สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตโยเกิร์ตเพื่อสุขภาพจากเครื่องดื่มธัญพืช

นาย สิริชัย สุวรรณสาร
นาย อดิเทพ กมลศิริพิชัยพร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 67273
วัน,เดือน,ปี 22 พ.ย. 2549

.b.....
.i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Production of healthy yoghurt from cereal beverage

Sirichai Suwannasarn

Adithep Kamolsiripichaiporn

A Special Project Submitted in Partial of the Requirement for the Degree of

Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Academic Year 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ เรื่องการผลิตโยเกิร์ตเพื่อสุขภาพจากเครื่องดื่มธัญพืช

นักศึกษา นาย สิริชัย สุวรรณสาร รหัสประจำตัว 45050784

นาย อดิเทพ กมลศิริพิชัยพร รหัสประจำตัว 45050794

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ. ลินจง สุขลำภู	
กรรมการ ผศ. ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์	
กรรมการ อ. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์	

.....

(รศ. ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงาน พิเศษ เรื่องการผลิตโยเกิร์ตเพื่อสุขภาพจากเครื่องดื่มธัญพืช
นักศึกษา นาย สิริชัย สุวรรณสาร
นาย อดิเทพ กมลศิริพิชัยพร
ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2548
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

บทคัดย่อ

การผลิตโยเกิร์ตประสบกับปัญหาการผลิตและการตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาน้ำนมดิบของไทยที่มีราคาสูงกว่านมผงที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาคือการนำเครื่องดื่มธัญพืชมาทดแทนน้ำนมในการผลิตโยเกิร์ต โดยทำการคัดเลือกสูตรของเครื่องดื่มธัญพืชที่เหมาะสมจากข้าวโพด ลูกเดือย และข้าวกล้อง ทั้ง 3 อัตราส่วน พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 1 : 1.5 : 1.5 : 3 (อัตราส่วนนมสด : น้ำนมข้าวโพด : ข้าวกล้อง : ลูกเดือย) ซึ่งให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความหวานสูงสุด ประกอบด้วยเครื่องดื่มธัญพืช และนมผงขาดมันเนยปริมาณร้อยละ 82.2038 และ 17.7962 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากนั้นศึกษาปริมาณของหัวเชื้อโยเกิร์ต โดยใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตชนิด ABT-5 ปริมาณร้อยละ 1, 3 และ 5 ตามลำดับ พบว่า หัวเชื้อโยเกิร์ตปริมาณร้อยละ 3 ได้รับการยอมรับสูงสุด แต่เนื่องจากโยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่เป็นที่ยอมรับ จึงทำการพัฒนาสูตรการผลิต โดยการเติมเจลาตินปริมาณร้อยละ 0.25, 0.5 และ 1 โดยน้ำหนัก พบว่า การเติมเจลาตินร้อยละ 0.5 ได้รับการยอมรับสูงสุด หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้มีสีเหลืองอ่อน และมีกลิ่นหอมของธัญพืช ผลิตภัณฑ์มีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 68.45, - 4.85 และ 16.18 ตามลำดับ มีค่าการเกิด syneresis ร้อยละ 13.11 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.25 ปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.15 ปริมาณของแข็งทั้งหมด โปรตีน และไขมันเท่ากับร้อยละ 17.6, 5.12 และ 2.45 ตามลำดับ จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก และจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.4 x 10^8 และ 1.96 x 10^6 CFU/ g ตามลำดับ ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชในระดับชอบเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Production of healthy yoghurt from cereal beverage
Name	Mr. Sirichai Suwannasarn
	Mr. Adiththep Kamolsiripichaiporn
Department	of Applied Biology
Program	Industrail Microbiology
Academic Year	2005
Special Project Advisor	Asst. Prof. Marisa Jatupornpipat

Abstract

The yoghurt production in Thailand is facing many problems in processing and marketing, especially the cost of domestic raw milk is much higher than imported milk powder. A solution of these problems is to use cereal beverage to substitute raw milk. For yoghurt production, three varieties of cereal beverage (from corn, brown rice, job's tears); 1:0.5:0.5:1, 1:1:1:2 and 1:1.5:1.5:3 were selected. 1:1.5:1.5:3 variety (ratio of milk : corn milk : brown rice drink : job's tears drink) gave the best sensory scores both texture and sweetness scores. The optimal formula for cereal beverage based yoghurt production was 83% cereal beverage, 17% skim milk powder. In next step, three varieties of freeze-dried lactic culture type ABT-5; 1%, 3% and 5% by weight were selected. 3% by weight of freeze-dried lactic culture gave the best sensory scores, but texture of yoghurt production is not response. Development for a more palatable yoghurt was done by adding three varieties of gelatin; 0.25%, 0.5% and 1% by weight were selected. The results showed that yoghurt was adding 0.5% by weight of gelatin incubated at 43^{0}C for 8 hours had light yellow color and cereal aroma. The product had L*, a* and b* color values of 68.45, -4.85, 16.18, respectively. Its sysneresis was 13.11%. The final pH was 4.25 and lactic acid yield was 1.15%. The product contained 17.6% total solid, 5.12 protein, 2.45% fat. Lactic acid bacteria and total cell count were 2.4×10^{8} and 1.96×10^{8} cfu/g, respectively. Consumers liked the product slightly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานพิเศษในหัวข้อเรื่อง การผลิตโยเกิร์ตเพื่อสุขภาพจากเครื่องดื่มธัญพืชในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษเป็นอย่างมาก ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยให้แนวทาง คำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือทุกอย่างในการทำโครงงานพิเศษ ตลอดจนตรวจแก้ไขรายงานฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลินจง สุขลำภู ประธานกรรมการตรวจสอบ และอาจารย์ คนึงกานต์ กลั่นบุศย์ กรรมการตรวจสอบที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมและตรวจรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ สุรพล เช้าฉ้อง จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ ไร่สุวรรณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อนุเคราะห์ข้าวโพดและน้ำนมข้าวโพดพันธุ์อินทรีย์ 2 เพื่อนำมาใช้ในการทดลองตลอดงานวิจัย ขอขอบคุณบริษัท คาร์เท่ แดรี่เวิร์ด จำกัด และบริษัท นิวตริชั่น จำกัด ที่อนุเคราะห์นมผงขาดมันเนยและเจลาตินเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณพี่ประสิทธิ์ แผ้วบาง พี่วิทยา เขียวเขิน พี่เอกภพ ภาเรือง และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และสารเคมีเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ที่ช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และสารเคมี ช่วยแนะนำ และเป็นกำลังใจ รวมถึงช่วยเหลือในงานต่างๆ โดยเฉพาะในส่วนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสขอบคุณผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในงานวิจัยนี้

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษา ตลอดจนให้กำลังใจและดูแลเป็นอย่างดีเสมอมา

นาย สิริชัย สุวรรณสาร
นาย อดิเทพ กมลศิริพิชัยพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	40
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	44
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	58
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางสารอาหารในข้าวโพด	6
2	ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด	12
3	องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดลูกเดือยและธัญพืชอื่นๆ	16
4	องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันที่สกัดได้จากแป้งลูกเดือย	16
5	ปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนของแป้งลูกเดือย	17
6	ปริมาณแร่ธาตุของแป้งลูกเดือย	18
7	เปรียบเทียบปริมาณวิตามินบางชนิดในข้าวขาวและข้าวกล้อง (หน่วย : มิลลิกรัม/100 กรัม)	24
8	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีในน้ำนมหลังผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน	31
9	เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ต	34
10	คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต และน้ำนม	35
11	คุณลักษณะทางเคมีของเมล็ดธัญพืช เครื่องดื่มธัญพืช และนมสด	44
12	อัตราส่วนระหว่างนมสด : น้ำนมข้าวโพด : น้ำข้าวกล้อง : น้ำลูกเดือย ในแต่ละสูตรของการทำโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช	45
13	คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตทั้ง 3 สูตรเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ	48
14	ค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช เมื่อใช้เครื่องดื่มธัญพืชในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	49
15	คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช โดยการหมักร่วมกับหัวเชื้อร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	53
16	ค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช เมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อที่แตกต่างกัน บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชหลังจากการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการเติมเจลาตินเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตในท้องตลาด	55
18	ค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชโดยการเติมเจลาติน บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง	56
19	คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับการปรับปรุง	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะต้นข้าวโพด	4
2	เมล็ดลูกเดือย	13
3	ลักษณะต้นข้าวกล้อง	20
4	ข้าวขัดขาวกับคุณค่าที่เสียไป	24
5	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์โยเกิร์ต ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	46
6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับปริมาณการผลิต กรดแลคติก ในขณะหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	47
7	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์โยเกิร์ตในระหว่างการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	51
8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับปริมาณการผลิต กรดแลคติกในขณะหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	52
9	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบเมื่อใช้อัตราส่วนของเครื่องดื่มธัญพืชในปริมาณที่แตกต่างกัน	88
10	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบเมื่อใช้อัตราส่วนของหัวเชื้อในปริมาณที่แตกต่างกัน	89
11	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบเมื่อใช้อัตราส่วนของเจลาตินที่แตกต่างกัน	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของปัญหาพิเศษ

อาหารเพื่อสุขภาพ (Health food) โดยทั่วไปจะหมายถึงอาหารธรรมชาติ (Natural foods) หรืออาหารที่เติมแต่ง (Fortified foods) ที่มีสมมติฐานว่ามีผลส่งเสริมสุขภาพของร่างกาย ผลิตภัณฑ์อาหารนม (Milk and milkproducts) ก็จัดว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์นมหมัก (Fermented milk products) (Nakasawa and Hosono, 1992)

ผลิตภัณฑ์นมหมัก (Fermented milk products or cultured milk products) หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่มีการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ที่โดยส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) หมักน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมให้เป็นกรดแลคติก และสารอื่นๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักในปริมาณเล็กน้อย เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอะซิติก ไดอะเซติล (Diacetyl) อะเซตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) เป็นต้น (Tamine and Robinson, 1985; Nakasawa and Hosono, 1992)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้โปรตีนนมตกตะกอน เกิดเป็นเคิร์ด (curd) ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว โดยทั่วไปมีสีขาวถึงขาวนวล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว รสชาติค่อนข้างเปรี้ยว เนื่องจากมีกรดค่อนข้างสูงและมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในปริมาณสูง นอกจากกรดแลคติกที่ได้จากการผลิตโดยจุลินทรีย์แล้วยังมีสารอื่น ๆ เกิดขึ้น ด้วยแต่มีปริมาณน้อย ได้แก่ สารประกอบที่ระเหยได้หรือสารอะโรแมติก ซึ่งพบว่าสารเหล่านี้ทำให้เกิดสมบัติเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ เช่น กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ยังอาจมีผลจากเทคนิคและกระบวนการผลิตอีกด้วย (Tamine and Deeth, 1980) โยเกิร์ตมีประโยชน์ในการช่วยย่อยอาหาร ขับถ่าย ลดกรดในกระเพาะอาหาร ทำให้ระดับคอเลสเตอรอล (cholesterol)ในเลือดลดลง (Hepner *et al*., 1979; O'Sullivan *et al*., 1992) และถ้าบริโภคอย่างสม่ำเสมอจะช่วยลดการเกิดมะเร็งบริเวณลำไส้ใหญ่ (Ayebo *et al*., 1981) หรือบริเวณเนื้อเยื่อกระดูกอีกด้วยนับได้ว่าเป็น
ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพสามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย

จากประโยชน์ดังกล่าวและความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการขยายตัวด้านการตลาดอย่างรวดเร็ว (Anonymous, 1995) อย่างไรก็ดี ธุรกิจนี้ก็ประสบกับปัญหาการผลิตและการตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาน้ำนมดิบของไทยที่มีราคาสูงกว่านมผงที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ (Anonymous, 1999) ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พยายามลดการนำเข้าของผลิตภัณฑ์นมโดยการนำวัตถุดิบอื่นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดแทน ตัวอย่างเช่น การนำน้ำนมถั่วเหลืองหรือน้ำนมถั่วลิสง มาแทนน้ำนม เป็นต้น แต่ยังมีปัญหาในเรื่องของกลิ่นถั่ว (Wolf and Cowan, 1975) ที่ยังไม่สามารถกำจัดออกได้

ฉะนั้น การผลิตเครื่องดื่มธัญพืช โดยใช้ธัญพืชที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูง เช่น ลูกเดือย ข้าวกล้อง หรือข้าวโพด ซึ่งในปัจจุบันได้มีการทำน้ำธัญพืชเหล่านี้มาผสมกันหลายชนิด และยังไม่มีกลิ่นถั่วรบกวน เพื่อให้ผู้บริโภคที่รักสุขภาพบริโภคได้อย่างสะดวกขึ้นและยังคงคุณค่าทางอาหารเหมือนกับรับประทานเมล็ดธัญพืช โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค ที่มีประโยชน์และคุณค่าทางอาหารครบถ้วนเหมาะกับทุกเพศ ทุกวัย

จุดประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช
3. เพื่อศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่ส่งผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช
4. เพื่อพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในท้องตลาด
5. เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ ได้แก่ ลูกเดือย ข้าวกล้อง น้ำนมสด น้ำนมข้าวโพด น้ำลูกเดือย และน้ำข้าวกล้อง
2. ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช
3. ศึกษาปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ส่งผลต่อการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช
2. สามารถใช้วัตถุดิบจากธัญพืชที่มีในประเทศ เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางสารอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

1. ธัญพืช

1.1 ลักษณะทั่วไป

ธัญพืชเป็นแหล่งที่มาอันสำคัญยิ่งของสารเส้นใย คนเรากินธัญพืชเป็นอาหารหลัก ไม่ว่าจะเป็นข้าว หรือข้าวสาลี การหาแหล่งอาหารเส้นใยจากธัญพืชจึงมีความสำคัญยิ่ง

ธัญพืชคือแหล่งคาร์โบไฮเดรต อันเป็นพลังงานจำเป็นที่สุดในการดำรงชีพ จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ มนุษย์เราเริ่มการเพาะปลูกธัญพืชเพื่อจะได้สะดวกในการนำมาบริโภคเมื่อประมาณ 9,000 ปีก่อนในตะวันออกกลาง อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ โดยแถบตะวันออกกลางปลูกข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ ในอเมริกาใต้มีการปลูกข้าวโพด ส่วนในประเทศไทยมีหลักฐานการเพาะปลูกที่เก่าแก่ที่สุดเมื่อประมาณ 8,000 ปีก่อนจากหลักฐานของบ้านเชียง เนื่องจากเราพบเมล็ดข้าวในหลุมฝังศพด้วย อันเป็นหลักฐานว่าคนไทยกินข้าวมาหลายพันปีแล้ว (http://www.thai.com/lifestyle.php?t=d&ref=67)

เมล็ดธัญพืชแต่ละชนิดมีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน แต่ส่วนประกอบของโครงสร้างแต่ละส่วนจะแตกต่างกัน โครงสร้างของเมล็ดธัญพืชต่างๆ เมื่อเอาเปลือกนอก (husk) ออกแล้ว จะแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด เอนโดสเปอร์ม และคัพภะ

1. เนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด (bran) มีลักษณะแตกต่างกัน ตามชนิดของธัญพืช ส่วนที่มีสีน้ำตาลอ่อน คือ เนื้อเยื่อชั้นนอกเรียก เพอร์ริคาพ (pericap) หรือเยื่อหุ้มเมล็ด เมื่อสีส่วนนี้ออกเรียกว่า รำหยาบ และถ้าสีต่อไปอีก ส่วนที่ได้จะเรียกว่า อะลูโรนเลเยอร์ (aleurone layer) และส่วนที่ติดกับเอนโดสเปอร์ม ซึ่งเรียกว่า ซับอะลูโรนเลเยอร์ (sub aleurone layer) ส่วนนี้เรียกว่า รำละเอียด ส่วนนี้มีโปรตีนกระจายอยู่ทั่วไป และยังเป็นที่สะสมพวกวิตามิน ไขมัน และเกลือแร่ ดังนั้นข้าวสารสีจนข้าว จึงไม่มีส่วนดีนี้เหลืออยู่ เช่นเดียวกับแป้งข้าวสาลีที่โม่ และแยกรำออกจนเป็นแป้งสาลีสีขาวมาก แสดงว่ามีรำปนมาน้อย

2. เอนโดสเปิร์ม (endosperm) คือ ส่วนเนื้อในเมล็ดธัญพืช หรือส่วนที่เป็นเนื้อข้าวซึ่งมีอยู่ 80-90 % ส่วนนี้จะมีแป้ง (คาร์โบไฮเดรต) เป็นส่วนใหญ่ และมีโปรตีนกระจายทั่วไปตามเมล็ดบ้าง เนื้อในของธัญพืชแต่ละประเภทจะมีลักษณะแตกต่างกัน บางชนิดแข็ง บางชนิดนิ่ม เป็นส่วนที่มนุษย์ และสัตว์ใช้เป็นอาหาร ส่วนสารอาหารอื่น จะมีอยู่น้อยในส่วนนี้

3. คัพภะ (germ หรือ embryo) หรือจมูกข้าว เป็นส่วนที่อยู่ล่างสุดของเมล็ดคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 2-4 ของเมล็ด เป็นส่วนที่มีสารอาหารหลายชนิดสะสมไว้เพื่อเลี้ยงต้นอ่อน ส่วนนี้ไม่มีแป้งเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านกระบวนการสี และโม่ธัญพืช ส่วนนี้จะถูกแยกออกไป ยกเว้นกรณีที่ทำข้าวนึ่ง คัพภะจะสุกติดไปกับส่วนเอนโดสเปอร์ม จึงยังติดอยู่ในเมล็ดข้าวเมื่อนำไปสี (ปราณี, 2534)

2.ข้าวโพด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Zea mays Linn.*

รูปที่ 1 ลักษณะต้นข้าวโพด

ที่มา : http://www.dld.go.th/.../PLAN47/ develop_thee/page1.htm

2.1 ลักษณะทั่วไป

ข้าวโพดจัดอยู่ในวงศ์ (Family) Gramincae วงศ์ย่อย (Sub family) Panicoideae สกุล (Genas) *Zea* ชนิด (Species) *mays* เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกมากในประเทศไทยและมีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันประเทศไทยผลิตข้าวโพดได้เกินปริมาณความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงส่งออกไปขายยังตลาดต่างประเทศ ทั้งชนิดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเมล็ดข้าวโพดสดที่ผ่านการแช่แข็ง ประเทศไทยส่งข้าวโพดเป็นอันดับสี่ของโลก (สมควร, 2542) แต่ก็ประสบกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทั้งทางด้านราคาการส่งออก ปริมาณการส่งออก และการกีดกันทางการค้า ฉะนั้น เมื่อคำนึงถึงผลผลิตจากข้าวโพดที่จะนำไปใช้ประโยชน์สำหรับมนุษย์ และโรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหารซึ่งกำลังมีบทบาทสำคัญในปัจจุบันและจะคงความสำคัญต่อไปในอนาคต จึงควรมีการสนับสนุนให้มีการใช้ข้าวโพดในทางอุตสาหกรรมให้มากยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกร และลดปัญหาการค้าข้าวโพดโดยพ่อค้าคนกลางหรือตลาดต่างประเทศได้อีกทางหนึ่ง อีกทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย มีราคาถูก เป็นธัญพืชที่มีคุณค่าทางอาหาร เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง ทำให้ไม่เกิดการสะสมในร่างกาย และยังอุดมไปด้วยวิตามินต่างๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้มีการนำมาข้าวโพดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลายรูปแบบ ได้แก่ แป้งข้าวโพด น้ำนมข้าวโพด ข้าวโพดครีมหรือการนำข้าวโพดมาผลิตในรูปที่เป็นเครื่องดื่ม โดยใช้ชื่อต่างกันเช่น เครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพด-ถั่วเหลือง (Bookwalter *et al*., 1971; Omueti *et al*., 2000) เครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพด-ถั่วเหลืองผงสำเร็จรูปชนิดละลายทันที เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในจำพวกนมเทียมจากพืช หรือเครื่องดื่มที่มีโปรตีนในรูปของน้ำนมข้าวโพด แต่ข้าวโพดมีปริมาณและคุณภาพของโปรตีนค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการเติมโปรตีนจากแหล่งอื่นเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเช่นโปรตีนจากนมผงจึงเป็นสิ่งสำคัญ

2.2 ชนิดข้าวโพด

ข้าวโพดไร่หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นชนิดที่ปลูกเพื่อการส่งออกเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ส่วนข้าวโพด รับประทานฝักสด มีดังนี้

1. ข้าวโพดเทียน มีขนาดต้นเล็ก ฝักเล็กเรียว เมล็ดมนกลม สีเหลืองอ่อน มีรสชาตินุ่มนวลหวานอร่อย

2. ข้าวโพดข้าวเหนียว (Glutinous Corn) จะมีฝักและเมล็ดใหญ่กว่าข้าวโพดเทียน เมล็ดสีขาว ฝักสดเมื่อต้มรับประทานจะมีลักษณะเหนียวมัน คล้ายข้าวเหนียวเพราะมีอะไมโลเพกตินมาก (อยู่ในรูปของแป้ง) เมื่อเมล็ดข้าวโพดแก่และแห้งแล้วนิยมนำไปบริโภคในรูปข้าวโพดคั่ว

3. ข้าวโพดหวาน (Sweet Corn) ข้าวโพดชนิดนี้ เมื่อสดจะมีรสหวานอร่อยเนื่องจากมีน้ำตาลกลูโคสมาก (อยู่ในรูปของแป้ง) เมื่อแก่ฝักจะแห้งและเมล็ดเหี่ยวย่น

ข้าวโพดฝักอ่อน (Baby Corn) เป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น นับตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวฝักอ่อน ใช้เวลาเพียง 60-75 วัน เท่านั้น สามารถปลูกได้ตลอดปี นิยมนำมาบรรจุกระป๋องหรือขายเป็นฝักสด

ปอปคอร์น (Pop Corn) ข้าวโพดชนิดนี้มีคุณสมบัติแตกฟูได้ดี เมื่อถูกความร้อนอาจเป็นเพราะเอนโดสเปอร์มหรือส่วนเนื้อในของเมล็ดไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) นิยมบริโภคในรูปข้าวโพดคั่ว โดยนำเมล็ดที่แก่แห้งแล้วมาคั่วให้แตก ข้าวโพดชนิดนี้ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

2.3 ส่วนประกอบและคุณค่าทางอาหาร

ข้าวโพดจัดเป็นอาหารจำพวกแป้งเช่นเดียวกับข้าว ประกอบด้วยสารอาหารคาร์โบไฮเดรทและไขมันที่เพียงพอแต่มีปริมาณสารอาหารโปรตีนต่ำ ข้าวโพดมีวิตามินบีต่าง ๆ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไนอะซีนในปริมาณต่ำ รวมทั้งปริมาณแคลเซียมและเหล็กด้วย และพบว่าวิตามินเอมีเฉพาะในข้าวโพดสีเหลือง

ตารางที่ 1 คุณค่าทางสารอาหารในข้าวโพด

สารอาหาร	ประโยชน์
คาร์โบไฮเดรท	ในส่วนเนื้อในของเมล็ดข้าวโพดที่แก่จัด มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรท ประมาณร้อยละ 72 จึงจัดเป็นอาหารจำพวกแป้งที่ให้พลังงาน คือ 1 กรัม ให้พลังงาน 4 แคลอรี่
ไขมัน	เมล็ดข้าวโพดที่แก่จัดมีไขมันอยู่ประมาณร้อยละ 4 สามารถสกัดเป็นน้ำมันใช้ประกอบอาหาร น้ำมันข้าวโพดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะ กรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นในปริมาณสูงถึงร้อยละ 40 ซึ่งจะมีฤทธิ์ควบคุมคอเลสเตอรอลให้อยู่ในระดับปกติ ช่วยลดหรือแก้ไข โรคความดันโลหิตสูงเนื่องจากมีคอเลสเตอรอลสูงได้
โปรตีน	ข้าวโพดมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 4 โปรตีนในข้าวโพด มีประโยชน์ต่อร่างกายน้อย เพราะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ ไลซีน และทริปโตแฟน ดังนั้น จึงควรรับประทานข้าวโพดร่วมกับถั่วเมล็ด แห้งต่าง ๆ เพื่อให้ข้าวโพดมีคุณค่าทางอาหารมากขึ้น
วิตามิน	ข้าวโพดมีวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในปริมาณ 0.08-0.18 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมมีไนอะซีนในปริมาณต่ำ 1.1-1.5 มิลลิกรัม ประเทศที่มีการบริโภคข้าวโพดเป็นอาหารหลักจะเกิดเป็นโรคเพลลากา (Pellagra) กันมาก เพราะขาดสารอาหารไนอะซีน สำหรับวิตามินเอ มีเฉพาะในข้าวโพดสีเหลือง
เกลือแร่	ข้าวโพดมีส่วนประกอบเกลือแร่ที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น แคลเซียม และเหล็กแต่ก็มีในปริมาณน้อยมาก

ที่มา : http://web.ku.ac.th/agri/cornn/corn_b.htm

2.4 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด

องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดหวานจะแตกต่างกันไป เนื่องจากปัจจัยต่างๆเช่น สายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุการเก็บเกี่ยวสภาพแวดล้อมของสถานที่ปลูก

คาร์โบไฮเดรตในข้าวโพดหวานจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกคือ โมโนแซ็กคาไรด์และโอริโกแซ็กคาไรด์ (monosaccharide and oligosaccharides) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส ซึ่งน้ำตาลที่มีบทบาทของความหวานของข้าวโพดคือ ฟรุคโตส และซูโครส กลุ่มที่ 2 คือ ชูการ์นิวคลีโอไทด์ (sugar nucleotides) ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างโอลิโกแซ็กคาไรด์ชนิดต่าง ๆ และกลุ่มสุดท้ายคือ พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharides) ซึ่งส่วนใหญ่ที่เก็บสะสมในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดหวานเป็นไฟโตไกลโคเจน (phytoglycogen) ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ และเป็นตัวกลางในการสังเคราะห์แป้ง ส่วนแป้งที่สะสมนั้นจะมี 2 ประเภท คือ อะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกติน (amylopectin) ซึ่งในข้าวโพดส่วนใหญ่จะเป็นอะไมโลส

โปรตีนในข้าวโพดเมล็ดหวาน ชนิดที่ได้พบ ได้แก่ อัลบูมิน (albumin) โกลบูลิน (globulin) โปรลามิน (prolamin) หรือเซอิน (zein) และกลูเทลิน (glutclin) โดยเซอินเป็นโปรตีนที่พบมากที่สุด เมล็ดที่มีอายุต่างกัน มีโปรตีนต่างชนิดกันในปริมาณที่ไม่เท่ากัน โดยพบว่าเมล็ดข้าวโพดที่ยังอ่อน จะมีโปรตีนชนิดอัลบูมิน และโกลบูลินในปริมาณที่สูง เมื่อเมล็ดข้าวโพดแก่มากขึ้นจะมีปริมาณลดลง แต่เซอินมีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนกลูเทลินมีปริมาณลดลงเล็กน้อย (Pukrushpan *et al.*, 1977) สำหรับอัลบูมินและโกลบูลินนั้นจะตกตะกอนเมื่อได้รับความร้อน (Rukina and Ruchkin, 1970)

ไขมันในข้าวโพดคือ น้ำมันข้าวโพดซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดไลโนเลอิกในปริมาณที่สูงและมีโทโคฟีรอล (tocopherol) ซึ่งเป็นวิตามินอีที่ละลายในไขมัน

ข้าวโพดมีแคโรทีนอยด์ (carotenoid) (Kurilich and Juvik, 1999) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Palozza and Krinsky, 1992) เช่นเดียวกับวิตามินอี มีสมบัติป้องกันโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด (Kritchevsky *et al.*, 1998) ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดต้อกระจกและลดการเกิดริ้วรอยหรือจุดด่างดำบนผิวหนังได้ (Moeller *et al.*, 2000) แคโรทีนอยด์แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ แคโรทีน (carotenes) และแซนโทฟิล (xanthophylls) แคโรทีนประกอบด้วย แอลฟาโทโคฟีรอล (α-tocopheral) เบตาโทโคฟีรอล (ß-tocopherol) และไลโคฟีน (lycopene) ส่วนแซนโทฟิลล์เป็นอนุพันธ์ของแคโรทีน รวมถึงสารประกอบ เบตาคริปโซแซนทิน (ß-cryptoxanthin) ลูทิน (lutein) และซีแทนซิน (zeaxanthin) (Humphries and Khachik, 2003) แคโรทีนอยด์เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ (precursor) วิตามินเอซึ่งช่วยบำรุงสายตา ผิวพรรณ และป้องกันการเกิดโรคตาบอดกลางคืน (Combs, 1998) ชนิดของแคโรทีนอยด์ที่เป็นองค์ประกอบในข้าวโพดคือ แอลฟาแคโรทีน เบตาแคโรทีน ลูทีน และซีแซนทิน ซึ่งมีปริมาณ 60, 60, 520 และ 437 ไมโครกรัมต่อข้าวโพด 100 กรัม ตามลำดับ (Stahl and Sies, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ข้าวโพดยังประกอบด้วยวิตามินที่ละลายในน้ำหลายชนิด ได้แก่ วิตามินบี 1 (thiamine) ซึ่งมีความจำเป็นต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ควบคุมการทำงานของระบบประสาทให้เป็นปกติ ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 (riboflavin) ซึ่งมีความจำเป็นต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโนและไขมัน และช่วยในการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ ไนอะซีน (niacin) ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพและช่วยในการเมแทบอลิซึมภายในร่างกาย วิตามินซี (ascorbic acid) ซึ่งช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุ และมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Comds, 1998) อย่างไรก็ตาม วิตามินซีสูญเสียได้ง่ายในกระบวนการแปรรูป (Murcia *et al.*, 2000) ทำให้มีคุณค่าทางอาหารลดลง แต่จากการศึกษาของ Dewanto *et al.* 2002 พบว่า ข้าวโพดหวานแม้มีการสูญเสียวิตามินซีในระหว่างกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน แต่ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปเป็นสาเหตุให้เกิดการปลดปล่อยกรดเฟรูลิก (ferulic acid) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของกรดฟีนอลิก (phenelic acid) (Shahihi and Naczk, 1995) ให้อยู่ในรูปอิสระมากขึ้น โดยที่ปริมาณของกรดเฟรูลิกจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อข้าวโพดหวานมีการผ่านความร้อนที่อุณหภูมิและเป็นเวลา นานขึ้น ทำให้มีฤทธิ์ (activity) ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ข้าวโพดยังเป็นแหล่งสำคัญของเส้นใย (fiber) ช่วยในการลดปริมาณคอเรสเตอรอล ป้องกันการเกิดท้องผูก (Bemiller and Whister, 1996) และโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Slavin *et al.*, 1997) เนื่องจากส่วนของเปลือกและรำประกอบด้วยเส้นใยที่สำคัญ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพกติน และลิกนิน ซึ่งไม่ถูกย่อยโดยเอมไซม์ภายในร่างกายจึงช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารด้วยคุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ดังกล่าว ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกรับประทานธัญพืชที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกเหนือไปจากผักและผลไม้ (Dewanto *et al.*, 2002)

2.5 การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดในรูปของอาหาร

ข้าวโพดรับประทานฝักสด คนไทยส่วนใหญ่บริโภคข้าวโพดในรูปอาหารหวาน หรืออาหารว่างระหว่างมื้ออาหาร โดยนำข้าวโพดที่เมล็ดยังไม่แก่เต็มที่มาต้ม นึ่ง หรือปิ้งให้สุก ใส่น้ำเกลือบ้าง ใส่เนยบ้าง เพื่อเพิ่มรสชาติ สำหรับความนิยมในชนิดหรือพันธุ์อาจมีแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม คุณภาพและรสชาติ ความหวานของข้าวโพด รับประทานฝักสดจะขึ้นอยู่กับ

อายุการเก็บเกี่ยว ควรเก็บในช่วงระยะเวลาที่พอเหมาะ เมล็ดโตเต็มที่หรือไหมเริ่มมีสีน้ำตาล เช่น ข้าวโพดหวานควรเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุประมาณ 65-70 วัน หลังปลูก

ระยะเวลาการบริโภค ภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือเมื่อหักฝักจากต้นแล้วคุณภาพและรสชาติความหวานจะเริ่มลดลง ยิ่งเก็บไว้นานก็ยิ่งจืดและเหนียวขึ้นทุกทีเนื่องจากน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดเปลี่ยนเป็นแป้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษา อุณหภูมิหรือแสงแดดจะทำให้ความหวานของเมล็ดข้าวโพดลดลงอย่างรวดเร็ว จึงควรเก็บในที่เย็น เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและรสชาติไว้ได้บ้าง

ข้าวโพดฝักอ่อน คนไทยนิยมนำมาประกอบอาหารบริโภคในรูปฝักสด เช่นเดียวกับหน่อไม้ฝรั่ง ต่างประเทศนิยมในรูปข้าวโพดฝักอ่อน บรรจุกระป๋อง ซึ่งมีหลายประเทศในยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และฮ่องกง ที่ซื้อข้าวโพดอ่อนบรรจุกระป๋องจากประเทศไทย เป็นสินค้าอีกชนิดหนึ่งที่นำมูลค่าส่งออกสูงให้ประเทศ คุณภาพและรสชาติของข้าวโพดฝักอ่อนขึ้นอยู่กับ

อายุการเก็บเกี่ยว ให้สังเกตจากไหมเริ่มโผล่พ้นจากปลายฝักประมาณ 1-2 ซม. ฝักบนสุดเป็นฝักแรกจะเจริญเติบโตเร็วมากและฝักอื่น ๆ ถัดต่ำลงมา การหักฝักควรให้ติดลำต้นไปด้วย เพราะทำให้มองเห็นต้นที่เก็บเกี่ยวแล้วได้ ต้นหนึ่งสามารถเก็บฝักอ่อนได้ 2-3 ฝักเป็นอย่างน้อย อายุการเก็บเกี่ยว 48-50 วัน หลังปลูกและมีช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 7-10 วัน

ระยะเวลาบริโภค เมื่อเก็บแล้วควรประกอบอาหารรับประทานทันทีจะทำให้ได้คุณภาพและรสชาติดี การเก็บรักษา ควรเก็บในที่เย็นจะช่วยรักษาคุณภาพและรสชาติได้บ้าง

ข้าวโพดเมล็ดแห้ง ข้าวโพดจัดเป็นอาหารจำพวกแป้งเช่นเดียวกับข้าว คนในประเทศแถบทวีปแอฟริกา นิยมนำเมล็ดข้าวโพดมาแช่น้ำ และบดทั้งเมล็ด ด้วยโม่หินหรือเครื่องบด บีบน้ำออกแล้วนำมานึ่งรับประทาน ส่วนประเทศแถบทวีปอเมริกากลางและใต้มีผลิตภัณฑ์ข้าวโพดที่นิยมบริโภคเป็นอาหารหลักคือ ทอร์ทิลลา (Tortilla) โดยใช้เมล็ดข้าวโพดแก่ทั้งเมล็ดแช่ในน้ำด่าง นำมาบดบีบน้ำออก นำมารีดแล้วตัดเป็นแผ่นบาง ๆ ทิ้งให้หมาด นำมาทอด รับประทานกับถั่วบดผสมเนื้อและใส่เครื่องเทศ

แป้งข้าวโพด ได้จากการสกัดเอาแป้งจากเมล็ดข้าวโพดที่แก่และแห้งแล้วโดยการโม่แยกส่วนคัพภะและเปลือกออกเหลือเอนโดสเปิร์ม ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อแป้งไว้ แป้งข้าวโพดที่ได้มี 3 ลักษณะคือ ชนิดหยาบเรียก คอร์นกริท (corn grit) ค่อนข้างละเอียดเรียกว่า คอร์นมิล (corn meal) และชนิดละเอียดเรียก แป้งข้าวโพด (corn flour) นอกจากนั้นยังมีผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวโพดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เป็นอาหารเช้า (breakfast cereal) และขนมปังข้าวโพด ใช้เป็นแป้งชุบทอด ใช้เป็นน้ำซุปข้นราดบนอาหารหลายชนิด

สำหรับประเทศไทย นิยมใช้แป้งข้าวโพดน้อยมาก เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพง สามารถใช้แป้งมันสำปะหลังที่มีราคาถูกกว่า ในการประกอบอาหารที่ต้องการความข้นหนืดและเหนียวแทน ถึงแม้ว่าความหนืดจะไม่คงตัวหรือคืนตัวง่ายกว่าที่ใช้แป้งข้าวโพดก็ตาม

น้ำมันข้าวโพด เป็นน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดข้าวโพดที่แก่และแห้งแล้วประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวและมีกรดไขมันที่จำเป็น คือกรดไลโนเลอิกอยู่มาก น้ำมันข้าวโพดจัดเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีประโยชน์เหมาะแก่การบริโภคมากชนิดหนึ่งใช้ในการประกอบอาหารหลายชนิด เช่น ทำน้ำสลัด ทำขนม ใช้ทอดอาหารต่าง ๆ

น้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) เป็นน้ำเชื่อมที่ได้จากการย่อยสลายแป้งข้าวโพดใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและขนมหวานต่าง ๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่ตกผลึกและคงรูป

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

2.6 การผลิตน้ำนมข้าวโพด

การพัฒนาอาหารจากการแปรรูปข้าวโพด นอกจากจะเป็นเพิ่มมูลค่าและประโยชน์จากข้าวโพดแล้ว ยังทำให้มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอีกด้วย ข้าวโพดยังเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูก และเป็นธัญพืชที่อุดมไปด้วยสารอาหาร เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน มีกรดไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูง ทำให้ไม่เกิดการสะสมในร่างกาย จึงทำให้มีผู้สนใจในการศึกษาและพัฒนาอาหารจากการแปรรูปข้าวโพดมากขึ้น พบว่า มีการแปรรูปข้าวโพดในรูปเครื่องดื่มหรือเรียกว่า น้ำนมข้าวโพด ซึ่งในปัจจุบันน้ำนมข้าวโพดเริ่มเป็นที่รู้จักและได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีกลิ่นรสเป็นที่ชื่นชอบและยอมรับจากผู้บริโภค โดยทั่วไปได้จากการนำเมล็ดข้าวโพดมาป่นดีโดยผสมกับน้ำ จากนั้นกรองเพื่อแยกกากออก ได้น้ำนมข้าวสีเหลืองขุ่นและมีกลิ่นหอมของข้าวโพด แต่มีการศึกษาและพัฒนากรรมวิธีในการผลิตแตกต่างกันไปดังนี้

เรืองศรี (2520) ได้ศึกษาการผลิตน้ำนมข้าวโพด-ถั่วเหลืองจากข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ-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) และพบว่ามีค่าสูงสุดเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบกับอัตราส่วนอื่น แม้ว่าจะมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าอัตราส่วนที่มีปริมาณถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แสดงว่าการผสมข้าวโพดกับถั่วเหลือง จะช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้ถั่วเหลืองผลิตเป็นน้ำนมถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียว ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้นอกจากจะเป็นแหล่งโปรตีนราคาถูกที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการแล้ว 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 เส้นใย 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 เส้นใย และเถ้าใกล้เคียงกัน จึงทำการทดลองทางประสาทสัมผัสของน้ำนมข้าวโพด พบว่า พันธุ์ซูการ์-73 ได้รับการยอมรับสูงสุด แต่ไม่พบความแตกต่างทางประสาทสัมผัส เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพโดยเติมเอมไซม์แอลฟาอะไมเลส นอกจากนี้ยังมีการผลิตน้ำนมข้าวโพดในรูปผงเครื่องดื่ม (นราวัลภ์ และคณะ, 2543) พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของมอลโตเด็กซ์ตรินซึ่งเป็นสารช่วยทำให้แห้งคือ 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 แต่คุณภาพของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนในน้ำนมข้าวโพดยังขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ ไลซีนและทริปโตเฟน โดยมีคะแนนเชิงเคมี (chemical score) เท่ากับร้อยละ 53 และ 60 ตามลำดับ จึงทำการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของโปรตีนด้วยนมผงไขมันเต็ม ซึ่งทำให้น้ำนมข้าวโพดที่ได้มีปริมาณไลซีนและทริปโตเฟนสูงขึ้น โดยมีคะแนนเชิงเคมีเท่ากับร้อยละ 113 และ 140 ตามลำดับ ซึ่งได้มาตรฐานของ FAO/WHO นอกจากนี้ยังทำให้มีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.35 และ 0.16 ตามลำดับ มีปริมาณวิตามินเอ บี1 บี2 ไนอะซิน และแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเหล็ก เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.08-10.70

2.7 การใช้ประโยชน์อื่น ๆ

นอกจากการใช้ประโยชน์ของข้าวโพดในรูปของอาหารแล้ว ยังใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเครื่องอุปโภคหลายชนิด เช่น ทำสบู่ น้ำมันใส่ผม น้ำหอม กระดาษ ยา ผ้า เป็นต้น นอกจากนี้ ฝัก ใบ ลำต้น ยังอาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้อีกหลายอย่างเช่น ปุ๋ย วัตถุฉนวนไฟฟ้า ซังข้าวโพดแห้งใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มได้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด

องค์ประกอบ	ร้อยละของน้ำหนักแห้ง
แป้ง	72.0
โปรตีน	10.0
ไขมัน	4.8
เส้นใยอาหาร	8.5
น้ำตาล	3.0
เถ้า	1.7

ที่มา : ราเชนทร์ (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลูกเดือย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Coix lachryma-jobi Linn.*

รูปที่ 2 เมล็ดลูกเดือย

ที่มา : http://www.healthnet.in.th/text/forum2/juice/juice074.htm

3.1 ลักษณะทั่วไป

ลูกเดือยเป็นธัญพืชชนิดหนึ่ง อยู่ในวงศ์ (Family) Gramineae เหล่า (Tribe) Maydeae สกุล (Genus) *coix* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *C. lacryma-jobi* L. มีชื่อสามัญว่า Job's tears เป็นพืชตระกูลข้าว (ทางภาคเหนือเรียกว่า มะเตย) เป็นไม้ล้มลุก อายุเพียงหนึ่งปี ลำต้น แตกกิ่งก้าน เล็กน้อย เป็นพืชอยู่ในวงศ์เดียวกับ ข้าว อ้อย ข้าวโพด ลำต้นคล้ายข้าวโพด แต่ขนาดเล็กกว่า ใบแคบและยาว ปลายใบแหลม ขอบใบขนานเมื่อลูบ จะรู้สึกคายมือ หูใบสั้น มีสีเขียว ดอกออกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ต่างช่อ ดอก แต่อยู่ต้นเดียวกัน ชอบขึ้นในที่ชื้น ๆ หรือใกล้น้ำ เมล็ดกลม โดยทั่วไปแล้วลูกเดือยนิยมใช้ทำอาหารหวาน ในแง่การเป็นสารอาหาร ลูกเดือยให้พลังงานแก่ร่างกายสูง จึงมีสรรพคุณในการบำรุงกำลัง ลูกเดือยมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 58 - 62 มีไขมันร้อยละ 5 มีโปรตีนอยู่ถึงร้อยละ 12 มีฟอสฟอรัสอยู่ในปริมาณสูง มีวิตามินบีหนึ่งมากกว่าข้าวกล้อง การที่มีวิตามินบีหนึ่งสูงนี่ที่ช่วยในการแก้เหน็บชา (http://www.khonnaruk.com/html/verandah/herb/h_241.html)

3.2 ลักษณะของลูกเดือย

ตามสัณฐานวิทยาของพืช สามารถแบ่งลักษณะของลูกเดือย ใหญ่ๆได้ 4 ชนิด คือ

1. *C. lacryma - jobi* L. var. typical เมล็ดมีรูปร่างกลมรีคล้ายรูปไข่ เปลือกเมล็ดสีฟ้าอมขาว ผิวเมล็ดเรียบและเงิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. *C. lacryma – jobi* L. var. stenocaepa Stapf. เมล็ดมีรูปร่างกลมยาว เปลือกมีสีฟ้าอมขาว

3. *C. lacryma - jobi* L. var. monilifer Stapf. เมล็ดมีรูปร่างกลมแบน และมีส่วนกว้างมากกว่าส่วนยาว เปลือกมีสีขาวขุ่นเหมือนน้ำนม สีชมพู สีน้ำตาล สีดำ ขนาดเมล็ดมีตั้งแต่เล็กจนใหญ่ที่สุด เมล็ดชนิดนี้ไม่นิยมนำมารับประทาน แต่นำมาร้อยเป็นสร้อยคอ

4. *C. lacryma - jobi* L. var. ma-yuen Stapf. เมล็ดมีลักษณะเป็นร่องตามแนวยาว เปลือกบางมาก สีขาวขุ่นถึงสีน้ำตาล เมล็ดชนิดนี้นิยมปลูกเพื่อนำมาบริโภค

นอกจากสายพันธุ์ทั้ง 4 ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีสายพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ stenocarpa กับ monilifer และ stenocarpa กับ typical ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ผสมที่ให้ลักษณะเกี่ยวข้องกันอีกหลายชนิด

ส่วนในประเทศไทยนั้น มีการเพาะปลูกลูกเดือยเป็น 3 ประเภท (http://www.doa.go.th)

1. ลูกเดือยพื้นเมือง (Native Job's tears) ชื่อเป็นที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่ เดือยหิน หรือเดือยลูกปัด ลูกเดือยชนิดนี้พบขึ้นทั่วไปตามริมทุ่งหญ้า ริมนา และริมบ้าน ผลของลูกเดือยมีรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาดเล็กประมาณ 7×7 มิลลิเมตร และเปลือกมีสีต่างๆ โดยเฉพาะสีขาว มีความเลื่อมมันและแข็งมาก ใช้ทำเครื่องประดับ ภายในเมล็ดมีเนื้อของเมล็ด (endosperm) น้อยและแข็ง ใช้บริโภคไม่ได้ จึงไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ลูกเดือยประเภทนี้ได้แก่ *C.lacryma-jobi* L. var. typical Watt และ *C.lacryma-jobi* L. var. stenocarpa Stapf.

2. ลูกเดือยเพาะปลูก (Cultivated Job's tears) เป็นลูกเดือยที่มีการเพาะปลูกมากทางภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้เพื่อรับประทานในท้องถิ่นเท่านั้น และรูปร่างของผลลูกเดือยประเภทนี้ มีลักษณะกลมขนาดใหญ่ ประมาณ 10×12 มิลลิเมตร เปลือกมีสีน้ำตาลเทาและแข็งแต่ไม่แข็งเท่าเดือยหิน เมล็ดที่นำมารับประทานจะเป็นเมล็ดอ่อนสีเขียว เนื้อในเมล็ดยังไม่แข็งมาก อาจจะต้มก่อนรับประทานหรือรับประทานสด โดยการใช้ฟันหน้าขบแล้วบีบให้แตกชาวบ้านจึงเรียกว่า เดือยขบ ลูกเดือยประเภทนี้ได้แก่ *C.lacryma-jobi* L. var. major Mincur

3. ลูกเดือยการค้า (Commercial Job's tears) เป็นลูกเดือยที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมืองของประเทศไทยแต่มีการปลูกทั่วไปในปริมาณมากพอที่จะขายเป็นการค้าเช่นเดียวกับข้าวโพดและข้าวฟ่าง ผลของเมล็ดมีรูปร่างกลมและรี ขนาด 10×7 มิลลิเมตร เปลือกมีสีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลเทา สามารถบีบแตกได้ง่ายด้วยนิ้วมือ ลูกเดือยการนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ตามรูปร่าง เมล็ด ลำต้น และชนิดของสตาร์ชภายในเมล็ดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ลูกเดือยข้าวเหนียว (glutinous type)

ซึ่งลูกเดือยข้าวเหนียวนั้น เมล็ดจะมีลักษณะกลม สั้น และมีขนาดใหญ่กว่าลูกเดือยข้าวเจ้า และมีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง

ข. ลูกเดือยข้าวเจ้า (non-glutinous type)

ลูกเดือยข้าวเจ้า เมล็ดมีลักษณะค่อนข้างยาว เล็ก และปริมาณอะไมโลเพกตินต่ำ ลูกเดือยในประเทศส่วนใหญ่จะเป็นลูกเดือยข้าวเหนียวซึ่งปลูกกันมากในภาคเหนือและอีสาน (http://www.thaibreder.tripod.com)

3.3 องค์ประกอบทางเคมีของลูกเดือย

ทัศนีย์ (2530) ได้เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของลูกเดือยกับธัญพืชชนิดอื่นดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าลูกเดือยเป็นธัญพืชที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง ชนิดของโปรตีนคล้ายกันกับข้าวสาลี แต่มีค่า Biological Value สูงกว่าข้าวสาลี ถ้านำลูกเดือยมาผลิตเป็นแป้งและดัดแปลงเป็นอาหาร จะมีคุณค่าอาหารมากกว่าแป้งสาลีและแป้งข้าวเจ้า

1. ปริมาณกรดอะมิโน

ลูกเดือยมีกรดอะมิโนทุกชนิดที่สูงกว่าความต้องการตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ยกเว้นเมไธโอนีนและไลซีน เช่น มีกรดกลูตามิกในปริมาณมาก ตามด้วยลิวซีน อะลานีน โปรลีน วาลีน เฟนิลอะลานีน ไอโซลิวซีน และอาร์จีนีน ลดหลั่นลงมา (http://www.wave.prohosting.com)

ทัศนีย์ (2530) ได้วิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโน (amino acid) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งลูกเดือยตามตารางที่ 5

2. ปริมาณกรดไขมัน

ลูกเดือยมีกรดไขมันเป็นชนิดที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิค และกรดลิโนเลอิก รวมแล้วถึงร้อยละ 84 และเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว คือ พัลมิติก และสเตียริก เพียงร้อยละ 16 เท่านั้น ดังนั้นลูกเดือยจึงเป็นอาหารที่ดีที่ให้พลังงาน กรดอะมิโน และไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (www.wave.prohosting.com)

ทัศนีย์ (2530) ได้วิเคราะห์หาชนิดกรดไขมันและปริมาณกรดไขมันในน้ำมันที่สกัดได้จากแป้งลูกเดือย พร้อมกับรายงานไว้ตามตารางที่ 4 เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว 2 ชนิด คือ กรดปาล์มมิติกร้อยละ 14.24 กรดสเตียริกร้อยละ 1.98 และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว 2 ชนิด คือ กรดโอเลอิกร้อยละ 57.08 และกรดลิโนเลอิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดลูกเดือยและธัญพืชอื่นๆ

ธัญพืช	ผลวิเคราะห์เฉลี่ย (ร้อยละ)					
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า
ลูกเดือย	10.8	13.6	6.1	8.4	58.5	2.6
ข้าวฟ่าง	10.6	11.3	2.9	2.2	71.3	1.7
ข้าวเจ้า	11.2	7.9	1.8	9.0	64.9	5.2
ข้าวโอ๊ต	8.9	12.0	4.7	10.6	60.2	3.6
ข้าวโอ๊ต	11.5	9.7	4.0	2.3	71.7	1.4
ข้าวสาลี	10.5	13.2	1.9	2.6	69.9	1.9

ที่มา : ทัศนีย์ (2530)

3. ปริมาณวิตามิน

ทัศนีย์ (2530) ได้วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินในแป้งลูกเดือยพบว่า แป้งลูกเดือยร้อยละ 100 มีวิตามินบีหนึ่ง 754.7 ไมโครกรัม มีวิตามินบีสอง 28.8 ไมโครกรัม

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันที่สกัดได้จากแป้งลูกเดือย

ชนิดกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (ร้อยละ)
<u>กรดไขมันชนิดอิ่มตัว</u>	
กรดปาล์มมิติก	14.24
กรดสเตียริก	1.98
<u>กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว</u>	
กรดโอเลอิก	57.08
กรดลิโนเลอิก	26.70

ที่มา : ทัศนีย์ (2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 5 ปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนของแป้งลูกเดือย

ชนิดกรดอะมิโน	ปริมาณกรดอะมิโน (ร้อยละ)
<u>กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย</u>	
ลิวซีน	14.90
วาลีน	7.41
เมไทโอนีน	0.73
ไอโซลิวซีน	5.03
ทรีโอนีน	3.23
เฟนิลอะลานีน	5.98
ไลซีน	1.50
ทริปโตเฟน[1]	-
<u>กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย</u>	
ฮิสทิดีน	1.83
กรดกลูตามิก	25.74
โปรลีน	7.46
อะลานีน	10.03
กรดแอสปาร์ติก	0.33
ไทโรซีน	4.67
ไกลซีน	2.72
เซอรีน	4.50
อาร์จินีน	4.64

หมายเหตุ : [1] ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ที่มา : ทัศนีย์ (2530)

4. ปริมาณแร่ธาตุ

ทัศนีย์ (2530) ได้นำเถ้าของแป้งลูกเดือยไปวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุบางชนิด ผลปรากฏดังตารางที่ 6

67273

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ปริมาณแร่ธาตุของแป้งลูกเดือย

ตัวอย่าง	ปริมาณแร่ธาตุ (ppm)[2]								
	P	K	Na	Ca	Cu	Mg	Mn	Zn	Fe
แป้งลูกเดือย	2,516	1,521.2	180.8	18.1	4.8	1,103.5	20.3	29.5	47.4

หมายเหตุ : [2] ตัวเลขที่รายงานเป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ที่มา : ทัศนีย์ (2530)

3.4 การใช้ประโยชน์จากลูกเดือย (ทัศนีย์, 2530)

3.4.1 อาหาร

ลูกเดือยที่นำมาเป็นอาหารเป็นพันธุ์ที่มีชื่อว่า *Coix lacryma-jobi* L. var หรือพันธุ์ Ma Yuen ซึ่งมี เปลือกนุ่ม สามารถสีเปลือกออกได้ง่าย เนื้อเมล็ดมีขนาดใหญ่ มีรสหวาน สามารถนำมารับประทานแบบเดียวกันกับข้าวโดยหุงปนกับข้าวหรือหุงเฉพาะเมล็ดเดือย ใช้แทนข้าวในการปรุงอาหารได้ทุกประเภท ในมาเลเซียทำการคั่วเมล็ดก่อนนำไปกะเทาะเปลือก ใช้ประโยชน์ในการต้มรับประทานหรือทำเค้ก ในประเทศพม่าและรัฐฉานใช้ลูกเดือยเป็นอาหารโดนการคั่วทั้งเปลือกหรือทำให้เกรียมคล้ายกันกับข้าวโพด หรือใช้วิธีการต้มเช่นเดียวกันกับข้าวเจ้าก็ได้

ชาวจีนใช้ลูกเดือยที่มีเปลือกออกขัดมันต้มปรุงรสเป็นซุป น้ำเต้าหู้ ขนมหวาน นอกจากนั้นยังใช้เป็นเครื่องดื่ม โดยการนำไปคั่วแล้วผสมลงในน้ำเดือดเช่นเดียวกับการชงชา ใช้ดื่มแก้อาการกระหายน้ำ (วีรศักดิ์, 2527) ในประเทศจีนปริมาณการบริโภคลูกเดือยมีจำนวนเพิ่มขึ้นในการผลิตจะพบว่ามีผลิตภัณฑ์จากลูกเดือยเพิ่มขึ้นจากเดิมทุกปี

ในประเทศญี่ปุ่นจะนำลูกเดือยทั้งเปลือกไปคั่วสำหรับชงชา กาแฟ เพื่อให้ความสดชื่น หรือปรุงเป็นซุปลูกเดือย ใช้ลูกเดือยทำเป็นเครื่องดื่มประเภทหมัก เรียกว่า dzu (Annonymous, 1950) นอกจากนี้ยังใช้ลูกเดือยในการผลิตมิโซ (miso) ซีอิ๊ว (soy sauce) แครกเกอร์ ขนมปัง บิสเกต ในประเทศญี่ปุ่นมีแนวโน้มที่จะใช้ลูกเดือยเป็นอาหารประเภท Health Food มากขึ้น เพราะลูกเดือยมีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพมากกว่าข้าวเจ้าและข้าวสาลี เนื่องจากมีส่วนประกอบของไขมันจำเป็นชนิดไม่อิ่มตัว และโปรตีนอยู่มากกว่า

ในฟิลิปปินส์และในหมู่ชาวเขาในอินเดียนำเมล็ดลูกเดือยดิบ ตำละเอียดมาใช้ในการผลิตเป็นเบียร์และมีการนำไปผลิตเป็นเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ในประเทศไทยมีการใช้ลูกเดือยอย่างจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนใหญ่ใช้ลูกเดือยทำเป็นขนมหวาน โดยต้องทำให้สุกก่อน ใส่ในน้ำเต้าหู้ เต้าทึง ทำเป็นของหวานประเภทใส่น้ำแข็ง และน้ำหวาน บางครั้งทำเป็นขนมประเภทแกงบวด และใช้ทำเป็นซุป

3.4.2 ยารักษาโรค

นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ว่าสาร coxenolide ในเมล็ดเดือยมีสรรพคุณในการยับยั้งการเจริญของเนื้องอก และพบว่าสารสกัดด้วยน้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ จากรากหรือเมล็ดเดือยมีฤทธิ์ทำให้การหมุนเวียนของเลือดที่ผิวหนังดีขึ้น ทำให้เส้นผมเจริญดีขึ้น ลูกเดือยยังมีสรรพคุณ ในการรักษาโรคหูดที่มักจะเป็นเรื้อรัง โดยมีการทดลองในคนไข้ 23 ราย ให้กินลูกเดือย 60 กรัม ต้มรวมกับข้าวรับประทานวันละ 1 ครั้ง ติดต่อกันจนกว่าจะหาย หลังจากกินลูกเดือยติดต่อกัน 7-76 วัน ได้ผลหายขาด 11 ราย อาการดีขึ้น 8 ราย ไม่ได้ผล 6 ราย ซึ่งอาจเป็นเพราะสารจากลูกเดือย มีฤทธิ์ทำให้เลือดมาเลี้ยงที่ผิวหนังดีขึ้นหรือจากฤทธิ์ยังยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก ให้ฟอสฟอรัสสูงมากช่วยบำรุงกระดูก รองลงมามีวิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา บำรุงธาตุ เป็นอาหารสำหรับคนไข้พักฟื้น ช่วยเจริญอาหารคุณค่าทางยา ชงเป็นยาขับปัสสาวะแก้ร้อนใน บำรุงไต กระเพาะอาหาร ม้าม รวมทั้งบำรุงเลือดลมในสตรีหลังคลอดรักษาอาการคลื่นไส้อาเจียนท้องร่วง

(http://www.nrru.ac.th/ knowledge /healt _w23.asp)

เมล็ดลูกเดือยและแป้งสามารถย่อยได้ง่าย ต้มรับประทานจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าสำหรับผู้ป่วยที่กำลังพักฟื้น นำมาทำเป็นยาดองหรือยาต้ม แก้น้ำมูกไหล รักษาอาการบวมแดงของท่อปัสสาวะ ใช้รักษาโรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ

ในตำราจีนกล่าวว่า ลูกเดือยรสชุ่มจืด เย็น บำรุงม้าม ปอด แก้ไข้ แก้ท้องเสีย เหน็บชา ชักกระตุก บวมน้ำ ปอดอ่อนแอ ฝีหลายหัวที่ลำไส้ สตรีตกขาวมากกว่าปกติ ในตำรายาจีนจึงมักใช้ลูกเดือยบดผสมข้าว ต้มเป็นข้าวต้มกินทุกวันเพื่อบำรุงกำลัง หล่อลื่นกระเพาะอาหารและลำไส้ แก้บวมน้ำ ปวดข้อเรื้อรัง ทั้งยังเชื่อว่าการรับประทานลูกเดือยต้มน้ำตาลสามารถที่จะแก้ร้อนในได้ทางการแพทย์ญี่ปุ่นพบว่า สามารถช่วยทำให้เลือดบริสุทธิ์ และช่วยขับปัสสาวะ (วีรศักดิ์, 2527)

สรรพคุณในตำราไทย ลูกเดือยเป็นยาเย็น แก้ปวดเข่า ปวดข้อ ไขข้ออักเสบ บำรุงกำลังไขข้อ บำรุงม้าม และตับ แก้ไอ แก้ท้องเสีย เหน็บชา ยับยั้งการเกิดมะเร็งในกระเพาะอาหาร มะเร็งมดลูก แก้ชักกระตุก ปอดอ่อนแอ ไอเป็นเลือด ตกขาว ป้องกันการเกิดฝีที่ลำไส้ หูด ร้อนในกระหายน้ำ แก้ทางเดินหายใจหรือทางเดินปัสสาวะอักเสบ ขับเสมหะ ช่วยย่อยอาหาร บำรุงเส้นผมและผิวหนัง ทำให้ผิวพรรณสวยงาม

เมล็ดมีสาร Coixans A, B และ C ซึ่งมีงานวิจัยพบว่าสามารถลดน้ำตาลในเลือดหนูปกติ (http://www.thaivegetarian.com) Coixans A มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดหนูเป็นเบาหวานได้ น้ำมันเดือย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Coix oil) มีประมาณร้อยละ 5.9-9.8 ซึ่งประกอบได้ด้วยสาระสำคัญคือ กรดโคอิก (Coix acid) และกรดปาล์มมิติก (Palmitic acid) น้ำมันจากลูกเดือย มีฤทธิ์กระตุ้นศูนย์การหายใจ ลดความอ่อนเปลี้ยของร่างกาย ลดความดันโลหิต และขับปัสสาวะ

ส่วนผลทางเภสัชวิทยามีรายงานว่า ลูกเดือยมีสารที่มีคุณสมบัติทางยาหลายชนิด ได้แก่ สารที่ไม่ใช่ไขมันในลูกเดือย สามารถลดคอเลสเตอรอล น้ำสกัดจากลูกเดือย ช่วยลดความดันเลือด ช่วยทำให้นอนหลับ และระงับปวดได้ในสัตว์ทดลอง แอลฟาไมโนไลโนเลอิน (α-monolinolien) เป็นสารสกัดแอลกอฮอล์ของลูกเดือย สามารถยับยั้งการก่อมะเร็งไม่ให้ทำร้ายเซลล์ในสัตว์ทดลอง สรุปแล้วลูกเดือยเป็นทั้งยาลดน้ำตาลและไขมันในเลือด ลดความดันในเลือดได้ด้วยสามารถใช้เพิ่มภูมิต้านทาน ป้องกันหวัด นอกจากนี้ยังช่วยให้หลับง่าย และอาจจะป้องกันมะเร็งได้ด้วย (http://www.kalathai)

4. ข้าวกล้อง

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Oryzasativa* Linn. วงศ์ *Graminae*.

รูปที่ 3 ลักษณะต้นข้าวกล้อง

ที่มา : http://www.doae.go.th/.../ april_44/khaw/rice1.htm

4.1 ลักษณะทั่วไป

ข้าวกล้อง (บางคนเรียกข้าวซ้อมมือหรือข้าวแดง) คือ ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอา เปลือก(แกลบ) ออกเท่านั้น หรือหมายถึง ข้าวที่ผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว เป็นข้าวที่ยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มาก ข้าวที่ได้จึงเป็นข้าวที่มีสีขาวขุ่น หรือสีน้ำตาลอ่อน โดยสีของข้าวกล้องจะแสดงออกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยื่อหุ้มเมล็ด จะมีสีต่างๆ กันตั้งแต่ ขาวแดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา และม่วงเกือบดำ ข้าวกล้องที่มีสีแดงและม่วง จะมีสารพวกเม็ดสีแอนโทไซยานิน ข้าวกล้องจึงเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูง มีวิตามิน เกลือแร่ และสารอื่น ๆ ที่ร่างการต้องการ มากกว่า 20 ชนิด (http://www.healthnet.in.th/text/forum2/vet/008.htm) แต่ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่นิยมบริโภคข้าวกล้อง เนื่องจากข้าวกล้องมีสีที่ไม่น่ารับประทาน ไม่อร่อย ใช้เวลาในการหุงนาน เคี้ยวยาก ไม่นุ่มเหมือนข้าวขาว

ข้าวกล้องสามารถนำมาทำอาหารคาว หวานและอาหารว่างได้ หลายชนิด โดยใช้ข้าวกล้องแทนข้าวขาว ในอาหารที่มีข้าวขาว และแป้งข้าวเจ้า เป็นส่วนประกอบ เช่น ข้าวต้ม โจ๊ก ข้าวผัด ข้าวยำ ข้าวหมก ข้าวมันปู ข้าวคู ขนมเปียกปูน ขนมกล้วย บัวลอย ขนมครก และข้าวเกรียบ เป็นต้น

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้อง

1. คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวกล้อง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แป้ง (strach) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เซลลูโลส (cellulose) และน้ำตาลอิสระ (sugar)

แป้ง

แป้งมีปริมาณสูงสุด ประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักข้าว โดยมีอะไมโลส (amylose) ร้อยละ 7-33 ของน้ำหนักแป้ง หรือร้อยละ 8-37 ของน้ำหนักแป้ง ส่วนอะไมโลเพกติน (amylopectin) จะเป็นส่วนประกอบหลักของข้าวเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่แป้งพวกนี้จะมีอะไมโลสร้อยละ 0.8-1.3 ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เม็ดแป้งจะมีขนาดใกล้เคียงกัน อุณหภูมิแป้งสุกอยู่ระหว่าง 55-79 ^{0}C ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวและสิ่งแวดล้อม ข้าวพันธุ์เดียวกัน แต่อาจมีอุณหภูมิแป้งสุกต่างกันถึง 10 ^{0}C ด้วยเหตุนี้ถ้าใช้อุณหภูมิแป้งสุกเป็นหลักอาจแบ่งข้าวเป็น 3 กลุ่ม คือ ข้าวหุงสุกง่าย ใช้อุณหภูมิ 69 ^{0}C หรือต่ำกว่า ข้าวหุงสุกได้ยากปานกลาง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 70-74 ^{0}C และข้าวหุงสุกยาก ใช้อุณหภูมิ 74 ^{0}C ข้าวที่หุงสุกได้ง่ายส่วนใหญ่มาจากพันธุ์ Japonica ส่วนข้าว Indica มีทั้งหุงสุกได้ง่าย และหุงสุกได้ยาก ทำให้ดูเหมือนว่าอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวสุกมีความสำคัญมาก นอกจากนี้อัตราส่วนของอะไมโลเพกติน ก็จะเป็นเครื่องชี้บ่งความยากง่ายของการหุงสุก ถ้าข้าวมีอะไมโลสสูงแป้งจะดูดน้ำได้ช้า ข้าวที่มีอุณหภูมิต่ำในขณะที่สุกในน้ำจะดูดน้ำและละลายได้ที่อุณหภูมิต่ำ ข้าวเจ้าดูดน้ำและละลายได้น้อยเท่าข้าวเหนียว และยังคงดูดน้ำได้อีกหลังจากแป้งสุกแล้ว ส่วนข้าวเหนียวการดูดน้ำจะถึงจุดสูงสุดเมื่อแป้งสุก จากรายละเอียดที่ได้กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่า การดูดน้ำของแป้งขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในเม็ดแป้ง แต่เมื่อเม็ดแป้งแตกตัวออก ทั้งอะไมโลส และอะไมโลเพกตินจะหลุดออกมา ลักษณะของแป้งเปียกที่ได้จะขึ้นอยู่กับขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของอะไมโลส ความยากง่ายของการสุกนี้อาจตรวจสอบได้ด้วยวิธี Alkali Test โดยนำข้าว 6 เมล็ด แช่ด่าง KOH เข้มข้นร้อยละ 1.7 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร หลังจากแช่ไว้ 23 ชั่วโมง แล้วจึงตรวจดูการกระจายของเมล็ด ข้าวที่พองตัวได้ง่ายจะพองตัวจนแตก และกระจายตัวออก การที่แป้งจากข้าวชนิดต่างๆ สุกที่อุณหภูมิต่างกัน ทำให้การหุงข้าวต้องใช้เวลาต่างกันด้วย ข้าวที่มีแป้งสุกยากจะใช้เวลามากกว่าข้าวที่มีแป้งสุกน้อย ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะดูดน้ำและพองตัวได้มากถ้าหุงให้สุก ในทางตรงกันข้ามข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ จะดูดน้ำและพองตัวได้น้อย ปริมาณอะไมโลสไม่เกินร้อยละ 30 แต่ถ้ามีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าน้ำการละลายจะน้อยลง อาจเนื่องมาจากการจับตัวกันของอะไมโลสภายในเม็ดแป้งหลังจากที่เม็ดแป้งสุกแล้วหรือหลังจากหลุดออกมาจากเม็ดแป้งแล้ว

เฮมิเซลลูโลส

เฮมิเซลลูโลส พบมากในรำละเอียด รำข้าวขาว และจมูกข้าว พบเล็กน้อยในข้าวขาว ข้าวกล้องมีเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 1.43-2.08 ข้าวขาวมีร้อยละ 0.61-1.09 รำละเอียดมีร้อยละ 8.59-10.90 และรำข้าวขาวมีร้อยละ 3.15-6.01 นอกจากนี้ยังพบเพนโตซาน (pentosan) ในจมูกข้าวร้อยละ 4.80-7.40 มีผู้ศึกษาเฮมิเซลลูโลสที่มีอยู่เหล่านี้ พบว่า รำละเอียด และรำข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.1 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 1.0 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนข้าวขาว มีประมาณร้อยละ 0.02 ที่ละลายในน้ำได้ และร้อยละ 0.1 ที่ ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนมากเป็นพวกอะราบิโนซาน (arabinosan) และไซลาน (xylan)

เซลลูโลส

เซลลูโลส ส่วนใหญ่อยู่ในชั้นรำ ปริมาณที่พบร้อยละ 62 อยู่ในชั้นรำละเอียดร้อยละ 4 อยู่ในจมูกข้าว ร้อยละ 7 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 27 อยู่ในข้าวขาว

น้ำตาลอิสระ

น้ำตาลอิสระ พบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสส และน้ำตาลราฟิโนส กลูโคส และฟรุคโตสเล็กน้อย ข้าวกล้องมีน้ำตาลอิสระร้อยละ 0.83-1.36 และข้าวขาวมีร้อยละ 0.09-0.13 ส่วนจมูกข้าวมีน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ร้อยละ 11.6 และน้ำตาลที่ไม่ถูกรีดิวซ์ (non-reducing sugar) ร้อยละ 9.1

ไฟติน (phytin)

เป็นสารประกอบที่พบมากในบริเวณผิวของเมล็ด มีฟอสฟอรัสร้อยละ 80 ถ้าพบในข้าวกล้องหรือร้อยละ 40 ถ้าพบในข้าวขาวมาจากสารไฟติน และฟอสฟอรัสร้อยละ 90 ในรำมาจากไฟติน ไฟตินที่พบในข้าวกล้องร้อยละ 0.2 ในข้าวขาวมีร้อยละ 0.04-0.06 และในจมูกข้าวมีร้อยละ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สารประกอบไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนที่พบในข้าวประกอบด้วยกรดอะมิโนอิสระและโปรตีนโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากแป้ง ร้อยละ 14 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 83 อยู่ในข้าวขาว อย่างไรก็ตามโปรตีนที่อยู่ตามส่วนต่างๆ อาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับการขัดรำ และปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวจากการศึกษาส่วนประกอบของโปรตีน พบว่า ข้าวกล้องมีไลซิน (lysine) สูง แต่มีกรดกลูตามิก (glutamic acid) ต่ำกว่าข้าวขาว

3. ไขมัน

ในข้าวกล้อง ไขมันร้อยละ 80 อยู่ในรำละเอียดและรำข้าวขาว และประมาณ 1 ใน 3 อยู่ในจมูกข้าว ไขมันมีส่วนประกอบของกรดโอเลอิก (oleic acid), กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid) เป็นส่วนใหญ่

4. วิตามิน

วิตามินส่วนใหญ่พบในส่วนที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด และจมูกข้าว

5. เกลือแร่

เกลือแร่ของข้าวมีปริมาณไม่คงที่แตกต่างกันไปตามลักษณะดินที่ใช้ปลูกและวิธีวิเคราะห์เกลือแร่ร้อยละ 51 อยู่ในรำละเอียด ร้อยละ 10 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 28 อยู่ในข้าวขาว แร่ธาตุที่พบ มี ฟอสฟอรัส คลอรีน ซิลิคอน โซเดียม และเหล็ก โดยแร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ แมกนีเซียม โปแตสเซียม และซิลิคอน (เยาวภา และวราพร, 2542)

4.3 คุณค่าทางอาหารและยาของข้าวกล้อง

ข้าวกล้องมีคุณค่าทางอาหารที่สำคัญหลายอย่าง ในข้าวกล้องมีคาร์โบไฮเดรท ให้พลังงานแก่ร่างกาย โปรตีนช่วยซ่อมแซม ส่วนที่สึกหรอ ไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัว ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย เส้นใย ช่วยเพิ่มกากอาหารทำให้ขับถ่ายสะดวก ป้องกันอาการ ท้องผูก และ การเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ วิตามิน บี 1 (Thiamin) ช่วยป้องกัน โรคเหน็บชา ช่วยการทำงานของระบบประสาทเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ วิตามิน บี 2 (Riboflavin) ป้องกันปากนกกระจอก ช่วยเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน ไนอะซีน (Niacin) ช่วยในการทำงานของระบบผิวหนัง และระบบประสาท แคลเซียม ฟอสฟอรัส บำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง เหล็กช่วย สร้างเม็ดเลือดแดง ในจมูกข้าวมี วิตามินอี ซิลิเนียม และแมกนีเซียม ช่วยเสริมสร้างการทำงานระบบต่าง ๆ ของร่างกายให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้วิตามินอียังมีส่วนช่วยชะลอความแก่และซิลิเนียมช่วยป้องกันโรคมะเร็งอีกด้วย ส่วนเส้นใยอาหารซึ่งเป็นสารประกอบน้ำตาลโมเลกุลใหญ่เชิงซ้อน (Polysaccharides) ที่มีอยู่ในผนังเซลล์ของพืช มีอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวของข้าวกล้อง เมื่อบริโภคเข้าไปอวัยวะผ่านกระเพาะและลำไส้เล็กได้ง่าย เนื่องจากน้ำย่อยไม่สามารถย่อย เส้นใยอาหารได้ทั้งหมด จึงถูกขับออกมาและช่วยพาสิ่งที่ตกค้างอยู่ในลำไส้ออกไปเป็นกากอาหาร ทำให้ขับถ่ายสะดวก ป้องกันอาการท้องผูกและช่วยป้องกันการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ด้วย (http://www.siamstreet.com/health/sativa.html)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินบางชนิดในข้าวขาวและข้าวกล้อง (หน่วย : มิลลิกรัม/100 กรัม)

สารอาหาร	ข้าวขาว	ข้าวกล้อง
ไทอะมีน	0.12	0.54
ไรโบฟลาวิน	0.03	0.06
ไนอะซีน	1.41	4.5
กรดเพนโทธินิก	0.32	1.4
ไพริดอกซิน	0.06	0.43
วิตามินดี	0.09	0.78
แคลเซียม	6.0	10.0
เหล็ก	0.5	1.1

ที่มา : อรอนงค์, 2534

รูปที่ 4 ข้าวขัดขาวกับคุณค่าที่เสียไป

ที่มา : http://www.thai.com/lifestyle.php?t=d&ref=67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เส้นใย (fiber)

สารเส้นใย แบ่งออกได้เป็น 1. สารเส้นใยไม่ละลายน้ำ 2. สารเส้นใยละลายน้ำ

1.สารเส้นใยไม่ละลายน้ำ ส่วนมากได้จากเมล็ดธัญพืช สารเส้นใยชนิดนี้จะอุ้มน้ำและไม่ถูกย่อย เวลากินจะผ่านไปตามลำไส้เฉยๆ จึงมีประโยชน์ในการป้องกันมะเร็ง และปกป้องลำไส้ให้มีสุขภาพดี

2.สารเส้นใยละลายน้ำ มักจะปนอยู่กับส่วนที่เป็นแป้งในพืช จึงละลายน้ำได้ พบในผลไม้ ผัก ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต สารเส้นใยชนิดนี้สามารถลดไขมันในเส้นเลือด และลดน้ำตาลในเลือดในรายที่เป็นเบาหวาน (http://www.thai.com/lifestyle.php?t=d&ref=67)

6. นมโค

6.1 ลักษณะทั่วไป

นมโคเป็นแหล่งของธาตุอาหาร และโปรตีนสร้างภูมิคุ้มกัน (immunological protection) ของวัวอ่อน ช่วงอุ้มท้อง (gestation period) ของวัวประมาณ 9 เดือน ก่อนคลอดจะมีน้ำนมออกมาจากเต้านมวัว (udder) เตรียมความพร้อมสำหรับลูกวัวที่จะเกิด เมื่อคลอด (parturition) แล้วของเหลวจากเต้านม มีชื่อเรียกว่า โคลอสตัม (Colostum) ซึ่งมีสีอมเหลือง มีรสชาติเค็ม ประกอบด้วยโปรตีนซีรัม (serum protein) สูง ซึ่งสร้างความคุ้มกันให้แก่ลูกอ่อนจนสามารถสร้างภูมิคุ้มกันของสัตว์เอง วัว (แม่) จะให้โคลอสตัมประมาณ 72 ชั่วโมง จากนั้นองค์ประกอบในของเหลวจะเปลี่ยนไป ซึ่งเรียกของเหลว ในช่วงตั้งแต่นี้ว่า น้ำนม หรือนมสด (fresh milk) ซึ่งใช้เป็นอาหารของคนได้ (วรรณา, 2545)

นมเป็นอาหารธรรมชาติที่มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยแร่ธาตุ อาหารครบทุกหมู่ คือ โปรตีน วิตามิน เกลือแร่ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาลนมหรือแลคโทส (lactose) และโปรตีนที่เรียกว่า เคซีน (casein) จะพบในธรรมชาติคือในนมหรือน้ำนมเท่านั้น นมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาร่างกายและสมองของเด็กและเยาวชน
(สารานุกรมไทย เล่ม 12)

6.2 องค์ประกอบทางเคมีในนม ได้แก่ (สารานุกรมไทย เล่ม 12)

1. น้ำ เป็นสื่อกลางให้สารอาหารหลายชนิดละลาย ทำให้สะดวกในการบริโภค โดยเฉพาะเด็กอ่อนหรือทารกที่ยังไม่มีฟันเคี้ยวอาหาร

2. ไขมัน ตามปกติเรียกไขมันจากน้ำนมว่า มันเนย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญทางโภชนาการและเศรษฐกิจ ให้พลังงาน ตลอดจนสารอาหารและวิตามินเอ ดี อี และเค นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญ ใช้ในการกำหนดราคาซื้อขายน้ำนมดิบเพราะสามารถนำไปใช้อุตสาหกรรมนมได้ นมให้ไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับขนมปัง นมผงถั่วเหลือง หรือเนื้อ การดื่มนมจึงไม่ทำให้อ้วน

3.. โปรตีน ในน้ำนมเกือบทั้งหมดประกอบด้วยสารอาหารโปรตีน ที่เรียกว่า เคซีน โกลบูลิน (globulin) อัลบูมิน (albumin) ในปริมาณค่อนข้างสูง และมีกรดอะมิโน (amio acid) อยู่ 19 ชนิด ซึ่งมีประโยชน์ต่อการสร้างเนื้อเยื่อ เลือด และกระดูก นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ อีกด้วย

4. สารประกอบที่มีไนโตรเจน ตามปกตินมจะมีแร่ธาตุไนโตรเจนอยู่ประมาณร้อยละ 0.5

5. แลคโทส เมื่อถูกย่อยแล้วจะกลายเป็นกลูโคส (glucose) และกาแลคโทส (galactose) น้ำตาลกาแลคโทสนี้เป็นส่วนประกอบของซีรีโบรไซด์ (cerebroside) ซึ่งพบมากในเยื่อหุ้มสมองและเยื้อหุ้มประสาท ดังนั้นทารกและเด็กจึงมีความต้องการแลคโทสเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของสมอง

6. วิตามิน ในนมมีวิตามินเอ บี 1 (ไทอามีน-thaiamine) บี 2 บีรวม บี 6 บี 12 ซี ดี และดี ซึ่งช่วยป้องกันโรคลักปิดลักเปิด อัมพาต โรคผิวหนัง โรคลำไส้ โรคฟันผุ เป็นต้น

7. แร่ธาตุในน้ำนม มีลักษณะเป็นเถ้า ประกอบด้วยโพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส คลอไรด์ ซิเทรต เหล็ก ทองแดง และไอโอดีน

6.3 ชนิดของนม (วรรณา, 2545)

1. นมสด

เนื่องจากนมสดส่วนใหญ่ได้มาจาก นมโคจะมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มาก นอกจากนี้อาจมีเชื้อวัณโรคร่วมด้วย จึงจำเป็นจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆเสียก่อน

1.1 การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แบบที่รักษาคุณภาพนมสดคงไว้ เรียกวิธีการนี้ว่า การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ (Pasteurization) คือ การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอันตรายต่อมนุษย์ (Pathogen) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที หลังจากการฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้ น้ำนมยังคงมี จุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ถ้าเก็บไว้นานอาจจะเสียได้ นมประเภทนี้จะบรรจุใส่ถุงหรือขวด เป็นนมสดแท้ ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 2-5 องศาเซลเซียส

1.2 เป็นนมสดที่ใช้การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง โดยอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ในภาชนะที่ปิดสนิท การให้ความร้อนในระดับนี้จึงสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปโดยสิ้นเชิง ทิ้งไว้นานไม่บูดเน่า เรียกการฆ่าเชื้อแบบนี้ว่า การสเตอริไลเซชั่น (Sterilization)

1.3 รู้จักกันในชื่อ ยูเอชที (UHT: Ultra Heat Treatment) เป็นนมสดที่ผ่านความร้อนสูง 140-150 องศาเซลเซียส ในระยะสั้น (ประมาณ 2 วินาที) นมประเภทนี้มักบรรจุกล่องและสามารถเก็บไว้ได้นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นมระเหย

นมระเหย คือ นมที่ได้ระเหยน้ำออกไปครึ่งหนึ่ง เป็นนมที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์เช่นกัน

2.1 นมระเหยชนิดจืด

2.2 นมข้นหวานซึ่งประกอบด้วยหางนม ไขมัน และน้ำตาล ซึ่งห้ามใช้เลี้ยงเด็กทารก

2.3 นมผง แบ่งเป็น 3 ชนิด

2.3.1 นมผงดัดแปลงสำหรับทารก นมผงชนิดนี้มีหลายสูตรให้เลือก เพราะแต่ละสูตรแต่ละบริษัทจะดัดแปลงต่างๆกัน

2.3.2 เป็นนมผงธรรมดา ไม่เติมวิตามิน หรือเกลือแร่ใดๆ ใช้สำหรับบริโภคได้ทุกวัยนมผงพร่องมันเนย เป็นนมผงที่เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ หรือผู้ที่มีระดับไขมันสูง

2.3.3 นมผงพร่องมันเนย เป็นนมผงที่เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ หรือผู้ที่มีระดับไขมันสูง

7. โยเกิร์ต

7.1 ลักษณะทั่วไป

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เตรียมได้จากน้ำนม ซึ่งอาจเป็นนมสด นมเข้มข้น นมพร่องมันเนย นมคืนรูปจากนมผงพร่องมันเนย หรือส่วนผสมของนมดังกล่าวเข้าด้วยกัน นำมาผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อให้อนุภาคของไขมันเล็กลง ทำการฆ่าเชื้อด้วยการพาสเจอไรซ์หรือ การทำไร้เชื้อหรือทั้งสองชนิดร่วมกันทำให้เย็นแล้วบรรจุลงในภาชนะ

7.2 ชนิดของโยเกิร์ต

การแบ่งชนิดของโยเกิร์ต อาศัยหลักการดังต่อไปนี้

1. กรรมวิธีการผลิต การผลิตโยเกิร์ตในอุตสาหกรรมมี 2 ลักษณะใหญ่ๆซึ่งขึ้นกับกระบวนการผลิต และโครงสร้างทางกายภาพของเนื้อโยเกิร์ต (coagulum) คือ

โยเกิร์ตชนิดคงตัว (set yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุ ลักษณะของโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนที่ได้เป็นเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะแข็งกึ่งเหลว

โยเกิร์ตชนิดคน (stirred yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักที่เกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนที่ได้จะแตกหรือแยกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุ ตัวอย่างได้แก่ นมเปรี้ยวซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียงร้อยละ 11 หรือน้อยกว่า เป็นต้น (Rousseav, 1974)

2. กลิ่นรสและการปรุงแต่ง สามารถแบ่งได้ดังนี้ คือ

โยเกิร์ตแบบธรรมดา (plain หรือ natural yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผลิตได้ตามวิธีดั้งเดิม มีรสชาติเปรี้ยว ไม่มีการเติมกลิ่นรสหรือผลไม้ลงไป

โยเกิร์ตรสผลไม้ (fruit หรือ flavored yoghurt) ซึ่งอาจมีการเติมผลไม้และสารให้ความหวาน หรือมีการเติมกลิ่นรสและสี แทนส่วนของผลไม้ แบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบสวิส (swiss style) ซึ่งเป็นโยเกิร์ตที่มีเนื้อผลไม้ผสมรวมกระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ต อีกแบบ คือ แบบซันเด (sundae style) ซึ่งมีเนื้อผลไม้อยู่บริเวณก้นภาชนะเช่น ส้ม สับปะรด สตรอเบอร์รี่ เป็นต้น การเติมผลไม้ชนิดต่างๆ นอกจากเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคแล้ว ยังทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีปริมาณแร่ธาตุแตกต่างกันไป ซึ่งโดยทั่วไปพบ ทองแดง เหล็ก และแมงกานีส (Segarra *et al.*, 2000)

โยเกิร์ตที่ผสมน้ำตาล (sweetened yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีน้ำตาลผสมอยู่ด้วย เพื่อให้เกิดรสหวานชวนรับประทาน

โยเกิร์ตพร้อมดื่ม (dringing yoghurt) เกิดจากการนำโยเกิร์ตผสมกับน้ำผลไม้ในอัตราส่วน 1:1 แล้วนำมาผ่านการฆ่าเชื้อ โยเกิร์ตชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นน้ำสะดวกต่อการดื่ม มีรสเปรี้ยวตามธรรมชาติ ส่วนสีและกลิ่นจะเป็นไปตามน้ำผลไม้ที่ผสมอยู่

3. กระบวนการหลังการหมัก เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้นแล้วอาจนำโยเกิร์ตที่ได้ไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้แห้ง เป็นต้น ซึ่งสามารถเติมสารให้กลิ่นรส สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว และสีลงในผลิตภัณฑ์ได้

4. องค์ประกอบทางเคมี ชนิดของโยเกิร์ตอาจขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น ปริมาณไขมัน (fat) ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (solid-non-fat หรือ SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid หรือ TS) ตามมาตรฐานของ FAO/WHO ซึ่งกำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน (FAO/WHO, 1984; Tamine and Robinson, 1999) คือ full yoghurt/yoghurt หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันสูงกว่าร้อยละ 3.0 medium yoghurt/partially skimmed yogburt หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 3.0-5.0 และ low yoghurt/skimmed yoghurt หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 0.5

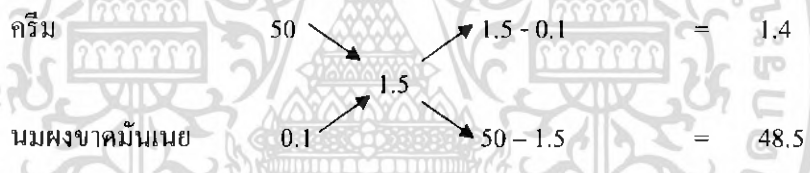
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต

1. การเตรียมส่วนผสม เนื่องจากองค์ประกอบที่ได้ของน้ำนมชนิดต่างๆแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำมาผ่านการหมักจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น เมื่อไขมันในน้ำนมมีปริมาณสูงกว่าจะให้โยเกิร์ตที่มีความเป็นครีมสูง (creamy) ตามไปด้วย เป็นต้นนอกจากนี้น้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในน้ำนมก็จะถูกใช้เป็นแหล่งอาหารของหัวเชื้อโยเกิร์ต ส่วนโปรตีนก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตกตะกอนซึ่งมีผลโดยตรงต่อความหนืดและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ (Varnam and Sutherland, 1994) ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานจึงจำเป็นต้องปรับคุณภาพของน้ำนมก่อนการหมักดังนี้

การปรับปริมาณไขมันในนม ไขมันมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของโยเกิร์ตในแง่ของความรู้สึกเมื่อรับประทาน (mouthfeel) ในการปรับปริมาตรไขมันในน้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตนี้ จะใช้หลักการของเพียร์สันส์สแควร์ (Pearsons square) ดังตัวอย่าง

ถ้าต้องใช้ครีมที่มีไขมันร้อยละ 50 และนมผงขาดมันเนยที่มีไขมันร้อยละ 0.1 ในการทำโยเกิร์ตเพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่มีไขมันร้อยละ 1.5 ปริมาณ 1,000 ลิตร จะต้องใช้ส่วนผสมทั้ง 2 ชนิด ในปริมาณเท่าใด



ดังนั้น ปริมาณครีมที่ใช้ (1.4 x 1000)/(48.5+1.4) = 28.1 ลิตร

ปริมาณนมผงขาดมันเนยที่ใช้ (48.5 x1000)/(48.5+1.4) = 971.9 ลิตร

การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในน้ำนม ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในน้ำนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีน และเกลือแร่ จะมีผลโดยตรงต่อสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืด และความสม่ำเสมอของโครงสร้างทางกายภาพของเนื้อโยเกิร์ตซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของแข็งในน้ำนม โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีควรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 15-16 แต่ถ้าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีมากกว่าร้อยละ 25 จะทำให้ความชื้นในส่วนผสมลดลงและมีผลต่อการเติบโตของเชื้อเริ่มต้น น้ำนม การเติมนมผง เคซีน (casein) เวย์ผง (whey powder) นมเนยผง (butter milk powder) (Tamine and Robinson, 1999) เป็นต้น

การเติมสารคงตัว (stabiliser) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเคิร์ด (Sayed *et al.*, 2002; Younus *et al.*, 2002) เป็นต้น นอกจากนี้ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้โยเกิร์ตสม่ำเสมอและยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บของนมอีกด้วย สารคงตัวที่ดีควรมีสมบัติดังนี้คือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และกระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักน้ำนม ตัวอย่างสารคงตัวที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต เช่น แป้ง เจลาติน และเพกติน เป็นต้น

การเติมสารให้ความหวาน มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ตรสผลไม้ ปัจจัยที่มีผลต่อการเติมสารให้ความหวาน ได้แก่ ชนิดของสารให้ความหวานที่ใช้ ชนิดของผลไม้ที่ใช้ ความชอบของผู้บริโภค ผลที่อาจยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ มาตรฐานตามกฎหมาย เป็นต้น โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงในโยเกิร์ตไม่ควรเกินร้อยละ 10 ถ้าความเข้มข้นสูงเกินไปอาจมีผลไปยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลมาจากความดันออสโมติกย้อนกลับ (adverse osmotic pressure) ของสารให้ความหวานในน้ำ และปริมาณน้ำอิสระที่ลดลงในโยเกิร์ต (Shah and Ravula, 2001) สารให้ความหวานที่นิยมใช้ ได้แก่ ซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส กลูโคสไซรัป กาแลคโตสไซรัป และคอร์นไซรัป เป็นต้น

นิตยกานต์ (2544) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงโยเกิร์ตแคลอรี่ต่ำโดยใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวาน พบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำนมขาดมันเนย นมผงขาดมันเนย หัวเชื้อโยเกิร์ตชนิด B-58 และสารสกัดสเตียวิโอไซด์ (stevioside) ร้อยละ 94.06, 5.94, 2 และ 0.03 ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จากนั้นเติมลูกชิดลงไปร้อยละ 15 เพื่อเป็นการเพิ่มเนื้อสัมผัส โยเกิร์ตที่ได้ให้พลังงานเพียง 744.64 แคลอรี่ต่อกรัม

2. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน กระบวนการที่ทำให้น้ำนมเป็นเนื้อเดียวกัน จะมีผลต่อคุณภาพของน้ำนมในด้านการเป็นสารอิมัลชัน น้ำนมที่ได้ทำการปรับส่วนผสมของนมเพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามต้องการแล้วนั้น จะถูกนำเข้าผ่านสู่เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ความเร็วสูง โดยจะผ่านช่องเปิดเล็กๆ ภายใต้ความดันสูง ภายหลังจากผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว จะมีผลทำให้โยเกิร์ตที่ได้หลังการหมักมีเนื้อสัมผัสที่เนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีม และช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้า หรือการแยกชั้นของเวย์ สำหรับการเลือกใช้โฮโมจีไนเซอร์ จะขึ้นกับปริมาณไขมันที่มีอยู่ โดยทั่วไปน้ำนมที่ใช้ในการทำโยเกิร์ตจะใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์แบบ 1 ขั้น (stage) ที่ความดันระหว่าง 1,500-2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) และที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส

3. การให้ความร้อน การให้ความร้อนแก่ส่วนผสมเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำโยเกิร์ต นอกจากจะมีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำนมแล้ว ยังมีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อน นอกจากนี้ ยังช่วยกำจัดอากาศที่มีอยู่ในน้ำนม ซึ่งทำให้มีสภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกต้องการอากาศในปริมาณเพียงเล็กน้อย และยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำนม โดยทำให้โปรตีน ได้แก่ อัลบูมิน และโกลบูลินที่แปลงสภาพ (denature) แล้วตกตะกอนอีกทั้งทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรวมตัวของโมเลกุลเคซีน เกิดเป็นร่างแหในลักษณะสามมิติขึ้น โดยร่างแหนี้จะจับกับโปรตีนเวย์แล้วทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดมากกว่าเดิม ในตารางที่ 9 แสดงเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำนม

4. กระบวนการหมัก หลังจากผ่านการให้ความร้อน และทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมของส่วนผสมแล้ว จะทำการเติมหัวเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อประมาณร้อยละ 0.5-2 หลังจากทำการถ่ายเชื้อแล้วจะนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 42-45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง (Beal and Corrieu, 1991; Beal *et al.*, 1994)

5. การให้ความเย็น (cooling) การควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ตและเอนไซม์ จะทำให้โยเกิร์ตมีระดับความเป็นกรด-ด่างตามต้องการคือ ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.6 หรือความเข้มข้นกรดแลคติกประมาณร้อยละ 0.9 โดยการให้ความเย็น หลักของการให้โครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนเย็นลงคือ ลดอุณหภูมิจาก 30-45 องศาเซลเซียส ให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือประมาณ 5 องศาเซลเซียส ทันที เพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ (Garcia and McGregar, 1994)

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในน้ำนมหลังผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

ผลหลังจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโยเกิร์ต
1. ความหนืดเพิ่มขึ้น	การลดขนาดลงของเม็ดไขมัน (fat globule size) และเพิ่มการดูดซับกับอนุภาคของโปรตีนเคซีนซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณอนุภาคแขวนลอย (suspened matter)
2. ปริมาณของเอนไซม์แซนทินออกซิเดส (xanthin oxidase enzyme) เพิ่มขึ้น	เนื่องจากเกิดการถูกทำลายของเยื่อหุ้มของเม็ดไขมันซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ชนิดนี้อยู่ประมาณครึ่งหนึ่งที่พบในน้ำนม
3. สีขาวขึ้น	ปริมาณของเม็ดไขมันที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการสะท้อนและกระจายของแสง
4. การเกิดลิโปไลซิส (lipolysis) เพิ่มขึ้น	เนื่องจากพื้นที่ผิวของไขมันที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับเอนไซม์ไลเปสเพิ่มขึ้น โดยเยื่อหุ้มของเม็ดไขมันที่ถูกทำลายไปจะส่งผลให้เกิดการแตกสลายของไขมันโดยหัวเชื้อมากขึ้น
5. การจับตัวรวมกันเพิ่มขึ้น	โดยเฉพาะน้ำนมที่มีนมผงเป็นส่วนผสม
6. ปริมาณของฟอสโฟลิปิด	ปริมาณของฟอสโฟลิปิดที่มีอยู่ที่เยื่อหุ้มเม็ดไขมันจะกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ผลหลังจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโยเกิร์ต
7. การเกิดฟองง่ายขึ้น	เป็นผลจากปริมาณของฟอสโฟลิปิดในนมผงขาดมันเนยเพิ่มขึ้น การปั้มนมที่จะทำโยเกิร์ตมาบ่มในถังบ่มจะก่อให้เกิดฟองง่ายขึ้น
8. ขนาดของเม็ดไขมันลดลง	ช่วยป้องกันการเกิดชั้นครีมในโยเกิร์ตระหว่างการบ่ม
9. Oxidised flavour ลดลง	เนื่องจากปริมาณฟอสโฟลิปิดในนมผงขาดมันเนย ประกอบกับการเกิดสารประกอบจำพวกซัลไฟด์ดิล (sulphydryl) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบซัลไฟล์ดิลนี้ อาจเกิดจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนในนมผงขาดมันเนย
10. เสถียรภาพของโปรตีนลดลง	การเปลี่ยนแปลงแรงระหว่างโปรตีนกับโปรตีนมีผลจากการเสื่อมสภาพและสมดุลของเกลือ
11. การรวมตัวและผลต่อการลอยตัวลดลง	เนื่องจากการดูดซับเม็ดไขมันด้วยโปรตีนเคซีนส่งผลให้การรวมตัวของไขมันลดลง
12. เคซีนในชั้นนมผงขาดมันเนยลดลง	เกิดการเคลื่อนย้ายของโปรตีนเคซีนบางส่วนจากนมผงขาดมันเนย มาจับตัวกับเยื่อหุ้มของเม็ดไขมันเล็กๆ ที่เกิดขึ้นจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน
13. การเกิด syneresis ลดลง	การเพิ่มความสามารถในการสร้างพันธะกับน้ำเนื่องจากแรงปฏิกิริยาของโปรตีนเคซีนที่เยื่อหุ้มของเม็ดไขมันและแรงปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับโปรตีน

ที่มา : Tamime and Robinson (1999)

6. การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรส และสี ลงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต จะขึ้นกับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการของผู้บริโภค องค์ประกอบที่ใช้เติมในอุตสาหกรรม การผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่นรส สี และสารประกอบอื่นๆ เช่น น้ำผึ้ง มะเขือเทศ กาแฟ เป็นต้น

7. การเก็บผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต อาจมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อและจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อน ซึ่งชนิดของโยเกิร์ตก็มีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างการเก็บ (Birollo *et al.*, 2000) ในประเทศไทยกำหนดให้เก็บโยเกิร์ตที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส ได้ไม่เกิน 7 วันนับตั้งแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ (ราชกิจจานุเบกษา, 2529) แต่ปัจจุบันอายุการเก็บอาจมากกว่าระยะเวลาที่กำหนดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บน้อย

7.4 ประโยชน์ของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตในผลิตภัณฑ์หลังเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต จุลินทรีย์โยเกิร์ตต้องยังคงมีชีวิตอยู่และสามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปได้ (FAO/WHO, 1984) ในสภาวะที่เหมาะสมจุลินทรีย์โยเกิร์ตสามารถทำหน้าที่และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภค จึงส่งผลให้โยเกิร์ตได้ชื่อว่า "อาหารมหัศจรรย์" (miracle food) สำหรับเด็กวัยรุ่น ผู้สูงอายุ ผู้รักสุขภาพหรือผู้ที่สนใจอาหารธรรมชาติ (Fuller, 1995)

Gilland (1990) ได้สรุปข้อดีของแบคทีเรียกรดแลคติกคือ ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ การย่อยสลายแลคโตส ลดอาการท้องร่วงรุนแรง ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ ต่อต้านมะเร็งบางชนิด เพิ่มภูมิคุ้มกัน และการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ดังนี้

1. คุณค่าทางโภชนาการ (nutrition value) โยเกิร์ตเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่มีพลังงาน และไขมันต่ำ (จำแนกตามปริมาณไขมันนม) อุดมด้วยแคลเซียม และโปรตีนนม คือ เคซีน และโปรตีนเวย์ ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็น และกรดอะมิโนอิสระหลายชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนม พบว่า โยเกิร์ตมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าน้ำนม เนื่องจากส่วนประกอบที่เติมลงในน้ำนมที่ใช้ผลิตหรือในโยเกิร์ตโดยตรง และผลอันเกิดจากการหมักของจุลินทรีย์โยเกิร์ต (Deeth and Tamine, 1981) คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต และน้ำนม ดังแสดงในตารางที่ 10

2. ความสามารถในการย่อย (digestibility) การบริโภคโยเกิร์ตแล้วพบว่า ย่อยได้ง่ายกว่าน้ำนม เนื่องมาจากอนุภาคของเคิร์ดจะไปกระตุ้นการหลั่งเอนไซม์ในการย่อยของต่อมน้ำลาย อีกทั้งในโยเกิร์ตมีปริมาณเปปไทด์ (peptide) และกรดอะมิโนอิสระมากกว่าในน้ำนม เนื่องมาจากการย่อยของแบคทีเรียกรดแลคติกและผลจากการให้ความร้อน นอกจากนั้น ในระหว่างกระบวนการผลิต แบคทีเรียกรดแลคติกได้ย่อยแลคโตสไปก่อนแล้วเกือบครึ่งหนึ่งของปริมาณทั้งหมดให้เป็นกรดแลคติก ส่วนที่เหลือจุลินทรีย์ก็ทำการย่อยแลคโตสต่อจนได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือกลูโคส และกาแลคโตส ซึ่งสามารถดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็กได้ (Deeth and Tamine, 1981)

3. การใช้ทางด้านโภชนาการบำบัด (therapeutic use) การนำโยเกิร์ตมาใช้ในการบำบัดมีได้หลายกรณี เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ต

เวลา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กระบวนการ	ผลที่ได้
2-3 วินาที	≤ 65	Thermisation	ทำลายแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิต่ำ (psychrotropic bacteria) ได้
30 นาที	65	Batch pasteurization	ทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีอยู่ในน้ำ
5 วินาที	72	Pasteurization	นมได้เกือบทั้งหมดและเซลล์บางส่วน
4-20 วินาที	85	High pasteurization	ทำลายเซลล์ทั้งหมดและไม่ทำลาย
30 นาที*	85		สปอร์
5 นาที*	90-95		
40-20 นาที	110-120	In-container sterilization and autoclaving	ทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ได้ทั้งหมด
20-2 วินาที	135-150	UHT	

หมายเหตุ : * เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตโยเกิร์ต
ที่มา: Tamine and Robinson (1999)

3.1 การปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ แบคทีเรียกรดแลคติกมีส่วนช่วยปรับสมดุลจุลินทรีย์ในลำไส้ โดยการลดแบคทีเรียที่ให้โทษซึ่งเป็นผลจากสารเมทาบอไลซ์ การผลิตสารยับยั้ง และการปรับปรุงการเคลื่อนที่ของลำไส้ (Alander et al., 1999; Holzapfel et al., 1998) โดยกรดแลคติกจะลดและทำลายแบคทีเรียที่ไม่ทนกรดและแบคทีเรียก่อโรค เช่น *Escherichia coli, Mycobacterium tuberculosis* และ *Salmonella spp.* ซึ่งสามารถเติบโตได้ดีที่ระดับความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง และผลิตสารที่ก่อให้เกิดอันตราย ได้แก่ เอมีน ฟีนอล อินโดล และไฮโดรเจนซัลไฟด์ การสร้างสารยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นของโยเกิร์ต เช่น บัลการิน (bulgarin) ซึ่งผลิตจาก *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* สามารถผลิตเมทานอล และอะซีโตนซึ่งยับยั้งการเจริญของ *E. coli, Salmonella spp., Shigella spp.* และ *Pseudomonas spp.*ช่วยส่งเสริมการแก่งแย่งและยึดติดกับผนังลำไส้ได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น (Yakuchi *et al.*, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต และน้ำนม

องค์ประกอบ	น้ำนม		โยเกิร์ต		
(หน่วย/100 กรัม)	ธรรมดา	พร่องไขมัน	ไขมันเต็ม	ไขมันต่ำ	รสผลไม้
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	66	33	79	56	90
โปรตีน (กรัม)	3.2	3.3	5.7	5.1	4.1
ไขมัน (กรัม)	3.9	0.1	3.0	0.8	0.7
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.8	5.0	7.8	7.5	17.9
แคลเซียม (กรัม)	115	120	200	190	150
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	92	95	170	160	120
โซเดียม (มิลลิกรัม)	55	55	80	83	64
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	140	150	280	250	210
สังกะสี (มิลลิกรัม)	0.4	0.4	0.7	0.6	0.5

ที่มา: Tamine and Robinson (1994)

3.2 ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ โยเกิร์ตมีผลป้องกันและรักษาโรคทั้งในคนและสัตว์ที่มีความผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องร่วง ท้องผูก ระบบทางเดินอาหารอักเสบของเด็กทารก เนื่องจากโยเกิร์ตเป็นอาหารที่ย่อยง่ายและเป็นผลมาจากการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ (Deeth and Tamine, 1981)

3.3 โรคแพ้น้ำตาลแลคโตส (lactose intolerance) ผู้ที่ขาดน้ำย่อยแลคเตสมาแต่กำเนิด หรือผู้ที่ไม่ได้ดื่มนมมาเป็นเวลานาน เมื่อดื่มนมทำให้เสี่ยงต่ออาการท้องแน่น (fluctulence) ท้องเสีย (diarrhea) แต่เมื่อบริโภคโยเกิร์ตแล้วอาการเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตยังคงทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลแลคโตสต่อไป เมื่อเข้าถึงส่วนของลำไส้เล็กปริมาณแลคโตสที่เหลืออยู่จึงมีปริมาณน้อย และลักษณะเคิร์ดของโยเกิร์ตยังอยู่อย่างสมบูรณ์หลังจากบริโภคแล้ว ทำให้การกระจายตัวของแลคโตสเข้าสู่ผนังลำไส้เป็นไปอย่างช้าๆ ผลเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากการย่อยแลคโตสจึงเกิดขึ้นน้อย ถ้ามีก็ไม่รุนแรงมากนัก โยเกิร์ตจึงเป็นอาหารที่เหมาะกับกลุ่มคนที่แพ้น้ำตาลแลคโตส (Suarez and Savaiano, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงผู้ป่วยที่มีน้ำตาลในเลือดสูงด้วย แต่โยเกิร์ตนั้นต้องไม่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมากหรือมีรสหวานจัด

3.4 โรคกระดูกพรุน (osteoporosis) โยเกิร์ตเป็นอาหารที่อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นแหล่งที่ดีของแคลเซียม ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน โรคกระดูกเสื่อมในหญิงวัยหมดประจำเดือน และผู้สูงอายุ (Deeth and Tamine, 1981) โดยเฉพาะแคลเซียมที่อยู่ในโยเกิร์ตจะถูกดูดซึมไปใช้ได้ดีกว่าในรูปอื่นๆ เนื่องจากการรับประทานโยเกิร์ตเป็นการเพิ่มกรดแลคติกเพื่อแทนที่กรดในกระเพาะอาหารที่ขาดไป ทำให้การย่อยอาหารดีขึ้นและช่วยให้ร่างกายดูดซึมได้สูงขึ้น และยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดูกและฟันอีกด้วย

3.5 การลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด O'Sullivan *et al.* (1992) รายงานว่า *Lactobacillus* ซึ่งใช้ในการผลิตโยเกิร์ต สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจที่เกิดจากระดับคอเลสเตอรอลสูง ซึ่งเป็นผลจากสารไฮดรอกซีเมทิลกลูตาเรต (hydroxy methylglutarate) ที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมีคุณสมบัติในการยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย

3.6 การต่อต้านมะเร็ง Ayebo *et al.* (1981) กล่าวว่า สารในโยเกิร์ตที่ทำหน้าที่ต่อต้านมะเร็งสามารถแยกได้จากโยเกิร์ตส่วนที่เป็นของแข็งด้วยวิธีแยกลำดับส่วน (fractionation) บนเรซินแบบแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange resin) ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตหรือการเก็บโยเกิร์ต (Reddy *et al.*, 1983) ซึ่งมีผลยับยั้งการเติบโตของมะเร็งในระยะเริ่มต้น

7.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ในปัจจุบัน การผลิตโยเกิร์ตประสบกับปัญหาการผลิตและการตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาน้ำนมดิบของไทยที่มีราคาสูงกว่านมผงที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ (Anonymous, 1999) ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พยายามลดการนำเข้าของผลิตภัณฑ์นมโดยการนำวัตถุดิบอื่นมาทดแทน ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโยเกิร์ตจากวัตถุดิบอื่นมาแทนน้ำนม พบว่า การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง กลูโคส และยีสต์สกัด (yeast extract) ด้วยเชื้อ *L. bulgaricus* โยเกิร์ตที่ได้มีความเป็นกรดเพียงพอ และได้รับการยอมรับสูงกว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่หมักด้วยเชื้อ *S. thermophilus* หรือเชื้อผสมของเชื้อทั้งสอง และสามารถลดปริมาณเฮกซานัล (n-hexanal) ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นถั่ว (เรณู, 2523) และยังเป็นการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ (Chumchuere and Robinson, 1999) อีกทั้งการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากการบดส่วนผสมของถั่วเหลืองกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดกลิ่นถั่วได้ (Pongsawatmanit and Suklampoo, 1996) การเติมเคซีเนต (caseinate) หรือเคซีนไฮโดรไลเซต (casein hydrolysate) ลงในส่วนผสมจะช่วยปรับปรุงกลิ่นรส ปริมาณกรดแลคติก และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนให้เพิ่มขึ้น (Granata and Morr, 1996) นอกจากนี้ยังมีการใช้ *Enterococcus faecium* และ *L. jugurti* (1:1) (Rossi *et al*., 1999) หรือ *Bifidobacterium* (Wang *et al*., 2002; Shimakawa *et al*., 2003) ในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น

การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมถั่วลิสง (วันเพ็ญ, 2539) โดยอบถั่วลิสงที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อกำจัดกลิ่นถั่ว ก่อนนำไปผสมกับน้ำ 6.5 ส่วน บด กรอง นำน้ำนมถั่วลิสงที่ได้มาผสมกับน้ำนมวัวแล้วหมักด้วยจุลินทรีย์โยเกิร์ต พบว่า ผู้บริโภคยอมรับโยเกิร์ตที่ผสมน้ำนมถั่วลิสงได้ถึงร้อยละ 30 ส่วน Lee and Beuchat (1991) ศึกษาผลของการหมักน้ำนมถั่วลิสงด้วยเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสมของ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ต่อคุณลักษณะทางเคมีและทางประสาทสัมผัส พบว่า เชื้อผสมมีการเติบโตมากกว่าเชื้อเดี่ยว ทำให้ปริมาณเกรดแลคติกสูง และค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าการใช้เชื้อเพียงสายพันธุ์เดียว แสดงให้เห็นถึงการอยู่ร่วมกันแบบส่งเสริมกันของเชื้อผสม นอกจากนี้ พบว่าการหมักสามารถกำจัดกลิ่นถั่วได้โดย *S. thermophilus* มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเฮกซานัลซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นถั่วมากกว่า *L. bulgaricus* และการหมักยังเพิ่มกลิ่นรสความเป็นครีม (creamy flavor) ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายอีกด้วย

การผลิตผลิตภัณฑ์หมักจากมันเทศ (Wongkhalaung, 1995) โดยใช้มันเทศที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำและบดแล้ว นำมาผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ จากนั้นหมักด้วยจุลินทรีย์โยเกิร์ต ได้โยเกิร์ตสีเหลืองอ่อน มีเนื้อสัมผัสแน่นและเรียบเนียน มีกลิ่นมันเทศที่ผ่านความร้อนแล้ว (cooked sweetpotato) และกลิ่นกรด (acidic smell) สามารถนำมาผสมกับน้ำผลไม้ เช่น น้ำส้มหรือเติมกลิ่นรสโยเกิร์ตเพื่อทำเป็นโยเกิร์ตพร้อมดื่มซึ่งทำให้รสชาติและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น

การผลิตโยเกิร์ตจากกะทิ (จารุวรรณ์ และคณะ, 2543) โดยใช้กะทิที่เตรียมจากมะพร้าวทึนทึกซึ่งแยกไขส่วนผิวหน้าออกไป หลังจากคั้น และเก็บในตู้เย็นนาน 2 ชั่วโมงผสมกับสารละลายนมผงความเข้มข้นร้อยละ 15 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในอัตราส่วน 1: 1.25 หมักด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตปริมาณร้อยละ 4 บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นโยเกิร์ตที่มีไขมันต่ำ เนื้อสัมผัสเนียน มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ทำจากน้ำนมวัว และผู้บริโภคให้การยอมรับในโยเกิร์ตกะทิและโยเกิร์ตกะทิเติมเนื้อมะพร้าวอ่อนหรือธัญชาติ และสามารถเก็บที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 14 วัน

นวลนภา (2546) ศึกษาพบว่าการผลิตโยเกิร์ตประสบปัญหาการผลิตและการตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาน้ำนมดิบของไทยที่มีราคาแพงกว่านมผงที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาคือ การนำน้ำนมข้าวโพดมาทดแทนน้ำนมในการผลิตโยเกิร์ต จากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต พบว่า ประกอบด้วยน้ำนมข้าวโพด (อัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำเป็น 1:2) และนมผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาดมันเนยปริมาณร้อยละ 88 และ 12 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ แล้วนำการพัฒนาสูตรโดยเติมน้ำตาล และวุ้นมะพร้าว พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเติมวุ้นมะพร้าวที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจะมีสีเหลืองอ่อน และมีกลิ่นหอมของข้าวโพด มีค่าการเกิดการแยกชั้นของน้ำร้อยละ 24.56 ค่าความหนืด 3648 เซนติพอยส์ ค่าความเป็นพีเอช 4.45 ปริมาณกรดแลคติกร้อยละ1.16 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 20 ความชื้นร้อยละ 80 โปรตีนร้อยละ 4.91 ไขมันร้อยละ0.62 จำนวนเชื้อแบคทีเรียแลคติก และจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.31×10^8 และ 2.44×10^8 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPNต่อ กรัมและไม่พบเชื้อยีสต์และรา

Gambelli *et al.* (1999) ศึกษาสารอาหารที่เป็นประโยชน์และส่วนผสมต่างๆที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นมหมักที่มีขายอยู่ในประเทศอิตาลี ซึ่งขณะนี้มีความต้องการบริโภคนมหมักในปริมาณมาก ได้แก่ นมผง น้ำตาล ผลไม้ และน้ำผลไม้ ขณะที่เชื้อจุลินทรีย์นั้นมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากจุลินทรีย์ โดยสารอาหารต่างๆ เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด กรดอะมิโน แร่ธาตุ วิตามินเอ วิตามินอี และคลอเรสเตอรอล จะพบในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต นมหมักทั้งแบบธรรมดา แบบผสมสารปรุงแต่ง ควอร์ตชีสทั้งชนิดธรรมดาและผสมผลไม้ การศึกษานี้ทำให้พบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักต่างๆ โดยเฉพาะชนิดที่ไม่ผสมสารปรุงแต่งกลิ่นรสมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่สูง

8. เจลาติน (Gelatin)

8.1 ลักษณะทั่วไป

เจลาตินทำหน้าที่เป็นสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสและเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์นมต่างๆ รวมทั้งโยเกิร์ต และไอศกรีม ส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว จะนิยมใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 0.5 - 1.5 ในโยเกิร์ตจะช่วยป้องกันการเกิดลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายแป้ง ขณะที่ในไอศกรีมเจลาตินจะช่วยควบคุมการตกผลึกของน้ำแข็ง ในทั้งโยเกิร์ตและไอศกรีม เจลาตินจะละลายที่อุณหภูมิร่างกาย ช่วยทำให้เนื้อของผลิตภัณฑ์เรียบเนียน

8.2 แหล่งกำเนิด

เจลาตินนั้นผลิตได้จากชิ้นส่วนของลูกวัว หนังของวัวควาย สกัดจากกระดูกของวัวควาย และหนังหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 ชนิดของเจลาติน

1. ชนิด เอ (Type A) ผลิตได้จากขบวนการที่ใช้กรด จะใช้หนังหมูเป็นวัตถุดิบ
2. ชนิด บี (Type B) ผลิตได้จากกระบวนการที่ใช้ด่างหรือมะนาว จะใช้วัตถุดิบเป็นหนังของวัว ควาย และออสเซอีน (Ossentin)

8.4 กระบวนการผลิตเจลาติน

8.4.1 ชนิด เอ (Type A)

ผลิตจากหนังหมูสดหรือหนังหมูแช่แข็ง เริ่มโดยนำหนังหมูมาล้างด้วยน้ำและแช่ด้วยสารละลายกรดเจือจาง หนังหมูที่ผ่านขั้นตอนนี้แล้ว จะถูกใส่ไว้ในหม้อสกัดและไฮโดรไลซ์ ด้วยน้ำร้อนอย่างต่อเนื่อง สารละลายกรดเจือจางจะถูกกรองและระเหยออกไป สารละลายเข้มข้นที่เหลืออยู่ก็จะถูกแช่เย็นให้กลายเป็นเจล ซึ่งเจลนี้จะถูกทำให้แห้งด้วยการกรองและให้ความร้อนในอุโมงค์ ให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง จนกลายเป็นของแข็ง มีความชื้นประมาณร้อยละ 10 เจลาตินที่แห้งแล้วจะถูกนำไปทดสอบเพื่อแบ่งเกรด

8.4.2 ชนิด บี (Type B)

ล้างหนังของลูกวัวด้วยน้ำก่อน หลังจากนั้นแช่ด้วยน้ำมะนาว 1 ถึง 3 เดือน หนังที่แช่มะนาวแล้ว จะถูกล้างอีกครั้ง และทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายกรดเจือจาง หลังจากนี้หนังสัตว์ที่ได้จะย้ายลงหม้อและให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องด้วยน้ำร้อน การไฮโดรไลซิสของคอลลาเจนบางส่วนจะปรากฏขึ้น ผลจากการสกัดได้เป็นสารละลายเจลาตินที่แห้งแล้วจะถูกนำไปทดสอบเพื่อแบ่งเกรด

ออสเซอีนเจลาติน ได้มาจากการเอาน้ำมันออกจากกระดูกแข็ง ซึ่งกระดูกแข็งจะถูกล้างด้วยน้ำและชะล้างอีกครั้งด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง แร่ธาตุจะถูกละลายอยู่ในสารละลายกรดลักษณะคล้ายฟองน้ำ เรียกว่า ออสเซอีน จนมีแร่ธาตุในออฟเซอีนร้อยละ 25 หลังจากนั้นจะถูกล้างด้วยน้ำที่ปราศจากกรด โดยให้ความร้อน จากนั้นทำไปทำให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1. น้ำนมข้าวโพดสายพันธุ์อินทรีย์ 2 จากไร่สุวรรณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นมโค ยูเอชที ผลิตจากโครงการสวนจิตลดา
3. ลูกเดือย ตรา ไร่ทิพย์
4. ข้าวกล้อง ตรา เนเจอร์โซน
5. หัวเชื้อโยเกิร์ตผสมระหว่างเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ชนิด ABT-5 โดย บริษัท อี๊สต์เอเชียติ๊ก (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

2. อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก
2. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)
3. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
4. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
5. เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
6. เครื่องวัดสี (Minota CR-300)
7. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Soxlet method (Soxlet apparatus)
8. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Ether extraction method
9. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน(Macro – Kjeldahl)
10. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture analyzer)

วิธีการทดลอง

1. <u>การเตรียมเครื่องดื่มธัญพืช</u>

1.1 การเตรียมน้ำลูกเดือยและน้ำข้าวกล้อง

นำลูกเดือยมาแช่น้ำประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วนำไปนึ่งด้วยไอน้ำประมาณ 20 นาที จากนั้นนำลูกเดือยและน้ำสะอาดไปชั่งตามอัตราส่วน คือ ลูกเดือยต่อน้ำเท่ากับ 1:10 นำไปปั่นผสมในเครื่องปั่นเปียก (blender) นาน 10 นาที จนกระทั่งลูกเดือยละเอียด แล้วนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำน้ำลูกเดือยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ไปต้มให้เดือดนาน 10 นาที (มณฑิรา และสุพัตรา, 2548) และทำน้ำข้าวกล้องโดยซาวข้าว 3 น้ำ ใส่หม้อสแตนเลสอัตราส่วนระหว่างข้าวกับน้ำข้าว 1 ถ้วยต่อน้ำ 12 ถ้วย ต้มประมาณ 2 ชั่วโมง (http://www.lemonfarm.com)

1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบ

1.2.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดธัญพืช (ภาคผนวก ค) ได้แก่

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยใช้ Kjeldahl method ตามวิธีของ AOAC (2000)

วิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยใช้ Soxlet method

วิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ตามวิธีของ AOAC (1990)

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000)

วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ashes)

1.2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเครื่องดื่มธัญพืช และนมสด (ภาคผนวก ค) ได้แก่

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยใช้ Kjeldahl method ตามวิธีของ AOAC (2000)

วิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยใช้ Ether extraction method ตามวิธีของ AOAC (2000)

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000)

วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000)

2. <u>การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของนมสดต่อเครื่องดื่มธัญพืช</u>

นำเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้จากข้อ 1.1 มาทำการผสมกันในอัตราส่วน นมสด : น้ำนมข้าวโพด : น้ำข้าวกล้อง : น้ำลูกเดือยในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 2 (สูตรมาตรฐานดัดแปลงจากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืช ตรา Nature up) ปรับเปลี่ยนอัตราส่วน โดยให้มีอัตราส่วนน้อยกว่าสูตรมาตรฐานร้อยละ 50 ให้เป็นสูตรที่ 1 (1:0.5:0.5:1) สูตรที่ 2 เป็นสูตรมาตรฐาน และอัตราส่วนมากกว่าสูตรมาตรฐานร้อยละ 50 ให้เป็นสูตรที่ 3 (1:1.5:1.5:3) (ตารางที่ 12) และเตรียมนมสดเพื่อทำการผลิตโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ เพื่อทำการเปรียบเทียบ

นำสูตรการผลิตที่ได้ทั้งสามสูตรและนมสดไปผ่านกระบวนการโฮโมจีไนเซชันที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 17.5 บรรยากาศ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำไปผ่านกระบวนการ high pasteurization ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (Teknotext, 1995) เพื่อให้โปรตีนเวย์เสียสภาพ และทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Tamine and Robinson, 1999) ทิ้งให้เย็น จนอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส แล้วเติมหัวเชื้อ ABT-5 ที่เตรียมไว้ลงไป ประมาณร้อยละ 3 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างทุกๆ 4 ชั่วโมง มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก ตามวิธีของ Marshall (1992) และ Atlas (1995) และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีของ AOAC (1984) (ภาคผนวก ง) วิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธี AOAC (2000) และวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี โดยใช้เครื่อง Minolta CR – 300 การแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ตามวิธีของจงกลณี (2540) เนื้อสัมผัส เมื่อผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดที่เหมาะสมแล้วจึงนำมาทดสอบลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส ตามวิธี Hedonic 9-scale test โดยใช้แบบทดสอบ(รูปที่ 9) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 25 คน ทำการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวานและความชอบโดยรวม นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0 (ภาคผนวก จ)

3. <u>การศึกษาปริมาณหัวเชื้อต่อคุณภาพของโยเกิร์ต</u>

นำสูตรการผลิตที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 2 มาทำการหาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการหมัก โดยทำการหมักรวมกับหัวเชื้อที่เตรียมไว้ โดยเติมหัวเชื้อปริมาณร้อยละ 1, ร้อยละ3 และ ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างทุกๆ 4 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก ตามวิธีของ Marshall (1992) และ Atlas (1995) และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีของ AOAC (1984) (ภาคผนวก ง) และวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธี AOAC (2000) และวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี โดยใช้เครื่อง Minolta CR – 300 การแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ตามวิธีของจงกลณี (2540) เนื้อสัมผัส เมื่อผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดที่เหมาะสมแล้วจึงนำมาทดสอบลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส ตามวิธี Hedonic 9-scale test โดยใช้แบบทดสอบ (รูปที่ 10) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 25 คน ทำการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวานและความชอบโดยรวม นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0 (ภาคผนวก จ)

4. <u>การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช</u>

การหาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสม

นำโยเกิร์ตที่เป็นที่ยอมรับจากข้อ 3 มาเติมเจลาตินตามอัตราส่วนร้อยละ 0.25, ร้อยละ 0.5 และร้อยละ 1 (Anne et al., 1999) บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส ประมาณ 8-12 ชั่วโมง นำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสเปรียบเทียบกับลักษณะเนื้อสัมผัสโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส ตามวิธี Hedonic 9-scale test โดยใช้แบบทดสอบ (รูปที่ 11) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 25 คน ทำการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวานและความชอบโดยรวม นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0 (ภาคผนวก จ)

5. <u>การวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับการปรับปรุง</u>

การวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตเครื่องดื่มธัญพืช โดยทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์ ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี
- ค่าความเป็นกรดด่าง
- ปริมาณกรดทั้งหมด
- ปริมาณของแข็งทั้งหมด
- ปริมาณโปรตีน
- ปริมาณไขมัน

5.2 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายกายภาพ
- ค่าสี
- ลักษณะเนื้อสัมผัส
- การแยกชั้นของน้ำ

5.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์
- ปริมาณจุลินทรีย์กรดแลคติก
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ 3 ชนิดคือ ข้าวโพด ข้าวกล้อง ลูกเดือยและแสดงดังตารางที่ 11 พบว่า ข้าวโพดมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเส้นใย มากกว่าลูกเดือยและข้าวกล้อง แต่ข้าวกล้องและลูกเดือยมีปริมาณเถ้าร้อยละ 1.99 และ 2.27 ตามลำดับ ซึ่งข้าวโพดมีเพียงร้อยละ 0.96

หลังจากนำเมล็ดธัญพืชทั้ง 3 ชนิดมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มแล้ว นำมาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีกับนมสด พบว่า นมสดมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และของแข็งทั้งหมดร้อยละ 11.25, 2.96 และ 13.88 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าเครื่องดื่มธัญพืชทุกชนิด และน้ำข้าวกล้องมีปริมาณความชื้นมากที่สุด โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 96.67 ส่วนในน้ำนมข้าวโพด น้ำข้าวกล้อง และน้ำลูกเดือย มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 9.40, 3.35 และ 4.81 ตามลำดับ พบว่า น้ำนมข้าวโพดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากที่สุด

ตารางที่ 11 คุณลักษณะทางเคมีของเมล็ดธัญพืช เครื่องดื่มธัญพืช และนมสด

ชนิดของวัตถุดิบ	ปริมาณองค์ประกอบ (ร้อยละ)					
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	เถ้า	ของแข็งทั้งหมด
ข้าวโพด	73.43	12.00	5.00	9.00	0.96	N/D
ข้าวกล้อง	12.00	8.60	1.60	1.42	1.99	N/D
ลูกเดือย	10.65	9.58	1.52	0.49	2.27	N/D
นมสด	86.04	11.25	2.96	N/D	N/D	13.88
น้ำนมข้าวโพด	90.58	7.50	1.74	N/D	N/D	9.40
น้ำข้าวกล้อง	96.67	1.05	0.93	N/D	N/D	3.35
น้ำลูกเดือย	95.17	1.04	0.35	N/D	N/D	4.81

หมายเหตุ : N/D หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่โยเกิร์ตที่ดีจะต้องมีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ที่ ร้อยละ 15-16 (Tamime and Robinson, 1985) ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปริมาณของแข็งในเครื่องดื่มธัญพืชด้วยการเติมนมผง โดยปริมาณนมผงที่เติม จะทำการคำนวณตามสูตรแสดงดังภาคผนวก ก ลงไปในส่วนผสมของเครื่องดื่มธัญพืช ซึ่งการเติมนมผงนั้นเป็นกรรมวิธีที่สามารถทำได้ง่ายและมีความแม่นยำสูง สามารถปฏิบัติได้จริงในระดับปฏิบัติการ

4.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเครื่องดื่มธัญพืชที่มีผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเครื่องดื่มธัญพืชที่มีผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช โดยทั้ง 3 สูตร มีอัตราส่วนระหว่างนมสด : น้ำนมข้าวโพด : น้ำข้าวกล้อง : น้ำลูกเดือย ดังแสดงในตารางที่ 12 และเตรียมนมสดเพื่อทำการผลิตโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ เพื่อทำการเปรียบเทียบ

ตารางที่ 12 อัตราส่วนระหว่างนมสด : น้ำนมข้าวโพด : น้ำข้าวกล้อง : น้ำลูกเดือย ในแต่ละสูตรของการทำโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

สูตร	ปริมาณของ (ร้อยละ)			
	นมสด	น้ำนมข้าวโพด	น้ำข้าวกล้อง	น้ำลูกเดือย
1	33.33	16.67	16.67	33.33
2	20	20	20	40
3	14.30	21.40	21.40	42.90

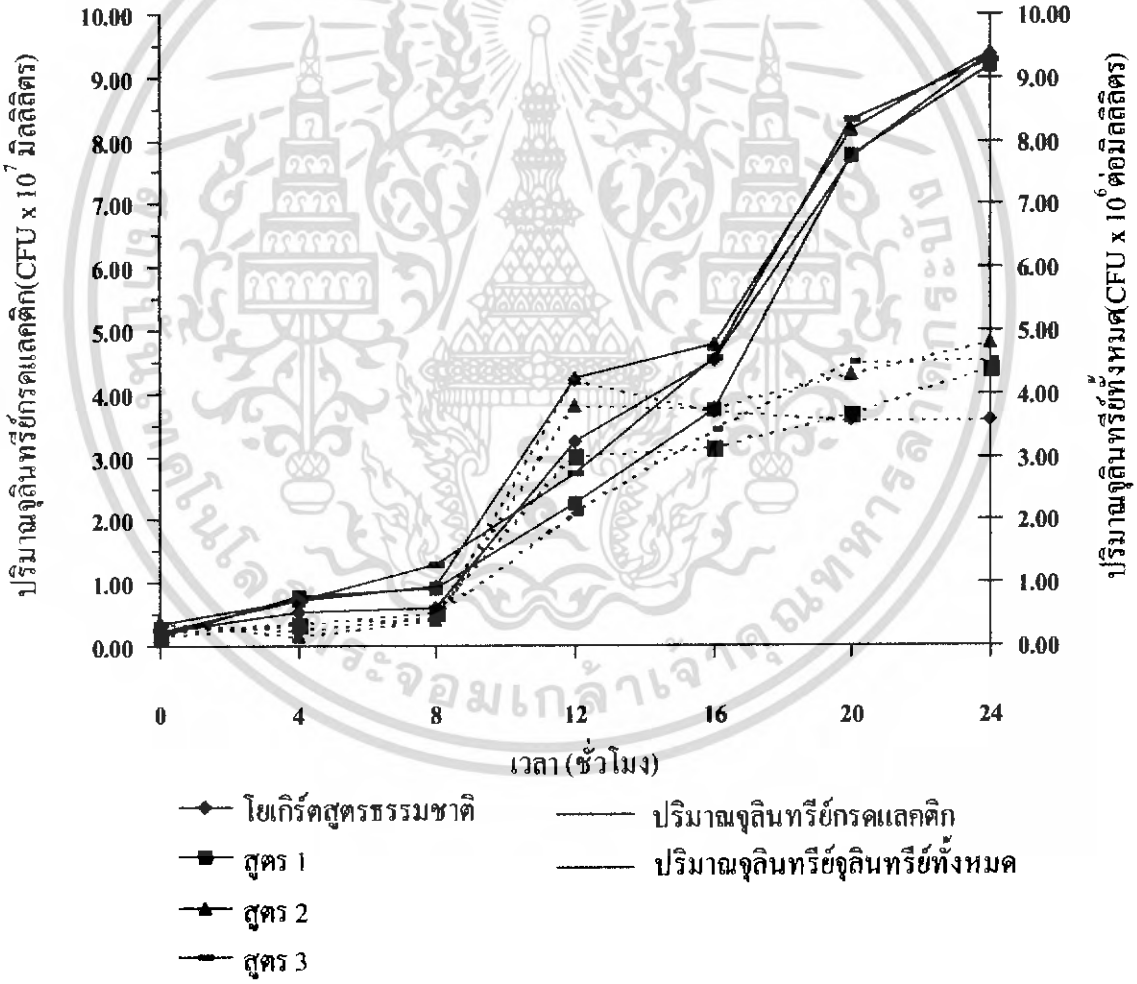
ทำการผลิตโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร เพื่อที่จะเปรียบเทียบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ เคมี กายภาพ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช โดยเกณฑ์ในการตัดสินใจนั้นจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลทางด้านสถิติ โดยจะเลือกสูตรที่มีคุณลักษณะที่มีความใกล้เคียงกับโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ มากที่สุดและได้รับการยอมรับของผู้บริโภค

ผลของอัตราส่วนที่เหมาะสมของเครื่องดื่มธัญพืชที่มีผลต่อคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียกรดแลคติกและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยเพาะเลี้ยงเชื้อใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และ PCA ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 5 พบว่า ในชั่วโมงที่ 0 - 8 ของการหมัก จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างคงที่ อาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของการหมัก หลังจากนั้นในระหว่างการหมักที่ ชั่วโมงที่ 8-24 จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ ซึ่ง Tamime and Deeth (1980)ได้กล่าวไว้ว่า ในระหว่างการหมักเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะเจริญได้ดีในช่วงแรกของการหมัก จะมีการสร้างกรดแลคติกออกมาจำนวนมาก และยังสร้างกรดฟอร์มิกเพื่อไปกระตุ้นการเจริญของเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* ที่จะเจริญต่อมาด้วย โดยเชื้อ *L. bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิกนี้ไปใช้ในการสร้างกลิ่นรส ได้แก่ diacetyl และ acetaldehyde ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นรสโยเกิร์ต



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์โยเกิร์ต ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช แสดงดังรูปที่ 6 พบว่า ในชั่วโมงที่ 8 ของการหมัก โยเกิร์ตจากเครื่องดื่ม ธัญพืชสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีปริมาณกรดแลคติกอยู่ในช่วงร้อยละ 1.1-1.2 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Tamime and Robinson (1985)

ผลของอัตราส่วนที่เหมาะสมของเครื่องดื่มธัญพืชที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และร้อยละการแยกชั้นของน้ำ (syncresis) ของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชทั้ง 3 สูตรเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสกับโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ แสดงดังตารางที่ 13 พบว่าโยเกิร์ตเครื่องดื่มจากธัญพืชสูตร 3 มีค่าสีที่ดีที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมามีสีเหลือง จึงต้องการ

ตารางที่ 13 คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตทั้ง 3 สูตรเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ

คุณลักษณะทางกายภาพ		เครื่องดื่มธัญพืช			
		นมสด	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ค่าสี					
	L*	71.03^{c}	81.54^{a}	69.73^{d}	72.88^{b}
	a*	-4.77^{c}	-2.23^{a}	-5.19^{d}	-3.87^{b}
	b*	15.50^{ab}	8.18^{b}	16.26^{a}	15.68^{ab}
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
	Hardness (N)	0.17^{b}	0.59^{a}	0.17^{b}	0.13^{b}
	Cohesiveness(N.mm)	0.74^{a}	0.37^{c}	0.65^{a}	0.53^{b}
	Springiness (mm)	17.9^{a}	9.07^{c}	16.42^{b}	8.57^{c}
	Adhesiveness (kgf.mm)	-0.003^{b}	0.57^{a}	-0.01^{b}	-0.01^{b}
	Gumminess (gf)	12.89^{b}	25.23^{a}	11.43^{b}	7.28^{c}
syneresis (ร้อยละ)		49.29^{a}	49.42^{b}	48.30^{a}	49.92^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน (a, b, c, d) หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความสว่างมาก (L*) เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของเนื้อสัมผัสโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชทั้ง 3 สูตรพบว่าสูตร 2 มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตในท้องตลาดมากที่สุดและมีการแยกชั้นของน้ำที่น้อยที่สุดอีกด้วย

การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชทั้ง 3สูตร

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยพิจารณาในเรื่องของ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวาน และความชอบโดยรวมของตัวผลิตภัณฑ์ จากการเปรียบเทียบค่าการยอมรับของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 14 พบว่า โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชสูตร 2 และ 3 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 14 ค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช เมื่อใช้เครื่องดื่มธัญพืชในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	เครื่องดื่มธัญพืช			
	นมสด	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
สี	7.16^{a}	5.68^{b}	5.24^{b}	5.76^{b}
กลิ่น	7.04^{a}	5.64^{b}	5.48^{b}	5.96^{b}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.28^{a}	4.96^{c}	4.32^{b}	3.96^{b}
ความเปรี้ยว	5.08^{ns}	5.28^{ns}	4.92^{ns}	4.48^{ns}
ความหวาน	3.84^{ns}	4.76^{ns}	4.40^{ns}	4.16^{ns}
ความชอบโดยรวม	5.44^{ns}	5.2^{ns}	4.92^{ns}	4.80^{ns}

หมายเหตุ : 1. อักษรที่ต่างกันในแนวนอน (a, b, c, d) หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ในการตัดสินใจเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชนั้น เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพ พบว่า โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อใช้เวลาในการหมัก 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 43 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส และมีปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.1-1.2 ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.25 คุณลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติมากที่สุด และผู้ทดสอบก็ให้การยอมรับต่อโยเกิร์ตสูตร 2 และ 3 ที่เหมือนกัน แต่เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นของธัญพืชมากที่สุด จึงตัดสินใจเลือกโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชสูตรที่ 3 ในการผลิตโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชต่อไป

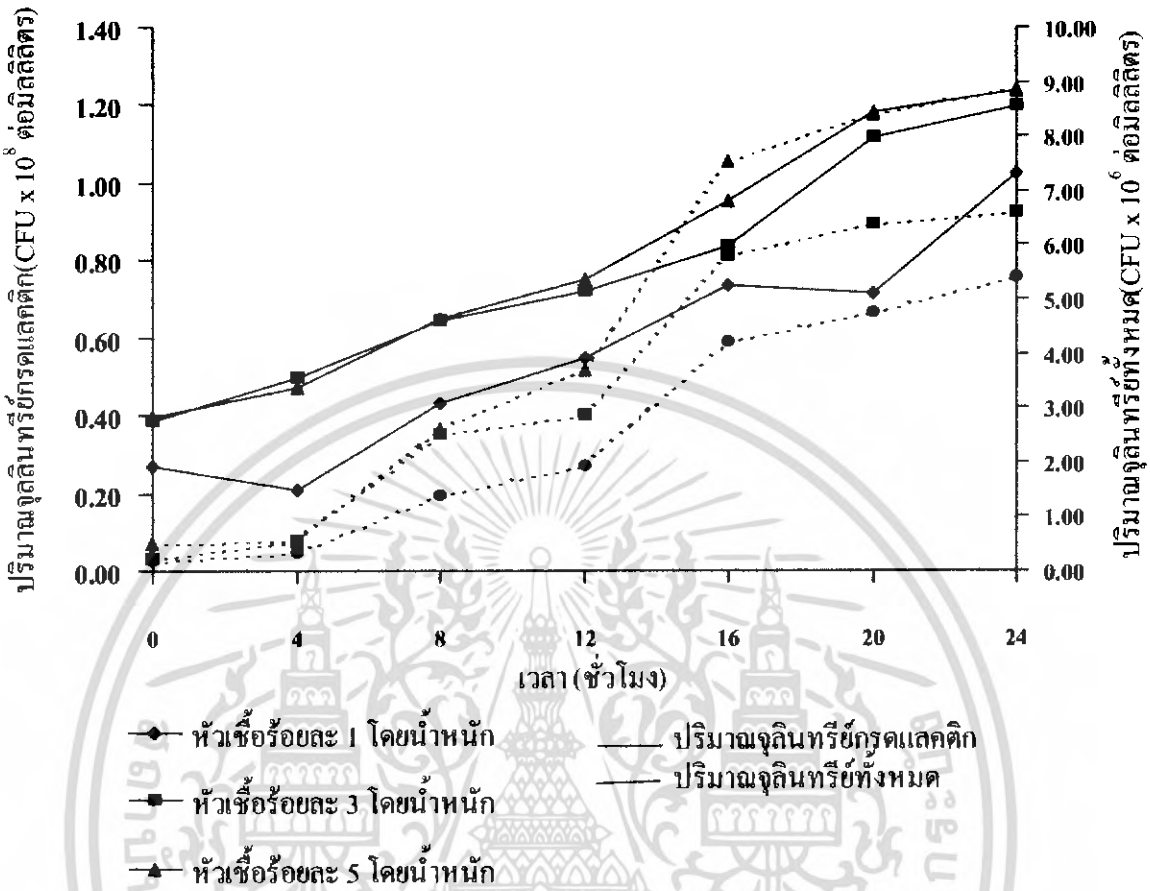
4.3 การศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่ส่งผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

หัวเชื้อที่ใช้เป็นหัวเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ชนิด ABT-5 เริ่มต้นได้กำหนดใช้ปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 1, 3 และ 5 หมักที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ เคมี และ กายภาพ เพื่อที่จะนำมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช ดังต่อไปนี

ผลของปริมาณหัวเชื้อที่มีผลต่อคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียกรดแลคติกและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเมื่อหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญ แสดงดังรูปที่ 7 พบว่า เมื่อทำการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 3 และร้อยละ 5 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กรดแลคติกและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด มากกว่าการหมักโดยใช้หัวเชื้อร้อยละ 1 โดยปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาในการหมักมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

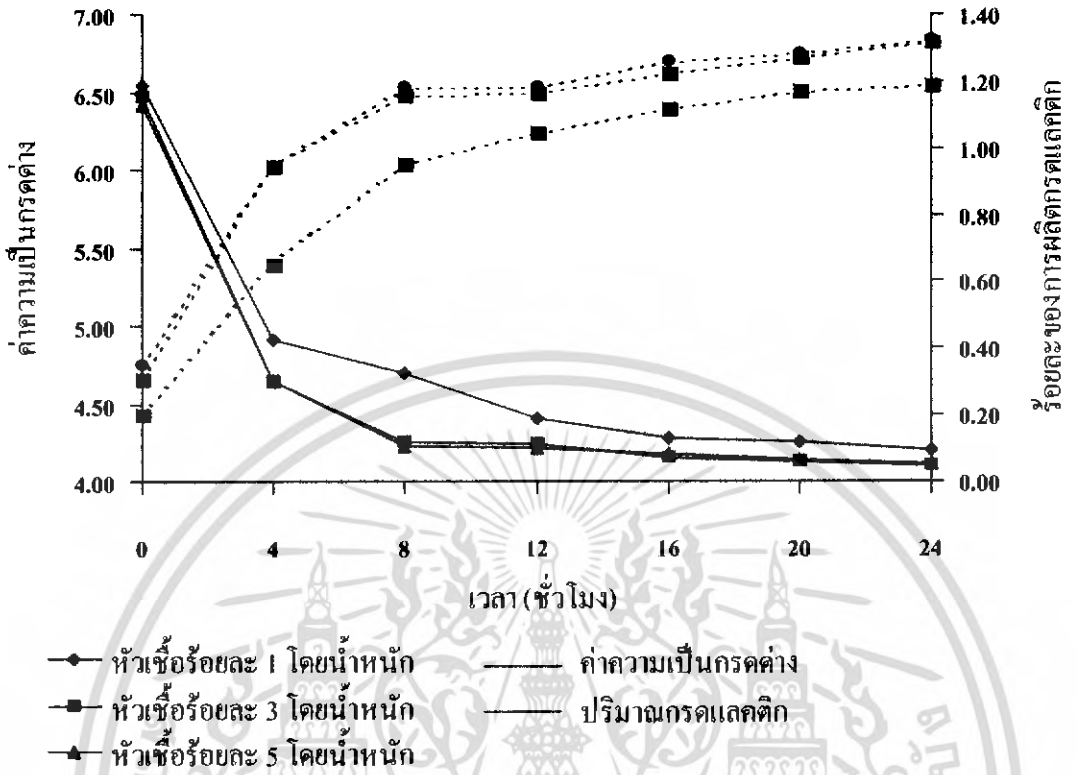


รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์โยเกิร์ต ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

ผลของปริมาณหัวเชื้อที่มีผลต่อคุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

ค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช โดยการหมักหัวเชื้อร้อยละ 1, 3 และ 5 แสดงดังรูปที่ 8 เมื่อพิจารณาเวลาหลังจากการหมักที่ชั่วโมงที่ 8 พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างเมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 4.25 และ 4.23 ตามลำดับ มีปริมาณการผลิตกรดแลคติเท่ากับ 1.15 และ 1.17 ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อใช้หัวเชื้อร้อยละ 3 และ 5 จะทำให้ใช้ระยะเวลาในการหมักน้อยลง และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณกรดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับปริมาณการผลิตกรดแลคติกในขณะหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

ผลของปริมาณหัวเชื้อที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และร้อยละการแยกชั้นของน้ำของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชเมื่อเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสกับโยเกิร์ตในท้องตลาด แสดงดังตารางที่ 15 พบว่า โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่หมักโดยใช้หัวเชื้อร้อยละ 5 จะมีความสว่างในสีของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด คือ 70.04 รองลงมาคือเมื่อใช้หัวเชื้อร้อยละ 1 และร้อยละ 3 ตามลำดับ แต่ค่าสี b* ไม่มีความแตกต่างกัน ลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อใช้หัวเชื้อร้อยละ 3 จะมีความใกล้เคียงกับโยเกิร์ตในท้องตลาดมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีค่าการแยกตัวของน้ำที่น้อยลงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช โดยการหมักร่วมกับหัวเชื้อร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

คุณลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณหัวเชื้อ (ร้อยละ)			
	โยเกิร์ตในท้องตลาด	1	3	5
ค่าสี				
L*	N/D	70.04^{b}	69.72^{c}	70.70^{a}
a*	N/D	-5.10^{c}	-4.57^{a}	-4.79^{b}
b*	N/D	17.18^{ns}	16.97^{ns}	16.84^{ns}
ลักษณะเนื้อสัมผัส				
Hardness (N)	0.19^{a}	0.11^{c}	0.12^{a}	0.11^{b}
Cohesiveness (N.mm)	0.71^{ns}	0.62^{ns}	0.58^{ns}	0.45^{ns}
Springiness (mm)	13.25^{c}	17.32^{a}	13.11^{c}	14.24^{b}
Adhesiveness (kgf.mm)	0.016^{a}	-0.001^{ns}	-0.002^{ns}	-0.002^{ns}
Gumminess (gf)	14.19^{a}	6.78^{a}	7.19^{c}	5.30^{b}
การแยกชั้นของน้ำ (ร้อยละ)	31.567^{d}	45.60^{a}	40.72^{c}	43.78^{b}

หมายเหตุ : 1. อักษรที่ต่างกันในแนวนอน (a, b, c) หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

3. N/D หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษาเนื่องจากเป็นโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ

ผลของปริมาณหัวเชื้อที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 16 พบว่าปริมาณหัวเชื้อที่ใส่ไม่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค อาจเนื่องจากว่าปริมาณกรดแลคติกที่ผลิตออกมา มีความแตกต่างกันน้อย จึงทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่รู้สึกถึงความแตกต่างกันของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชเมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อที่แตกต่างกัน บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง

ลักษณะที่ทดสอบ	ปริมาณหัวเชื้อ (ร้อยละ)		
	1	3	5
สี	6.72^{ns}	6.48^{ns}	6.16^{ns}
กลิ่น	6.22^{ns}	6.40^{ns}	6.38^{ns}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.08^{ns}	5.68^{ns}	5.28^{ns}
ความเปรี้ยว	4.72^{ns}	4.94^{ns}	4.70^{ns}
ความหวาน	3.68^{ns}	3.60^{ns}	4.04^{ns}
ความชอบโดยรวม	4.76^{ns}	4.80^{ns}	4.72^{ns}

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ดังนั้น ในการตัดสินใจเลือกปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสม โดยเมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพแล้ว พบว่า ปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 3 และร้อยละ 5 จะมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กรดแลคติกและจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ดีกว่าการใช้หัวเชื้อร้อยละ 1 และจะมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดแลคติกนั่นเอง จึงได้ตัดสินใจใช้ปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 3 เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุน และผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับโยเกิร์ตในท้องตลาดอีกด้วย

4.4 การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชโดยการเติมเจลาติน

ในการปรับปรุงลักษณะของเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช โดยใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว ได้กำหนดปริมาณเจลาตินที่ใช้ในการศึกษาเป็นร้อยละ 0.25, 0.50 และ 1.00

ผลของปริมาณเจลาตินที่ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

ลักษณะเนื้อสัมผัสหลังจากการเติมเจลาตินลงไปในโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช แสดงดังตารางที่ 17 พบว่า การเติมเจลาตินลงไปในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 0.50 จะมีค่าสีดีที่สุด โดยค่าสี L*, a* และ b*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ 69.45, -4.95 และ 15.11 ตามลำดับ และลักษณะเนื้อสัมผัสมีความใกล้เคียงกับโยเกิร์ตในท้องตลาดมากที่สุด นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการแยกตัวของน้ำในผลิตภัณฑ์มีค่าน้อยลง

ตารางที่ 17 คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชหลังจากการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการเติมเจลาติน เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตในท้องตลาด

คุณลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)			
	โยเกิร์ตในท้องตลาด	0.25	0.50	1.00
ค่าสี				
L*	N/D	69.23^{b}	69.45^{a}	69.04^{c}
a*	N/D	-5.04^{c}	-4.95^{b}	-4.87^{a}
b*	N/D	14.83^{b}	15.11^{a}	14.63^{c}
ลักษณะเนื้อสัมผัส				
Hardness (N)	0.196^{a}	0.167^{b}	0.178^{b}	0.202^{a}
Cohesiveness (N.mm)	0.711^{a}	0.675^{b}	0.733^{a}	0.754^{a}
Springiness (mm)	13.253^{b}	14.33^{a}	13.52^{b}	13.47^{b}
Adhesiveness (kgf.mm)	0.0157^{a}	0.0001^{b}	0.0024^{b}	0.0229^{a}
Gumminess (gf)	14.19^{b}	11.56^{c}	13.42^{b}	15.53^{a}
การแยกชั้นของน้ำ (ร้อยละ)	31.567	17.85	13.43	0.65

หมายเหตุ : 1. อักษรที่ต่างกันในแนวนอน (a, b, c) หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

3. N/D หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษาเนื่องจากเป็นโยเกิร์ตสูตรธรรมชาติ

ผลของปริมาณเจลาตินที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับลักษณะเนื้อสัมผัสโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชโดยการเติมเจลาตินของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 18 พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชเมื่อทำการปรับปรุงโดยใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 0.50 มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชโดยการเติมเจลาติน บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง

ลักษณะที่ทดสอบ	ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)		
	0.25	0.50	1.00
สี	6.72^{ns}	6.72^{ns}	6.32^{ns}
กลิ่น	6.52^{ns}	6.44^{ns}	6.48^{ns}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.12^{b}	6.36^{a}	4.32^{b}
ความเปรี้ยว	4.56^{ns}	5.16^{ns}	5.28^{ns}
ความหวาน	3.76^{ns}	4.04^{ns}	4.28^{ns}
ความชอบโดยรวม	5.12^{ab}	6.04^{a}	4.76^{b}

หมายเหตุ : 1. อักษรที่ต่างกันในแนวนอน (a, b, c) หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

จากลักษณะภายนอกของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว พบว่า มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นขึ้น สีของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นของธัญพืชอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงตัดสินใจเลือกใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 0.50 ในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

5. การวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับการปรับปรุง

จากการตรวจสอบลักษณะของโยเกิร์ตเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับการปรับปรุง พบว่า มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นขึ้น สีของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นและรสดีขึ้น จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพได้ผลดังตารางที่

จากตารางที่ 19 พบว่าโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.25 หลังจากหมักเป็นเวลา 8 ชั่วโมง และมีปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.15 โดยน้ำหนัก ซึ่ง Tamime and Robinson (1985) กล่าวว่า โยเกิร์ตจะมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับเมื่อมีปริมาณค่าความกรดด่างของผลิตภัณฑ์สุดท้ายอยู่ในช่วง 3.8-4.2 และปริมาณกรดแลคติกอยู่ในช่วงร้อยละ 0.9-1.2 และมีการแยกชั้นของน้ำร้อยละ 13.11 โดยน้ำหนัก และในการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์กรดแลคติกและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.4×10^{8}, 1.96×10^{8} โคโลนีต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับการปรับปรุง

คุณลักษณะที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
คุณลักษณะทางเคมี	
ค่าความเป็นกรดด่าง	4.25
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	1.15
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	17.6
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	5.12
ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	2.45
คุณลักษณะทางกายภาพ	
ค่าสี	
L*	68.45
a*	-4.85
b*	16.18
ลักษณะเนื้อสัมผัส	
Hardness (N)	0.31
Cohesiveness (N.mm)	0.34
Springiness (mm)	11.25
Adhesiveness (kgf.mm)	0.02
Gumminess (gf)	14.87
การแยกชั้นของน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	13.11
คุณลักษณะทางจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์กรดแลคติก (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)	2.4×10^8
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)	1.96×10^8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการผลิตโยเกิร์ตเครื่องดื่มธัญพืชในหัวข้อที่ได้ทำการศึกษาต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การตรวจสอบองค์ประกอบของวัตถุดิบ ข้าวโพด ข้าวกล้อง และลูกเดือย พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.00, 8.60 และ 9.58 โดยน้ำหนัก ปริมาณไขมันร้อยละ 5.00, 1.60 และ 1.52 โดยน้ำหนักตามลำดับ เมื่อทำการแปรรูปวัตถุดิบเป็นเครื่องดื่มธัญพืชแล้วจะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.50, 1.05 และ 1.04 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณไขมันร้อยละ 1.74, 0.93 และ 0.35 โดยน้ำหนักตามลำดับ และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพด น้ำข้าวกล้อง และน้ำลูกเดือยร้อยละ 9.40, 3.35 และ 4.81 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของนมสดจากสวนจิตรลดา พบว่า มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน และปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 11.25, 2.96 และ 13.88 โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งจากการแปรรูปวัตถุดิบเป็นเครื่องดื่มธัญพืชทำให้มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน ลดลงและยังส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าน้อยเกินไปจึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องดื่มธัญพืชโดยการเติมนมผงขาดมันเนย เพื่อที่จะปรับปริมาณของแข็งของเครื่องดื่มธัญพืชให้มีปริมาณของแข็งร้อยละ 14-16 โดยน้ำหนัก โดยใช้หลักการของเพียร์สันส์สแควร์
2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเครื่องดื่มธัญพืชที่มีผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนนมสด : น้ำนมข้าวโพด : น้ำข้าวกล้อง : น้ำลูกเดือย เท่ากับ 1:1.5:1.5:3 มีความเหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตเครื่องดื่มธัญพืช โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กรดแลคติกและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดประมาณ 6×10^{8} CFU ต่อมิลลิลิตร และ 5×10^{8} CFU ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 4.1-4.2 การผลิตกรดแลคติกประมาณร้อยละ 1.1-1.3 โดยน้ำหนัก ค่าสี L, a, b เท่ากับ 72.88, -3.87 และ 15.68 ตามลำดับ ลักษณะเนื้อสัมผัสมีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับ ค่าการเกาะติดผิว และค่าความเหนียวหรือการเป็นกาวเท่ากับ 0.13 N , 0.53 N.mm , 8.57 mm ,-0.01 kgf.mm และ 7.28 gf ตามลำดับ ค่าการแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ร้อยละ 49.92 และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เท่ากับ 4.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่ส่งผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช พบว่า เมื่อหมักโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชร่วมกับหัวเชื้อปริมาณร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนัก จะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพที่ดี เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพ และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณต้นทุนที่ใช้ผลิตโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชแล้วจึงได้เลือกใช้ปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมร้อยละ 3 โดยน้ำหนักเนื่องจากว่ามีการใช้ต้นทุนน้อยและผลที่ได้ก็ไม่มีความแตกต่างจากการหมักโยเกิร์ตโดยใช้หัวเชื้อร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก โดยเมื่อทำการหมักโดยใช้ปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก พบว่าจะมีค่าการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กรดแลคติก และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดประมาณ 6.67 $\times 10^8$ CFU ต่อมิลลิลิตร และ 5.87 $\times 10^8$ CFU ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 4.1-4.2 ปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.2-1.3 โดยน้ำหนัก ค่าสี L, a, b เท่ากับ 69.72, -4.57 และ 16.97 ตามลำดับ ลักษณะเนื้อสัมผัสมีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับ ค่าการเกาะติดผิว และค่าความเหนียวหรือการเป็นกาวเท่ากับ 0.12 N , 0.58 N.mm , 13.11 mm , -0.002 kgf.mm และ 7.19 gf ตามลำดับ ค่าการแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ร้อยละ 40.72 และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 4.80
4. การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชโดยการเติมเจลาติน จากการศึกษาพบว่า การเติมเจลาตินร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก จะส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชมีความใกล้เคียงกับเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตในท้องตลาดมากที่สุด นอกจากนี้จากนี้ยังส่งผลให้เกิดการแยกชั้นของน้ำ (syneresis) มีปริมาณที่น้อยลง
5. จากการวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชที่ได้รับการปรับปรุง โดยทำการบ่มโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชสูตร 3 หมักที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงโดยใช้ หัวเชื้อชนิด ABT-5 ปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก สามารถสรุปได้ดังนี้
    5.1 คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 4.25 ปริมาณกรดทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด โปรตีน และไขมันร้อยละ 1.15, 17.6, 5.12, 2.45 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ
    5.2 คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L, a, b เท่ากับ 68.45, -4.85, 16.18 ตามลำดับ การแยกชั้นของน้ำร้อยละ 13.11 โดยน้ำหนัก ลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง ค่าการเกาะติดพื้นผิว ค่าความยืดหยุ่นหรือการคืนตัวกลับ ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน และค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง เท่ากับ 0.31 N , 34 N.mm , 25 mm , 0.02 kgf.mm , 14.87gf ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์กรดแลคติก และจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 2.4×10^{8} และ 1.96×10^{8} ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกียรติ มีสถาน, จิตมณี ภูลวรรณ และ แสนรักษ์ แอบู. 2543. การศึกษาปัจจัยของวัตถุดิบที่มีผลต่อโครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กุลวดี ตรองพาณิชย์. 2543. อุตสาหกรรมอาหารจากข้าวโพด. อ้างถึงในวินัย พันธุ์วุฒิ และสมใจ สัตบุศย์, ผู้รวบรวม. ทำเนียบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป เครื่องปรุงรสและเครื่องดื่ม. กรุงเทพฯ : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงกลณี แววหงษ์. 2540. ผลของสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในว่านหางจระเข้ที่มีต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการทำโยเกิร์ต.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุวรรณ์ ศิรพรรณพร, ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, ฐิติภา มาลีหวล และปราโมทย์ ธรรมรัตน์. 2543. การผลิตโยเกิร์ตจากกะทิ. อาหาร. 30(2): 87-97.

ฉายศรี สุพรศิลป์ชัย. 2544. วัฒนธรรมและพฤติกรรมการบริโภคกับโรคโภชนาการ. วารสารโภชนาการ. 36(2): 42-48.

ชนาธิป ลอยกุลนันท์, นุชนาถ สุขมงคล และ ปรมาภรณ์ เกิดทรัพย์. 2541. การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากเมล็ดข้าวโพด.กรุงเทพฯ : โครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัศนีย์ พรกิจประสาน. 2530. ลูกเดือย : คุณสมบัติบางประการและผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์วิทยศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นรชัย ลาภเปี่ยม. 2542. ข้าวกล้องค่านิยมที่มาพร้อมสารอาหาร. กรุงเทพฯ. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์. 5.

นราวัลภ์ เปล่งจินดาเรือง, บงกชมาศ ชะระไสย์ และประครองศรี ตรุณจันทร์. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมข้าวโพดผงพร้อมดื่ม.กรุงเทพฯ : โครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

นิตยกานต์ บุญหมั้น. 2544. การปรับปรุงโยเกิร์ตแคลอรีต่ำโดยการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานและเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการเติมลูกชิด.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปราณี วราสวัสดิ์. 2534. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ธัญพืช. เชียงใหม่ : ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. 2536. เครื่องดื่มนักกีฬา. อาหาร. 23(1): 1-6.

มณฑิรา วราภรณ์ และสุพัตรา ช่อเจี้ยง. 2548. ปัญหาพิเศษอุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เยาวภา สิริวัฒนานุกูล และวราพร พิชัยโรจน์รุ่ง. 2542. คุ้กกี้ข้าวกล้อง. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ราชกิจจานุเบกษา. 2529. เล่มที่ 103 ตอนที่ 38. 5.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. ข้าวโพด. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.

เรณู ปิ่นทอง. 2523. การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากถั่วเหลือง. อาหาร. 12(3): 23-251.

วราวุฒิ ครูส่ง, บุษบา ยงสมิทธิ์ และ Sanchez, PC. (2535). การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของสารอาหารในระหว่างการหมักเทมเป้ที่มีวิตามินบี 12. เอกสารประกอบการสัมมนาระดับชาติ เรื่อง เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณค่าอุตสาหกรรมอาหารและโภชนาการ ณ โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่า กรุงเทพฯ วันที่ 23-24 มกราคม 2535, 105-115.

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2539. การผลิตโยเกิร์ตถั่วลิสง. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลระหว่างวันที่ 24-26 มกราคม 2539. ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ.หน้า 12 - 24

วีรศักดิ์ ธนาประชุม. 2527. ลูกเดือย(JOB'S TEARS). วารสารสมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย เดือนมกราคม-มีนาคม 2527.: 17-24.

สมควร ดีรัศมี. 2542. การปลูกข้าวโพด.กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.

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

สุรีย์พันธุ์ บุญวิสุทธิ์, สายฝน ศิลปพรหม, นันทยา จงใจเทศ, จันทร์เพ็ญ ศรีชัยญา, และปิยนันท์ อึ้งทรงธรรม. (2542). วิตามินในน้ำผัก. วารสารโภชนาการสาร. 33(1): 20-26.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2534. ผลิตภัณฑ์จากข้าว และคุณค่าทางโภชนาการ. อุตสาหกรรมเกษตร. 2(2): 109-105.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alander, M., I. De Smet L. Nollet, W. Verstraete, A. von Wright and T.M. Mattila Sandholm. 1999. The effect of probiotic strains on the microbiota of the simulator of the Human Intestinal Microbial Ecosystem (SHIME). *Int. J. Food Microbial.* 46: 71-79.

Anne, G., J. De Brabandere, G. De Baerdemaeker and K.U. Leuven. 1999. Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation. *Journal of Food Engineer.* 41:221-227.

Anonymous. 1995. Consumption of yoghurt products in southeast Asia. *Asia Pacific Food Industry.* 7(4): 66-70.

____. 1999. Industry focus Thailand diary. *Asia Pacific Food Industry.* 11(11/12): 31-35.

____. 2000. Labeling of rDNA biotechnology-derived foods. *Food Technology.* 54(9): 62-74.

____. 2001,August. Going for organic gold. *Soft Drinks International.* 21-23.

____. 2002. Spoilt for choice. *Packing Today International.* 24(1): 20-23.

AOAC. 1984. Official Method of Analysis: The Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Virginia. U.S.A.

____ .1990. Official Method of Analysis: The Association of Official Analytical Chemists. 17th ed. Arlington, Virginia.

____ .1995. Official Method of Analysis: The Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Virginia. U.S.A.

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

Ayebo, A.D., K.M. Shahani and R. Dam. 1981. Antitumor component of yoghurt fractionation. *J. Diary. Sci.* 64: 2318-2324.

Beal, C., H.E. Spinnier and G. Corrieu. 1994. Compare of growth, acidification and productivity of pure, and mixed culture of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* 404 and *Lacobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 398. *Appl. Microbial. Biotechnol.* 41: 95-98.

Beal, C. and G. Corrieu. 1991. Influence of pH, temperature and inoculum composition on mixed cultures of of *Streptococcus thermophilus* 404 and *Lacobacillus bulgaricus* 398.*Biotechnol. Bioeng.* 38: 90-98.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beal, A. and Walker, AF. 1992. Dietary mineral supplementation and bioavailabililty. In Nutrition and Consumer. Walker, AF. And Rolls, BA. eds. Elsevier Applied Science London. 127-160.

Beecher, GR. 2000. Bioavailabililty and interaction with lipids. *Nutrition Today*. 35(5): 191-192.

Birollo, G.A., J.A. Reinheimer and .C. Vinderola. 2000. Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. *Food Res. Int*. 33: 799-805.

Blackburn, GL. 2001. The public health implications of the Dietary Approaches to Stop Hypertension Trail. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 74: 1-2.

Bookwalter, G.N., H.F. Kwoelek, L.T. Black and E.L. Griffin. 1971. Storage stability of CSM: Alternative formulations for corn-soy milk. *J. Food Sci*. 36: 732-736.

Chavasit, V., Pisaphab, R., Suangpuag, P., Jittinandana, S., and Wasantwisut, E. 2002. Changes in β - carotene and vitamin A contents of vitamin A-rich foods in Thailand during preservation and storage. *J. Food Sci*. 67(1): 375-379.

Chen, JD. 1993. An eastern perspective on nutrition and performance. *Nutrition Reviews*. 51(4): S176-S181.

Chumchuere, S. and R.K. Robinson. 1999. Selection of starter cultures for the fermentation of soya milk. *Food Micorbiology*. 16: 129-137.

Clydesdale, F.M., Kolasa, K.M., and Ikeda, J.P. 1994. All you want to know about fruit juice. *Nutrition Today*. 29(3): 14-29.

Coleman, E. 1991. Sports drink research. *Food Technology*. 45(3): 104-110.

Combs, G.F., Jr. 1998. The Vitamins. 2nd ed. San Diego : Academic Press.

Deeth, H.C. and A.Y., Tamine. 1981. Yoghurt: Nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Prot*. 44(1): 78-86.

Dewanto, V., X. Wu and R.H. Liu. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agri. Food Chem*. 50: 4959-4964.

FAO/WHO. 1984. Codex Alimentarius. 1st ed. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome.

Fuller, L.K. 1995. Yoghurt, Youghourt An International Cookbook. New York : *Food Products Press*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Garcia E.F. and J.U. McGregor, 1994. Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yoghurt. *J. Diary Sci.* 77: 2934-2939.

Giese, J.H. 1992. Hitting the spot : Beverages and beverage technology. *Food Technology*, 46(7): 70-79.

Gilland, S.E. 1990. Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* 87: 175-188.

Gisolfi, C.V. 1996. Fluid balance for optimul performance. *Nutrition Reviews*. 54(4): S159-S168.

Granata, L.A. and C.V., Morr. 1996. Iproved acid, flavor and volatile compound production in a high protein and fiber soymilk yoghurt-like product. *J. Food Sci.* 61: 331-336.

Grivvetti, L.E. 1991. Nutrition past-nutrition today prescientific origins of nutrition and Dietetics. *Nutrition Today*. 26(4): 18-29.

Hepner, G., R., Fried, S., S., St. Jeor, L., Fusetti and R. Morin. 1979. Hypocholesterolemic effect of yoghurt and milk. *Am. J. Clin. Nutri.* 32(1): 19-24.

Hollingsworth, P. 1999. Web technology forces innovation. *Food Technology*, 53(11), 36.

____. 2000. Feeding generation Y. *Food Technology*, 54(1), 24.

____. 2000. Tbe European food blender. *Nutrition Today*, 54(1), 38-40.

____. 2000. Upstart companies define the healthy foods market. *Food Technology*. 54(9): 28.

Holzapfel, W.H., P. Haberer, J. Snel, U. Schilinger and J. H. J. Huis in't Velg. 1998. Overview of gut flora and probiotics. Int. *Food Microbial.* 41: 85-101.

Hollman, P. C. H. 2000. Bioavailabililty : Interactions with proteins. *Nutrition Today*. 35(5): 187-190.

Humphries, J.M. and F. Khachik. 2003. Distribution of Lutein, Zeaxanthin and Related Geometrical Isomers in Fruit, Vegetables, Wheat and Pasta Products. *J. Agri. Food Chem.* 51: 1322-1327.

Kritchevsky, S. B., G.S. Tell, T. Shimakawa., B. Dennis., R. Li, L. Kohlmeier, E. Steere and G. Heiss. 1998. Provitamin A carotenoids intake and carotid artery plaques: the atherosclerosis risk in communities study. *Am. J. Clin. Nutri.* 69: 726-733.

Kurilich, A.C. and J.A. Juvik. 1999. Quantification of Carotenoid and Tocopherol Antioxidants in *Zea mays*. *J. Agri. Food Chem.* 47: 1948-1955.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lee, C. and L.R. Beuchat. 1991. Changes in Chemical composition and sensory qualities of peanut milk fermented with lactic acid bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* 13: 273-284.

Lim, C. 1993, Jan / Feb. Product innovations in beverages. *Asia pacific Food Industry*. 42-45.

Lin, C.W., R.C. Yu, H.L. Chen and S.L. Chen. 1997. Culture filtrates from a fermented rice product (Lao-Chao) and their effects on milk curd firmness. *J. Food Sci.* 62: 1090-1082.

Liu, K. 1999. Biotech crops : Products, Properties, and prospects. *Food Technology*. 53(5): 42-48.

Manor, MM., Barr, SL., and Butterfield, GE. 2000. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine :

Marshall, R.T. 1992. Standard Methods for the Examination of Diary Products. 16th ed. American .Washington, D.C. : *Public Health Association*

Maxted-Frost, T. 1999, June. Organic go into overdrive. *Soft Drinks International*, 26-29.

Moeller, S.M., P.F. Jacques and J.B. Blumberg. 2000. The potential of dietary Xanthophylls in cataract and age-related macular degeneration. *J. Am. Coll. Nutr.* 19: 5225-5275.

Murcia, M.A., B.L. Ayerra, M.M. Tome, A.M. Vera and F.G. Carmona. 2000. Evaluation of ascorbic acid and peroxidase during industrial processing of broccoli. *J. Agr. Food Chem.* 80: 1882-1886.

O'Sullivan, M.G., G. Thomton, G.C. O'Sullivan and J.K. Collins. 1992. Probiotic bacteria: myth or reality. *Trends Food Sci. Technol.* 3: 309-314.

Omucti, O., E.B. Oguntona, O. Jaiyeola and O.A. Ashaye. 2000. Nutritional evaluation of home-prepared soy-corn milk-a protein beverage. *Nutritional and Food Sci.* 30(3): 128-132.

Palozza, P. and N.I. Krinsky. 1992. Antioxidant effects of carotenoids in vivo and in vitro: An overview. *Methods Enzymol.* 213: 403-452.

Pongsawatmanit, R. and L. Suklampoo. 1996. Soy yoghurt quality from various Preparation Processes, pp. 225-230. *In* A. Buchanan, ed. Proceedings of the second international Soybean Processing and Utilization Conference, Funny Publisbing Limited Partnership.

Potter, NN., and Hotchkiss, J. H. 1995. Food Science 5th ed. New York, 64 : Chapman & Hall.

Pszczola, D.E. 1999. Putting soy & other nutraceuticals under the microscope. *Food Technology*. 53(9): 112-116.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

____ . 1999. Slipping into the beverage mainstream. *Food Technology.* 53(11): 78-88.

Pukrushpan, T., H.L. Mitchell and J.K. Grieg. 1977. Effects of stage of maturity on protein fractions of sweet corn cultivars. *J. Food Sci.* 42(3): 851-852.

Reddy, G.V., B.A. Friend, K.M. Shahani and R.E. Farmer. 1983. Antitumer activity of yoghurt components. *J. Food Protect.* 46(1): 8-11.

Rossi, E.A., R.C., Vendramini, I.Z., Carlos, Y.C., Pei and G.F., de Valdez. 1999. Development of a novel fermented soymilk product with potential probiotic properties. *Eur. Food Technol.* 209: 305-307.

Rousseav, M.J. 1974. Fluid yoghurt. *Diary Sci. Abstr.* 36: 570.

Rukina and Ruchkin, 1970Robinson, R.K. and A.Y. Tamine. 1993. Modern Dairy technology. V. 2. 2d ed. Great Britain : Elsevier Science Publishers, Ltd., The University Press, Cambridge.

Sayed, E.M.E., I.A.A.E. Gawad, H.A. Murad and S.H. Salah. 2002. Utilization of labotary-produced xanthan gum in the manufacture of yoghurt and soy yoghurt. *Eur. Food Res.* Technol. 215(4): 298-304.

Scher, M. 1993, June. Flavr Savr Tomatoes await FDA approval. *Food Processing*. 162-163.

Segarra, P.J.S., M.G. Martinez, M.J Gordillo-Otero, A.D. Varverde, M.A.A. Lopez and R.M. Rojas. 2000. Influence of the addition of fruit on th mineral content of yoghurt: nutritional assessment. *Food Chem.* 70: 85-59.

Shah, N.P. and R.R. Ravula. 2001. Water activity in yogurt. Diary industries Int. 66(2): 28-30.

Shahidi, F. and M. Naczk. 1995. Food Phenolics: Sources. Lancaster, PA : Chemistry, Effects, Applications. Technomic Publishing.

Shimakawa, Y., S. Matsubara, N. Yuki, M. Ikeda and F. Ishikawa. 2003. Evaluation of *Bifidobacterium breve* strain Yakult-fermented soymilk as prohiotic food. *Int. J. Food Microbiol.* 81:131-136.

Slavin, J.L., D. Jacobs and L. Marquart. 1997. Whole-grain consumption and chronic disease: Protective mechanisms. *Nutr. Cancer*. 27(1): 14-21.

Stahl, W. and H. Sies. 1999. Carotenoids: occurrence, Biochemical Activities, and Bioavailability, pp. 183-201. *In* L. Packer, M. Hiramatsu, T. Yoshikawa, eds. Antioxidant Food Supplements in Human Health. San Diego, CA : Academic Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suarez, F.L. and D.A. Savaiano. 1997. Diet, genetics, and lactose intolerance. *Food Technology*. 51(3): 74-46.

Tamine, A.Y. and H.C. Deeth. 1980. Yoghurt: Technology and Biochemistry. *J. Food. Prot*. 43: 937-939.

____ and R.K. Robinson. 1985. Yoghurt Science and Technology. Oxford : Pergamon Press.

Vernam, A.H. and J.P. Sutherland. 1994. Milk and Milk Product: Technology, Chemisryt and Microbiology. Oxford : Chapman & Hall.

Wang, Y.C., R.C. Yu and C.C. Chou. 2002. Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. *Food Microbiol*. 19: 501-508.

Wolf, W.J. and J.D. Cowan. 1975. Soybeans as food source. CRC Press, Cleveland, OH.

Wongkhalaung, C. 1995. Lactic acid fermentation of sweetpotato. *Nat. Sci*. 29: 521-526.

____ and Boonyaratanakornkit, 2000. Development of yoghurt-type product from saccharified rice. *Nat. Sci*. 34: 107-116.

Younus, S., T. Masud and T. Aziz. 2002. Quality Evaluation of market yoghurt/dahi. *Pakistan J. Nutrition*. 1(5): 226-230.

Yakuchi, H., T. Goto and S. Okonogi. 1992. The nutrition and physicological value of fermented milk and lactic acid milk drink, pp. 217-245. *In* Y. Nakasawa and A. Hosono. eds. Translate by B.W. Howells. Functions of Fermented Milk. U.S.A : Elsevier Applied Science.

http://www.dld.go.th/.../PLAN47/ develop_thee/page1.htm

http://www.doa.go.th

http://www.doae.go.th/.../ april_44/khaw/rice1.htm

http://www.healthnet.in.th/text/forum2/juice/juice074.htm

http://www.healthnet.in.th/text/forum2/vet/008.htm

http://www.kalathai.com

http://www.khonnaruk.com/html/verandah/herb/h_241.html

http://www.ku.ac.th/agri/cornn/corn_b.htm

http://www.nrru.ac.th/ knowledge /health _w23.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

http://www.siamstreet.com/health/sativa.html

http://www.srp.ac.th

http://www.thaibreder.tripod.com

http://www.thaivegetarian.com

http://www.thai.com/lifestyle.php?t=d&ref=67

http://www.wave.prohosting.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมหัวเชื้อ

นำนมยูเอชทีจากสวนจิตรลดามาให้ความร้อน 72 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที เพื่อทำการฆ่าเชื้อที่อาจจะก่อให้เกิดโรค หลังจากนั้นทำให้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส แล้วเติมหัวเชื้อผงชนิด ABT-5 ปริมาณ 0.07 กรัม/ลิตร ลงไป แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 42 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้งาน

การคำนวณสัดส่วนของหางนมผงที่ใช้เติมในสูตรการผลิตโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

โยเกิร์ตที่ดีควรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณร้อยละ 15-16 (Tamine และ Robinson, 1999) ดังนั้น ในการคำนวณหาสัดส่วนที่จะใช้ในการเตรียมโยเกิร์ต จึงคำนวณได้จากปริมาณของแข็งทั้งหมดของเครื่องดื่มธัญพืช และนมผงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ดังแสดงต่อไปนี้

กำหนดให้ X = ปริมาณเครื่องดื่มธัญพืชที่ต้องใช้

Y = ปริมาณนมผงขาดมันเนยที่ต้องใช้

ปริมาณของแข็งทั้งหมด : $X + 0.982038Y = 16$

ปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด : $X + Y = 100$

$Y = 100 - X$

(แทนค่า Y ลงในสมการปริมาณของแข็ง)

$X + 0.982038 (100-X) = 16$

$(-) X = 98.2038 - 16$

$X = 82.2038$

$Y = 17.7962$

ดังนั้น ในการทำโยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืชให้มีของแข็งทั้งหมดร้อยละ 16 จะต้องใช้เครื่องดื่มธัญพืช และนมผงขาดมันเนยประมาณร้อยละ 82.2038 และ 17.7962 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตด้วยเครื่อง Texture Analyzer

อุปกรณ์

เครื่อง Texture Analyzer

วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างโยเกิร์ตใส่ถ้วย เลือกใช้โปรแกรม Texture Profile Analysis (TPA) ซึ่งกำหนดค่าความเร็วหัววัดก่อนก่อนทดสอบและวัดความเร็วหัววัดระหว่างทดสอบ เท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหัวหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที กดตัวอย่างโดยใช้หัวกดรูปทรงกระบอกตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร กดตัวอย่างให้ยุบลงร้อยละ 50 ของส่วนสูง และทำการกดตัวอย่าง 2 ครั้ง หน่วยที่ใช้วัดเป็นกิโลกรัม คำนวณโดยเครื่องคอมพิวเตอร์

ค่าความแข็ง (Hardness) หน่วยเป็น นิวตัน (N)

ค่าการคืนตัว (Springiness) หน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

ค่าแรงดึงดูดกัน (Cohesiveness) หน่วยเป็น นิวตันต่อมิลลิเมตร (N.mm)

ค่าความเหนียวหรือการเป็นกาว (Gumminess) หน่วยเป็น กรัมของแรงยึด (gf)

ค่าการติดภาชนะที่บรรจุ (Adhesiveness) หน่วยเป็น กิโลกรมของแรงยึดต่อมิลลิเมตร (Kgf.mm)

การวัดค่าสี L, a และ b

อุปกรณ์

เครื่องวัดสี Chromameter รุ่น CR-300 MINOLTA

วิธีวิเคราะห์

เทียบมาตรฐาน (standardize) เครื่อง โดยใช้ Standard white plate วัดค่าตัวอย่างอ้างอิง และกำหนดค่าต่างๆ ของตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างใส่ถ้วยแก้ว นำมาวัดค่าสี โดยค่าที่ได้จะปรากฏให้ทราบบนหน้าจอของเครื่องเป็นค่า L*, a* และ b*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบการแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ของโยเกิร์ต (จงกลนี, 2540)

การตรวจสอบการแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ที่เกิดขึ้นในโยเกิร์ต เป็นการตรวจสอบปริมาณน้ำที่แยกออกมาจากเนื้อโยเกิร์ตเมื่อผ่านกรวยที่มีกระดาษกรองภายในเวลาที่กำหนด ชั่งน้ำหนักโยเกิร์ตทั้งถ้วยและชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่ จดบันทึกไว้จากนั้นใช้มีดปาดรอบถ้วยโยเกิร์ต เทโยเกิร์ตลงในถ้วยที่ใส่กระดาษกรอง (Whatman No.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร) ไว้แล้ว ซึ่งอยู่บนขวดรูปชมพู่ที่รองรับน้ำที่แยกออกมา จับเวลา 1 ชั่วโมงแล้วยกกรวยออก ชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่ซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วยอีกครั้ง นำน้ำหนักขวดรูปชมพู่มาลบออก จะได้น้ำหนักน้ำที่แยกออกจากเนื้อโยเกิร์ด ซึ่งน้ำหนักถ้วยโยเกิร์ตที่เทโยเกิร์ตออกไปแล้ว นำน้ำหนักถ้วยที่ได้ไปลบออกจากน้ำหนักถ้วยทั้งโยเกิร์ต คำนวณตามสูตร

$$\text{การเกิด syneresis (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่แยกจากเนื้อโยเกิร์ต}}{\text{น้ำหนักโยเกิร์ตที่ใช้}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable Acidity)</u> วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

สารเคมี

1. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

วิธีวิเคราะห์

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจำนวน 10 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้ว หยดฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 3 หยด เขย่าให้เข้ากันไทเทรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งถึงจุดยุติได้เป็นสารละลายสีชมพูอ่อน คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)} = \frac{N \times V_1 \times 90.08 \times 100}{1000 \times V_2}$$

โดย N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)

V_1 = ปริมาณของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (กรัม)

<u>การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน</u> วิเคราะห์ตาม AOAC (2000) โดยใช้ชุดเครื่องมือGerhardt รุ่น Vapodest 70

สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร
2. กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยชั่งกรดบอริก 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาณให้เป็น1,000 มิลลิลิตร
3. สารละลายอินดิเคเตอร์ เตรียมโดยชั่ง Bromocresol green 0.1 กรัม ละลายในเอทานอล 100 มิลลิลิตร แล้วนำสารทั้งสองมาผสมรวมกัน เทใส่ขวดสีชาที่มีฝาปิด
4. สารละลายกรดมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างมาบดละเอียดให้เป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติมสารคอปเปอร์ซัลเฟตและไดโพแทสเซียมซัลเฟตในอัตราส่วน 9 : 1 เพื่อเป็นสารเร่งปฏิกิริยา จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ เติมลูกแก้วก้นเดือด นำหลอดต่อเข้ากับชุดเครื่องย่อย ทำการย่อยที่อุณหภูมิ 520 องศาเซลเซียส เวลา 45-60 นาที จนได้สารละลายใสทิ้งหลอดย่อยให้เย็นแล้วค่อยๆ เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำหลอดตัวอย่างต่อเข้ากับชุดกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตรที่มีการหยดสารอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไปรองรับสารที่กลั่นได้ โดยให้ปลายแท่งแก้วของชุดกลั่นจุ่มอยู่ในสารละลาย กลั่นเป็นเวลา 5 นาที สารที่กลั่นมีปริมาตรประมาณ 125-150 มิลลิลิตร นำสารที่กลั่นได้ไปทำการไทเทรตกับสารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้สารละลายชมพู (ถึงจุดยุติ) คำนวณปริมาณโปรตีนดังสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{14.01 \times (V_1 - V_2) \times C \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 1000}$$

โดย V_1 = ปริมาณกรดเกลือมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต

V_2 = ปริมาณกรดเกลือมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรตกับแบลงค์

C = ความเข้มข้นของสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต (นอร์มัล)

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} \times 6.25$$

หมายเหตุ : ให้ทำแบลงค์ควบคู่ไปด้วยโดยไม่ใส่ตัวอย่างในหลอดย่อย

<u>การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน</u> โดยใช้ Soxlet method

สารเคมี

1. สารละลายกรดเกลือ เข้มข้น 4 นอร์มัล เตรียมโดยผสมกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 37ปริมาตร 2 ส่วนต่อน้ำกลั่นปริมาตร 1 ส่วน
2. สารช่วยกรอง (filtration) ใช้ 535 ซีไรซ์ (celite 1900 001 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อะซิโตน (acetone) ; FW5808 : Mallincrodt chemical AR
4. ปิโตรเลียมอีเทอร์ จุดเดือด 35-60 องศาเซลเซียส
5. สำลีที่ผ่านการสกัดไขมัน
6. ลูกแก้วกันเดือด เส้นผ่านศูนย์กลาง 4-5 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างมาบดละเอียดให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่องสับผสมชั่งตัวอย่างจำนวน 3 กรัม (±0.1 มิลลิกรัม) ใส่ในทิมเบิลแก้ว (thimble 1000 3217) ที่มีซีไรซ์จำนวน 1-2 กรัม นำไปทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้ใส่ลงในหลอดชุดย่อย เติมสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 4 นอร์มัล ปริมาตร 120 มิลลิลิตร นำหลอดย่อยต่อเข้ากับเครื่องย่อย (hydrolyzing unit) ทำการย่อยเป็นเวลา 60 นาที แล้วดูดสารละลายตัวอย่างลงในทิมเบิลแก้วอันเดิม โดยใช้สำลีชุบอะซิโตนเช็ดที่หลอดย่อยแล้วนำสำลีใส่ในทิมเบิลแก้วด้วย นำทิมเบิลแก้วไปอบไล่อะซิโตนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำทิมเบิลเข้าเครื่องสกัดที่มีถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนมารองรับน้ำมันสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 40-50 มิลลิลิตร เวลาในการสกัด คือ ระยะเวลาในการต้ม 25 นาที ระยะเวลาในการชะล้าง 40 นาที หลังจากนั้นนำถ้วยอะลูมิเนียมที่มีไขมันไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

โดย W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (กรัม)

W_3 = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมหลังจากสกัดไขมันและทำให้เย็น (กรัม)

หมายเหตุ : ก่อนนำตัวอย่างเข้าไปในหลอดย่อย ถ้าตัวอย่างมีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 10 หลังจากการอบไล่ความชื้น ให้นำตัวอย่างไปผ่านขั้นตอนการสกัดไขมันบางส่วนออกก่อน ด้วยเครื่อง extraction unit โดยเปิดเครื่อง serice unit อุณหภูมิ 98-120 องศาเซลเซียส สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ ปริมาตร 35-40 มิลลิลิตร ทำการชะล้าง เป็นเวลา 10 นาที อบแห้งเพื่อไล่ปิโตรเลียมอีเทอร์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ขั้นตอนการสกัดไขมันบางส่วนออกก่อนนี้ ต้องใช้ถ้วยอะลูมิเนียมรองรับไขมันที่สกัดได้อีกชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยใช้ Ether extraction method</u> วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

สารเคมี

1. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์
2. ฟีนอล์ฟทาลีน
3. แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร
4. เอทิลอีเทอร์
5. ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

เตรียมขวดระเหย โดยนำไปอบและหาน้ำหนักที่แน่นอน นำน้ำนมมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสจากนั้นนำนมใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร 10 (± 0.1) กรัม เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1.5 มิลลิลิตรและหยดฟีนอฟทาลีน 3 หยด เติมแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกที่เปียกน้ำ เขย่าเป็นเวลา 15 วินาทีแล้วเติมเอทิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียว เขย่าแรงๆ เป็นเวลา 1 นาทีหลังจากจึงเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียวเขย่าเป็นเวลา 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้นเห็นสีชมพูในชั้นของน้ำ เทชั้นอีเทอร์ลงในขวดระเหย ทำการสกัดซ้ำอีกรอบโดยการเติมแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 15 วินาที เติมเอทิลอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียว เขย่าแรงๆ เป็นเวลา 1 นาที เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียวเขย่าเป็นเวลา 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้น เทชั้นอีเทอร์ลงในขวดระเหย หลังจากนั้น อบขวดรูปชมพู่พร้อมไขมันที่สกัดได้ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45-60 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่พร้อมไขมันที่สกัดได้

$$\text{ไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(B - A) - \text{น้ำหนักแบลงก์} \times 100}{W}$$

กำหนดให้ A คือ น้ำหนักขวดรูปชมพู่(กรัม)

B คือ น้ำหนักขวดรูปชมพู่และไขมันที่สกัดได้หลังอบ (กรัม)

W คือ น้ำหนักสารตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย</u> วิเคราะห์ตาม AOAC (1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 0.128 โมลาร์ เตรียมโดยละลายกรดซัลฟิวริก 12.5 มิลลิลิตรในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.223 โมลาร์ เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 12.5 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. n-octanal หรือสารกันฟอง
4. อะซิโตน

วิธีวิเคราะห์

ตัวอย่างบดละเอียดให้มีขนาดเล็กกว่า หรือเท่ากับ 1.0 มิลลิลิตร ถ้าตัวอย่างที่มีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 10 ให้นำไปสกัดไขมันออกบางส่วนบนเครื่อง Fibertec Cold Extraction Unit โดยการล้างด้วยอะซิโตน 25 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่าง 1 กรัมจำนวน 3 ครั้ง ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในครูซิเบิล นำครูซิเบิลตัวอย่างเข้าเครื่อง Fibertec Hot Extraction Unit ต้มด้วยกรด โดยเติมสารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 0.128 โมลาร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เติม n-octanal ปริมาณ 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟอง แล้วลดความร้อนลงและต้มเป็นเวลา 30 นาที ทำการกรองแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้งๆ ละ 30 มิลลิลิตร กรองจนแห้ง จากนั้นเติมด่างโดยเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.223 โมลาร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เติม n-octanal ปริมาณ 2-3 หยด ทำเช่นเดียวกับการต้มด้วยกรด เมื่อเสร็จแล้วนำครูซิเบิลตัวอย่างออกจาก Fibertec Hot Extraction Unit นำไปวางบนเครื่อง Fibertec Cold Extraction Unit ล้างด้วยอะซิโตน 3 ครั้งๆ ละ 25 มิลลิลิตรและกรองจนแห้งนำครูซิเบิลตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง คำนวณหาร้อยละเส้นใยจากสูตร ดังนี้

$$\text{เส้นใย(ร้อยละ)} = \frac{W_2 - W_3}{W_1} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการอบภายหลังการต้มกรดและด่าง (กรัม)

W_3 = น้ำหนักตัวอย่างหลังผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

อบถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำมาใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น นำไปชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำตัวอย่างออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำตัวอย่างไปอบซ้ำอีกครั้งจนได้น้ำหนักที่คงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น(ร้อยละ)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W} \times 100$$

โดย W = น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียม (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมและตัวอย่างหลังจากอบแห้งแล้ว (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า วิเคราะห์ตาม AOAC (1990)

นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดให้เป็นเนื้อเดียวกันนำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก 3-5 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นจนมีน้ำหนักที่แน่นอน นำตัวอย่างไปเผาไฟจนหมดควัน นำตัวอย่างไปเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างกลายเป็นสีขาวหรือสีเทา ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ทำซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ จากนั้นคำนวณหาปริมาณเถ้า ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

โดย W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_3 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักแน่นอนก่อนเผา (กรัม)

<u>การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด</u> วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

อบถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำมาใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น นำไปชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ปิเปตตัวอย่าง(ของเหลว)ใส่ในถ้วยอะลูมิเนียม 10 มิลลิลิตร นำไปอบในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำตัวอย่างออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

โดย W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_3 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักแน่นอนก่อนเผา (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด</u> วิเคราะห์ตาม AOAC (1984)

นำตัวอย่างโยเกิร์ตมาทำการเจือจางสารละลายตัวอย่าง โดยใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 1:10 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วที่มีสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร (ได้สารละลายตัวอย่างความเข้มข้น 1:100) ทำการเจือจางสารละลายตัวอย่างจนได้ระดับ ความเจือจางที่เหมาะสม 4 ระดับ หลังจากนั้นใช้ปิเปตที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ปิเปตสารละลายตัวอย่างในแต่ละระดับการเจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว ก่อนเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและหลอมให้มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อประมาณ 15 มิลลิลิตร และขยับจานเพาะเชื้อวนซ้าย-ขวาและขึ้นบน-ล่าง อย่างละ 20 ครั้ง เพื่อให้ตัวอย่างกระจายอย่างเหมาะสมในจานเพาะเชื้อ จากนั้นวางไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กับจานเพาะเชื้อก่อนนำไปบ่มที่ตู้เพาะบ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำจานเพาะเชื้อมานับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเลือกจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม

<u>การวิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด</u>

เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส มาทำ pour plate technique บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในรูปโคโลนีต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของสูตรที่ดีที่สุด

นำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้ทั้งสามสูตร มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความหวาน และการชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 25 คน ใช้แบบทดสอบชิมแบบ Hedonic 9-scale test นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0 แล้วรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบเมื่อใช้อัตราส่วนของเครื่องดื่มธัญพืชในปริมาณที่แตกต่างกัน</u>

ตัวอย่าง : โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

คำแนะนำ : กรุณาดอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเหมือนหรือความแตกต่างจากโยเกิร์ตที่ทำจากนมสดตามท้องตลาด โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-9 โดย

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

กรุณาบ้วนปากหลังชิมทุกครั้ง

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

ข้อเสนอแนะ _____

รูปที่ 9 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบเมื่อใช้อัตราส่วนของเครื่องดื่มธัญพืชในปริมาณที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ เมื่อใช้อัตราส่วนของหัวเชื้อในปริมาณที่แตกต่างกัน</u>

ตัวอย่าง : โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

คำแนะนำ : กรุณาตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเหมือนหรือความแตกต่างจากโยเกิร์ตที่ทำจากนมสดตามท้องตลาด โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-9 โดย

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

กรุณาบ้วนปากหลังชิมทุกครั้ง

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

ข้อเสนอแนะ _____

_____

รูปที่ 10 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ เมื่อใช้อัตราส่วนของหัวเชื้อในปริมาณที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ เมื่อใช้อัตราส่วนของเจลาตินที่แตกต่างกัน</u>

ตัวอย่าง : โยเกิร์ตจากเครื่องดื่มธัญพืช

คำแนะนำ : กรุณาตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเหมือนหรือความแตกต่างจากโยเกิร์ตที่ทำจากนมสดตามท้องตลาด โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-9 โดย

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

กรุณาบ้วนปากหลังชิมทุกครั้ง

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

ข้อเสนอแนะ _____

_____

รูปที่ 11 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ เมื่อใช้อัตราส่วนของเจลาตินที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
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 (ยกเว้นวุ้น) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ปรับระดับความเป็นกรดเป็นด่างเป็น 7 เติมวุ้นและให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 Psi

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 การแสดงฉลากของนมเปรี้ยวให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ มกราคม ๒๕๒๓

บุญสม มาร์ติน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
ฉบับที่ ๕๕ (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 อาจเติมวัตถุที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต หรืออาจปรุงแต่งสี 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 บุนภาพันธ์ ๒๕๒๕)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้