00171 kgf.mm ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนสูตรที่ 5 และ 6 มีค่าเท่ากับ 0.0055 และ0.0053 kgf.mm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่แตกต่างกับสูตรที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0005 kgf.mm อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง (Gumminess) หมายถึง พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวตัวอย่างอาหารที่เป็นกึ่งของแข็ง (semisolid) ในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ ค่านี้จะบ่งบอกความเหนียวแน่นที่คงมีอยู่ในอาหารกึ่งของแข็งตลอดการเคี้ยว (Szezesniak and Kramer, 1973) พบว่าผลิตภัณฑ์คีเฟอร์สูตรที่ 6 และ 7 มีค่าเท่ากับ 6.07 และ 10.24 gf ตามลำดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่แตกต่างกับสูตรที่4 และสูตรที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.13และ 7.07 gf ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และแตกต่างจากสูตรที่ 1 2และ 3 ซึ่งมีค่า 6.41 7.41 และ 6.89 gf อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

การที่ลักษณะเนื้อสัมผัสแต่ละสูตรมีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดในส่วนผสมให้มีค่าเท่ากันทุกสูตร แต่เนื่องจากแต่ละสูตรมีการใช้ชนิดของเส้นใยอาหารในปริมาณที่แตกต่างกัน กล่าวคือ สูตรที่มีการใช้เส้นใยในปริมาณมากกว่าจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากเซลลูโลสมากกว่าด้วย ทำให้คาร์โบไฮเดรตในแต่ละสูตรแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของคีเฟอร์ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์มีความแข็ง ค่าความเหนียว และการเกาะติดพื้นผิวเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่วนสูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และสูตรที่ 7 ซึ่งผสมเส้นใยชนิดโอลิโกฟรุกโตส ซึ่งมีพันธะที่สั้นกว่าเส้นใยชนิดอินนูลินที่ผสมในสูตรที่ 2 3 และ 4 ทำให้ไม่มีผลแตกต่างในด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัส เพียงแต่แตกต่างในด้าน โครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยเท่านั้น (Villegas และคณะ, 2006)

ผลการวิเคราะห์ค่าสี ได้แก่ ค่าสี L* a* b* (ค่า L* เป็น ค่าความสว่างมีค่าเริ่มตั้งแต่ 100 จนถึง 0) ถ้าค่าสี L* มีค่ามากแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมาก และมีสีค่อนไปทางสีขาว (มีค่าสีเท่ากับ 100) แต่ถ้าหากค่าสี L* มีค่าน้อยแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำค่อนไปทางสีดำ (มีค่าสีเท่ากับ 0) พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์สูตรที่ 1 มีความสว่างมากที่สุดแตกต่างจากผลิตภัณฑ์สูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) เนื่องจากไม่มีส่วนผสมของเส้นใยอาหารเลย รองลงมาเป็นสูตรที่ 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ เนื่องจากมีส่วนผสมของเส้นใยอาหารมากขึ้นตามลำดับอีกทั้งในสูตรที่ 5 6 และ 7 ใช้ชนิดของเส้นใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารต่างจากสูตรที่ 2 3 และ 4 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างน้อยกว่าสูตรที่ 1 เช่นเดียวกับการทดลองของนวลนภา (2546) ที่พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการผสมนมผงมากขึ้นจะมีค่าความสว่างมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนค่า a* และ b* จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี ถ้าค่าสี a* มีค่ามากและมีค่าเป็นบวกแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีค่อนไปทางสีแดง แต่ถ้าค่าสี a* มีค่าน้อยและค่าติดลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีเขียว ส่วนค่าสี b* ถ้ามีค่ามากและมีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีเหลือง แต่ถ้าค่าสี b* มีค่าน้อยและมีค่าติดลบแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสีค่อนไปทางสีน้ำเงิน พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์สูตรที่ 4 มีสีเหลืองมากที่สุดแตกต่างจากผลิตภัณฑ์สูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) เนื่องจากมีส่วนผสมของเส้นใยอาหารชนิดไฟบูลลินมากที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์คีเฟอร์สูตรที่ 3 7 6 2 5 และ 1 ตามลำดับ เนื่องจากมีส่วนผสมของเส้นใยอาหารต่างชนิดกันและปริมาณน้อยลงตามลำดับ ทำให้มีสีเหลืองน้อยลง โดยค่า L* a* b* เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ผสมเส้นใยอาหารสูตร 1 (ชุดควบคุม) ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดสูตร 2 3 4 5 6 และ 7 พบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารในสูตรที่ 4 มีสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 19.06 ซึ่งไม่แตกต่างจากคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารในสูตรที่ 1 5 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารในสูตรที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ดังตารางที่ 8

ผลการวัดปริมาณน้ำที่แยกตัวออกจากเคิร์ด (syneresis) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของเคิร์ดในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหรือผลิตภัณฑ์นมหมักต่างๆ พบว่าค่าปริมาณน้ำที่แยกตัวออกจากเคิร์ดของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารในสูตรที่ 4 และ 7 มีค่าการแยกชั้นของเคิร์ดเท่ากับ 0.08 และ 0.58 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 1 2 3 5 และ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.62 3.86 3.88 2.37 และ3.41 อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ดังตารางที่ 8

การวิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก และปริมาณเชื้อยีสต์ ในระหว่างการหมักคีเฟอร์หมักคีเฟอร์ทั้ง 7 สูตร พบว่า พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก และปริมาณเชื้อยีสต์ ในระหว่างการหมักคีเฟอร์ทั้ง 7 สูตร มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน โดยที่เวลา 0 ชั่วโมง พีเอชเริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วง 6.26-6.20 ปริมาณกรดทั้งหมดเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 0.30-0.38 (ภาพที่15) จำนวนเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเริ่มต้นประมาณ 10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และจำนวนเชื้อยีสต์เริ่มต้นประมาณ 10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร เมื่อหมักเป็นเวลา 16 ชั่วโมงพีเอชจะลดลงเหลือประมาณ 4.47-4.37 ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.27-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.44 จำนวนเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และจำนวนเชื้อยีสต์เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 10^5 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 16)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด การเจริญของเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก และเชื้อยีสต์ พบว่า ในช่วงแรกแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกจะมีการเจริญก่อน จากนั้นยีสต์จึงมีการเจริญตามมา เนื่องจากยีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมได้ จึงต้องอาศัยสารอาหารที่สังเคราะห์โดยแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก ในขณะที่แบคทีเรียสร้างกรดแลกติกต้องพึ่งสารเสริมการเจริญเติบโต (growth factor) ที่สลายจากเซลล์ยีสต์ที่ตายแล้ว โดยมีหลักฐานการทดลองสนับสนุนในเรื่องนี้ กล่าวคือพบว่าแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกที่แยกจากคีเฟอร์เกรนจะเจริญได้ดีในน้ำนมก็ต่อเมื่อต้องเติมสารที่สกัดจากเซลล์ของยีสต์ (นภา, 2534) และพบว่าในช่วงแรกมีการเจริญของแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกต่ำ ทำให้มีการสร้างกรดน้อย พีเอชจึงเปลี่ยนแปลงน้อย ซึ่งอาจเกิดจากการปรับตัวของเชื้อจุลินทรีย์ในคีเฟอร์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในช่วงแรกๆของการหมัก ช่วงต่อมาเริ่มมีการเจริญของจุลินทรีย์มากขึ้น ทำให้เกิดการสร้างกรดมากขึ้น พีเอชจึงลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ในช่วงหลังพบว่ามีการสร้างกรดน้อยมาก พีเอชจึงเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือคงที่ อาจเนื่องจากแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกมีคุณสมบัติไวต่อพีเอชที่ต่ำ (Garrote et. al.,1998) ทำให้ช่วงหลังแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกมีการเจริญต่ำมาก หรือหยุดการเจริญ

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์นม หมักจำนวน 30 คน โดยวิธี Hedonic 9 scale โดยคุณลักษณะที่ทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวาน และความชอบโดยรวม เพื่อทดสอบผลของปริมาณเส้นใยอาหารต่อกลิ่น รส ความหวาน และความเปรี้ยวพบว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารในสูตรที่ 4 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 7.10 คะแนน ซึ่งแตกต่างจาก สูตรที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 2 3 และ 7 (ดังตารางที่ 9)

เนื่องจากลักษณะ การแยกตัวของน้ำออกจากเคิร์ดของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจนทั้ง 7 สูตร พบว่าสูตรที่ 4 และ 7 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่า สูตรที่ 4 มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมคือ 7.10 ซึ่งมากกว่าสูตรที่ 7 ซึ่งมีค่า 6.10 ดังตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร

สูตร	ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร				
	Hardness (N)	Cohesiveness (N.mm)	Springiness (mm)	Adhesiveness (kgf.mm)	Gumminess (gf)
1 (ชุดควบคุม)	0.12^{c}	0.50^{b}	15.16^{ns}	0.004^{ab}	6.41^{b}
2	0.15^{b}	0.47^{b}	14.37^{ns}	0.003^{ab}	7.42^{ab}
3	0.15^{b}	0.46^{b}	14.32^{ns}	0.002^{ab}	6.89^{abc}
4	0.15^{b}	0.48^{b}	14.29^{ns}	0.001^{b}	7.13^{bc}
5	0.12^{c}	0.59^{a}	13.42^{ns}	0.006^{a}	7.07^{bc}
6	0.09^{d}	0.63^{a}	13.11^{ns}	0.005^{a}	6.07^{c}
7	0.20^{a}	0.50^{b}	14.37^{ns}	0.002^{b}	10.24^{a}

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าสี และปริมาณน้ำที่แยกออกจากเคิร์ด(*syneresis*) ของผลิตภัณฑ์ดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร

สูตร	ค่าสี			ค่า syneresis (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
	L*	a*	b*	
1 (ชุดควบคุม)	85.31^{a}	-3.08^{a}	17.87^{a}	3.62^{a}
2	84.43^{ab}	-3.33^{a}	17.80^{c}	3.86^{a}
3	83.63^{ab}	-3.20^{a}	18.90^{bc}	3.88^{a}
4	82.97^{c}	-3.21^{a}	19.06^{a}	0.08^{b}
5	83.07^{b}	-3.30^{a}	17.31^{a}	2.37^{a}
6	83.10^{ab}	-2.31^{b}	17.99^{ab}	3.41^{a}
7	83.23^{b}	-2.55^{b}	18.12^{ab}	0.58^{b}

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร

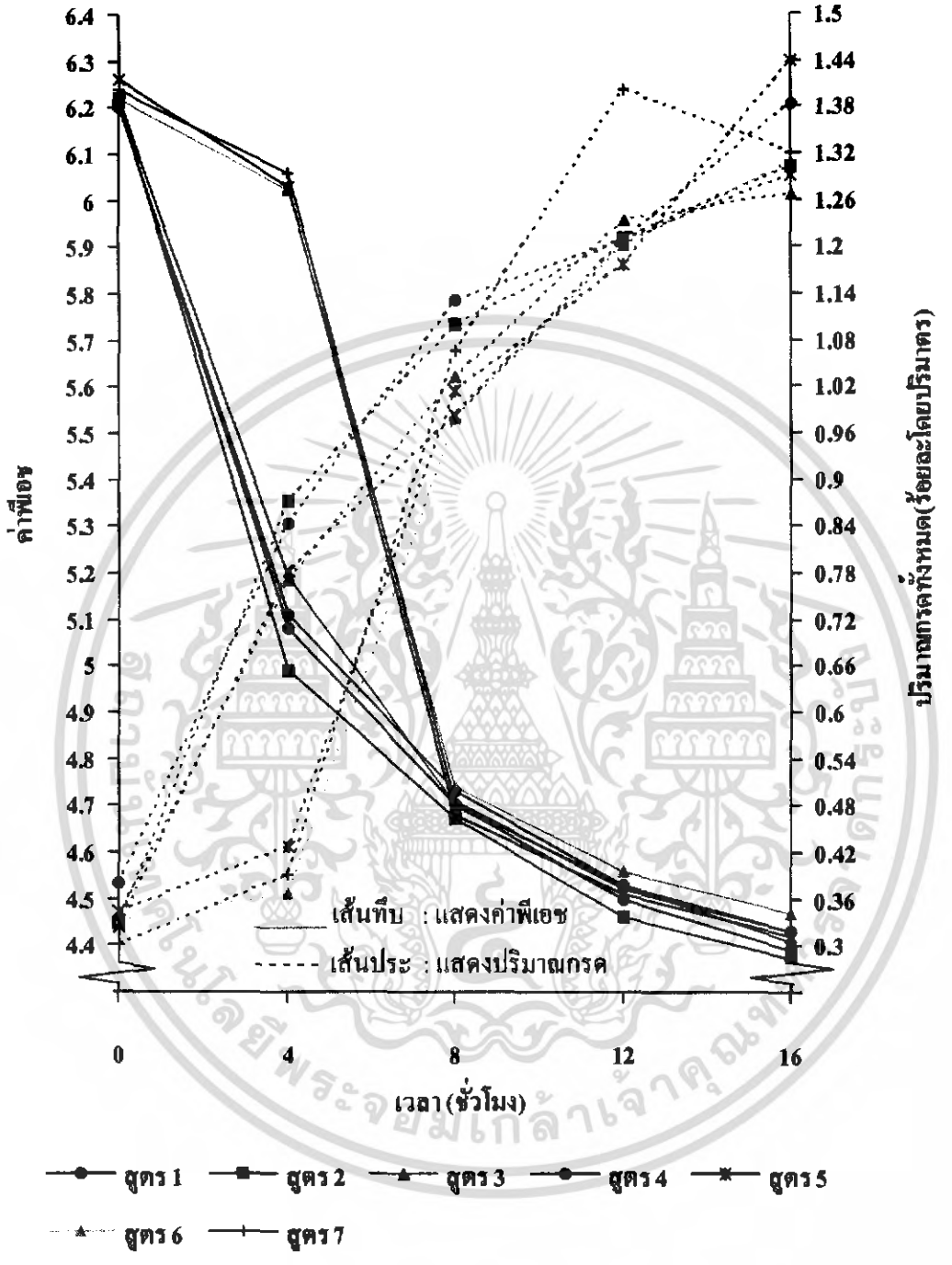
สูตร	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความเปรี้ยว	ความหวาน	ความชอบโดยรวม
1	6.87^{ns}	6.40^{ns}	6.17^{ns}	6.27^{ab}	6.57^{ab}	6.70^{bc}
2	7.37^{ns}	6.23^{ns}	6.57^{ns}	6.37^{ab}	5.80^{a}	6.40^{abc}
3	7.30^{ns}	6.47^{ns}	6.50^{ns}	6.27^{ab}	6.47^{ab}	6.60^{abc}
4	7.33^{ns}	6.07^{ns}	6.57^{ns}	6.70^{b}	6.87^{a}	7.10^{a}
5	7.23^{ns}	5.83^{ns}	6.10^{ns}	5.60^{b}	5.80^{a}	5.87^{c}
6	7.23^{ns}	6.10^{ns}	6.37^{ns}	6.57^{a}	6.33^{ab}	6.73^{ab}
7	7.17^{ns}	5.83^{ns}	5.80^{ns}	6.17^{ab}	5.90^{b}	6.10^{bc}

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

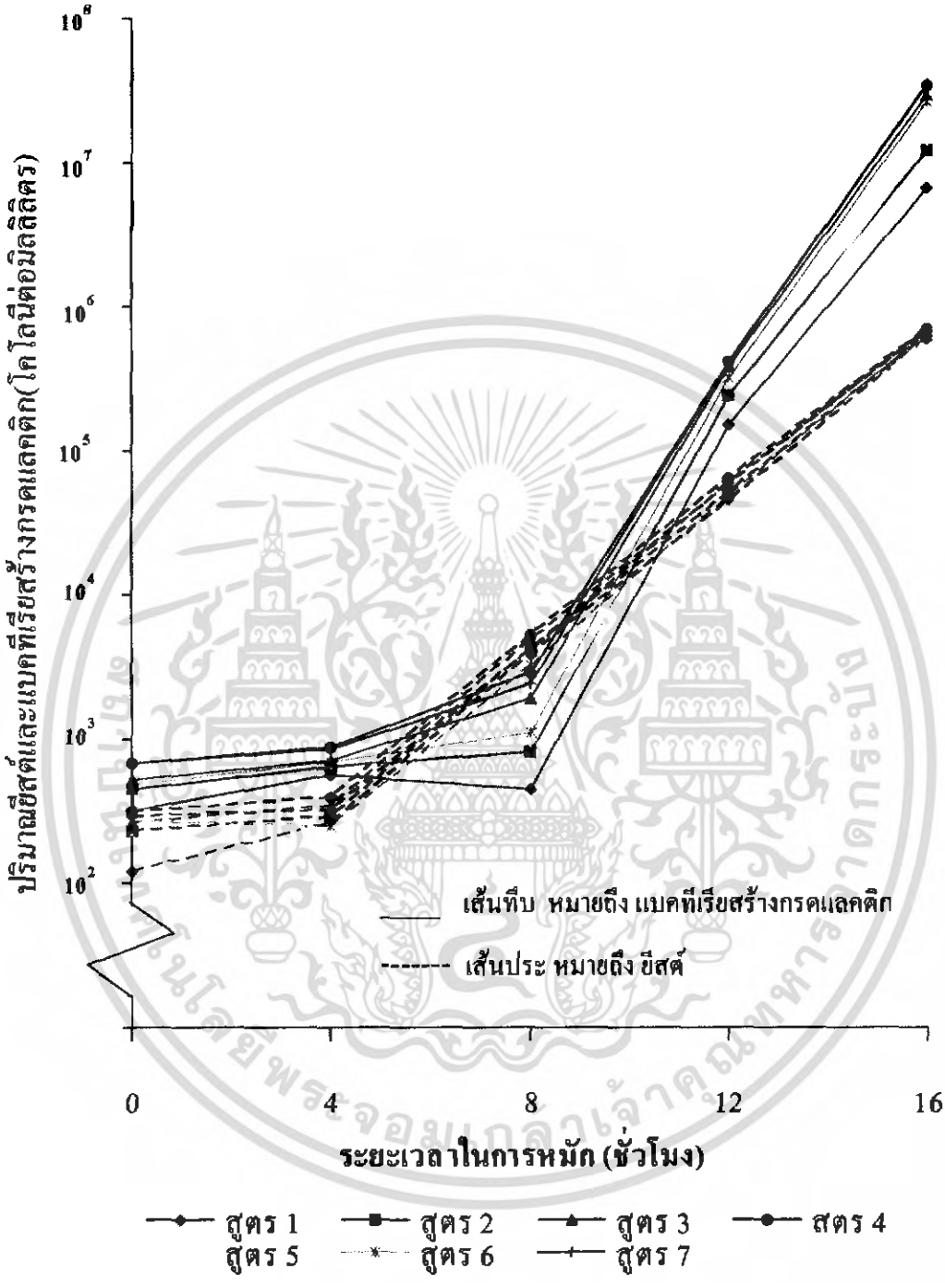
3. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



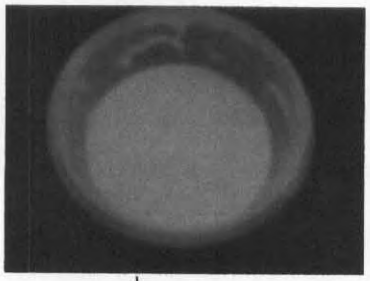
ภาพที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดกับระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยีสต์และจุลินทรีย์สร้างกรดแลคติก เทียบกับระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน และเส้นใยอาหาร บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สูตรที่ 1(ชุดควบคุม)

สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4

สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 สูตรที่ 7

ภาพที่ 17 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน

จากการตรวจสอบลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจนที่ได้มีสีเหลืองนวลอ่อน บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์มีความเรียบ เคิร์ดที่ได้มีความคงตัวสูง ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น ข้น มีความเนียน และกลิ่นรสที่ดีดังภาพที่ 17 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพได้ผลดังตารางที่ 17

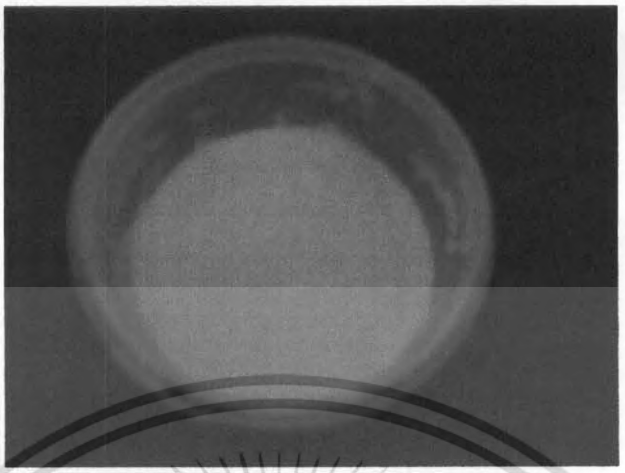
จากตารางที่ 10 พบว่าคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดมีปริมาณโปรตีนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุขฉบับที่ 289 ที่ได้กำหนดให้มีปริมาณโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก (ราชกิจจานุเบกษา, 2548) และในด้านคุณลักษณะทางจุลินทรีย์พบว่า มีปริมาณแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกเท่ากับ 1.3×10^{6} โคโลนีต่อมิลลิลิตร ปริมาณเชื้อยีสต์เท่ากับ 7.5×10^{4} โคโลนีต่อมิลลิลิตร จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2 MPN มิลลิลิตร และไม่พบเชื้อแบคทีเรีย *Escherichea coli* ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุขฉบับที่ 289 ที่ได้กำหนดว่าต้องไม่ตรวจพบ *E. coli* ในอาหาร 0.1 กรัม (ราชกิจจานุเบกษา, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารอินนูลินร้อยละ 8 และคอลลาเจนร้อยละ 0.3

คุณลักษณะที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
คุณลักษณะทางเคมี	
พีเอช	4.47
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	1.42
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	29.03
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	6.59
ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	2.22
ปริมาณเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.98
ปริมาณเส้นใยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	7.47
คุณลักษณะทางกายภาพ	
ค่าสี L*	82.96
a*	-3.64
b*	20.08
การแยกชั้นของน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.88
ลักษณะเนื้อสัมผัส	
Hardness (N)	0.16
Cohesiveness (N.mm)	0.50
Springiness (mm)	13.89
Adhesiveness (kgf.mm)	0.0004
Gumminess (gf)	7.08
คุณลักษณะทางจุลินทรีย์	
แบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)	1.6×10^{7}
ยีสต์ (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)	6.4×10^{5}
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN ต่อมิลลิลิตร)	< 2
Escherichea coli	ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารอินนูลิน คอลลาเจน และเจลาติน ร้อยละ 8 0.3 และ 0.3 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจน โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์คีเฟอร์ในรูปผงจากบริษัท Wilderness Family Naturals Lot. 4110208923 โดยใช้น้ำนมข้าวโพดจากสถาบันวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สายพันธุ์อินทรี 2 จากไร่สุวรรณ มีขั้นตอนการต่างๆ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ การศึกษาอัตราส่วนของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดต่อเส้นใยอาหารและปริมาณคอลลาเจนที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาอัตราส่วนของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดต่อเส้นใยอาหารทั้ง 2 ชนิดที่มีผลต่อคุณภาพของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด พบว่าจากปัจจัยที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด จำนวน 7 สูตร การใช้เส้นใยอาหารต่อคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดในปริมาณร้อยละ 4 6 และ 8 จะให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัส สี และการแยกชั้นของน้ำ ดีที่สุด ที่มีปริมาณของเส้นใยอาหารชนิดอินนูลินร้อยละ 8

2. การศึกษาผลของปริมาณคอลลาเจนต่อคุณภาพของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหาร พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารที่ใช้ปริมาณคอลลาเจนร้อยละ 0.3 ดีที่สุดและแตกต่างกับปริมาณคอลลาเจนอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการแยกชั้นของน้ำ และการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อคำนึงถึงต้นทุนวัตถุดิบ จึงควรเลือกใช้ปริมาณคอลลาเจนร้อยละ 0.3

3. การวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเส้นใยอาหารและคอลลาเจนสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 คุณลักษณะทางกายภาพได้แก่ค่าสีระบบ CIE L* a* b* เท่ากับ 82.86 -4.27 และ19.65 ตามลำดับ ค่าการแยกชั้นของน้ำ ร้อยละ 12.77 และลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง ค่าการเกาะติดพื้นผิว ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับ ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน และค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง เท่ากับ0.12 N 0.55 N.mm 13.61 mm 0.0060 kgf.mm และ 6.93 gf ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 คุณลักษณะทางเคมีได้แก่ ค่าพีเอชเท่ากับ 4.37 และปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.45 ปริมาณของแข็งทั้งหมด โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 29.03 6.59 2.22 และ 0.98 ตามลำดับ

3.3 คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียสร้างกรดแลคติก และยีสต์ เท่ากับ 1.6×10^{7} และ 6.4×10^{5} โคโลนีต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ มีจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2 MPN ต่อมิลลิลิตร และไม่พบ *Escherichea coli* ในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสนั้นควรมีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการวัดให้เท่ากัน เพราะผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดนั้นหากได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นเกิดการอ่อนตัวลงได้

2. ในกระบวนการการเติมคอลลาเจนลงในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดควรมีค่าความแข็ง (hardness) มากขึ้น และมีประโยชน์ต่อร่างกายมากขึ้นด้วย แต่จะทำให้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดมีกลิ่นคาวจากคอลลาเจนมากขึ้นด้วย ดังนั้นควรหาแหล่งคอลลาเจนจากวัตถุดิบอื่นด้วยเพื่อทำการเปรียบเทียบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2541. ฉลากโภชนาการ/เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ โดยใช้เกณฑ์ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค. ประกาศกระทรวงสาธาณสุข ฉบับที่ 182

เกียรติ มีสถาน, จิดมณี ภูลวรรณ และ แสนรัก แอบู. 2543. การศึกษาปัจจัยของวัตถุดิบที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กุลวดี ตรองพาณิชย์, ชิดชม ฮิงาระ, ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, อุไร เผ่าสังข์ทอง และมณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด.2541. โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นใยอาหารจากกาก ถั่วเหลือง. รายงานฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงกลณี แววหงส์.2540. ผลของสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในว่านหางจระเข้ที่มีต่อการเจริญของ เชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการทำโยเกิร์ต. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. สาขาเทคโน โลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทร์สุดา รงควิศิษฏ์. 2522. การใช้ dietary fiber ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ. สัมมนาปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ. 2544. การวิจัยและพัฒนาข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยว : พันธุ์อินทรี 2. รายงานผลการวิจัย. ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยณรงค์ ค้นธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ไทยวัฒนาพานิช,กรุงเทพฯ

ชนาธิป ลอยกุลนันท์, นุชนาถ สุขมงคล และปรมาภรณ์ เกิดทรัพย์. 2541.การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดข้าวโพด. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณิชาภัทร พลชาลี. 2546. การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดรสชาเขียว. ปัญหาพิเศษครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 570 น.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์. 2537. จุลชีวอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์.คณวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ทวีศักดิ์ กู่หลำ. 2540. ข้าวโพดหวาน: การปรับปรุงพันธุ์เพื่อการค้า. พิมพ์ครั้งที่1. โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

นภา โลห์ทอง. 2534. กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิรนาม. 2543. ผักและผลิตภัณฑ์แปรรูป. Food Insight 1(3) : ธ.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นราวัลลภ์ เปล่งจินดาเรือง, บงกชมาศ ชะระไสย์, ประคองศรี ตรุณจันทร์.2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมข้าวโพดผงพร้อมดื่ม. โครงงานพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลนภา อัคสินธวังกูร. 2546. การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาศรี ภูวเสถียรม อุไรวรรณ วลัยพัชรา และรัชนี คงคาฉุยฉาย. 2533. ใยอาหารในอาหาไทย. วารสารโภชนาการสร้าง 24(2) : 43-53

เพ็ญนภา เกียรติธีรชัย. 2543. การศึกษาการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองและการนำไปใช้ประโยชน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา, มหาวิทยาลัยมหิดล

ภาวิณี บุญศรี. 2547. การตรวจหาและจำแนกเชื้อ lactic acid bacteria ในผลิตภัณฑ์ นมเปรี้ยวและโยเกิร์ตในประเทศไทย. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิต. 2547. การใช้กัม/ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหาร. ภาควิชาพัมนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรืองศรี นราพงษ์. 2520. การศึกษาองค์ประกอบและสูตรที่เหมาะสมในการทำ corn-soy beverage. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทย์ เที่ยงบุญธรรม.2547. พจนานุกรมสัตว์และพืชในเมืองไทย.กรุงเทพฯ : รวมสาส์น, 2546 525 หน้า

วรนุช ครุฑโภไคย. 2526. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.ภาควิชาเคมีเทคนิค, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วราวุฒิครูส่ง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532 . เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 209 น.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพฯ : โอเอเสพริ้นติ้งเฮาส์. 184 น.

วรรษมน สีสุก, วรรัตน์ ฉายสว่างวงศ์, สุธาสินี ทัยคุปต์, 2548. การผลิตคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด. โครงงานพิเศษระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วลัยพร โพนคำ และคณะ. 2546. การสกัดคอลลาเจนจากเยื่อเปลือกไข่โดยใช้กรดอินทรีย์ โครงงานพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร และคณะวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยบูรพา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิริลักษณ์ สินทวาลัย. 2522. ทฤษฎีอาหารเล่ม 2 หลักการถนอมอาหารและควบคุมาคุณภาพอาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บำรุงนุกูลกิจ. 205 น.

สุกัญญา โกมล. 2542. การผลิตน้ำส้มเขียวหวานเติมใยอาหาร. วิทยานิพรธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุชาดา อรุณไวกิจ. 2543. การคัดเลือก Bifidobacteria เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมักร่วมกับจุลินทรีย์โยเกิร์ต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต :สาขาวิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาภรณ์ มณีศรีและ อัฏฐพล ศรีหิรัญ. 2543. โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด.ปัญหาพิเศษ. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุรีย์ นานาสมบัติ. 2539. เทคโนโลยีของนมและผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพฯ : โครงการตำราคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สวามินี นวลแขกกุล. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารจากกากที่เหลือจากการผลิตน้ำนมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย ประภาวัต, อุดม กาญจนปกรณ์ชัย, มาลัย บุญรัตนกรกิจ, ช่อลัดดา เที่ยงพุก, สุรีย์พันธุ์ บุญวิสุทธิ์ และ สมศรี ภู่สีม่วง. 2539. การผลิตเครื่องดื่มข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดหวานและซังข้าวโพด. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อดิศักดิ์ ประภาวรรัตน์. 2548. การสกัดคอลลอเจนไฮโดรไลเสต จากหนังวัวที่มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตครีมลดริ้วรอย. โครงการ การเรียนการสอนเพิ่มประสบการณ์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AOAC. 2000. Official Method of Analysis: Food Composition; Additive; Natural Contaminants. 17th ed. Maryland, U.S.A.

Anderson, J.W. 1980. Dietary fiber and diabetes, pp. 193-218. In Spiller, G.A. and R.M. Kay. Medical Aspects of dietary Fiber. Plenum, New York.

Anne, J. Waligora, D., Campeotto,F. Nicolis, I. Bonet, A. Soulaines, P. Dupont, C. and Marie-José, B. 2007. Effect of oligofructose supplementation on gut microflora and well-being in young children attending a day care centre. IJFM. 2007:108-113

Anonymous. 2000. Connors farm photo tour. *Connors Farm Annual*, Available:3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Barrett, D. M. and Guinard, J.X. Lee, S. -Y. Luna-Guzmán, I. Chang, S.1999. Relating descriptive analysis and instrumental texture data of processed diced tomatoes. F Q&P. 6(1999).447-*455*

Beshkova, D.M., Simova,E.D., Simov,Z.I., Frengova,G.I. and Spasov,Z.N., 2002 . Food microbiology. Pure cultures for making kefir.

Blecker, C., Chevalier, J.-P., Fougnies, C., Van Herck, J.-C., Deroanna, C., and Paquot, M. 2003. Characterisation of different inulin samples by DSC. Influence of polymerisation degree on mealting temperature.JTA&C, 71, 215-224

Bot, A., Erle, U., Vreeker, R., and Agterof, W. G. M. 2004. Influence of crystalization conditions on the large deformation rheology of inulin gels. Food Hydrocolloids, 18, 556-574

Britz, T.J. Schoeman, T. and Witthuhn, R.C. 2005. Characterisation of the microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mass cultivation.IDJ (2000). 383-389

Brody, J. 1965. Fishery by- Product Technology. The AVI-Plublishing Company, Inc., Westport 232p.

Chris, Bell. Paul, Neaves. Anthony , P. Wiliams. 2005. Food microbiology and laboratory Practice. Black well. Seienee. 262-263

Coussement, P. A. A. 1999. Inulin and oligofructose; safe intakes and legal status. JN, 129, 1412S-1417S

Dunphy, M. J. Bhide, M. V. and Smith, D. J.1987. Determination of hydroxyproline in tissue collagen hydrolysate by derivatization and isocratic reversed-phase high-performance liquid chromatography. JC. 420(1987): 394-397

Edward R. farvworth, 2003. Hand book of fermented functional foods: Kefirs. London : CRC Press

Elizabeth, A. F. Loo, J.V. and George, C.F.(2003). Nutritional Responses to the Presence of Inulin and Oligofructose in the Diets of Domesticated Animals. CRFS&N. (2003): 19-60

Flamm, G., Glinsman, W., Kritchevsky, D., Prosky, L., & Robertfroid,M.(2001). Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. Critical Reviews in Food Science and nutrition, 41(5), 353-362

Franck, A.,(2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. BJN., 87(Suppl. 2), S287-S291

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hudson, C.B. 1994. Gwlatin-Relating structure and chemistry to fuctionality, in K. Nishihari and E. Doli, Food Hydrocolliods: Structure, Properties and Functions. New York: Plenum

Hughes, J.S. 1991. Potential contribution of dry bean dictary fiber to health. Food technol. 45(9):122

Hull , R.R, P.L. Conway and A.J. Evans. 1992. Probiotics foods a new opportunity. Food Aus. 44(3) : 112-113

Irigayen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Iba'n˜az, F.C. 2004. Microdiological,Physio-chemical and sensory characteristics of kefir during storage. Food chemistry, 90(2005): 613-620

Jellema, R.H. Kip, P. Meyer, D. 2005. Inulins improve sensoric and textural properties of low -fat yoghurts. IDJ. (2006) : 1098-1103

Kailasapathy, K. 2005. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effecton the sensory of yoghurt. *http://www.sciencedirect.com*

Kaur, N., & Gupta, A. K. 2002. Application of inulin and oligofructose in health and nutrition. JB., 27 , 703-714

Kramer, A. and Szezesniak, D. 1973. Food; Nutrition; Consumer protection.1973: Westport, Conn:256 P

Martin,G.R. Timpl, R. Peter, K. Müller and Kühn, K. 1985. The genetically distinct collagens. Trends in Biochemical Sciences 7(1985):285-287

Martin, M.L., and Hoseney, R.C.1991. A. mechanism of bread firming. II. Role of starch Hydrolyzing of products from commercial seaweeds. Food and agriculture organization of the United nations. Rome. 58p.

Moerman, F. T., Van Leeuwan, M. B., Delcour, J. A. 2004. Enrichment of higher molecular fractions in inulin. JA&FC 52, 3780-3783.

Nakazawa, Yuji. and Hosono, Akiyoshi. 1992. Functions of fermented milk : challenges for the health sciences. London : Elsevier Applied Science.

Robinson, R.k. and A. Ytamine. 1985. Yoghurt Science and Technology. Oxford, Pergamonpress.

Ross, G. and Ayad, S. Arican, M. Carter, S.D. Bennett, D. 1996 Increased metabolism of collagen VI in canine osteoarthritis. J.Chem. P. 3(1996): 947-950

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sandoral – Castilla, O., Lobato – Calleros, C., Aguirre – Mandujanno, E., Vernon – Carter, E.J.. 2004. Microstructure and texture of yoghurt as influenced by fat replacers. IDJ., 14, 151-159

Simova, E.; Beshkova, D. and Angelov, A. 2001. Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them, J.I.M&B. 2002 (28): 1–6.

Smith, J. 1991. Biotechnology group meeting probiotyic- fact or fiction? J. Chem. Tech. Biotechnol. 51 : 539-570

Smith, J., H. Hose, T. Sozzi, C. Daly and V.M. Marshall 1991. Biotechnology group meeting probiotyic- fact or fiction? J. Chem. Tech. Biotechnol. 51 : 539-553

Tamine, A.Y. and Robinson, R.K. 1999. Yoghurt, Science and technology. Cambridge Woodhead

Tannock, G.W., Munro, K., Harmsen, H.J., Welling, G.W., Smart, J. and Gopal, P.K. 2000. Analysis of the faecal microflora of human subject consuming a probiotic product containing *Lactobacillus rhamnosas* Dr 20. AEM.,66 , 2578-2588

Varnam, A. H. and Sutherland J. P.. 1994. Milk and Milk Products. London.: Chapman & Hall.

Veis, A. 1964. The Macromoleculecular chemistry of gelatin. Academic Press. New York

Villegas, B. and Costell, E. .2006 Flow bahaviour of inulin-milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. International Dairy Journal.

West, K.M. and J.N. Kalbfleisch. 1971. Influence of nutritional factors on prevalence of diabetes. Diabetes. 20:99.

Woo, Dong-Ho. And Kim, Jin-Keun.2005. Method for preparing soluble dietary fiber from corn hull. US. Patent No. 6,838,099 B2. Jan.4, 2005.

http://en.wikipedia.org/wiki/Inulin

http://en.wikipedia.org/wiki/Oligofructose

http://herkules.oulu.fi/isbn9514267990/html/x566.html

http://users.chariot.net.au/~dna/kef/3-KG-WKG.jpg

http://web.ku.ac.th/agi/corn/corn_b.htm

http://www.biosite.dk/leksikon/images/oligofructose.gif

http://www.bodyslen.com/frontoffice/Services/articles.asp?ingredientid=9

http://www.cosucra.com/

http://www.healthdd.com/article/article_preview.php?id=288

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

http://www.juniorhealthguard.org/OpenMessage1.php?ID=007720

http://www.maleeicorn.com/icare.asp

http://www.lifeway.net/

http:www.nutrition.co.th/

http://www.srp.ac.th/

http://www.steggallnutrition.com/sup2.php

http://www.thaionlinemarket.com/

http://www.thaionlinemarket.com/

http://www.wildernessfamilynaturals.com/kefir_culture.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หัวเชื้อจุลินทรีย์

1.1 การเตรียมหัวเชื้อ (Activated starter) (วรรษมน และคณะ, 2548)

นำเชื้อในรูปผงสำเร็จจากบริษัท Wilderness Family Naturals Lot. 4110208923 ทำการกระตุ้นหัวเชื้อโดยใช้น้ำนมยูเอชที รสจืด จากโครงการสวนจิตรลดา มาให้ความร้อนโดยการต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้โปรตีนเวย์เสียสภาพ และทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Tamine and Robinson, 1999) จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส จึงทำการใส่หัวเชื้อ (น้ำนม 950 มิลลิลิตร ต่อ ผงเชื้อ 5 กรัม) จากนั้นทำการบ่มที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ถึง 24 ชั่วโมง จะสังเกตเห็นชั้นหนาและมีกลิ่นเปรี้ยว นำส่วนที่เป็นก้อนไปปั่นให้เข้ากันจากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ขณะที่แช่ตู้เย็นกระบวนหมักของจุลินทรีย์ยังมีอยู่แต่จะน้อยลง) หัวเชื้อคีเฟอร์ที่ได้จะใช้เป็นหัวเชื้อในการทำ คีเฟอร์ในครั้งต่อไปได้ 7 ครั้ง ในคีเฟอร์ประกอบด้วย แบคทีเรีย และยีสต์ที่ยังมีชีวิต ตามคู่มือการใช้หัวเชื้อคีเฟอร์ผงของบริษัท Wilderness Family Naturals

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กากข้าวโพด

2.1 เตรียมวัตถุดิบ

กากข้าวโพดสดที่เหลือจากการผลิตน้ำนมข้าวโพดได้มาจากโรงงานไร่สุวรรณ จังหวัดนครราชสีมา บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีน หนังถุงละ 1 กิโลกรัม ในสภาพแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลอง นำการข้าวโพดที่เก็บไว้มาสกัดน้ำข้าวโพด และกากข้าวโพด ดังกรรมวิธีการผลิตดังนี้

ภาพที่ ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ที่มา : สวามินี นวลแขกุล (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สูตรผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด (วรรษมน และคณะ, 2548)

ประกอบด้วยน้ำนมข้าวโพดต่อน้ำนมโค อัตราส่วน เท่ากับ 1 ต่อ 1 ผสมกับนมผงพร่องมันเนยให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 16 เจลาติน ร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และทำการเติมหัวเชื้อร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

4. กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด (วรรษมน และคณะ, 2548)

เตรียมสูตรน้ำนมข้าวโพด (ตามข้อที่ 4) ฆ่าเชื้อแบบ high pasteurize ที่ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้โปรตีนเวย์เสียสภาพ (Tamine and Robinson, 1999) จากนั้นทิ้งให้เย็นลงจนกระทั่งอุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส ใส่หัวเชื้อ (ตามข้อที่ 4) ลงไปร้อยละ 1 โดยปริมาตร คนหัวเชื้อให้เข้ากับน้ำนม จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

<u>การคำนวณสัดส่วนของส่วนผสมที่จะใช้ผลิตคีเฟอร์</u>

เพื่อให้คีเฟอร์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีจึงมีการคำนวณให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณร้อยละ 15-16 (Tamine และ Robinson, 1999) ดังนั้นในการคำนวณหาสัดส่วนของส่วนผสมที่จะใช้ในการเตรียมคีเฟอร์ จึงคำนวณได้จากปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพด น้ำนมโค และนมผงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ดังแสดงต่อไปนี้

จากการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำนมโค น้ำนมข้าวโพด และนมผง รวมทั้งปริมาณของแข็งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ พบว่า

ชนิดวัตถุดิบ	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)
อัตราส่วนนมโคต่อนมข้าวโพดเท่ากับ 1:1	10.92005
นมผง	98.2038

กำหนดให้ X = ปริมาณน้ำนมข้าวโพดที่ต้องใช้

Y = ปริมาณนมผงที่ต้องใช้

ปริมาณของแข็งทั้งหมด : $0.109\,X + 0.982\,Y = 16$

ปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด : $X + Y = 100$

$Y = 100 - X$

(แทนค่า Y ลงในสมการปริมาณของแข็ง)

$$0.109\,X + 0.982\,(100 - X) = 16$$

$$(0.109 - 0.982)\,X = 16 - 98.2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X = 94.16

Y = 5.84

ดังนั้น ในการทำดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดในอัตราส่วน1 ต่อ 1 ให้มีของแข็งทั้งหมดร้อยละ 16 จะต้องใช้น้ำนมข้าวโพดประมาณร้อยละ 94 และนมผงขาดมันเนยประมาณร้อยละ 6

อัตราการแลกเนื้อของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

จำนวนฝักข้าวโพดหวานขนาดใหญ่	300 ฝัก
ชั่งน้ำหนักฝักข้าวโพดหวานทั้งเปลือกได้	100 กิโลกรัม
ชั่งน้ำหนักฝักข้าวโพดหวานปอกเปลือกได้	69 กิโลกรัม
น้ำหนักเปลือกข้าวโพด	31 กิโลกรัม
น้ำหนักเนื้อข้าวโพด	40 กิโลกรัม
น้ำหนักซังข้าวโพด (แกน)	29 กิโลกรัม
ผลิตน้ำนมข้าวโพดได้	220 ขวด

ราคารับซื้อข้าวโพดหวาน

กิโลกรัมละ 6.00 บาท ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มีต้นทุนต่อน้ำนมข้าวโพดหวาน 1 ขวดเท่ากับ 7.00 บาท

รายได้

รายได้ของโรงงานแปรรูปข้าวโพดหวานเป็นน้ำนมข้าวโพดของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ในปีการผลิต 2548 ได้มาจากการจำหน่ายผลผลิต ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตและราคาของน้ำนมข้าวโพดที่ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ได้จัดจำหน่าย จากการสำรวจพบว่าในปี 2548 โรงงานแปรรูปข้าวโพดหวานเป็นน้ำนมข้าวโพดของทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มีปริมาณการผลิตตลอดปีเท่ากับ 1,395,540 ขวด ซึ่งคิดเป็นมูลค่ารายรับจากการขายทั้งหมดเท่ากับ 13,679,358.00 บาท โดยสามารถแบ่งรูปแบบการขายออกเป็น 2 แบบคือ

การขายแบบปลีก ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ได้มีการกำหนดราคาขายน้ำนมข้าวโพดแบบขายปลีก เท่ากับ 10 บาทต่อ 1 ขวด โดยในปี 2548 ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟ่างแห่งชาติมีปริมาณขายน้ำนมข้าวโพดแบบขายปลีกเป็นจำนวน 1,257,519 ขวด ซึ่งคิดเป็นมูลค่ารายรับเท่ากับ 12,575,190.00 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 91.93 ของรายรับทั้งหมด

การขายแบบส่ง ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดเลี้ยวข้าวฟ่างแห่งชาติ ได้มีการกำหนดราคาขายน้ำนมข้าวโพดแบบขายส่ง เท่ากับ 8 บาทต่อ 1 ขวด โดยในปี 2548 ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มีปริมาณขายน้ำนมข้าวโพดแบบขายส่งเป็นจำนวน 138,021 ขวด ซึ่งคิดเป็นมูลค่ารายรับเท่ากับ 1,104,168.00 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 8.07 ของรายรับทั้งหมด

<u>กำไรและต้นทุนต่อซีซี</u>

รายได้ทั้งหมดที่ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ได้จากการขายน้ำนมข้าวโพด โดยจะนำมาหักต้นทุนจากการผลิตทั้งหมด ทำให้ในปีการผลิต 2548 ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มีกำไรสุทธิจากการจำหน่ายน้ำนมข้าวโพดทั้งหมด 4,69,162.93 บาท ซึ่งทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มีการผลิตน้ำนมข้าวโพดจำนวนทั้งหมด 1,395,540 ขวด จะทำให้ทางศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มีต้นทุนต่อน้ำนมข้าวโพด 1 ซีซี เท่ากับ 0.025 บาท และมีกำไรต่อน้ำนมข้าวโพด 1 ซีซี เท่ากับ 0.0107 บาท (น้ำนมข้าวโพด 1 ขวด เท่ากับ 280 ซีซี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์ตาม AOAC (2000) โดยวิธี Macro – Kjeldahl

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในอาหารสามารถทำได้หลายวิธีแต่วิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือ วิธีทางเคมี เพราะสามารถทำได้ง่าย อุปกรณ์ที่ใช้ราคาไม่สูงมากนัก และมีผลที่มีความถูกต้องสูง

ในการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยทางวิธีทางเคมี วิธีของ Kjeldahl เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ผู้ค้นพบวิธีนี้คือ Dane Johan Kjeldahl

หลักการวิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธีนี้คือ การหาปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในโปรตีน เพราะโมเลกุลของโปรตีนจะมีกรดอะมิโน ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจับต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (peptide bond)

โปรตีนในอาหารแต่ละชนิดจะมีไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ตามแต่กรดอะมิโนที่ประกอบกันเป็นโปรตีน ดังนั้นถ้าทราบปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในโปรตีนก็จะสามารถทราบโปรตีนได้ เพื่อเป็นการสะดวกในการเปลี่ยนแปลงไนโตเจนที่มีอยู่ในโปรตีนเป็นปริมาณโปรตีนนั้น จึงได้คำนวณออกมาเป็นค่าคงที่ หรือที่เรียกว่า Kjeldahl factor และค่าที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวิเคราะห์อาหารคือ 6.25 C โดยทั่วไปโปรตีนมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 16 ดังนั้นถ้าไนโตรเจน 1 กรัม จะมีโปรตีนมากถึง 100/16 = 6.25 กรัม (วรรษมณ และคณะ, 2005)

การใช้ Kjeldahl factor ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งมีกรดอะมิโนแตกต่างกัน ขั้นตอนการปฏิบัติแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน

1. การเตรียมสารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์
2. การย่อย
3. การกลั่น
4. การไทเทรต
5. การคำนวณ

1. การเตรียมสารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

ใช้หลักการ sampling โดยน้ำหนักสารตัวอย่างที่ใช้ อยู่ในช่วง 0.5 – 5 กรัม

2. *การย่อย (digestion)*

วิธีการย่อย ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5-2.0 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติมสารคอปเปอร์ซัลเฟต และไดโพแทสเซียมซัลเฟตในอัตราส่วน 1:1 แล้วเติมกรดซัลฟุริกเข้มข้นประมาณ 20 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ตั้งหลอดย่อยบนหลุมเผา และสวมชุดดูดควันบนหลอดย่อย เปิดเครื่องย่อยที่อุณหภูมิประมาณ 520 องศาเซลเซียส ย่อยจนกระทั่งสารเปลี่ยนเป็นสารละลายสีเขียวหรือฟ้าใส แล้วตั้งทิ้งไว้ในให้เย็น

ขั้นตอนการย่อยนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปด้วย เพื่อให้เกิดการย่อยได้ดีและเร็ว ที่นิยมใช้กันคือ เกลือของทองแดง (Cu) ปรอท (Hg) ซิลีเนียม (Se) หรือ เปอร์ออกไซด์ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องใช้คู่กับ K_2SO_4 หรือ Na_2SO_4 เพื่อช่วยให้จุดเดือดสูงขึ้น หรือเป็นตัวเพิ่มอุณหภูมิ ปฏิกิริยาการย่อยเป็นปฏิกิริยา wet oxidation เกิดขึ้นได้

$$RNH_2COOH + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + SO_2 + H_2O$$

ผลจากปฏิกิริยาที่ได้ $(NH4)_2SO_4$ ส่วน CO_2, SO_2, H_2O จะระเหยออกไป

3. การกลั่น (Distillation)

เติมกรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ แล้วหยดสารละลายอินดิเคเตอร์เมทิลเรด (methyl red) หรือ อินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมทิลเรดกับบรอม ครีซอลกรีน (bromcresolgreen) 2-3 หยด จนกระทั่งสารละลายมีสีชมพู นำไปวางที่ตำแหน่งในเครื่องกลั่น และเลื่อนฐานขึ้นให้ปลายแท่งแก้วจุ่มในสารละลาย ใส่หลอดย่อยในเครื่องกลั่นปิดตู้ และเปิดเครื่องตั้งค่าให้เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 45 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร ตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่นประมาณ 350 วินาที เมื่อกลั่นเสร็จ สารละลายที่ได้จะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีฟ้าอมเขียว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังสมการ

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH$$

$$NH_4OH + H_3BO_3 \longrightarrow NH_4H_2BO_3 + H_2O$$

4. การไทเทรต

นำสารที่กลั่นได้ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติ ซึ่งได้สารละลายสีชมพู กรณีของแบลงก์ (Blank) ใช้วิธีเดียวกับตัวอย่าง

5. การคำนวณ

กรดซัลฟุริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จะทำปฏิกิริยาพอดีกับไนโตรเจน 0.0014 กรัม

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง D กรัม} = \frac{0.0014 \times A \times (B-C)}{0.1} \text{ กรัม}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง} = \frac{0.0014 \times A \times (B-C) \times 100}{0.1 \times D} \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีนในตัวอย่าง} = \frac{0.0014 \times A \times (B-C) \times 100 \times 6.25}{0.1 \times D} \%$$

เมื่อ A = ความเข้มข้นของกรดซัลฟุริก (นอร์มัล)

B = ปริมาณกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

C = ปริมาณกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

D = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times 14 \times N \times 100}{W \times 1000}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.38$$

กำหนดให้ A คือ ปริมาณกรดที่ใช้ในการไตเตรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B คือ ปริมาณกรดที่ใช้ในการไตเตรตกับแบลงก์
N คือ ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการไตเตรต (นอร์มัล)
W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

4. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

อบถ้วยอลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำมาใส่เดสิเคเตอร์ เมื่อนำไปชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนจนได้ค่าที่คงที่บันทึกค่าไว้ แล้วชั่งตัวอย่างในถ้วยอลูมิเนียมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนบันทึกค่าที่ได้ นำตัวอย่างไปอบพร้อมถ้วยอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำมาใส่เดสิเคเตอร์ ทิ้งให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำตัวอย่างไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(W-W_2) \times 100}{W1-W}$$

กำหนดให้ W คือ น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียม (กรัม)
W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)
W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมและตัวอย่างหลังอบแห้ง (กรัม)

5. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable activity) วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจำนวน 10 กรัม ใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 30 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอฟธาลีนประมาณ 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งถึงจุดยุติจะได้สารละลายสีชมพู

$$\text{ปริมาณกรดแลคติก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(N \times V_1 \times 90.8 \times 100)}{1000 \times V_2}$$

กำหนดให้ N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)
V_1 คือปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(มิลลิลิตร)

V_2 คือ ปริมาณของสารตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

6. ปริมาณไขมัน วิเคราะห์ตาม AOAC (2000) โดยใช้ Ether extraction method

1. เตรียมขวดระเหย โดยนำไปอบและหาน้ำหนักที่แน่นอน
2. การสกัดไขมันทำโดยนำน้ำนมมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส จากนั้นนำนมใส่ลงในฟลาสก์ 10±0.1 กรัม
3. เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1.5 มิลลิลิตร
4. หยดฟีนอฟทาลีน 3 หยด
5. เติมแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกที่เปียกน้ำ เขย่าเป็นเวลา 15 วินาที
6. เติมเอทิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียว เขย่าแรงๆ เป็นเวลา 1 นาที
7. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียวเขย่าเป็นเวลา 1 นาที
8. ตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้น เห็นสีชมพูในชั้นของน้ำ เทชั้นอีเทอร์ลงในขวดระเหย
9. เติม แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 15 วินาที
10. เติมเอทิลอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียว เขย่าแรงๆ เป็นเวลา 1 นาที
11. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียวเขย่าเป็นเวลา 1 นาที
12. ตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้น เทชั้นอีเทอร์ลงในขวดระเหย
13. เติมเอทิลอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียว เขย่าแรงๆ เป็นเวลา 1 นาที
14. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียวเขย่าเป็นเวลา 1 นาที
15. ตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้น เทชั้นอีเทอร์ลงในขวดระเหย
16. ระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหย
17. อบฟลาสก์พร้อมไขมันที่สกัดได้ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45-60 นาที
18. ทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักฟลาสก์พร้อมไขมันที่สกัดได้
19. ทำแบลงค์โดยใช้น้ำ 10 มิลลิลิตร แทนนม

$$\text{ร้อยละไขมัน} = \frac{(B - A) - \text{น้ำหนักแบลงค์} \times 100}{W}$$

กำหนดให้ A คือ น้ำหนักฟลาสก์ (กรัม)

B คือ น้ำหนักฟลาสก์และไขมันที่สกัดได้หลังอบ (กรัม)

W คือ น้ำหนักสารตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปริมาณเถ้า

1. อบครูซิเบิลในตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรืออบจนได้น้ำหนักคงที่ ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) และนำมาชั่งหาน้ำหนัก
2. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ 3-5 กรัม ใส่ลงในครูซิเบิล บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้
3. นำไปเผาในตู้เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จนได้เถ้าสีเทาอ่อนหรือได้น้ำหนักคงที่ (สำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลว ให้นำไปทำให้แห้งโดยใช้ boiling water bath นานประมาณ 15 นาที แล้วนำไปเผาต่อในตู้เผา)
4. นำออกจากตู้เผา ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น นำมาชั่งหาน้ำหนักและบันทึกค่าที่ได้

การคำนวณ

$$\text{ร้อยละของเถ้าทั้งหมด} = \frac{(A-B) \times 100}{W}$$

กำหนดให้ A คือ น้ำหนักครูซิเบิล+ ตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

B คือ น้ำหนักครูซิเบิล (กรัม)

W คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

8. ปริมาณเส้นใยอาหาร

1 อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักที่คงที่ และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

2 อบถ้วยแก้วที่อุณหภูมิ100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักและจดบันทึกไว้

3 ชั่งตัวอย่างหนักประมาณ 1 กรัม สูงประมาณ 1 มิลลิเมตร ใส่ในถ้วยแก้ว

4 วางถ้วยแก้วลงในหลุมของเครื่องมือสกัดเส้นใย เติมสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น 0.01 นอร์มัล ที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ประมาณ 200 มิลลิลิตร อาจเติมสารป้องกันการเกิดฟอง เช่น glass bead ประมาณ 2-3 เม็ด

5 ต้มให้เดือดนานประมาณ 30 นาที

6 กรองเอาสารละลายกรดออก (เปิดลิ้นไปที่ vacuum)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้งๆ ละ 30 มิลลิลิตร (ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิดลิ้นไปที่ *Pressure* เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด)

8 เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.23 นอร์มัล ที่ทำให้ร้อนลงไปประมาณ 200 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที

9 กรองเอาสารละลายด่างออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง

10 ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็น 1 ครั้ง และอะซีโตน 3 ครั้ง ครั้งๆ ละ 25 มิลลิลิตร

11 ทำให้แห้งโดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะได้น้ำหนักที่คงที่ ซึ่งน้ำหนักที่ได้เป็นน้ำหนักของเส้นใยหยาบรวมกับน้ำหนักของเถ้า

12 นำกากที่ได้ใส่ในครูซิเบิลแล้วนำไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก ซึ่งน้ำหนักที่ได้คือน้ำหนักเถ้า

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{ร้อยละของเส้นใย} = \frac{(A-B) \times 100}{W}$$

กำหนดให้ A คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

B คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตรวจสอบค่าการแยกชั้นของน้ำ (syneresis)

การตรวจสอบค่าการแยกชั้นของน้ำ เป็นปริมาณน้ำที่แยกจากเนื้อโยเกิร์ตในเวลาที่กำหนด โดยชั่งขวดรูปชมพู่และจดค่าน้ำหนักไว้ จากนั้นชั่งโยเกิร์ตให้มีน้ำหนักที่แน่นอนลงบนกระดาษกรอง (Whatman No.1) ซึ่งวางในกรวยแก้วบนขวดรูปชมพู่ จับเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่ที่มีน้ำที่แยกจากโยเกิร์ตรวมอยู่ด้วยจดค่าไว้ นำค่าน้ำหนักขวดรูปชมพู่มาลบออกจะได้ค่าน้ำหนักที่แยกจากเนื้อโยเกิร์ต คำนวณเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของน้ำ

$$\text{ค่าการแยกชั้นของน้ำ} = \frac{\text{น้ำที่แยกได้จากเนื้อโยเกิร์ต} \times 100}{\text{น้ำหนักโยเกิร์ตที่ใช้}}$$

2. การวัดค่าสี L, a และ b โดยเครื่อง Minolta CR-300

วิธีการตั้งค่า

กดปุ่ม Injdex Set แล้วกดปุ่ม ↻ วนขึ้นหน้าจอ ให้เลือก Light Source C หรือ D_{65} แล้วกดปุ่ม Enter

วิธีการCalibrate เครื่อง Minolta CR-300

1. กดปุ่ม Calibrate หน้าจอจะขึ้นค่า Y..... x..... y..... ให้ใส่ค่าตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือก คือ C หรือ D_{65} ตามค่าที่ให้มาในแผ่น White plate (ใช้ปุ่ม ◄—► เพื่อเลื่อนตำแหน่งให้กับค่าที่จะใส่)
2. เมื่อค่า Y..... x.....y..... ตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกแล้ว นำหัววัดวางบนแผ่น White plate แล้วกดปุ่ม measure (ที่หัววัดหรือที่เครื่อง) ไฟจะแฟลช 3 ครั้ง แสดงว่าเครื่องได้ Calibrate เรียบร้อยแล้ว
3. กดปุ่ม Color Space select เพื่อให้หน้าจอขึ้นค่า Y..... x..... y..... เพื่อจะใช้ในการวัดสีต่อไป

การวัดสีแบบหาค่าเฉลี่ย

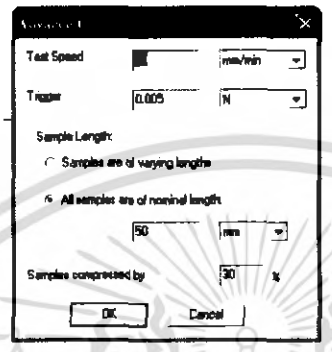
1. กดปุ่ม All data clear กดปุ่ม Enter เพื่อล้างข้อมูลเก่า
2. นำหัววัดวางบนแผ่นชิ้นงาน กดปุ่ม measure วัดอย่างน้อย 5 จุด
3. กดปุ่ม statistical กดปุ่ม Enter

3. การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเครื่อง Texture Analyzer

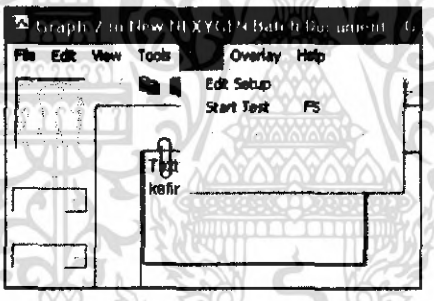
1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
2. ตั้งค่าหัวเจาะให้เข้าใกล้ฐานมากที่สุด จากกดปุ่ม set zero

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

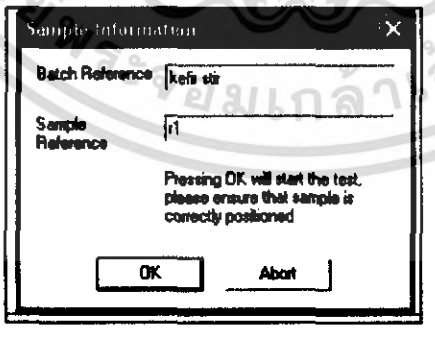
3. เข้าโปรแกรม NEXYGEN Batch document
4. เลือก หัวข้อ [redacted]
5. เลือก [redacted]
6. เลือกเมนู [redacted]
7. คลิกขวาเลือก advanced เพื่อตั้งค่า ดังนี้



8. คลิก Test กด Start Test



9. ใส่ข้อมูลตัวอย่างที่ต้องการวัดค่า แล้วจึง คลิก OK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด

เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม ปิเปตสารละลายที่ระดับวามเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และทำ spread plate technique บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในรูปโคโลนีต่อกรัม

2. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม ปิเปตสารละลายที่ระดับวามเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) และทำ pour platetechnique บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนแบคทีเรียจุลินทรีย์ในรูป โคโลนีต่อกรัม

3. การวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria)

3.1 การตรวจสอบขั้นต้น (presumptive test)

เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.2) ที่ฆ่าเชื้อแล้วจนได้ระดับความเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ10^{-3} ตามลำดับ ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร Laury Sulfate Tryptose broth (LST) โดยทำความเจือจางละ 3 หลอด บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง บันทึกจำนวนหลอดอาหาร LST ทั้งหมดที่เกิดก๊าซ แล้วเทียบตาราง MPN ค่าที่ได้คือปริมาณมากที่สุดของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่อาจพบในตัวอย่างในการวิเคราะห์ขั้นต้น

3.2 การตรวจสอบขั้นยืนยัน (confirm test)

ถ่ายเชื้อจากอาหาร LST หลอดที่เป็นบวก (เกิดก๊าซภายใน 48 ± 1 ชั่วโมง) ทุกๆหลอด หลอดละ 1 ลูป ลงในอาหาร Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง บันทึกจำนวนหลอดอาหาร BGB ทั้งหมดที่เกิดก๊าซ แล้วเทียบกับตาราง MPN ค่าที่ได้เป็นปริมาณที่ยืนยันว่าเป็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียปริมาณมากที่สุดของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยรายงานผลเป็น MPN ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตรวจสอบขั้นสุดท้าย (complete test)

ถ่ายเชื้อจากอาหาร BGLB หลอดที่เป็นบวกไปทำ streak plate technique ให้เป็นโคโลนีเดี่ยวๆบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin Methylene Blue agar (EMB) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สังเกตโคโลนีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่ง Escherichia coli จะมีโคโลนีสีม่วงเข้มและมีผิวสีเขียวเป็นโลหะมันวาว (metallic sheet) ส่วน Aerobacter aerogenes โคโลนีจะมีสีชมพูอ่อน จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเชื้อถ่ายโคโลนีที่เกิดขึ้นลงใน Plate Count Agar slant (PCA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำไปทดสอบทางชีวเคมีต่อไป

4. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์

เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast Malt Extraxt agar (YM) และทำ spread plate technique บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนยีสต์และราในรูปโคโลนีต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. DeMan, Rogosa, Sharp medium (MRS)

Glucose	20	กรัม
Peptone	10	กรัม
Yeast extract	5	กรัม
Beef extract	10	กรัม
Sodium acetate	5	กรัม
Tri-ammonium citrate	2	กรัม
K_2HPO_4	2	กรัม
MgSO4.7H2O	0.2	กรัม
MnSO4.H2O	0.1515	กรัม
Tween 80	1	มิลลิลิตร
Agar 1.5 เปอร์เซ็นต์		
$CaCO_3$ 1.0 เปอร์เซ็นต์		
Bromocresol purple 0.004 เปอร์เซ็นต์		

ละลายส่วนผสมทั้งหมด แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. Plate Count Agar (PCA)

Tryp tone	5.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Glucose	1.0	กรัม
Agar	15	กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมด (ยกเว้นAgar) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ปรับระดับความเป็นกรดเป็นด่างเป็น 7 เติมagar และให้ความร้อนจน agarละลาย นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 Psi

3. Potato Dextrose Agar (PDA)

มันฝรั่ง	200	กรัม
กลูโคส	20	กรัม
Agar	15	กรัม

ต้มมันฝรั่งเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วต้มมันฝรั่งในน้ำเดือดพอสุก กรองเอาเฉพาะน้ำ ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร เติมกลูโคส และ Agar นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วเติมสารละลายกรดทาร์ทาริกที่ฆ่าเชื้อแล้ว ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 14 มิลลิลิตร

4. *Lauryl Sulphate Tryptone broth (LST)*

Tryptone	20	กรัม
Lactose	5	กรัม
NaCl	5	กรัม
K_2HPO_4	2.75	กรัม
KH_2PO_4	2.75	กรัม
Sodium lauryl sulphate	0.1	กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมด แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปรับระดับความเป็นกรดด่างเป็น 6.8 แบ่งใส่หลอดทดลอง หลอดละ 9 มิลลิลิตร พร้อมด้วยหลอดดักก๊าซ ปิดฝา นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5. Eosin methylene blue agar (EMB)

Gelatin peptone	10	กรัม
Sucrose	5	กรัม
Eosin Y	0.4	กรัม
Agar	13.5	กรัม
Lactose	5	กรัม
K_2HPO_4	2	กรัม
Methylene blue	0.065	กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมด แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปรับระดับความเป็นกรดด่างเป็น 7.2 ± 0.2 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

6. Yeast malt extract agar (YM)

Yeast extract	4	กรัม
Malt extract	10	กรัม
Dextose	4	กรัม
Agar	15	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายส่วนผสมทั้งหมด แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

7. Brilliant green bile lactose broth (BGLB)

Peptone	10	กรัม
Lactose	10	กรัม
Ox bile	20	กรัม
Brilliant green	0.0133	กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมด แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปรับระดับความเป็นกรดด่างเป็น 7.4 แบ่งใส่หลอดทดลอง หลอดละ 9 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบเมื่อใส่คอลลาเจนในปริมาณที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง : ดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน

คำแนะนำ : กรุณาตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเหมือนหรือความแตกต่างจากโยเกิร์ตที่ทำจากนมสดตามท้องตลาด โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-9 โดย

ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	9
ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	8
ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	7
ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	6
เฉยๆ	ให้คะแนนเท่ากับ	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	4
ไม่ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	3
ไม่ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	2
ไม่ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	1

กรุณาบ้วนปากหลังชิมทุกครั้ง

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง			
	___	___	___	___
สี	___	___	___	___
กลิ่น	___	___	___	___
ลักษณะเนื้อสัมผัส	___	___	___	___
ความเปรี้ยว	___	___	___	___
ความหวาน	___	___	___	___
ความชอบโดยรวม	___	___	___	___

ข้อเสนอแนะ _____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบเมื่อใส่คอลลาเจนและเส้นใยอาหาร

ตัวอย่าง : คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน

คำแนะนำ : กรุณาตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเหมือนหรือความแตกต่างจากโยเกิร์ตที่ทำจากนมสดตามท้องตลาด โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-9 โดย

ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	9
ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	8
ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	7
ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	6
เฉยๆ	ให้คะแนนเท่ากับ	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	4
ไม่ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	3
ไม่ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	2
ไม่ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	1

กรุณาบ้วนปากหลังชิมทุกครั้ง

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง						
	___	___	___	___	___	___	___
สี	___	___	___	___	___	___	___
กลิ่น	___	___	___	___	___	___	___
ลักษณะเนื้อสัมผัส	___	___	___	___	___	___	___
ความเปรี้ยว	___	___	___	___	___	___	___
ความหวาน	___	___	___	___	___	___	___
ความชอบโดยรวม	___	___	___	___	___	___	___

ข้อเสนอแนะ _____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ข้อกำหนดทางกฎหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
ฉบับที่ ๔๖ (พ.ศ. ๒๕๒๓)
เรื่อง นมเปรี้ยว

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ และมาตรา ๖ (๑) (๒) และ(๗) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่ากระทรวงสาธารณะสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อที่ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๗ (พ.ศ.๒๕๒๒) เรื่องกำหนดนมเปรี้ยวเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ลงวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๒๒

ข้อที่ ๒ ให้นมเปรี้ยวเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อที่ ๓ นมเปรี้ยว (Cultures milk) หมายความว่า นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมที่หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรือที่ไม่ทำให้เกิดพิษ และมีจุลินทรีย์ดังกล่าวที่มีชีวิตคงเหลืออยู่จากกรรมวิธีการหมักนั้น หรืออาจเติมวัตถุที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต หรืออาจปรุงแต่งสี กลิ่น รสด้วยก็ได้

ข้อ ๔ นมเปรี้ยวต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

1. มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑.๔ ของน้ำหนัก
2. ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด E. coli ในอาหาร ๐.๑ กรัม
3. ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล
4. ไม่มีวัตถุกันเสีย
5. ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ ๕ นมเปรี้ยว ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน ๑๐ องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่จำหน่ายจะต้องไม่เกิน ๗ วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

ข้อ ๖ ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุนมเปรี้ยว ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ ๗ การแสดงฉลากของนมเปรี้ยวให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ มกราคม ๒๕๒๓

บุญสม มาร์ติน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(๕๗ ร.จ. ๖๔๗ ตอนที่ ๒๕ (แผนกราชกิจจาฯ) ลงวันที่ ๒๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๓)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
ฉบับที่ ๙๙ (พ.ศ. ๒๕๒๕)
เรื่อง นมเปรี้ยว (ฉบับที่ ๒)

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ และมาตรา ๖ (๑) (๒) และ(๗) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่ากระทรวงสาธารณะสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อที่ ๑ ให้ยกเลิกความในข้อ ๓ ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๔๖ (พ.ศ. ๒๕๒๓) เรื่อง นมเปรี้ยว ลงวันที่ ๒๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๒๓ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อที่ ๓ นมเปรี้ยว (Cultures milk) หมายความว่า นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมที่หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรือที่ไม่ทำให้เกิดพิษ อาจเติมวัตถุที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิตหรืออาจปรุงแต่งสี กลิ่น รสด้วยก็ได้"

ข้อที่ ๒ ให้ยกเลิกความในข้อ ๕ ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๔๖ (พ.ศ. ๒๕๒๓) เรื่อง นมเปรี้ยว ลงวันที่ ๒๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๒๓ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ ๕ นมเปรี้ยวที่มีจุลินทรีย์ที่ใช้ในกรรมวิธีการหมักมีชีวิตคงเหลืออยู่ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน ๑๐ องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่จำหน่ายจะต้องไม่เกิน ๗ วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ"

ประกาศฉบับนี้ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารที่ออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ ๖๒ (พ.ศ. ๒๕๒๔) เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๗ กันยายน ๒๕๒๔ ให้ผู้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับดังกล่าวมาดำเนินการแก้ไขตำรับอาหารให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๒ มีนาคม ๒๕๒๕
มารุต บุนนาค
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(๑๐๓ ร.จ. ๕ ตอนที่ ๕๕ (แผนกราชกิจจาฯ) ลงวันที่ ๑๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๕)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 289) พ.ศ.2548
เรื่อง นมเปรี้ยว

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง นมเปรี้ยว

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคลซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 39 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 46 (พ.ศ.2523) เรื่อง นมเปรี้ยว ลงวันที่ 28 มกราคม พ.ศ.2523

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 99 (พ.ศ.2529) เรื่อง นมเปรี้ยว (ฉบับที่ 2) ลงวันที่12 มีนาคม พ.ศ.2529

ข้อ ๒ ให้นมเปรี้ยว เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ ๓ นมเปรี้ยว (Fermented milk) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากน้ำนมจากสัตว์ที่นำมาบริโภคได้ หรือส่วนประกอบของน้ำนมที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแล้ว หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรืออันตราย ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และอาจปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมวัตถุเจือปนอาหาร สารอาหารหรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่นมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ให้รวมถึงนมเปรี้ยวที่นำมาผ่านการฆ่าเชื้อ การแช่เข็ง หรือการทำให้แห้งด้วย

ข้อ ๔ นมเปรี้ยวแบ่งตามชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักได้ ดังนี้

(1) โยเกิร์ต (Yoghurt) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรีย สเตรปโทค็อกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*) และแล็กโทบาซิลลัส เดลบรึคกิไอ ซับสปีชีส์ บัลแกริคัส (*Lactobacilludelbrueckii* subsp. *bulgaricus*) หรือแล็กโทบาซิลลัส ซับสปีชีส์ อื่น

(2) นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส (Acidophilus Milk) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียแล็กโทบาซิลลัส แอซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) นมเปรี้ยวเคเฟอร์ (Kefir) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียและยีสต์ ได้แก่ แล็กโทบาซิลลัส เคฟีไร (*Lactobacillus kefiri*) หรือแล็กโทค็อกคัส (*Lactococcus*) และแอซีโทแบกเตอร์(*Acetobacter*) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (*Kluyveromyces marxianus*) และแซ็กคาโรไมซีส ยูนิสปอรัส (*Saccharomyces unisporus*) หรือแซ็กคาโรไมซีส เซรีวิซิอี (*Saccharomyces cerevisiae*) หรือแซ็กคาโรไมซีสแอซิกูอัส (*Saccharomyces exiguus*)

(4) นมเปรี้ยวคูมิส (Kumys) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรีย และยีสต์ ได้แก่ แล็กโทบาซิลลัส เดลบรึคคิไอ ซับสปีชีส์ บัลแกริคัส (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (*Kluyveromyces marxianus*)

(5) นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่แตกต่างหรือนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ใน (1)-(4) เช่น แล็กโทบาซิลลัส คาเซอิ ซับสปีชีส์ ชิโรต้า (*Lactobacillus casei* subsp. *shirota*) บิฟีโดแบคทีเรียม(*Bifidobacterium*)

นมเปรี้ยวตาม (1)(2)(3) และ (4) อาจใส่จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักชนิดอื่นเพิ่มเติมจากที่กำหนดได้

ข้อ ๕ การเติมสารอาหารในนมเปรี้ยว ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

ข้อ ๖ นมเปรี้ยวที่จะนำไปผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องทำให้เป็นเนื้อเดียวกันและฆ่าเชื้อด้วยกรรมวิธีอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) พาสเจอร์ไรส์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียลักษณะที่ต้องการเมื่อผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อดังกล่าว โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(1.1) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า หรือ

(1.2) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

(2) ยูเอชที หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียส ขึ้นไปและคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ตามระยะเวลาที่เพียงพอจะทำลายจุลินทรีย์ที่สามารถเพิ่มจำนวนเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิปกติ แล้วบรรจุในภาชนะและในสภาวะที่ปราศจากเชื้อ

(3) กรรมวิธีอย่างอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่ากรรมวิธีตาม (1) หรือ (2) ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ ๗ นมเปรี้ยวที่มิได้ปรุงแต่งต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นรสตามลักษณะของนมเปรี้ยวนั้น

(2) มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.7 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(1)(2)(3) และ (5)

(3) มีมันเนยดังนี้

(3.1) น้อยกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(1) และ (2)

(3.2) น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(3)(4) และ (5)

(4) มีค่าความเป็นกรด โดยคำนวณเป็นกรดแลกติก ดังนี้

(4.1) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(1)(2) และ (3)

(4.2) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.7 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(4)

(4.3) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.3 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(5)

(5) มีจุลินทรีย์ที่ใช้ในกรรมวิธีการหมักคงเหลือในนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัมแล้วแต่กรณี ดังนี้

(5.1) แบคทีเรียไม่น้อยกว่า 10,000,000 โคโลนี

(5.2) ยีสต์ไม่น้อยกว่า 10,000 โคโลนี

(6) ไม่ใช้วัตถุกันเสีย

(7) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(8) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่อนมเปรี้ยว 1 กรัม โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(9) ตรวจพบเชื้อราได้ไม่เกิน 100 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

(10) ตรวจพบยีสต์ไม่เกิน 100 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ไม่ได้ใช้ยีสต์ในการหมักและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

(11) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ไม่เกิน 10 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

ข้อ ๘ นมเปรี้ยวที่ปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

(1) กรณีไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8)(9) และ(10) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3)(4) และ (5) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

ข้อ ๙ นมเปรี้ยวแช่แข็งเมื่อกลับคืนสภาพเดิมแล้ว (thawing) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังนี้

(1) กรณีที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและไม่ได้ปรุงแต่ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(2)(3)(4)(6)(7)(8)(9) และ (10) และต้องมีจุลินทรีย์และยีสต์ที่ใช้ในการหมักเหลืออยู่และมีชีวิตด้วย

(2) กรณีที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8)(9) และ (10) และต้องมีจุลินทรีย์และยีสต์ที่ใช้ในการหมักเหลืออยู่และมีชีวิตด้วย สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

(3) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและไม่ได้ปรุงแต่ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ(1)(2)(3)(4)(6)(7)(8) และ (11) (4) กรณีที่ ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและ ปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมี คุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตาม ข้อ 7(2)(3)และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

ข้อ ๑๐ นมเปรี้ยวชนิดแห้งเมื่ออยู่ในสภาพพร้อมบริโภคตามวิธีละลายเพื่อบริโภคที่ระบุไว้บนฉลากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังนี้

(1) กรณีไม่ปรุงแต่งต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(2)(3)(4)(6)(7)(8)และ (11)

(2) กรณีปรุงแต่งต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

กรณีที่มีวัตถุประสงค์การใช้ต่างจากวรรคหนึ่ง อาจมีคุณภาพหรือมาตรฐานต่างจากวรรคหนึ่งได้แต่ต้องเป็นไปตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

ข้อ ๑๑ นมเปรี้ยวที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6(1)ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคต้องไม่เกิน 30 วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย แต่ทั้งนี้ไม่รวมนมเปรี้ยวแช่แข็งหรือนมเปรี้ยวชนิดแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่จะแสดงระยะเวลาการบริโภคเกินกว่าที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง ต้องมีมาตรการในการควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ตลอดระยะเวลาตั้งแต่หลังการบรรจุถึงการจำหน่ายถึงผู้บริโภค เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ ๑๒ นมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6(2) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติ ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะก่อนออกจำหน่าย เพื่อตรวจสอบว่ายังคงมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กำหนด และไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิมที่ทำขึ้น แต่ทั้งนี้ไม่รวมนมเปรี้ยวแช่แข็งหรือนมเปรี้ยวชนิดแห้ง

ข้อ ๑๓ การใช้วัตถุเจือปนอาหารนอกจากวัตถุกันเสีย ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหารกรณีตรวจพบวัตถุกันเสียที่ตกค้างมาจากวัตถุที่ใช้ปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่นมที่เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ปริมาณที่ตรวจพบจะต้องไม่เกินปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในวัตถุดิบเหล่านั้น แล้วแต่กรณี

ข้อ ๑๔ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้านมเปรี้ยวเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ ๑๕ การใช้ภาชนะบรรจุนมเปรี้ยว ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ

ข้อ ๑๖ การแสดงฉลากของนมเปรี้ยว ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลากเว้นแต่การใช้ชื่ออาหารของนมเปรี้ยวและการแสดงข้อความสำหรับนมเปรี้ยวบางชนิดให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

(1) ชื่ออาหารของนมเปรี้ยว

(1.1) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(1) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “โยเกิร์ต” หรือ “นมเปรี้ยวโยเกิร์ต” สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดโยเกิร์ต”

(1.2) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(2) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส” สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดแอซิโดฟิลัส”

(1.3) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(3) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยวเคเฟอร์” สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดเคเฟอร์”

(1.4) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(4) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยวคูมิส” สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดคูมิส”

(1.5) “นมเปรี้ยว” สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(5)การใช้ชื่ออาหารของนมเปรี้ยวอาจใช้ชื่อทางการค้าได้ แต่ต้องมีข้อความตาม (1.1) (1.2) (1.3)(1.4) หรือ (1.5) แล้วแต่กรณี กำกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่ออาหารด้วย โดยจะแสดงอยู่ในบรรทัดเดียวกับชื่อทางการค้าก็ได้ และจะมีขนาดตัวอักษรต่างกับชื่อทางการค้าก็ได้ แต่ต้องสามารถอ่านได้ชัดเจน

(2) นมเปรี้ยวเคเฟอร์และนมเปรี้ยวคูมิส ต้องแสดงข้อความดังต่อไปนี้ด้วย

(2.1) "มีเอทธิลแอลกอฮอล์ไม่เกิน ...%" (ความที่เว้นไว้ให้ระบุปริมาณแอลกอฮอล์เป็นร้อยละ ของน้ำหนัก ด้วยตัวอักษรที่อ่านได้ชัดเจน บริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า

(2.2) "เด็กและสตรีมีครรภ์ ไม่ควรรับประทาน" ด้วยตัวอักษรที่อ่านได้ชัดเจน

(3) นมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ ๖ ต้องแสดงข้อความ "พาสเจอร์ไรส์" หรือ"ยูเอชที" เป็นส่วนหนึ่งของชื่ออาหารหรือกำกับชื่ออาหาร แล้วแต่กรณี

ข้อ ๑๗ ให้ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้านมเปรี้ยวที่ได้รับเลขสารบบอาหารอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยื่นขอแก้ไขรายละเอียดให้ถูกต้องตามประกาศนี้ ภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และยังคงใช้ฉลากเดิมต่อไปได้ แต่ต้องไม่เกินหนึ่งปีนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ ๑๘ ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2548

สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 122 ตอนพิเศษ 021 ง ลงวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ.2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลและข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบค่าพีเอช และปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงไปของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนที่ระยะเวลาต่างๆ

		เวลา(ชั่วโมง)				
		0	**4**	**8**	**12**	**16**
ค่าพีเอช	ชุดควบคุม	6.18	5.48	4.81	4.5	4.39
	ร้อยละ 0.1	6.22	5.32	4.77	4.46	4.37
	ร้อยละ 0.5	6.19	5.3	4.7	4.53	4.35
	ร้อยละ 0.5	6.2	5.27	4.69	4.48	4.43
ปริมาณกรด	ชุดควบคุม	0.379	0.836	1.29	1.35	1.41
	ร้อยละ 0.1	0.366	0.819	1.1	1.42	1.45
	ร้อยละ 0.5	0.337	0.77	1.033	1.233	1.46
	ร้อยละ 0.5	0.323	0.787	1.12	1.207	1.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าพีเอชและปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงไปของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารที่เวลาต่างๆ

		เวลา(ชั่วโมง)				
		0	**4**	**8**	**12**	**16**
ค่าพีเอช	**สูตรที่ 1**	6.21	5.08	4.7	4.5	4.39
	สูตรที่ 2	6.22	4.99	4.67	4.46	4.37
	สูตรที่ 3	6.22	5.19	4.7	4.53	4.41
	สูตรที่ 4	6.2	5.11	4.73	4.53	4.43
	สูตรที่ 5	6.26	6.03	4.68	4.51	4.42
	สูตรที่ 6	6.22	6.02	4.74	4.56	4.47
	สูตรที่ 7	6.24	6.06	4.71	4.52	4.43
ปริมาณกรด	**สูตรที่ 1**	0.38	0.842	1.13	1.207	1.383
	สูตรที่ 2	0.327	0.873	1.1	1.21	1.303
	สูตรที่ 3	0.337	0.77	1.033	1.233	1.265
	สูตรที่ 4	0.323	0.783	0.983	1.207	1.29
	สูตรที่ 5	0.343	0.427	1.013	1.177	1.44
	สูตรที่ 6	0.33	0.367	0.977	1.2	1.307
	สูตรที่ 7	0.3	0.39	1.065	1.4	1.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบปริมาณยีสต์และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจน

		เวลา(ชั่วโมง)				
		0	4	8	12	16
ปริมาณยีสต์	ชุดควบคุม	130	250	3700	46000	610000
	ร้อยละ 0.1	240	280	4300	53000	640000
	ร้อยละ 0.5	260	360	4900	58000	680000
	ร้อยละ 0.5	300	380	5500	66000	700000
ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก	ชุดควบคุม	460	680	1100	320000	16000000
	ร้อยละ 0.1	540	740	1900	380000	34000000
	ร้อยละ 0.5	680	920	2900	430000	37000000
	ร้อยละ 0.5	350	570	980	170000	6800000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบปริมาณยีสต์และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร

		ปริมาณยีสต์และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก(เส้นใยอาหาร)				
		เวลา(ชั่วโมง)				
		0	4	8	12	16
ค่าฟีเอช	สูตรที่ 1	320	560	450	150000	6600000
	สูตรที่ 2	450	650	810	240000	12000000
	สูตรที่ 3	520	720	1900	380000	29000000
	สูตรที่ 4	670	890	2900	410000	34000000
	สูตรที่ 5	320	630	880	210000	13000000
	สูตรที่ 6	490	690	1100	320000	26000000
	สูตรที่ 7	680	860	2400	410000	35000000
ปริมาณกรด	สูตรที่ 1	120	260	3800	45000	590000
	สูตรที่ 2	230	290	4200	51000	630000
	สูตรที่ 3	260	350	4800	58000	670000
	สูตรที่ 4	310	390	5300	65000	690000
	สูตรที่ 5	220	240	3200	42000	590000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนด้วยโปรแกรมทางสถิติ

Post Hoc Tests สี

Homogeneous Subsets

data1

Duncan [a]

	N	Subset for alpha = .05
		1
2	30	6.4333
3	30	6.4667
1	30	6.7000
4	30	6.7000
Sig.		.464

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Post Hoc Tests กลิ่น

Homogeneous Subsets

data2

Duncan [a]

¡ÂÔè¹	N	Subset for alpha = .05
		1
4	30	5.2333
2	30	5.4333
1	30	5.4667
3	30	5.5333
Sig.		.559

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests ลักษณะเนื้อสัมผัส

Homogeneous Subsets

data3

Duncan [a]

ÅÑ¡É³Ðà¹×éÍÊÑÁ¼ÑÉ	N	Subset for alpha = .05 1
2	30	5.7667
3	30	5.8000
1	30	6.0333
4	30	6.2333
Sig.		.286

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Post Hoc Tests ความเปรี้ยว

Homogeneous Subsets

data4

Duncan [a]

¤ÇÒÁà»ÃÒéÃÇ	N	Subset for alpha = .05 1
4	30	4.4333
3	30	4.5667
1	30	4.6667
2	30	4.7333
Sig.		.634

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Testsความหวาน

Homogeneous Subsets

data5

Duncan [a]

¤ÇÒÁËÇÒ¹	N	Subset for alpha = .05 1
4	30	3.7000
3	30	3.7667
1	30	3.8000
2	30	4.1000
Sig.		.491

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Post Hoc Tests ความชอบโดยรวม

Homogeneous Subsets

data6

Duncan[a]

¤ÇÁªÍºä´ÃÇÁ	N	Subset for alpha = .05 1	2
4	30	4.2000	
2	30	4.8667	
1	30	4.9333	
3	30		6.3667
Sig.		.147	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตรโดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests สี

Homogeneous Subsets

data1

Duncan[a]

ÊÕ	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	30	6.8667
7.00	30	7.1667
5.00	30	7.2333
6.00	30	7.2333
3.00	30	7.3000
4.00	30	7.3333
2.00	30	7.3667
Sig.		.084

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Post Hoc Tests กลิ่น

Homogeneous Subsets

data2

Duncan[a]

¡ÃÔè¹	N	Subset for alpha = .05
		1
5.00	30	5.8333
7.00	30	5.8333
4.00	30	6.0667
6.00	30	6.1000
2.00	30	6.2333
1.00	30	6.4000
3.00	30	6.4667
Sig.		.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests ลักษณะเนื้อสัมผัส

Homogeneous Subsets

data3

Duncan[a]

ÅÑ¡É³Ðà¹×éÍÊÑÁ¼ÑÉ	N	Subset for alpha = .05
		1
7.00	30	5.8667
5.00	30	6.1000
1.00	30	6.1667
6.00	30	6.3667
3.00	30	6.5000
2.00	30	6.5667
4.00	30	6.5667
Sig.		.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Post Hoc Tests ความเปรี้ยว

Homogeneous Subsets

data4

Duncan[a]

¤ÇÒÁà»ÃÕéÇ	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	30	5.6000	
7.00	30	6.1667	6.1667
1.00	30	6.2667	6.2667
3.00	30	6.2667	6.2667
2.00	30	6.3667	6.3667
6.00	30		6.5667
4.00	30		6.7000
Sig.		.096	.262

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests ความหวาน

Homogeneous Subsets

data5

Duncan[a]

¤ÇÒÁËÇÒ¹	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2.00	30	5.8000	
5.00	30	5.8000	
7.00	30	5.9000	
6.00	30	6.3333	6.3333
3.00	30	6.4667	6.4667
1.00	30	6.5667	6.5667
4.00	30		6.8667
Sig.		.085	.215

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Post Hoc Tests ความชอบโดยรวม

Homogeneous Subsets

data6

Duncan[a]

¤ÇÒÁªÍºâ´ÂÃÇÁ	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	30	5.8667		
7.00	30	6.1000	6.1000	
2.00	30	6.4000	6.4000	6.4000
3.00	30	6.6000	6.6000	6.6000
1.00	30		6.7000	6.7000
6.00	30		6.7333	6.7333
4.00	30			7.1000
Sig.		.066	.124	.088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะสีผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนโดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests ค่า L*

Homogeneous Subsets

data1

Duncan [a]

L	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1.00	3	82.5067	
3.00	3	82.8633	82.8633
2.00	3	82.8700	82.8700
4.00	3		84.3833
Sig.		.647	.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests ค่า a*

Homogeneous Subsets

data2

Duncan [a]

a	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	3	-4.6067
2.00	3	-4.5333
4.00	3	-4.3100
3.00	3	-4.2733
Sig.		.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests ค่า b*

Homogeneous Subsets

data3

Duncan [a]

b	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
4.00	3	19.6500		
1.00	3	19.6800		
3.00	3		20.3233	
2.00	3			21.1867
Sig.		.872	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests syneresis

Homogeneous Subsets

data4

Duncan [a]

syneresis	N	Subset for alpha = .05
		1
.00	3	9.1700
.30	3	10.5200
.50	3	11.2100
.10	3	12.7700
Sig.		.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะสีผลิตภัณฑ์ดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหาร ทั้ง 7 สูตรโดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests L*

Homogeneous Subsets

data1

Duncan[a]

L	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
4.00	3	82.9667		
5.00	3		83.0667	
7.00	3		83.2333	
2.00	3		84.4333	84.4333
3.00	3		83.6333	83.6333
6.00	3		83.1023	83.1023
1.00	3			85.3094
Sig.		1.000	.058	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests a*

Homogeneous Subsets

data2

Duncan[a]

a	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	3	-3.2114	
2.00	3	-3.3330	
1.00	3	-3.0812	
5.00	3	-3.1200	
3.00	3	-3.2014	
7.00	3		-2.5467
6.00	3		-2.3104
Sig.		.560	.293

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests b*

Homogeneous Subsets

data3

Duncan[a]

b	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
2.00	3	17.80120		
6.00	3		17.98780	
7.00	3		18.12150	
3.00	3		18.90120	
1.00	3			17.86780
4.00	3			19.05640
5.00	3			17.30890
Sig.		1.000	.110	.546

Means for groups in homogeneous subsets are displayed

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests syneresis

Homogeneous Subsets

data4

Duncan[a]

syneresis	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	3	.0811	
2.00	3		3.8590
1.00	3		3.6189
5.00	3		2.3681
3.00	3		3.8754
7.00	3	.5787	
6.00	3		3.4054
Sig.		.560	.293

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนโดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests hardnes

Homogeneous Subsets

data1

Duncan[a]

Hardness	N	Subset for alpha = .05
		1
.10	3	.1221
.30	3	.1303
.50	3	.1339
.00	3	.1341
Sig.		.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests cohesiveness

Homogeneous Subsets

data2

Duncan[a]

Cohesiveness	N	Subset for alpha = .05
		1
.00	3	.5188
.10	3	.5893
.30	3	.5501
.50	3	.5370
Sig.		.123

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests springiness

Homogeneous Subsets

data3

Duncan[a]

Springiness	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
.00	3	12.6590	
.10	3	13.6070	13.6070
.30	3	14.1449	14.1449
.50	3		14.2902
Sig.		.083	.177

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests adhesiveness

Homogeneous Subsets

data4

Duncan[a]

Adhesiveness	N	Subset for alpha = .05
		1
.00	3	.006350
.10	3	.006040
.50	3	.008188
.30	3	.007778
Sig.		.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests gumminess

Homogeneous Subsets

data5

Duncan[a]

Gumminess	N	Subset for alpha = .05
		1
.50	3	6.9221
.10	3	6.9260
.30	3	6.9419
.00	3	7.8777
Sig.		.146

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมคอลลาเจนและเส้นใยอาหารทั้ง 7 สูตร โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests hardness

Homogeneous Subsets

data1

Duncan[a]

Hardness	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
6.00	3	.0949			
1.00	3		.1189		
5.00	3		.1170		
4.00	3			.1454	
3.00	3			.1469	
2.00	3			.1549	
7.00	3				.2009
Sig.		1.000	.548	.199	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests cohesivess

Homogeneous Subsets

data2

Duncan[a]

Cohesiveness	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3.00	3	.4608	
2.00	3	.4695	
4.00	3	.4816	
1.00	3	.4980	
7.00	3	.5001	
5.00	3		.5942
6.00	3		.6269
Sig.		.109	.140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests springiness

Homogeneous Subsets

data3

Duncan[a]

Springiness	N	Subset for alpha = .05
		1
6.00	3	13.1062
5.00	3	13.4249
4.00	3	14.2877
3.00	3	14.3216
2.00	3	14.3656
7.00	3	14.3707
	3	15.1574
Sig.		.060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests adhesiveness

Homogeneous Subsets

data4

Duncan[a]

Adhesiveness	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	3	.001466	
3.00	3	.001631	
7.00	3	.001737	
2.00	3	.002984	
1.00	3	.004002	
6.00	3		.005312
5.00	3		.005524
Sig.		.135	.810

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests gumminess

Homogeneous Subsets

data5

Duncan[a]

Gumminess	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
6.00	3	6.0658		
1.00	3	6.4054		
3.00	3	6.8933	6.8933	6.8933
5.00	3	7.0721	7.0721	
4.00	3	7.1288	7.1288	
2.00	3		7.4129	7.4129
7.00	3			10.2431
Sig.		.246	.129	.484

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้