ปัญหาพิเศษ

โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

(Corn Milk Yoghurt)

โดย

นางสาว สุภาภรณ์ มณีครี รหัสนักศึกษา 42045108

นาย อัฏฐพล ศรีหิรัญ รหัสนักศึกษา 42045111

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Agricultural Industry

Faculty of Agricultural Technology

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntaharn Ladkrabang
Bangkok 10520 Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17561

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

(Corn Milk Yoghurt)

นางสาว สุภาภรณ์ มณีศรี รหัส 42045108
นาย อัฏฐพล ศรีหิรัญ รหัส 42045111

ปพ.
ส838ย
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96868
วัน,เดือน,ปี 5 มิ.ย. 2003

T096868

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

(Corn Milk Yoghurt)

โดย

นางสาว สุภาภรณ์ มณีศรี รหัส 42045108

นาย อัฏฐพล ศรีหิรัญ รหัส 42045111

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ปฏิ- 3ศโส~ ...15./...มิ.ย./...44..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อาจารย์ ชมพูนุท สีห์โสภณ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(.....)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุภาภรณ์ มณศรี และอัฏฐพล ศรีหิรัญ 2544 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด (Corn Milk Yoghurt) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ชมพูนุท สีห์โสภณ. 57 หน้า

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการทำโยเกิร์ตจากนมข้าวโพด ที่มีการเติมเชื้อ 5, 7, และ 9 เปอร์เซ็นต์ พบว่าโยเกิร์ตที่มีการเติมเชื้อ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด จากนั้นนำมาศึกษาต่อโดยการเติมปริมาณน้ำตาล 8, 10, และ 12 เปอร์เซ็นต์ พบว่าโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาล 12 เปอร์เซ็นต์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด และนำมาทำการศึกษาต่อโดยการเติมสารให้ความคงตัวโดยเติมเจลาติน CMC และคาราจีแนนในปริมาณที่เท่ากัน พบว่า โยเกิร์ตที่เติมเจลาตินเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด จากนั้นผลิตโยเกิร์ตที่เติมเชื้อ 5 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 12 เปอร์เซ็นต์และเติมเจลาตินเป็นสารให้ความคงตัวมาทำการตรวจสอบคุณภาพด้านการเก็บรักษา พบว่า โยเกิร์ตที่ได้มีสีเหลืองนวลมีกลิ่นเปรี้ยวของโยเกิร์ตที่เกิดจากการหมักมีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสเนียน เรียบ ละเอียดมีความหนืดเล็กน้อย โยเกิร์ตที่ได้มีค่า pH เท่ากับ 4.4 เปอร์เซ็นต์กรดเท่ากับ 0.87 ปริมาณของแข็งเท่ากับ 15.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 18.0 และสามารถเก็บได้นาน 12 วัน

สุภาภรณ์ มณศรี

อัฏฐพล ศรีหิรัญ ชมพูนุท สีห์โสภณ 15 มี.ค. 44

ลายมือชื่อนักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ชมพูนุท สีห์โสภณ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้แนะนำต่างๆเกียวกับข้อมูลตลอดจนวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง พร้อมทั้งคำสั่งสอนต่างๆที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณเพื่อนๆนักศึกษาที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดสอบชิมตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำห้องแลบทุกท่านที่ได้ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ

สุภาภรณ์ มณีศรี

อัฏฐพล ศรีหิรัญ

13 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
2.1 ข้าวโพด	2
2.2 โยเกิร์ต	6
2.3 ประเภทของโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายในท้องตลาด	8
2.4 แบคทีเรียในโยเกิร์ต	9
2.5 วัตถุดิบสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต	10
2.6 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต	16
2.7 กระบวนการหมักโยเกิร์ต	18
บทที่3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	21
3.1 วัตถุดิบ	21
3.2 อุปกรณ์	21
3.3 สารเคมี	21
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	22
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
4.1 การศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	24
4.1.1 ศึกษาปริมาณเชื้อที่เหมาะสมต่อการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	24
4.1.2 ศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	26
4.1.3 ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	29
4.2 ตรวจสอบคุณภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	33
4.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	43
ภาคผนวก ค	49
ภาคผนวก ง	52
ประวัติผู้เขียน	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณร้อยละของสารอาหารที่พบในส่วนต่างๆของเมล็ดข้าวโพด	6
2	แสดงคุณค่าทางอาหารและปริมาณแคลอรีต่อโยเกิร์ต 100 กรัม	6
3	แสดงความผิดปกติที่อาจเกิดกับกลิ่นรสของโยเกิร์ต	20
4	แสดงลักษณะปรากฏทางด้านประสาทสัมผัส	24
5	แสดงลักษณะของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ เปอร์เซ็นต์กรดและpH	24
6	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เติมปริมาณเชื้อที่ต่างกัน	25
7	แสดงลักษณะปรากฏทางด้านประสาทสัมผัส	27
8	แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ เปอร์เซ็นต์กรดและpH	27
9	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เติมปริมาณน้ำตาลต่างกัน	28
10	แสดงลักษณะปรากฏด้านประสาทสัมผัส	30
11	แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ เปอร์เซ็นต์กรด และ pH	30
12	แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่เติมชนิดของสารให้ความคงตัว	31
13	แสดงการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตที่อายุการเก็บรักษาต่างกัน	33
14	แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตที่อายุการเก็บรักษาต่างกัน	35
15	แสดงคุณภาพทางคุณลักษณะปรากฏของโยเกิร์ต	36
16	แสดงคุณภาพโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	37
17	แสดงการวิเคราห์ด้านสีของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อปริมาณที่ต่างกัน	44
18	แสดงการวิเคราห์ด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อปริมาณที่ต่างกัน	44
19	แสดงการวิเคราห์ด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อปริมาณที่ต่างกัน	44
20	แสดงการวิเคราห์ด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อปริมาณที่ต่างกัน	45
21	แสดงการวิเคราห์ด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อปริมาณที่ต่างกัน	45
22	แสดงการวิเคราห์ด้านสีของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	45
23	แสดงการวิเคราห์ด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	46
24	แสดงการวิเคราห์ด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	46
25	แสดงการวิเคราห์ด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	46
26	แสดงการวิเคราห์ด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	47
27	แสดงการวิเคราห์ด้านสีของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

28 แสดงการวิเคราห์ด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน 47
29 แสดงการวิเคราห์ด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน 48
30 แสดงการวิเคราห์ด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน 48
31 แสดงการวิเคราห์ด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

น้ำนมข้าวโพด (Corn Milk Yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์เช่นเดียวกับโยเกิร์ตตามท้องตลาดทั่วไปแต่วัตถุดิบที่ใช้คือข้าวโพดหวาน (Sweet Corn) ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตัณฑ์น้ำนมข้าวโพดแล้ว

เมล็ดข้าวโพด ขณะที่เมล็ดกำลังเป็นน้ำนมจะมีสารอัลคาลอยด์ที่ระเหยได้และมีน้ำตาลในปริมาณสูง (พเยาว์, 2534) ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำนมข้าวโพด นอกจากนี้แล้วในเมล็ดข้าวโพดยังมีองค์ประกอบอื่นๆอีกหลายชนิด ที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายเช่น วิตามินเอ ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม แคลเซียม แป้ง น้ำตาลเดกซ์ตรินและโปรตีน (วุฒิชัย,2535) ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวเอื้อต่อการนำเมล็ดข้าวโพดมาผลิตเป็นน้ำนมข้าวโพดและผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมาก เนื่องจากมีสารอาหารที่ค่อนข้างมากซึ่งเหมาะต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาผลิตโยเกิร์ต

ปัจจุบันโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างกว้างขวางเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติและกลิ่นรสเฉพาะตัว อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูงมากแต่ปัจจุบันวัตถุดิบหลักที่นำมาผลิตโยเกิร์ตได้มาจากแหล่งเดียวคือ น้ำนมโค ดังนั้นคณะวิจัยจึงได้ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำนมข้าวโพดมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบและเป็นการทดแทนแหล่งวัตถุดิบเดิม รวมทั้งยังศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด เพื่อนำสภาวะดังกล่าวไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวโพดในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด
2. เพื่อศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ข้าวโพด

ชนเผ่าอินเดียที่อยู่ในทวีปอเมริกาเป็นชนเผ่าที่เพาะปลูกข้าวโพดเป็นเวลานานจนเมื่อโคลัมบัสได้ค้นพบโลกใหม่ หรืออเมริกา จึงทำให้ชาวยุโรปเริ่มรู้จักข้าวโพดโดยเรียกชื่อตามชนเผ่าอินเดียว่า " Mais" และเรียกโดยทั่วไปว่า " Indian corn" ประมาณ คริสศตวรรษที่ 16 –17 ชนเผ่าอินเดียได้แสดงให้ชนเผ่าผิวชาวที่มาตั้งถิ่นฐานในทวีปอเมริกา ในบริเวณเมืองเจมส์ทาวน์ (Jamestown) ทราบถึงวิธีการเพาะปลูกข้าวโพด และชนผิวขาว หรือชาวสหรัฐรุ่นต่อมาก็ได้เรียนรู้และปรับปรุงการปลูกข้าวโพดจนปัจจุบัน ข้าวโพดได้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของอเมริกาและประเทศในทวีปแถบอเมริกาเหนือและใต้

หลังจากค้นพบทวีปอเมริกาของโคลัมบัสไม่นานนักประมาณปี ค.ศ. 1494 ข้าวโพดได้เริ่มแพร่กระจายเข้าสู่ทวีปยุโรปโดย ชาวสเปนชื่อ Spainiards การเพาะปลูกครั้งแรกในประเทศสเปนเป็นแบบสวน ในช่วงระยะเวลา 2 – 3 ปีต่อมา ข้าวโพดได้ถูกกระจายเข้าไปทางตอนใต้ของประเทศอเมริกา

ในราวศตวรรษที่ 16 ระหว่างที่มีการล่าอาณานิคม ชาวโปตุเกสได้นำข้าวโพดไปปลูกใน ค.ศ. 1573 Magellan ได้นำข้าวโพดไปเผยแพร่ และเพาะปลูกในประเทศญี่ปุ่น และราวปี ค.ศ. 1575 ในจีน ต่อจากนั้นก็แพร่เข้าสู่หมู่เกาะอินเดียตะวันออก ฟิลิปปินส์และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตามลำดับ (กิตติกร และประภาส, 2542)

2.1.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวโพด

ข้าวโพดจัดเป็นพืชตระกูลหญ้า มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า Zea mays,L. เมล็ดข้าวโพดเป็นผลเดี่ยว (one – seed fruit หรือ caryopisis) โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. เพอริคาร์ป เป็นส่วนประกอบของเมล็ดประมาณร้อยละ 5 แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนคือ

1.1 ชั้นนอก (outer layer) ส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์ที่รูปร่างยาวๆ มีผนังเซลล์หนา

1.2 ชั้นกลาง (mesocarp or spongy layer) มีทั้งเซลล์ที่เรียงตามยาว (tube cell) ตามขวาง (cross cell) มีเซลล์ที่มีชั้นเดียวเรียงต่อกันไป เซลล์ชั้นนี้จะเป็นทางให้น้ำไหลผ่าน

1.3 เทสต้า เป็นเยื่อหุ้มที่มีผนังเซลล์หนาขนาดใหญ่

1.4 ชั้นอัลลูโลนเป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนาขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คัพภะเป็นส่วนประกอบของเมล็ดประมาณร้อยละ 12 ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

2.1 เนื้อเยื่อสะคิวเตลลัม เป็นที่สะสมของสารอาหารสำหรับต้นอ่อน ในขณะที่กำลังเจริญเติบโตหรือกำลังงอก

2.2 แกนเอ็มบริโอ (Embryonoc axis) เป็นส่วนที่จะเจริญไปเป็นต้นอ่อน

3. เอ็นโดสเปอร์ม เป็นส่วนประกอบของเมล็ดอีกส่วนหนึ่งประมาณร้อยละ 82 เป็นชั้นที่สะสมอาหารของเมล็ด ประกอบด้วยเม็ด สตาร์ช และโปรตีน สามารถแบ่งได้อีก 2 ส่วนคือ

3.1 เอ็นโดสเปอร์มชนิดแข็ง (Horny ednosperm) เป็นส่วนที่แข็งของเอนโดสเปอร์ม ประกอบด้วยเม็ด สตาร์ชและโปรตีน (Protein matrix) เกาะกันแน่นมาก

3.2 เอ็นโดสเปอร์มชนิดแป้ง (Floury matrix) เป็นเอ็นโดสเปอร์ม ของเซลล์ที่ค่อนข้างใหญ่ มีรูปร่างไม่แน่นอน มีการเกาะเกี่ยวกันระหว่างสายโปรตีน และเม็ดสตาร์ชอย่างกระจัดกระจายหรือเกาะกันอย่างหลวมๆ

4. ทิปแค็ป (Tip cap) เป็นส่วนประกอบของเมล็ดประมาณ ร้อยละ 1 เป็นส่วนที่ยึดเมล็ดให้ติดกับซัง (cop) ของข้าวโพด

2.1.2 การจำแนกชนิดของข้าวโพด

การจำแนกชนิดข้าวโพดโดยอาศัยลักษณะกายภาพของเมล็ด สามารถแบ่งได้ทั้งหมด 6 ชนิดและรวมข้าวโพดฝักอ่อน (pod corn) อีก 1 ชนิด ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วจะจัดแบ่งชนิดข้าวโพดได้ 7 ชนิดดังนี้

1. ข้าวโพดหัวบุบ (Dent corn) เป็นข้าวโพดที่มีรอยบุบตรงส่วนบนของเมล็ดซึ่งเกิดเนื่องจากการหดตัวของเซลล์ที่เป็นที่สะสมสตาร์ช (Soft starch) ในขณะที่กำลังเจริญและเริ่มแก่ ปลูกเป็นการค้าในสหรัฐอเมริกา

2. ข้าวโพดหัวแข็ง (Flint corn) เป็นข้าวโพดที่ประกอบด้วยสตาร์ช ประเภทสตาร์ชชนิดแข็ง (horny starch) บริเวณส่วนบนของเมล็ด และบริเวณนี้เมื่อแก่เต็มที่จะราบเรียบ เนื่องจากมีการหดตัวของเซลล์ที่สะสมสตาร์ชประเภทนี้น้อย

3. ข้าวโพดแป้ง (Flour corn) ประกอบด้วยสตาร์ชประเภทสตาร์ชชนิดอ่อน (Soft starch) มากกว่าสตาร์ชชนิดแข็งมาก รูปร่างและลักษณะของผลจะเรียบเสมอกันเนื่องจากประกอบด้วย สตาร์ชชนิดอ่อนมากจึงเหมาะสำหรับในการนำมาทำเป็นแป้งมีการปลูกมาในสำหรับอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) เป็นข้าวโพดที่สัดส่วนของน้ำตาลมากกว่าสตาร์ช เมื่อเวลานำส่วนผลไปตากแห้งจะพบว่ามีรอยย่น และภายในใส มีความหวาน เนื่องจากน้ำตาลไม่สามารถที่จะเปลี่ยนไปเป็นแป้งได้หมด เหมาะสำหรับแปรรูปเป็นข้าวโพดบรรจุกระป๋อง

5. ข้าวโพดคั่ว (Pop corn) เป็นข้าวโพดที่ประกอบด้วยเอ็นโดสเปอร์ม ชนิดแข็งมากกว่าข้าวโพดหัวแข้งแต่เมล็ดเล็กกว่า ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะแตกออก เนื่องจากการขยายตัวของโมเลกุลของน้ำ ที่ถูกสะสมในรูปของความชื้นภายในเมล็ดอย่างรวดเร็วนั่นเอง มีการปลูกมากในอเมริกาใต้

6. ข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn) เป็นข้าวโพดที่ประกอบด้วยสตาร์ช ซึ่งมีอะไมโลเพคตินสูง ประมาณร้อยละ 71 – 72 และที่เหลืออยู่อีกประมาณร้อยละ 28 – 29 เป็นอะไมโลส เมล็ดจะมีลักษณะขุ่นการที่จัดเป็นข้าวโพดข้าวเหนียวเนื่องจาก เมื่อนำมาหักหรือตัดบริเวณที่เป็นเอ็นโดสเปอร์มพบว่า มีส่วนที่มีลักษณะเหนียวไหลออกมา ข้าวโพดข้าวเหนียวพบครั้งแรกที่ประเทศจีนก่อนปี ค.ศ. 1908 และแพร่เข้าสู่อเมริกาเป็นครั้งแรก ในปัจจุบันในการผลิตแป้งข้าวเหนียว (Waxy strach) ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ และอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกาว

7. ข้าวโพดฝักอ่อน ใช้ในการผลิตข้าวโพดบรรจุกระป๋อง

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด

โดยทั่วไปข้าวโพดจะประกอบไปด้วยความชื้น ร้อยละ 13.5 โปรตีนร้อยละ 10 ไขมันหรือน้ำมันร้อยละ 4 สตาร์ชร้อยละ 61 น้ำตาลร้อยละ 1.4 เพนโตเซนร้อยละ 6 เยื่อใยร้อยละ 2.3 เถ้าร้อยละ 1.4 และสารอื่นๆ อีกประมาณร้อยละ 0.4

1. คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญหรือมากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย สตาร์ช น้ำตาล เพนโตเซน และเยื่อใยในส่วนที่เป็นสตาร์ชซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยอะไมโลเพคตินร้อยละ 78 และอะไมโลสร้อยละ 22 ยกเว้นสตาร์ชของข้าวโพดข้าวเหนี่ยวซึ่งประกอบด้วยอะไมโลเพคตินร้อยละ 100 พบมากในที่ส่วนที่เป็นเอ็นโดสเปอร์ม ร้อยละ 98 ดังตาราง

ในเมล็ดข้าวโพดมีส่วนของที่เป็นน้ำตาลอยู่ ร้อยละ 1.4 ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นเอ็มบริโอและเอ็นโดสเปอร์ม ประมาณร้อยละ 70 และ 28.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรตีน

โปรตีน พบมากที่สุดในส่วนที่เป็นเอ็นโดสเปอร์ม ร้อยละ 73.1 และเอ็มบริโอ ประมาณร้อยละ 23.9 โปรตีนที่พบส่วนใหญ่จะเป็นโปรลามีนหรือ ซีอีน (Zein) ร้อยละ 47.2 ในข้าวโพดทั่วไป และเป็นโปรตีนกลูติลินร้อยละ 35 ในข้าวโพดทั่วไป และร้อยละ 50 ในข้าวโพด opaque – 2

โปรตีนซีอีน จะพบในเอนโดสเปอร์มประกอบด้วยกรดอะมิโน ทำจำเป็นต่อร่างกาย 2 ชนิดคือ ทริปโตเฟน (tryptophane) และไลซีน (lysine) จากการศึกษาพบว่าปริมาณของซีอีนมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear relationship) กับปริมาณของโปรตีนทั้งหมดคือ เมื่อปริมาณของโปรตีนสูงขึ้นทั้งหมดปริมาณของซีอีนจะสูงขึ้นตามไปด้วยเสมอ

โปรตีนของข้าวโพดจะแตกต่างจากข้าวสาลีที่ไม่มีส่วนที่จะทำให้เกิดกลูเต็นได้ ดังนั้น การทำขนมปังจากแป้งข้าวโพด จึงไม่สามารถอาศัยกระบวนการหมักได้ ต้องใช้สารเคมีเช่น ผงฟูแทน

3. ไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันพบมากในส่วนที่เป็นเอ็นโดสเปอร์ม ร้อยละ 83.2 และ 15 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 2) เมื่อเทียบกับเมล็ดพืชชนิดอื่นแล้วมีน้อยกว่า แต่น้ำมันที่ได้มีคุณภาพดีกว่า เนื่องจากประกอบด้วยกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) คือกรดลิโนเลอิก (linoleic acid, ร้อยละ 59) กรดโอเลอิก (Oleic acid, ร้อยละ 2) กรดลิโนเลอิก (linoleic acid , ร้อยละ 0.8) กรดอะลาซิติก (arachidic acid , ร้อยละ 0.2)

4. เกลือแร่

เกลือแร่หรือเถ้าพบมากในส่วนที่เป็นเอ็มบริโอประมาณร้อยละ 78.5 รองลงมาพบในเอ็นโดสเปอร์มร้อยละ 18.2 (ดังตารางที่ 1) โดยส่วนใหญ่เป็นธาตุแคลเซียมประมาณร้อยละ 0.018 ฟอสฟอรัส ประมาณร้อยละ 0.30 เหล็กและแมงกานีสประมาณร้อยละ 24.6 และ 55 ตามลำดับ

นอกจากสารอาหารดังได้กล่าวมาข้างต้น ภายในเมล็ดยังประกอบด้วยวิตามินต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ วิตามินเอ, บี 1 , บี 2 , แคโรทีน, กรดเพนโททินิค และวิตามินเอ (วุฒิชัย, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณร้อยละของสารอาหารที่พบในส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าวโพด

สารอาหาร	เอ็นโดสเปอร์ม	เอ็มบริโอ	เพอริคาร์ป	ทิปแค็ป
โปรตีน	73.1	23.9	2.2	0.8
น้ำมัน	15.0	83.2	1.2	0.6
น้ำตาล	28.2	70.0	1.1	0.7
สตาร์ช	92.0	1.3	0.6	0.1
เถ้า	18.2	78.5	2.5	0.8

ที่มา : วุฒิชัย (2535)

2.2 โยเกิร์ต (Yoghurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักน้ำนมสด หรือน้ำนมพร่องมันเนยด้วยแลคติกแบคทีเรีย จนเกิดตะกอนเป็นลิ่มขึ้นมาคล้ายเต้าฮวยมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีคุณค่าทางอาหารสูงเนื่องจากแบคทีเรียที่ใช้ในการหมักจะใช้น้ำตาลแลคโตส ซึ่งเป็นแหล่ง คาร์โบไฮเดรตในน้ำนมเพื่อเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมัก ทำให้เหมาะกับผู้ที่มีปัญหาในการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในร่างกาย นอกจากการสร้างกรดแลคติกแล้ว เชื้อแบคทีเรียดังกล่าวยังสร้างกรดและสารอื่นๆ เช่น กรดอะซิติก กรดบิวทีริก และสารพวกอัลดีไฮด์ ซึ่งสารเหล่านี้จะทำให้โยเกิร์ตมีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น pH รสชาติ กลิ่น และความหนืด เป็นต้น (พิษณุ, 2533)
คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตสามารถแสดงให้เห็น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางอาหารและปริมาณแคลอรี่ ต่อโยเกิร์ต 100 กรัม

น้ำหนัก (กรัม) ต่อ โยเกิร์ต 100 กรัม			แคลอรี่ต่อ โยเกิร์ต 100 กรัม
โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	
3.3	2.1	5.0	52

ที่มา : อำไพพรรณ (2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ชนิดของโยเกิร์ต (Types of Yoghurt)

การแบ่งชนิดของโยเกิร์ตอาศัยหลักการต่อไปนี้

2.2.1.1 มาตรฐานตามกฎหมาย (Legals Standards)

มาตรฐานตามกฎหมายของโยเกิร์ต ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เช่น เปอร์เซ็นต์ไขมัน (solid non fat หรือ SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ซึ่งเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ แต่เกณฑ์ซึ่งนิยมใช้กันทั่วไปในการแบ่งชนิดโยเกิร์ต คือ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ โดยองค์การอาหารและเกษตร (Food and Agriculture Organization, FAO) และองค์การอนามัยโลก

2.2.1.1.1 Full fat yoghurt มีปริมาณไขมันมากกว่า 3.0 %

2.2.1.1.2 Medium fat yoghurt มีปริมาณไขมันระหว่าง 0.5 – 3.0 %

2.2.1.1.3 Low fat yoghurt มีปริมาณไขมันต่ำว่า 0.5 %

ในบางประเทศ เช่น เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน และสหภาพโซเวียต ได้จำแนกโยเกิร์ตเป็นอีกชนิดหนึ่งคือ Balkan yoghurt มีปริมาณไขมันระหว่าง 4.5 – 10 %

2.2.1.2 กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (Flavour)

การเติมกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกต่างกันดังนี้

2.2.1.2.1 Natural or plain yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมสีหรือสารปรุงแต่งกลิ่นรสลงไปหลังจากการหมักเสร็จสิ้นลง

2.2.1.2.2 Fruit yoghurt เป็นโยเกิร์ตซึ่งมีการเติมผลไม้ และสารให้ความหวานลงไปใน plain yoghurt

2.2.1.2.3 Flavour yoghurt ได้จากการเติมสารแต่งกลิ่นและสารให้ความหวานลงไปใน plain yoghurt

2.2.1.3 วิธีการผลิต (Methods of production)

แบ่งโยเกิร์ตออกได้เป็น 2 ชนิดขึ้นกับ ระบบการผลิต และโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) ดังนี้

2.2.1.3.1 โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (Set type yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุ (สำหรับขายปลีก) ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นมวลเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องกันและมีลักษณะกึ่งเหลวกึ่งแข็ง นิยมใช้วิธีนี้ในการผลิต plain youghurt ซึ่งเป็นลิ่มเนียนอยู่ตัว

2.2.1.3.2 โยเกิร์ตแบบบรรจุทีหลังหรือโยเกิร์ตชนิดคน (Stirred type yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว หลังจากเสร็จสิ้นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักจะกวนหรือคนโยเกิร์ตผสมกับกลิ่นรสหรือผลไม้ตามต้องการ จากนั้นจึงบรรจุลงภาชนะมักใช้ในการผลิต Fruit yoghurt และ Flavour yoghurt

2.2.1.4 กระบวนการหลังการหมัก (Post – incubation processing)

แบ่งชนิดของโยเกิร์ตโดยอาศัยความแตกต่างของขั้นตอนหลังการหมักซึ่งโยเกิร์ตที่ได้อาจจะนำไปผ่านขั้นตอนต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้เข้มข้นการทำแข็ง หรือวิธีการอื่นๆ ซึ่งสามารถแบ่งโยเกิร์ตออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้คือ

2.2.1.4.1 พาสเจอร์ไรซ์โยเกิร์ต (Pasteurized yoghurt) มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้วิธีหนึ่ง โดยนำโยเกิร์ตไปผ่านการให้ความร้อนโดยขบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งวิธีนี้จุลินทรีย์ในโยเกิร์ตก็จะถูกทำลายไปด้วย ข้อเสียของโยเกิร์ตประเภทนี้คือทำให้คุณภาพเนื้อสัมผัส (Texture) ด้อยลงและยังสูญเสีย (Aroma) ธรรมชาติของโยเกิร์ตไปด้วย (Robinson และ Tamine, 1985)

2.2.1.4.2 โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yogurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีลักษณะโครงสร้างทางกายภาพคล้ายไอศกรีม แต่องค์ประกอบและวิธีการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงช่วงการบ่มคล้ายกับโยเกิร์ต ส่วนที่ต่างกันก็คือ มีการเพิ่มช่วงของการแช่แข็ง และเพิ่มอากาศเข้าไปในผลิตภัณฑ์ในช่วงท้ายการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายไอศกรีม มีการเพิ่มสารให้ความหวานและ สเตบิไลเซอร์ เพื่อให้เซลล์อากาศในโครงสร้างมีความคงตัว

2.2.1.4.3 โยเกิร์ตเข้มข้น (Concentrated yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการระเหยของเหลวบางส่วนในโยเกิร์ตออกไป จนมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 24 %

2.2.1.4.4 โยเกิร์ตผง (Dried yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านขั้นตอนของขบวนการทำแห้งจนมีลักษณะเป็นผง และมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 90 – 94 % การอบแห้งอาจใช้วิธีการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ spray drying หรือ freeze drying ซึ่งอาจมีผลทำให้กลิ่นรสและเชื้อจุลินทรีย์บางส่วนถูกทำลายไป แต่ก็สามารถทำให้เก็บไว้ได้นานขึ้น เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงจนจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

2.3 ประเภทของโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน

Robinson และ Tamne (1985) ได้สรุปประเภทของโยเกิร์ตไว้ดังต่อไปนี้

2.3.1 โยเกิร์ตชนิดฆ่าเชื้อแล้วเก็บได้ชั่วคราว และเก็บได้นาน
(Pasteruized / UHT / Long – life yoghurt)

2.3.2 โยเกิร์ตที่ประกอบด้วยไฮโดรไลซ์แลคโตส
(Lactose hydrolysed yoghurt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 โยเกิร์ตชนิดดื่ม (Drinking yoghurt)

2.3.4 โยเกิร์ตชนิดแช่แข็ง (Frozen yoghurt)

2.3.5 โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Condensed yoghurt)

2.3.6 โยเกิร์ตอัดแก๊ส (Carbonated yoghurt)

2.3.7 เครื่องดื่มประเภทโยเกิร์ต (Yoghurt Beverages)

2.3.8 โยเกิร์ตผงพร้อมดื่ม (Dried or instant yoghurt)

2.3.9 โยเกิร์ต สำหรับผู้ควบคุมอาหาร (Dietetic or Therapeutic yoghurt)

2.3.10 โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง (Soy – milk yoghurt)

จากการแบ่งประเภทของโยเกิร์ตที่มีวางจำหน่ายดังที่แสดงข้างต้นนั้น เป็นตลาดโยเกิร์ตในแถบอเมริกาและยุโรป แต่สำหรับในประเทศนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตออกจำหน่ายนั้นมีเพียงประเภท Long life yoghurt (ชนิด UHT) โยเกิร์ตชนิดดื่ม (Drinking yoghurt) และโยเกิร์ตชนิดแช่แข็ง (Frozen yoghurt) ซึ่ง 2 ประเภทแรกนั้นมีวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย ในขณะที่โยเกิร์ตแช่แข็งนั้นกำลังเริ่มมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เพิ่มขึ้น และเริ่มเป็นที่รู้จักและยอมรับจากผู้บริโภค ซึ่งในช่วงแรกนี้กลุ่มผู้บริโภคส่วนมากจะเป็นนักเรียนและนักศึกษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะวางจำหน่ายตามศูนย์การค้า เป็นส่วนใหญ่และสำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตประเภทอื่นนั้นก็ได้มีผู้ที่กำลังศึกษากันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะอย่างยิ่งโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง เพราะวัตถุดิบหาง่ายภายในท้องถิ่นและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงทีเดียว

2.4 แบคทีเรียในโยเกิร์ต (Bacteria in yoghurt)

แบคทีเรียหลักที่นิยมใช้เป็นเชื้อเริ่มต้น (Mother culture) ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตได้แก่ *Streptococus thermophillius* และ *Lactobacillus bulgalicus* โดยในการใช้แบคทีเรียทั้งสองเพื่อย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในนมจะใช้ร่วมกัน เนื่องจากทำให้เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนของโปรตีนในนมเร็วขึ้นกว่าการใช้เพียงตัวใดตัวหนึ่ง โดยการผลิตกรดแลคติก มิได้เกิดจากการหมักน้ำตาลแลคโตสโดยตรง หากเกิดจากแบคทีเรีย *Lactobacillus bulgalicus* ผลิตเอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดส (B – Galactosidase) เพื่อไฮโดรไลซ์โปรตีนนมให้ได้กรดอะมิโน เช่น ฮิสติดีน (Histidine) ไกลซีน (Glycine) และวาลีน (Valine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่สำคัญต่อการเจริญของ *Streptococus thermophilliusn* ในขณะเดียวกันการเจริญของ *Streptococus thermophillius* ก็จะมีการสร้างกรดฟอร์มิก (Formic acid) เป็นผลให้ pH ของนมลดลงเหลือประมาณ 5.0 ซึ่งเป็น pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวมันเอง การสร้างกรดแลคติคของ *Lactobacillus bulgalicus* ทำให้ระดับ pH ลดลงอีกจนถึง 4.0 – 4.5 ซึ่งใกล้เคียงกับ Isoelectric point (pI) ของเคซีนในนม (pH ประมาณ 4.6 – 4.7) ทำให้เคซีนซึ่งเป็นโปรตีนในนมสูญเสียสภาพธรรมชาติ (Denature) จับตัวตกตะกอนลงมา จึงกล่าวได้ว่าการอยู่ร่วมกันของแบคทีเรียทั้งสองเป็นความสัมพันธ์แบบได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน (Symbiosis) ซึ่งการเจริญร่วมกันดังกล่าวทำให้การสร้างกรดแลคติกของแบคทีเรียเป็นไปได้ดีขึ้น (พวงพร, 2539)

การผลิตกรดแลคติกของแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้จะอยู่ในรูป L (+) – Lactic acid ซึ่งผลิตโดย *Streptococus thermophillius* และ D (-) - Lactic acid ที่เกิดขึ้นจะมี 50 – 70 % และส่วนที่เหลือจะเป็น D (-) - Lactic acid นอกจากนี้แบคทีเรียทั้งสองชนิดยังสร้างสารอื่นๆ ซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ตเป็นอย่างมาก ได้แก่ อะซิตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) อะซีโตน (Acetone) นอกจากนี้ยังสร้างสารพวก Volatile acids เช่น กรดฟอร์มิค กรดบิวทีริค กรดอะซิติก ฯลฯ

จะเห็นได้ว่า แบคทีเรียมีความสำคัญอย่างมากในการผลิตโยเกิร์ตเนื่องจากตัวสร้างกรดแลคติกและสร้างสารที่ทำให้เกิดกลิ่น รส เฉพาะตัวของโยเกิร์ต ซึ่งแบคทีเรียดังกล่าวคือ *Streptococus thermophillius* และ *Lactobacillus bulgalicus* นั่นเอง อย่างไรก็ตามนอกจากแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้แล้ว ก็ยังมีแบคทีเรียตัวอื่นๆ ที่มีความสามารถในการสร้างกรดแลกติกได้เช่นกัน แต่สาเหตุที่ไม่เป็นที่นิยมในการใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ตทั่วๆ ไป เนื่องจากสร้างกรดชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการและอาจทำให้มีกลิ่นรสที่ไม่ต้องการในโยเกิร์ต แบคทีเรียพวกนี้ได้แก่ L. jugurti, L. lactis, L. acidophillus, S. Lactis เป็นต้นในการผลิตโยเกิร์ตจึงควรที่จะต้องทำการคัดเลือกหัวเชื้อ (culture) ที่สามารถทำให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด รวมทั้งปริมาณของหัวเชื้อที่จะใช้ด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติเราอาจจะใช้โยเกิร์ตชนิด plain yoghurt เป็นหัวเชื้อแทนได้ เพราะเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้ ยังคงมีเชื้อที่ active อยู่ และก็เป็นเชื้อที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้ว และต้องใช้ในปริมาณเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าการใช้หัวเชื้อผง (dried cultrue) เพราะเนื่องจากใน plain yoghurt นั้นอาจจะมีการเติมน้ำตาลเพื่อการยอมรับของผู้บริโภค ทำให้เกิดแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ทำให้ความสามารถของหัวเชื้อ ลดลงปริมาณของ plain yoghurt ที่ใช้คือประมาณ 5 – 10 % ของปริมาณน้ำนมที่เป็นวัตถุดิบ (สุชาดา, 2538)

2.5 วัตถุดิบสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต

2.5.1 น้ำนมดิบ

น้ำนมจะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นผิดปกติ ควรมีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่า 3 % และมีค่าความเป็นกรดที่ pH 6.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 นมผง

โดยทั่วไปน้ำนมจะมี Solid non fat อยู่ประมาณ 9 – 10 % ซึ่งเมื่อนำมาทำเป็นโยเกิร์ตแล้วจะมีลักษณะเละ และอาจเกิดปรากฏการณ์แยกตัวของเวย์ (wheying off) คือส่วนที่เป็นน้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นลิ่ม อันเป็นลักษณะที่ไม่ดีของโยเกิร์ต ปัญหานี้แก้ไขได้โดยเติมนมผงขาดมันเนย เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ SNF ให้ถึง 14 % โดยทั่วไปในทางการค้านิยมใช้หางนมผง อัตราส่วนที่ผสมหางนมผงจะอยู่ในช่วง 1 – 6 % แต่ระดับที่เหมาะคือ 3 – 4 % เพราะการใช้หางนมผมมากเกินไปจะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะของเนื้อสัมผัสเป็นแป้งหรือผง

2.5.3 นมผงพร่องมันเนย (skim Milk or Nonfat Dry Milk)

นมผงพร่องมันเนยหรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า หางนม แต่เนื่องจากคำว่าหางนม (Skim Milk) ทำให้บางคนรู้สึกไม่ดี โดยคิดว่าหางนมเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะจะใช้เป็นอาหารคนควรจะเป็นอาหารสัตว์มากกว่า หางนมมีส่วนประกอบดังนี้ น้ำ 90.42 โปรตีน 3.68 ไขมัน 0.10 น้ำตาลนม 5.0 เถ้า 0.80 เพราะเหตุที่หางนมมีน้ำมากและมีอาหารเพียงพอที่แบคทีเรียจะเจริญได้จึงเน่าเสียได้ง่ายถ้ามีเพียงเล็กน้อยก็อาจเอาไปทำเนยแข็งได้ แต่ถ้ามีมากนักก็เอาไปเลี้ยงสัตว์ แต่ในปัจจุบันหางนมมีประโยชน์มหาศาล เมื่อนำเอาไปทำแห้งแล้วสามารถเอาไปประกอบอาหารได้มากมาย จึงเปลี่ยนชื่อจาก Skim milk เป็นชื่อใหม่ว่า Nonfat dry milk หรือหางนมไม่มีไขมัน

นมผงที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารเป็นชนิด high – heat powder ทำจากหางนมซึ่งทำให้ร้อนล่วงหน้า (forewarm) ที่ 87.9 – 93 ซ นาน 30 นาที low – heat powder ใช้ในอุตสาหกรรมไอศกรีม และเนยแข็ง ใช้อุณหภูมิอุ่นล่วงหน้าไม่เกิน 690 – 75 ซ เมื่ออุ่นแล้วทำหางนมให้ เข้มข้นโดยมีของแข็ง 35 – 45 % ก่อนจะทำเป็นนมผง

นมผงไม่มีไขมันหรือนมผงขาดมันเนย (nonfat dry milk) เป็นจำนวนมากใช้ทำส่วนผสมของแพนเค้ก ขนมตาราง และขนมปังกรอบ ใช้ทำไอศกรีม อาหารเค้ก โกโก้ Chocolate drink , malted mile และเครื่องดื่มอื่นๆ (วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

2.5.4 ผลไม้

การเติมผลไม้ลงในโยเกิร์ตเป็นการช่วยเพิ่มรสชาติของโยเกิร์ต ทำให้น่ารับประทานและช่วยจูงใจให้ซื้อ

2.5.5 สีและกลิ่น (Flavour)

ใส่เพื่อปรุงแต่งโยเกิร์ตให้ชวนรับประทานมากขึ้นโดยพยายามให้เหมือนกับธรรมชาติโดยใช้สีหรือกลิ่นที่ได้จากธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์

2.5.6 น้ำมันข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีในเอ็นโดสเปอร์มของข้าวโพดโดยทั่วไปมีประมาณ 83.2 % น้ำมันข้าวโพดประกอบด้วยกรดไขมันชนิด straight chain จะแตกต่างกันในจำนวนคาร์บอนอะตอมและลักษณะพันธะคู่ในโมเลกุลเป็นต้นว่าจำนวนของพันธะคู่และการเรียงตัวในแบบ geometricalconfiration ตลอดจนการเกิดสภาวะของ conjugation ของพันธะคู่ (conjugation ของพันธะคู่คือการที่มีพันธะ 2 พันธะถูกคั่นกลางด้วย 1 พันธะเดี่ยว) จำนวนพันธะคู่อาจมีได้ตั้งแต่หนึ่งจนถึงหกพันธะคู่ในไขมันอาหารมักพบกรดลิโนเลอิก , กรดลิโนเลนิก และกรดอาราคิโดนิค เสมอ

กรดโอเลอิค เป็นกรดไขมันที่พบในไขมันแทบทุกชนิด และเป็นกรดไขมันหลักของน้ำมันมะกอกซึ่งมีอยู่ถึง 75 % ในเนยโกโก้พบ 40 % ส่วนในไขมันวัวพบ 35 – 40 % พบกรดพาลมิโตเลอิคมีในไขมันหลายชนิดโดยเฉพาะไขมันปลา และในไขมันจากเมล็ดพืชบางชนิด กรดอีรูซิคพบในเมล็ดมัสตาร์ด (mastard seed) ในปริมาณ 30 – 40 %

C_{24} กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีความแตกต่างกันในจำนวนพันธะคู่ ตำแหน่งและการจัดเรียงตัวในแบบ Geometrical configuration อีกทั้งยังแตกต่างกันในเรื่องของความยาวของโมเลกุลด้วยแต่การเรียงตัวของกลุ่มเมธิลีน ($-CH_2$) ของไขมันอาหารพบว่าเป็นแบบซีส (cis) โดยทั่วไปแล้วกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะมีจำนวนคาร์บอนอะตอมในระหว่าง 16 –22 ในบางครั้งจะพบหรือ C_{26}

กรดลิโนเลอิค เป็นกรดไขมันที่พบในปริมาณที่สูงทั้งในไขมันและน้ำมันหลายชนิด เป็นกรดไขมันชนิดที่จำเป็นแก่ร่างกาย (Essential fatty acid) และยังพบว่ากรดไขมันชนิดนี้เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชั่น โพลีเมอไรเซชั่น (polymerization) และปฏิกิริยาระหว่างโปรตีน – ไขมัน เป็นต้น กรดลิโนเลอิคเป็นกรดไขมันที่พบในเมล็ดดอกคำฝอยถึง 60 – 80 % น้ำมันเมล็ดฝ้าย 45 – 50 % น้ำมันทานตะวัน 30 – 70 % และน้ำมันข้าวโพด 60 %

กรดลิโนเลอิคเป็นกรดที่ประกอบอยู่ในน้ำมันละหุ่ง (linseed oil) 50 – 60 % น้ำมันถั่วเหลือง 8 – 10 % ซึ่งโดยส่วนมากก่อนจะนำไปใช้นิยมนำไปผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชั่น

กรดอะราคิโดนิค เป็นกรดที่มีจำนวนคาร์บอน 20 อะตอมพบในสัตว์เป็นส่วนใหญ่ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของเซลล์เนื้อเยื่อประสาท

เอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของไขมันนั้นพบอยู่ทั่วไปในระบบชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต ผลที่ได้จากปฏิกิริยา คือ กรดไขมันอิสระ (Free fatty acids) และ partial glycerides ซึ่งเป็นสารประกอบทั้งสองซึ่งมีผลต่อกลิ่นและรส ตลอดจนคุณภาพของอาหารไฮโดรไลซิสบางครั้งสร้างปัญหาให้กับโรงงานผู้ผลิตอาหาร (วรรณา, 2534)

2.5.7 น้ำตาลซูโครส (Sucrose) หรือน้ำตาลทราย

วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำตาลก็เพื่อเพิ่ม SNF ในขณะเดียวกันรสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบรสเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซูโครสเป็นไดแซคคาไรด์ที่เรียกว่า น้ำตาลอ้อย (cane sugar) น้ำตาลบีท (beet sugar) น้ำตาลทรายหรือ (table sugar) มีผลึกสีขาว จุดหลอมเหลว 180 ^{o}C ละลายได้ในน้ำ เมื่อนำไปทำความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวได้สารเหนียวเรียกว่า คาราเมล (caramel) ซึ่งมีสีน้ำตาล เมื่อนำซูโครส

จากการศึกษาโครงสร้างของซูโครสสามารถกล่าวได้ว่า

1. ซูโครสมีสูตรโมเลกุล $C_{12}H_{22}O_{11}$ ประกอบด้วย D – glucose กับ D – fructose อย่างละหนึ่งโมเลกุล

2. D – glucose กับ D – fructose เชื่อมเกาะกันด้วยพันธะไกลโคซิดิค ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่หนึ่งของ α - glucopylanose กับคาร์บอนตำแหน่งที่สองของ β - D – fructofuranose

2.5.8 สเตบิไลเซอร์ (Stabilizer)

เป็นส่วนช่วยให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดคงตัวและคงตัวตามปกติ เนื่องจากสเตบิไลเซอร์เป็นไฮโดคอลลอยด์ (Hydrocolliod) ซึ่งแขวนลอยในน้ำนมโดยยึดเกาะกับผิวเม็ดไขมันนมด้วยไฮโดรโฟบิค (Hydrophobic group) และหมู่ไฮโดรฟิลิค (Hydrophilic) จะยึดเกาะกับส่วนที่เป็นน้ำ (aqueous) ทำให้เกิดการอุ้มน้ำและเกิดไฮเดรชั่นกระบวนการโฮโมจีไนเซชั่น (Homogenization) ระหว่างการผลิตจะช่วยให้การอุ้มน้ำดีขึ้น ส่วนการสร้างโครงสร้างเจลช่วยเพิ่มความหนืด (viscosity) ของส่วนผสม ตัวอย่างของสเตบิไลเซอร์ ได้ (ศิวพร, 2529)

เจลาติน (Gelatin) จะใส่ในความเข้มข้น 0.3 – 0.5 จะทำให้โยเกิร์ตที่มีเนื้อละมุนละม่อมวาวใสหากใสมากกว่าร้อยละ 0.35 จะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะเป็นก้อนลิ่มทั่วไปนิยมใช้บลูมสเตรงท์ (Bloom strength) 225/250 หากใช้เจลาตินที่ไม่ดีจะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะเหนียวข้นคล้ายพุดดิ้งในอุณหภูมิต่ำกว่า10 องศาเซลเซียสและบางครั้งอาจเสื่อมคุณภาพระหว่างการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิแบบ UHT

คาราจีแนน (Carrgeenan) ทำจากต้นไอริชมอส เทียบได้กับเจลาตินบลูมสเตรงท์ 250 แต่ดีกว่าในแง่ทนความร้อนและสามารถรวมกับแคลเซียมไอออนและเคซีนและให้คุณสมบัติของเจล (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2531)

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethyl cellulose, CMC)

สารโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxymethy cellulose) หรือที่รู้จักกันในอีกหลายๆ ชื่อ คือ NaCMC , sodium CMC, CMC, CM cellulose, cellulose gum, carboxy methyl cellulose หรือ sodium cellulose glycolate เป็นแอนไอออนนิคเซลลูโลสอีเทอร์ที่ละลายน้ำได้ทั้งในน้ำร้อนหรือน้ำเย็นและคงตัวพอสมควรในช่วง pH 5 – 10 แต่การทำให้เป็นกรด pH ต่ำกว่า 5 จะลดความหนืดและความคงตัวยกเว้นใน CMC ชนิดที่คงตัวต่อกรดเป็นพิเศษมี CMC ชนิดต่างๆ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันในด้านความหนืดและระดับการแทนที่ (ปริมาณ ของกลุ่ม sodium ต่อหน่วย) ทำงานเป็น thickener stabilizer ตัวเชื่อมสารสร้างฟิล์มและสาร suspending ใช้ในอาหารชนิดต่างๆ เช่น น้ำสลัด ไอศกรีม ขนมอบ พุดดิ้ง และซอส ช่วงการใช้คือ 0.05 – 0.5 % (กล้าณรงค์ และจุนธนี, 2538)

CMC เป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นอันตราย จึงนิยมใช้อุตสาหกรรมยา และอาหาร สมบัติอื่นๆ มีดังนี้ ดูดความชื้น คงตัวในช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 2 – 10 น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 2,000 – 500,000 เมื่อละลายน้ำจะได้สารแขวนลอย มีลักษณะข้นเหลว ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ สามารถละลายในตัวทำละลายที่ผสมระหว่างน้ำกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำ เช่น เอทานอล หรืออะซิโตน ความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 6.5 –8.0 เมื่อนำ CMC 1 ส่วนละลายน้ำ 100 ส่วนจะได้สารสารละบายที่มีความหนืด 5,000 – 6,000 centipose ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า average chain length of macromolecuile อุณหภูมิ และความเป็นกรดด่าง สมบัติของการละลายขึ้นอยู่กับองศาการแทนที่ กล่าวคือ CMC ที่มีองศาการแทนที่ต่ำกว่า 0.1 จะไม่ละลายน้ำและจะไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ถ้าค่านี้สูงกว่า 0.2 จะละลายน้ำแต่ยังคงไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์

CMC ที่ผลิตจากใยเมล็ดฝ้ายจะมีความบริสุทธิ์และมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า CMC ที่เยื่อไม้ เป็นวัตถุดิบ CMC เป็นสารที่นิยมอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากละลายน้ำได้ดีมีความเป็นกลางหรือไม่เป็นกรดเป็นด่าง ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ถูกย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์จึงไม่สะสมในแหล่งน้ำมีค่า BOD ต่ำจึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและน้ำ CMC ที่ผลิตจำหน่ายมีมากมายหลายชนิดคุณภาพ เช่น สำหรับอาหารและยา เครื่องสำอาง อุตสาหกรรม ดังนั้นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เช่น CMC ที่ผสมในอาหาร ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.5% และมีตะกั่ว สารหนูในปริมาณต่ำมาก ความหนืดเป็นอีกคุณสมบัติหนึ่งที่ควรคำนึงถึง ดังนั้น CMC ที่ผลิตจำหน่ายมีความหนืดในช่วงต่างกันคือ 1,000 – 6,000 centipose (ในสารละลาย 1%) ตัวอย่างการใช้ CMC ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้เป็นสารป้องกันการตกผลึกในไอศกรีม น้ำเชื่อม น้ำตาลไอซ์ซิง อาหารพวกที่ฉาบน้ำตาล ใช้เป็นสารป้องกันคอลลอยด์ในมายองเนส ใช้เป็นสารช่วยในการแขวนลอยในผลิตภัณฑ์พวกนม น้ำผลไม้ ใช้เป็นสารทำให้ข้นหนืดในน้ำสลัด เครื่องดื่ม อาหารสัตว์ ใช้เป็นสารทำให้เกิดวุ้นในเยลลี่ขนมหวาน ใช้เป็นสารทำให้เกิดการขึ้นฟูในไอศกรีม Whipping cream เป็นต้น (งามจิตร, 2530)

2.6 คุณสมบัติของ CMC

สมบัติโดยทั่วไปของซีเอ็มซี มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 การละลาย

ซีเอ็มซีสามารถละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ไม่ละลายในตัวทำลายอินทรีย์แต่จะละลายผสมระหว่างน้ำกับตัวทำลายอินทรีย์ที่เข้ากับน้ำได้ เช่น เอธานอล อะซีโตน ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการละลายของซีเอ็มซี ได้แก่

2.6.1.1 ขนาดของอนุภาค ถ้าอนุภาคมีขนาดใหญ่จะทำให้ละลายได้ช้า การกระจายตัวในน้ำจะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ อนุภาคที่มีขนาดเล็กหรือมีความละเอียดมากขึ้น จะช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมสารละลาย

2.6.1.2 โครงสร้างทางเคมี ถ้ามี D.S. สูงจะสามารถละลายได้เร็วและถ้าน้ำหนักโมเลกุลต่ำอัตราการละลายจะเร็วกว่า

2.6.2 ความหนืด

สารละลายซีเอ็มซีมีลักษณะใสและหนืด โดยมีพฤติกรรมการไหลเป็นแบบนอนนิวโทเนียน (non – Newtonian) คือ ค่าความหนืดจะเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนอัตราเฉือน (shear rate) ซึ่งค่าความหนืดของสารละลายที่วัดได้นั้น จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลจากปัจจัยต่อไปนี้

2.6.2.1 ค่า D.P. (degree of polymerization) ค่า D.P. ของเซลลูโลสโดยปกติมีค่าประมาณ 5000 ยิ่งเซลลูโลสมาก ค่า D.P. สูง ความหนืดของซีเอ็มซีก็จะสูงขึ้น

2.6.2.2 ค่าความเข้มข้น

2.6.2.3 อุณหภูมิ

2.6.2.4 ความเป็นกรดด่าง

2.6.3 เสถียรภาพ (stability)

แม้ว่าสารละลายซีเอ็มซีจะมีเสถียรภาพที่ดีกว่ากาวชนิดอื่นๆ ที่ละลายน้ำได้ แต่คุณสมบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งความหนืดก็อาจจะถูกทำลายได้ เนื่องจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์เซลลูเลสจากจุลินทรีย์ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ออกซิเจนเป็นต้น

2.6.4 ความสามารถในการเกิดฟิล์ม

ซีเอ็มซีสามารถเกิดเป็นฟิล์มใส แข็งแรงและมีความทนทานต่อน้ำมัน โดยฟิล์มซีเอ็มซี จะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน ไขมันและตัวละลายอินทรีย์

2.6.5 ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตจากการศึกษาทางด้านพิษวิทยาไม่พบว่าซีเอ็มซีเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์และสัตว์รวมทั้งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์วิทยาน้อยที่สุด (โสภณ และคณะ, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กรรมวิธีของการผลิตโยเกิร์ต

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านกระบวนการผลิต โดยเริ่มต้นจากการหมักนมซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน 14 – 15% ซึ่งผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 - 85°C เวลา 30 นาที กับจุลินทรีย์สายพันธุ์ *Streptococcus thermophilus และ Lactobacillus bulgaricus* ที่อุณหภูมิ 40 – 45 °C เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ ที่มีความเข้มข้นของ กรดแลคติกประมาณ 0.9% หลังจากนั้นทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10°Cนำไปผสมกับผลไม้ หรือกลิ่นรสบรรจุและเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 5°C เพื่อเตรียมรอการจำหน่ายต่อไป

2.7.1 การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอได้มาตรฐานจะต้องปรับคุณภาพของนมก่อนการหมักดังนี้

ปรับปริมาณไขมันในนมโดยปรับให้มีปริมาณไขมันในนมอยู่ 1 – 2 % โดยน้ำหนัก

ปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (SNF) ในนม โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีได้จากนมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid or TS) เท่ากับ 15 – 16 % ซึ่งทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมด 14 – 15 % ของแข็งที่เติมเพื่อปรับค่า TS ได้แก่ นมผงปราศจากไขมัน แลคโตส สารให้ความหวาน Sodium caseinate สารที่ทำให้เกิดความคงตัว (Stabilizer) แคลเซียมในรูป caseinate, lactates, gluconate หรืออื่นๆ การใช้สารเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโยเกิร์ต เช่นใน plain yogurt จะไม่เติมสารให้ความหวาน (ซูโครส) แต่ใน flavour yoghurt จะเติมซูโครส 4 – 6 % เป็นต้นนอกจากนี้แล้วก็มี preseved หรือ cooked fruit จุดประสงค์ของการเติมของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันก็เพื่อทำให้โยเกิร์ตมีความข้นหนืดหรือลักษณะเนื้อ (body) ที่เหมาะสม

2.7.2 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากการปรับส่วนผสมแล้วนำนมที่ได้มาผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการให้นมผ่านเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ โดยทั่วไปจะใช้เครื่องโฮโมจีไนซ์ที่มี 1 stage ที่มีอุณหภูมิ 50 – 70 °C การนำส่วนผสมไปผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนการหมัก จะทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้มีเนื้อเนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีมและช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้าหรือการแยกชั้นของน้ำหางนม

โฮโมจิไนเซชั่น (Homoginization)

โฮโมจิไนเซชั่น คือ การให้ของไหลผ่านช่องแคบออริฟิซ (orifice) ที่บางมากด้วยความดันสูงและความเร็วสูงมาก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านช่องแคบดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด โดยลักษณะการแยกที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นผลมาจากแรงเฉือนระหว่างผิวหน้าต่างๆ ด้วยความเร็วสูง อนุภาคของของแข็งหรือหยดของเหลวที่อยู่ใกล้กับผนังหรือขอบ (edge) ของกระแสมากที่สุดจะมีแรงต้านทานจากแรงเสียดทานของของไหลในกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกระแสที่อยู่ตรงศูนย์กลางของทางไหลหรือส่วนที่วิ่งเร็วที่สุดของกระแสจะพาอนุภาคต่างๆ ที่อยู่ตรงกลางเคลื่อนที่ไปได้เร็วมากกว่าอนุภาคที่อยู่ใกล้กับขอบของกระแสได้ ความแตกต่างในเรื่องความเร็วนี้ทำให้อนุภาคของของแข็งมีการบดซึ่งกันและกันด้วยแรงเฉือน ทำให้มีขนาดเล็กลง ยิ่งการไหลมีความเร็วมากขึ้นและกระแสแคบขึ้นแรงเฉือนก็จะมากขึ้นด้วย

ลักษณะของโฮโมจิไนเซชั่นกับการไหลของแม่น้ำที่ไหลเชี่ยวมีความคล้ายกันคือ การทำให้ของแข็งหรือหยดของของเหลวแตกออกจากกันเป็นผลมาจากแรงอิมแพคท์ที่เกิดขึ้นเมื่อกระแสความเร็วสูงชนกับผิวของของแข็ง เช่น breaker ring ในเครื่องโฮโมจิไนเซชั่นซึ่งมีการใช้ในวาล์วบางชนิด หรือผลของการทำให้แตกอาจเกิดขึ้นเนื่องจากความดันที่ลดลงอย่างเร็วขณะที่ของไหลออกจากวาล์ว นอกจากนี้แรงที่เกิดขึ้นจากการแตกออก (collapse) ของฟองต่างๆ เนื่องจากคาวิเตชั่นอาจเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนโฮโมจิไนเซชั่นด้วย ในทางปฏิบัติวาล์วส่วนใหญ่มักใช้หลักการทั้งสาม ขนาดและรูปร่างของช่องแคบออริฟิซกำหนดจากปริมาตรที่ต้องการแปรรูปในเวลาหนึ่งๆ และกำหนดจากความหนืดของผลิตภัณฑ์ด้วย

จากการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดซึ่งได้จากวาล์วของโฮโมจิไนเซอร์เมื่อของไหลถูกบังคับให้ผ่านวาล์วภายใต้ความดันที่คงที่และสม่ำเสมอ เนื่องจากผลของแรงเฉือนของวาล์วเปลี่ยนแปลงไปตามความหนืดของของไหลที่ไหลผ่านวาล์ว เราสามารถแก้ไขได้โดยใช้ความเร็วค่าหนึ่ง ความดันที่ขึ้นๆ ลงๆ ทำให้ความเร็วเปลี่ยนไป ซึ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพที่ไม่ดีนัก

2.7.3 การให้ความร้อน การให้ความร้อนแก่นมมีจุดประสงค์

2.7.3.1 เพื่อความเข้มข้นของนม

2.7.3.2 ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือจุลินทรีย์อื่นๆ

2.7.3.3 กำจัดอากาศที่มีอยู่ในนม เพื่อทำให้สภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแลคติกมากยิ่งขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ชนิดนี้ต้องการอากาศในปริมาณน้อย

2.7.3.4 เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของนม โดยทำให้โปรตีนของน้ำหางนมที่มีอยู่ในนมซึ่งได้แก่ พวกอัลบูมินและโกลบูลินที่เสียสภาพธรรมชาติ (denatured) และตกตะกอน นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลของน้ำนางนม ทำให้ได้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดมากกว่าเดิม

2.7.3.5 ทำให้มีความเหมาะสมสำหรับเจริญของเชื้อแลคติก ซึ่งมีกิจกรรมการหมัก

2.7.3.6 ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง (40-45°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96868

2.7.3.7 ทำให้โปรตีนในนมถูกทำลาย (damage) ให้ได้สารย่อยๆ ที่มีโมเลกุลเล็กลง

2.7.3.8 ซึ่งเป็นสารเร่งกิจกรรมของหัวเชื้อแลคติก

ตามปกติอุณหภูมิการให้ความร้อนแก่นมโยเกิร์ต ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80-85°C นาน 30 นาที

2.8 กระบวนการหมักโยเกิร์ต

นมที่ผ่านการให้ความร้อนจะต้องทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 40-45°C การถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ต ลงในส่วนผสมจะต้องทำด้วยวิธีการปลอดเชื้อ (Aseptic technique) โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อจาก Starter Culture 5-10% หัวเชื้อโยเกิร์ตประกอบด้วยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมของ Lactobacillus bulgalicus และ Streptococcus thermophillus ในอัตราส่วนที่เท่ากัน

ปริมาณ Starter Culture ที่ใช้ค่อนข้างสูง เนื่องจาก Starter Culture ดังกล่าวได้มาจากการบ่มเชื้อโยเกิร์ตที่ขายตามท้องตลาด (Commercial plain yoghurt) ซึ่งประสิทธิภาพจะลดลงจากเชื้อ (Pure culture) นอกจากนี้ สาเหตุที่ต้องใช้ Starter Culture ในปริมาณสูงเนื่องจากองค์ประกอบของส่วนผสม คือ น้ำตาลซูโครสในระดับ 8-20% จะเพิ่มความดันออสโมติก ซึ่งจะทำให้อัตราการเจริญของเชื้อลดลง

อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มที่เหมาะสม ต่อการเจริญของเชื้อ คือ 40-45°C การบ่มจะมี 2 วิธี คือ บ่มระยะสั้น เป็นการบ่มที่ 40-45°C นาน 2-8 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเชื้อที่ใช้ด้วย สำหรับอีกวิธีหนึ่งเป็นการบ่มที่ระยะเวลานาน ใช้เวลาประมาณ 16-18 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเชื้อที่ใช้ด้วย สำหรับอีกวิธีหนึ่งเป็นการาบ่มที่ระยะเวลานาน ใช้เวลาประมาณ 16-18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30°C หรือ สูงกว่าจนได้ปริมาณกรดที่ต้องการ

ในช่วงการบ่มนี้ แบคทีเรียจะทำการย่อยน้ำตาลแลคโตสในส่วนผสมและสร้างกรดแลคติกขึ้นทำให้โมเลกุลของเคซีน เกิดการรวมตัวกันและเกิดเป็น curd ขึ้นที่ pH 4.6-4.7 ซึ่งเป็นจุด isoelectric point ของน้ำนม หลังจากนั้นจะบ่มต่อเพื่อให้ pH ลดลงอีกประมาณ 4.2-4.4 โดยใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง ลักษณะ curd ที่ดีจะเรียบเนียน ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำเวย์ออกมา

การเกิดเจลของโยเกิร์ต เป็นผลจากปฏิกิริยาทางชีวภาพและกายภาพในนม มีขั้นตอนดังนี้

2.8.1 หัวเชื้อโยเกิร์ตใช้น้ำตาลแลคโตสในนมเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโต และทำการหมักได้กรดแลคติก และสารประกอบอื่นๆ ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดแลคติกที่สร้างขึ้นเรื่อยๆ นี้จะสลายสภาพคงตัวของอนุภาคเคซีน (casein icelle) และทำให้สารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนในน้ำหางนมสูญเสียสภาพธรรมชาติไปด้วย

2.8.2 เกิดการรวมตัวของ casein icelle และ/หรือ กลุ่มของ micelle ย่อยๆ เข้าด้วยกันและเกิดการตกตะกอนบางส่วน ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างใกล้จุด isoelectric คือระหว่างพีเอช 4.6-4.7

2.8.3 เกิดปฏิกิริยาระหว่าง แอลฟา-แลคตาลบูมิน กับ บีตา-แลคโตโกลบูลิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ในหางน้ำนมกับเคซีน ทำให้เกิด casein icelle ที่มีความคงตัวมากขึ้น ดังนั้นร่างแหของเจลที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่แน่นอนนี้จึงสามารถจับกับองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ในส่วนผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต รวมทั้งน้ำให้อยู่ในโครงสร้างดังกล่าวด้วย

2.8.4 การทำให้เย็น

การทำให้โยเกิร์ตเย็นจนมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10°C มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ การให้ความเย็นแก่ผลิตภัณฑ์จะเริ่มตั้งแต่ผลิตภัณฑ์มีระดับความเป็นกรดตามต้องการ คือ ประมาณที่พีเอช 4.6 หรือ มีความเข้าข้นของกรดแลคติกประมาณ 0.9% ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของโยเกิร์ต วิธีการให้ความเย็น และประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อน การทำให้เย็นทำได้โดย ทำให้โยเกิร์ตเย็นลงจากอุณหภูมิ 30-40°C เป็นต่ำกว่า 10°C (ดีที่สุดประมาณ 5°C)

2.8.5 การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่น รส และสี

มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความนิยมของผู้บริโภค สารที่ใช้เติม ได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่นและสี และสารอื่นๆ เช่น ถั่วต่างๆ ธัญพืช น้ำผึ้ง มะเขือเทศ กาแฟ เป็นต้น ในทางอุตสาหกรรม นิยมทำให้โยเกิร์ตเย็นลงที่อุณหภูมิ 15-20°C ก่อนที่จะนำไปผสมกับผลไม้ หรือกลิ่นรส จากนั้นจึงบรรจุเก็บไว้ในห้องเย็นเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

2.8.6 การเก็บรักษาโยเกิร์ต

จะต้องเก็บรักษาโยเกิร์ตไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10°C (ประมาณ 5°C) ซึ่งจะเก็บไว้ได้ 14-28 วัน ทั้งนี้ขึ้นกับสุขลักษณะในการผลิต เทคนิคการผลิต ชนิดของภาชนะบรรจุ อุณหภูมิที่เก็บ และการใช้สารกันเสีย ปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บประมาณ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5°C หลักจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ต จะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของหัวเชื้อที่มีอยู่ในโยเกิร์ต ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไป และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สุดท้ายหัวเชื้อแบคทีเรียจะถูกทำลายและโยเกิร์ตจะเกิดการแยกชั้นของ curd และ whey เป็นผลให้จุลินทรีย์อื่นๆ เช่น ยีสต์และราเจริญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้หากมีความผิดพลาดในกระบวนการผลิตก็อาจก่อให้เกิดความผิดปกติต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ตได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงความผิดปกติที่อาจเกิดกลับกลิ่นรสของโยเกิร์ต

กลิ่นรสที่ผิดปกติ	ทางแก้ไข
กลิ่นรสที่จืดชืด (insipid)	- ลดปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ลง - เพิ่มเวลาในการบ่มหัวเชื้อ
กลิ่นที่ไม่สะอาด (unclean)	- เพิ่มปริมาณหัวเชื้อ - ลดเวลาในการบ่ม
กลิ่นรสขม และกลิ่นรสที่เปรี้ยวแหลม	- ลดประมาณหัวเชื้อลง
กลิ่นเหม็นหืน	- ตรวจดูคุณภาพของนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

ที่มา : Robinson and Tamine, 1985

เนื้อสัมผัส รส สี เป็นสิ่งสำคัญในการเก็บรักษาโยเกิร์ต รวมทั้งเรื่องจำนวนจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่ที่ประเทศญี่ปุ่นและกลุ่มประเทศยุโรปจะให้ความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากกิจกรรมของ Lactic acid bacteria และคุณค่าอาหารในโยเกิร์ตเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึง โยเกิร์ตสามารถเก็บได้ประมาณ 19 วัน โดยไม่มีความต่างของค่า acidity, pH และ จำนวนเซลล์ที่เหลืออยู่ พบว่าโดยส่วนมากจะยอมรับค่า titration acidity ที่ 0.8% ของ lactic acid ถ้ามากกว่าโยเกิร์ตที่ได้จากนมวัวต่อผู้บริโภค เช่น กรดโคเลสเตอรอล ไขมันอิ่มตัว และแลคโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17501

บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 10

น้ำตาลทรายตรามิตรผล

น้ำมันข้าวโพดตราหยก

หางนมผงตรามิชชั่น

เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตตราดัชมิลล์

3.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์เครื่องครัว

ผ้ากรอง

เครื่องชั่ง

เครื่องปั่นน้ำผลไม้

เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง pH meter

Hand refractometer

เครื่องโฮโมจีไนเซอร์

บีกเกอร์

เทอร์โมมิเตอร์

ชุดไตเตรท

3.3 สารเคมี

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

ฟีนอฟทาลีน

เจลาติน

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose ,CMC)

คาราจีแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำนมข้าวโพด

นำข้าวโพดหวานมาปอกเปลือกและล้างให้สะอาด นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที แกะเมล็ดออก นำเมล็ดมาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 3 ปั่นให้เข้ากันในเครื่องปั่นน้ำผลไม้จนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน กรองเอากากออก เหลือเป็นน้ำข้าวโพด นำมาปรับส่วนผสม เติมหางนมผง 5% เติมน้ำตาลทราย 10% ให้ได้ความหวาน 18 องศาบริกซ์ เติมน้ำมันข้าวโพด 1% ทำการโฮโมจีไนซ์ เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ทำการพาสเจอร์ไรส์ที่ 80°C นาน 30 นาที (กิตติกร และประภาส, 2542)

3.4.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.4.2.1 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

น้ำข้าวโพดที่ผ่านการกรองแล้ว นำมาเติมหางนม 5% น้ำตาลทราย 10% เติมน้ำมันข้าวโพด 1% นำไปเข้าเครื่องโฮโมจีไนเซอร์เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไปพาสเจอร์ไรส์ที่ 80°C นาน 30 นาที ลดอุณหภูมิเหลือประมาณ 45°C จากนั้นก็นำน้ำนมข้าวโพดที่ได้ไปทำปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.4.2.2 การศึกษาปริมาณเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

น้ำนมข้าวโพดที่ได้จากข้อ 3.4.1 มาทำการลดอุณหภูมิจนเหลือ 45°C จากนั้นนำมาเติมเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตตราดัชมิลล์ ที่ 5% , 7% และ 9% ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 42°C จนผลิตภัณฑ์มี pH อยู่ระหว่าง 4-4.3 ทำให้เย็น นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5°C นำมาตรวจสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scale ด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยให้ผู้ชิม 20 คน ทำการตรวจหาปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ เปอร์เซ็นต์กรด และ pH นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และคัดเลือกปริมาณเชื้อที่เหมาะสม

3.4.2.3 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

นำโยเกิร์ตที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.4.2.2 มาทำการเติมน้ำตาลที่ 8%, 10% และ 12% ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 42°C จนผลิตภัณฑ์มี pH อยู่ระหว่าง 4-4.3 ทำให้เย็น เก็บที่ 5°C ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์เหมือนข้อ 3.4.2.2 นำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปหาชนิดของสเตบิไลเซอร์

3.4.2.4 การศึกษาชนิดของสเตบิไลเซอร์ที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

นำสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.4.2.3 มาทำการเติมสเตบิไลเซอร์ 0.3% คือ เจลาติน CMC และคาราจีแนน นำไปบ่มที่ 42°C จนในผลิตภัณฑ์มี pH อยู่ระหว่าง 4-4.3 ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เย็นและเก็บที่ 5°C ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์เหมือนข้อ 3.4.2.3 นำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ศึกษาคุณภาพในการเก็บรักษาต่อไป

3.4.3 การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

นำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้สูตรและปัจจัยที่เหมาะสมมาทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ ตรวจสอบทางเคมีโดย หาเปอร์เซ็นต์กรด โดยวิธี Normal titration, หาค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter หาปริมาณของแข็งทั้งหมดด้วยวิธี (AOAC : 1994) หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ วิเคราะห์ค่าทางสถิติ

3.4.4 การศึกษาคุณภาพในการเก็บรักษาโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

นำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้สูตรและปัจจัยที่เหมาะสมไปทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดย ตรวจสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รส ลักษณะปรากฏ ตรวจสอบค่าทางเคมี เหมือนข้อ 3.4.2.5 ทุกๆ 3 วันจนถึงวันที่ 21 นำผลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

4.1.1 การศึกษาปริมาณเชื้อ ที่เหมาะสม โดยการเติมเชื้อโยเกิร์ตตราดัชมิลล์ ในปริมาณ 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ทำการตรวจสอบคุณลักษณะโยเกิร์ต โดยหาค่า เปอร์เซ็นต์กรด pH ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (% TSS) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (% TS) ที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการบ่ม แสดงให้เห็นดังตารางที่ 4 ตารางที่ 5 และตารางที่ 6

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะปรากฏ ทางด้านประสาทสัมผัส

ลักษณะปรากฏ	ปริมาณเชื้อ (%)		
	5	7	9
สี	เหลืองขุ่น	เหลืองขุ่น	เหลืองขุ่น
กลิ่น	กลิ่นเปรี้ยว	กลิ่นเปรี้ยว	กลิ่นเปรี้ยว
รสชาติ	รสเปรี้ยวเล็กน้อย	รสเปรี้ยวเล็กน้อย	รสเปรี้ยวเล็กน้อย
เนื้อสัมผัส	เนียนละเอียด	เนียนละเอียด	เนียนละเอียด

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งละลายได้ในน้ำ เปอร์เซ็นต์กรด และ pH

ปริมาณเชื้อ %	TA%	pH	TSS	TS%
5	0.9 [a]	4.36 [a]	15.8 [a]	14.52 [a]
7	1.1 [a]	4.33 [a]	15.3 [ab]	14.22 [b]
9	1.2 [a]	4.3 [a]	14.5 [b]	13.98 [c]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5 พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่สามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมเชื้อที่ 9% มีความเป็นกรดสูงที่สุด และที่ปริมาณการเติมเชื้อที่ 5% มีความเป็นกรดต่ำที่สุด

pH พบว่าค่า pH ที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่สามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมเชื้อที่ 9% มีค่า pH ต่ำที่สุด และที่ปริมาณการเติมเชื้อที่ 5% มีค่า pH สูงสุด

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำพบว่าที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติ และสามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมเชื้อที่ 5% มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปริมาณการเติมเชื้อที่ 7% และที่ปริมาณการเติมเชื้อ 9% มีของแข็งที่ละลายในน้ำน้อยที่สุด

ปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่าที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติ และสามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมเชื้อที่ 5% มีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากที่สุด และที่ปริมาณการเติมเชื้อ 9% มีของแข็งทั้งหมดน้อยที่สุด

จึงสรุปได้ว่าที่ปริมาณการเติมเชื้อ 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วน pH เปอร์เซนต์ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) และเปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมด (TS) มีแนวโน้มลดลง จากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสและวิเคราะห์ผลทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เติมปริมาณเชื้อต่างกัน

ปริมาณเชื้อ (%)	ลักษณะปรากฏ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
5	3.75 [a]	3.15 [a]	3.35 [a]	3.0 [a]	3.6 [a]
7	3.58 [a]	3.28 [a]	3.15 [a]	2.95 [a]	3.25 [ab]
9	3.40 [a]	3.5 [a]	3.0 [a]	2.70 [a]	3.15 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 6 พบว่าผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ทดสอบชอบสีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 5% มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และชอบสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 9% น้อยที่สุด

ด้านกลิ่น ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ทดสอบชอบกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 9% มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และชอบกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 5% น้อยที่สุด

ด้านรสชาติ ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ทดสอบชอบรสชาติของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 5% มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และชอบรสชาติของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 9% น้อยที่สุด

ด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ทดสอบชอบเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 5% มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และชอบเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 9% น้อยที่สุด

ด้านความชอบรวม พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของผลความชอบรวมได้ โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตที่มีปริมาณการเติมเชื้อที่ 5% มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 7% โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 9% น้อยที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณเชื้อที่ 7%

เมื่อพิจารณาจากปัจจัยทั้งหมด พบว่าปริมาณเชื้อของโยเกิร์ตที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ ปริมาณเชื้อที่ 5% โดยพิจารณาจากคะแนนโดยรวมที่มากที่สุด จากแต่ละปัจจัย ยกเว้นคุณลักษณะทางด้านกลิ่นของโยเกิร์ต เนื่องจาก ปริมาณเชื้อที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีกลิ่นเปรี้ยว ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขได้

4.1.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม โดยเติมปริมาณน้ำตาล 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ทำการตรวจสอบทางคุณลักษณะโยเกิร์ต ปริมาณของแข็งทั้งหมด (% TS) ของแข็งที่ละลายน้ำ (% TSS) เปอร์เซ็นต์กรด และ pH ที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะปรากฏทางด้านประสาทสัมผัส

ลักษณะปรากฏ	ปริมาณน้ำตาล %		
	8	10	12
สี	สีเหลืองนวล	สีเหลืองนวล	สีเหลืองนวล
กลิ่น	กลิ่นหอมของข้าวโพด และกลิ่นโยเกิร์ต	กลิ่นหอมของข้าวโพด และกลิ่นโยเกิร์ต	กลิ่นหอมของข้าวโพด และกลิ่นโยเกิร์ต
รสชาติ	หวานอมเปรี้ยว	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย
เนื้อสัมผัส	เนียนและเรียบข้นหนืดน้อย	เรียบและเนียนข้นหนืดเล็กน้อย	เรียบและเนียนข้นหนืดมาก

ตารางที่ 8 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรด และ pH

ปริมาณน้ำตาล %	TA	pH	TSS	TS
8	1.3 [a]	4.28 [a]	16.8 [a]	18.0 [a]
10	1.2 [ab]	4.30 [a]	17.3 [a]	18.15 [a]
12	0.9 [a]	4.37 [a]	18.05 [b]	18.52 [b]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 8 พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และสามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 8% มีค่าความเป็นกรดสูงที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับปริมาณการเติมน้ำตาลที่ 10% และที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 12% มีค่าความเป็นกรดต่ำสุด

pH พบว่าค่า pH ที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่สามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 8% มีค่า pH ต่ำสุด และที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 12% มีค่า pH สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ พบว่าที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และสามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 8% มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำต่ำสุด และที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 12% มีของแข็งที่ละลายในน้ำสูงสุด

ปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่าที่ระดับปริมาณการเติมเชื้อที่ 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และสามารถบอกได้ว่าที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 12% มีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากที่สุด และที่ปริมาณการเติมน้ำตาล 8% มีของแข็งทั้งหมดน้อยสุด

สรุปได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์จะทำให้เปอร์เซนต์กรดลดลง ความเป็นกรด – ด่าง (pH) เพิ่มขึ้น เปอร์เซนต์ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) เพิ่มขึ้น เนื่องจาก น้ำตาลจะช่วยเพิ่มปริมาณของแข็ง (SNF)ในผลิตภัณฑ์ และมีเปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมด (TS) เพิ่มขึ้น จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส และนำผลการทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบ ทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เติมปริมาณ น้ำตาลต่างกัน

ปริมาณน้ำตาล %	ลักษณะปรากฏ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
8	3.27 [a]	2.57 [b]	2.5 [b]	2.62 [b]	2.9 [c]
10	3.27 [a]	2.95 [ab]	3.3 [a]	3.27 [a]	3.37 [b]
12	3.55 [a]	3.02 [a]	3.32 [a]	3.47 [a]	3.67 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 9 พบว่าผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมน้ำตาลปริมาณต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ทดสอบชอบสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 12% มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และชอบสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 8% น้อยที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 10%

ด้านกลิ่น ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณต่างกันได้ โดยผู้ทดสอบชอบกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 12% มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาล 10% และชอบกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 8% น้อยที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาล 10%

ด้านรสชาติ ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของรสชาติของโยเกิร์ต ที่มีการเติมปริมาณต่างกันได้ โดยผู้ทดสอบชอบรสชาติของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 12% มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาล 10% และชอบรสชาติของ โยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 8% น้อยที่สุด

ด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตได้ โดยผู้ทดสอบชอบเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 12% มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาล 10% และชอบเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 8% น้อยที่สุด

ด้านความชอบรวม พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของผลความชอบรวมได้ โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 12% มากที่สุด และผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลที่ 8% น้อยที่สุด

จากการพิจารณาจากปัจจัยในด้านต่างๆ พบว่าปริมาณน้ำตาลที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ ปริมาณน้ำตาลที่ 12% โดยพิจารณาจากคะแนนโดยรวมที่มากที่สุด จากแต่ละปัจจัย

4.1.3 การศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัว ที่เหมาะสม และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยเติมสารให้ความคงตัว แต่ละชนิดปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน คือ เจลาติน CMC และคาราจีแนน ทำการตรวจสอบคุณลักษณะโยเกิร์ต ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ เปอร์เซ็นต์กรด และ pH ที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงลักษณะปรากฏ ด้านประสาทสัมผัส

ลักษณะปรากฏ	ชนิดสารให้ความคงตัว		
	เจลาติน	CMC	คาราจีแนน
สี	สีเหลืองนวล	สีเหลืองอ่อน	สีเหลืองอ่อน
กลิ่น	กลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	กลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	กลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย
รสชาติ	หวานอมเปรี้ยว	หวานอมเปรี้ยว	หวานอมเปรี้ยว
เนื้อสัมผัส	เนียนและข้นหนืด	เนียนเนื้อไม่ค่อยละเอียดมาก ข้นหนืดน้อย	เนียน เนื้อไม่ค่อยละเอียด ข้นหนืดน้อย

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรด และ pH

ชนิดสารให้ความคงตัว	TA	pH	TSS	TS
เจลาติน	1.1 [a]	4.34 [a]	16.6 [a]	16.92 [a]
CMC	1.3 [a]	4.28 [a]	15.8 [a]	16.73 [a]
คาราจีแนน	1.2 [a]	4.31 [a]	15.7 [a]	16.70 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 11 พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดของสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สามารถบอกได้ว่า CMC มีความเป็นกรดสูงที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับคาราจีแนนและเจลาติน

pH พบว่าค่า pH ของสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สามารถบอกได้ว่า CMC มีค่า pH ต่ำที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับคาราจีแนนและเจลาติน

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ พบว่าสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สามารถบอกได้ว่าเจลาตินมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ CMC และคาราจีแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่าสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สามารถบอกได้ว่าเจลาตินมีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ CMC และคาราจีแนน

สรุปได้ว่า เมื่อเติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน คือ เจลาติน CMC และ คาราจิแนน พบว่าสารทั้งสามชนิดจะมีผลต่อเพิ่มขึ้นของเปอร์เซนต์กรด (TA) , pH , เปอร์เซนต์ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) และ เปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมด (TS) ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารแต่ละชนิด กล่าวคือ เจลาตินเมื่อเติมที่ความเข้มข้น 0.3 – 0.5 จะทำให้เนื้อโยเกิร์ตเนียน คาราจิแนน เป็นสารที่มีความสามารถรวมกับแคลเซียมไอออน และ เคซีนได้ดี จึงทำให้เกิดคุณสมบัติของเจล ส่วน CMC สามารถละลายได้ในน้ำร้อนและน้ำเย็นเสถียรภาพโดยเฉพาะด้านความหนืดอาจถูกทำลายได้เนื่องจากการย่อยสลายด้วยเอ็นไซม์เซลลูเลสจากจุลินทรีย์ อุณหภูมิ ความเป็นกรด – ด่าง และออกซิเจน จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

ชนิดสารให้ความคงตัว	ลักษณะปรากฏ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
เจลาติน	3.72 [a]	3.72 [a]	3.67 [a]	4.1 [a]	3.65 [a]
CMC	3.10 [b]	3.0 [b]	2.95 [b]	2.87 [b]	2.92 [b]
คาราจีแนน	2.77 [b]	2.9 [b]	2.72 [b]	2.87 [b]	2.62 [b]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 12 พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมสารให้ความคงตัวต่างกันได้ โดยผู้ทดสอบชอบสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมเจลาตินมากที่สุดและชอบสีของโยเกิร์ตที่มีการเติมคาราจีแนนน้อยที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติม CMC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านกลิ่น ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของกลิ่นโยเกิร์ตที่มีการเติมสารให้ความคงตัวต่างกันได้ โดยผู้ทดสอบชอบกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมเจลาตินมากที่สุดและชอบกลิ่นของโยเกิร์ตที่มีการเติมคาราจีแนนน้อยที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติม CMC

ด้านรสชาติ ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่มีการเติมสารให้ความคงตัวต่างกันได้ โดยผู้ทดสอบชอบรสชาติของโยเกิร์ตที่มีการเติมเจลาตินมากที่สุดและชอบรสชาติของโยเกิร์ตที่มีการเติมคาราจีแนนน้อยที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติม CMC

เนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมสารให้ความคงตัวต่างกันได้ โดยผู้ทดสอบชอบเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมเจลาตินมากที่สุดและชอบเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่มีการเติมคาราจีแนนน้อยที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติม CMC

ความชอบรวม ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของผลความชอบรวมได้โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตที่มีการเติมเจลาตินมากที่สุดและผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตที่มีการเติมคาราจีแนนน้อยที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโยเกิร์ตที่มีการเติม CMC

สรุปได้ว่า เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส และนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า สารให้ความคงตัวที่ดีที่สุดคือ เจลาติน เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่เติมเจลาตินได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุด และ คะแนนดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบชิมโยเกิร์ตที่เติม CMC และคาราจิแนน ซึ่งคุณลักษณะโยเกิร์ตที่เติมเจลาติน จะมีสีเหลืองนวล มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย รสหวานอมเปรี้ยว เนื้อสัมผัสเนียนและ ข้นหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาคุณภาพในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดยเกิร์ตนมข้าวโพด

ตารางที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตที่อายุ การเก็บรักษาต่างกัน

วัน	การเปลี่ยนแปลง			
	TA	pH	TSS	TS
0	0.87 ^{e}	4.4 ^{a}	18 ^{a}	15.4 ^{a}
3	0.9 ^{e}	4.36 ^{a}	18 ^{a}	15.39 ^{a}
6	0.98 ^{de}	4.34 ^{a}	17.5 ^{ab}	15.30 ^{a}
9	1.1 ^{de}	4.33 ^{a}	16.8 ^{abc}	15.13 ^{a}
12	1.2 ^{cd}	4.30 ^{a}	16.5 ^{bc}	15.12 ^{a}
15	1.4 ^{bc}	3.9 ^{ab}	16.0 ^{cd}	14.5 ^{b}
18	1.6 ^{ab}	3.6 ^{b}	15.6 ^{cd}	14.2 ^{b}
21	1.7 ^{a}	3.5 ^{b}	15.2 ^{d}	14.12 ^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 13 พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดที่ 0-12 วันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์แต่ค่าความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 15 วัน ค่าความเป็นกรดจะมีความแตกต่างทางสถิติซึ่งสามารถบอกได้ว่าโยเกิร์ตเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากค่าความเป็นกรดที่สูงขึ้นจะเป็นตัวทำให้โยเกิร์ตไม่เป็นที่ยอมรับเนื่องจากโยเกิร์ตมีรสเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น

pH ค่า pHที่ 0-12 วันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์แต่ค่าpH จะลดลงเรื่อยๆและเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 15 วันค่า pH จะมีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าโยเกิร์ตเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น pHที่ลดลงจะทำให้โยเกิร์ตไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากโยเกิร์ตมีรสเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ที่ 0-9 วันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์และเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 15 วัน ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำจะมีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าโยเกิร์ตที่เวลาเก็บรักษานานมากขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ 0-12 วันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์และเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 15 วัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะมีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าโยเกิร์ตที่เวลาเก็บรักษานานมากขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะลดลง ดังแสดงในตารางที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตที่อายุ การเก็บรักษาต่างกัน

วันที่ (วัน)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส
0	เนื้อสัมผัส มีลักษณะเนียน เรียบและหนืด รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน มีกลิ่นหอมของหางนม และกลิ่นโยเกิร์ต รสหวานอมเปรี้ยว
3	เนื้อสัมผัสมีลักษณะเนียน เรียบ และหนืด รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน มีกลิ่นหอมของหางนม และกลิ่นโยเกิร์ต รสหวานอมเปรี้ยว
6	เนื้อสัมผัส เนียน เรียบ และหนืด รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน มีกลิ่นของโยเกิร์ต มีรสหวานอมเปรี้ยว เปรี้ยวมากขึ้นเล็กน้อย
9	เนื้อสัมผัส มีลักษณะเนียน เรียบ และหนืด รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน มีน้ำใสบนผิวหน้าโยเกิร์ต เพิ่มมากขึ้น มีรสหวานอมเปรี้ยว เปรี้ยวมากขึ้นเล็กน้อย
12	เนื้อสัมผัส มีลักษณะเนียน เรียบ และหนืด รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน มีน้ำใสบนผิวหน้าโยเกิร์ต เพิ่มมากขึ้น มีรสหวานอมเปรี้ยว เปรี้ยวมากขึ้นเล็กน้อย
15	เนื้อสัมผัส มีลักษณะเป็นเม็ดทราย กระจายอยู่ทั่วไป เริ่มมีการตกตะกอนโดยการแบ่งชั้นของน้ำกับตัวโยเกิร์ต มีกลิ่นและรสเปรี้ยวโยเกิร์ต
18	เนื้อสัมผัส มีลักษณะเป็นเม็ดทรายมากขึ้น เกิดการแยกชั้นของตะกอนอย่างเห็นได้ชัด มีกลิ่นและรสเปรี้ยวของโยเกิร์ตเพิ่มมากขึ้น เมื่อคนโยเกิร์ต มีลักษณะเหนียวเป็นยางยืด
21	เนื้อสัมผัสเป็นเม็ดทราย ตกตะกอนและแยกชั้น มีกลิ่นเปรี้ยวที่รุนแรงมาก และรสเปรี้ยวมากเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 14 พบว่า เมื่อทำการเก็บรักษาโยเกิร์ตไว้เป็นเวลานาน จะทำให้เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตด้อยคุณภาพลง กล่าวคือ เนื้อสัมผัสจะมีลักษณะเป็นเม็ดทราย กระจายอยู่ทั่วเนื้อโยเกิร์ต อีกทั้งยังเกิดการตกตะกอนแยกชั้นของโยเกิร์ตเนื่องจากเมื่อเวลานานขึ้นสารให้ความคงตัวจะสูญเสียเสถียรภาพ นอกจากนี้แล้ว โยเกิร์ตที่เก็บไว้เป็นเวลานาน ๆ ยังมีกลิ่นรสและรสชาติเปรี้ยวมาก เนื่องจาก การผลิตกรดของเชื้อจุลินทรีย์มีมากขึ้น

4.3 การศึกษาคุณภาพโยเกิร์ต น้ำนมข้าวโพด

หลังจากได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแล้ว นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มามาศึกษาคุณภาพทางคุณลักษณะปรากฏดังแสดงในตารางที่ 15 และศึกษาคุณภาพทางเคมีของโยเกิร์ต ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 15 แสดงคุณภาพทางคุณลักษณะปรากฏของโยเกิร์ต

ปัจจัยคุณภาพ	คุณลักษณะ
สี	สีเหลืองนวล
กลิ่น	กลิ่นหอมของข้าวโพด และหางนม กลิ่นเปรี้ยวของโยเกิร์ต
รส	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย
เนื้อสัมผัส	เนื้อ เนียน เรียบ ละเอียด มีความหนืดเล็กน้อย

จากตารางที่ 15 พบว่าคุณลักษณะของโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้ มีสีเหลืองนวล มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของข้าวโพด มีกลิ่นเปรี้ยวของกรดที่เชื้อจุลินทรีย์ผลิตขึ้น มีรสหวานอมเปรี้ยว และมีเนื้อสัมผัสเนียนเรียบ และหนืดเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 คุณภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

คุณภาพ	ค่าที่ได้
pH	4.4
เปอร์เซนต์กรด	0.9
ปริมาณของแข็งทั้งหมด(%)	15.4
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (องศา Brix)	18

จากตารางที่ 16 พบว่า โยเกิร์ตที่ผลิตได้ มีความเป็นกรด – ด่าง (pH) อยู่ที่ 4.4 เปอร์เซนต์กรด 0.90 ซึ่งมีลักษณะเป็นกรดอ่อน มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) 15.4 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS) เท่ากับ 18 องศา Brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาปริมาณเชื้อที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือปริมาณเชื้อ 5 เปอร์เซ็นต์

2. จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดคือปริมาณน้ำตาล 12 เปอร์เซ็นต์

3. จากการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดคือเจลาติน

4. จากการศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตด้านอายุการเก็บรักษา พบว่าโยเกิร์ตทำการเก็บรักษาได้ 12 วัน

5. จากการศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ทางด้านคุณลักษณะปรากฏ โยเกิร์ตมีสีเหลืองนวล กลิ่นหอมของข้าวโพด และหางนม มีกลิ่นเปรี้ยวของโยเกิร์ต มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสเนียน เรียบ ละเอียด มีความหนืดเล็กน้อย

6. คุณภาพทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตได้ มี pH 4.4 , เปอร์เซ็นต์กรด 0.90 ปริมาณของแข็งทั้งหมด 15.4 % และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 18 องศา Brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ จุนธนี จิตรำพึง. 2538. วารสารจาร์พา. ภาควิชาเทคโนโลยี ชีวภาพ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกร ดาวเรือง และ ประภาส ภูษาแก้ว. 2542. น้ำนมข้าวโพดปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

งามจิตร วิทูรย์สฤษฏ์ศิลป์. 2530. ซีเอ็มซี (CMC). อุตสาหกรรมสาร .20(6) : 1-18

ธนาคารกสิกรไทย. 2533. โยเกิร์ต. เอกสารวิชาการเรื่องอหารเสริมสุขภาพ. 11(1) :171-195.

พวงพร โชติไกร. 2539. จุลชีวของอาหารและนม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ

พเยาว์ เหมือนวงษ์เจริญ. 2534. น้ำสมุนไพร : การเตรียมน้ำดื่มจากพืชที่มีสรรพคุณทางยาและมีคุณค่าทางอาหาร. สำนักพิมพ์เมดิคัลมีเดีย. กรุงเทพฯ

พิษณุ วิเชียรสวรรค์. 2533. เอกสารประกอบการสอนวิชา. เทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์นม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2534. เคมีอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงษ์สวัสดิมานิตย์. 2531. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ . กรุงเทพฯ. 209 น.

วุฒิชัย นาครักษา. 2535. เทคโนโลยีธัญพืช. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

ศิวาพร ศิวะเวช. 2529. วัตถุเจือปนในอาหารเล่ม 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุชาดา สังขพันธ์. 2538. ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

อำไพพรรณ อมรวิวัฒน์. 2534. ผลิตภัณฑ์นมแคลอรีต่ำ รายงานสัมนา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

Reutenbach R. และ AlbrechtR. 1989. Membrane Process. " Ultrafitration and reverseosmosis in the dairy Industry"

Robinson. R.K. และ A.Y. Tamine. 1985. Yoghurt Science and Technology. Oxford, Pergamon Press. New York. 431P.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมข้าวโพด

ชื่อ ..... วัน .....

คำชี้แจง.. โปรดประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ของโยเกิร์ตนมข้าวโพด โดยให้ผู้ชิมให้ระดับตามความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด

คุณลักษณะ / รหัส	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง		
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส			
รสชาติ			
ความชอบรวม			

* หมายเหตุ ไม่ชอบ = 1 ชอบเล็กน้อย = 2 ชอบปานกลาง = 3
ชอบ = 4 ชอบมาก = 5

ข้อเสนอแนะ .....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านสีของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	2.058	1.029	3.369	.045
Treatment	19	10.479	.552	1.805	.060
Error	38	11.608	.305		
Total	59	24.146			

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	1.258	0.629	1.604	0.214
Treatment	19	12.379	0.652	1.661	0.090
Error	38	14.908	0.392		
Total	59	28.546			

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	1.233	0.617	1.216	0.308
Treatment	19	11.833	0.623	1.228	0.287
Error	38	19.267	0.527		
Total	59	32.333			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	1.033	0.517	2.074	0.140
Treatment	19	11.183	0.589	2.363	0.012
Error	38	9.467	0.249		
Total	59	21.683			

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตที่เติมเชื้อในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	2.233	1.117	2.810	0.073
Treatment	19	7.500	0.395	0.993	0.489
Error	38	15.100	0.397		
Total	59	24.833			

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านสีของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	1.008	0.504	1.950	0.156
Treatment	19	17.600	0.926	3.583	0.000
Error	38	9.825	0.259		
Total	59	28.433			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	2.325	1.162	4.904	0.013
Treatment	19	9.817	0.517	2.179	0.020
Error	38	9.008	0.237		
Total	59	21.150			

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	8.808	4.404	16.157	0.000
Treatment	19	11.479	0.604	2.216	0.018
Error	38	10.358	0.273		
Total	59	30.646			

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	7.900	3.950	18.920	0.000
Treatment	19	8.479	0.446	2.138	0.023
Error	38	7.933	0.209		
Total	59	24.313			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	6.108	3.054	16.840	0.000
Treatment	19	10.983	0.578	3.187	0.001
Error	38	6.892	0.181		
Total	59	23.983			

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านสีของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	9.325	4.663	7.591	0.002
Treatment	19	8.433	0.444	0.723	0.773
Error	38	23.342	0.614		
Total	59	41.100			

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	8.108	4.054	9.594	0.000
Treatment	19	5.479	0.288	0.682	0.812
Error	38	16.058	0.423		
Total	59	29.646			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	9.858	4.929	16.564	0.000
Treatment	19	6.017	0.317	1.064	0.421
Error	38	11.308	0.298		
Total	59	27.183			

ตารางที่ 30 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	20.008	10.004	49.640	0.000
Treatment	19	6.517	0.343	1.702	0.080
Error	38	7.658	0.202		
Total	59	34.183			

ตารางที่ 31 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F_{ratio}	F_{Prob}
Replication	2	11.108	5.554	24.661	0.000
Treatment	19	4.067	0.214	0.950	0.533
Error	38	8.558	0.225		
Total	59	23.733			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์

1. การวัดความเป็นกรด-ด่าง(pH)

   1.1 กด Power เพื่อเปิดเครื่อง

   1.2 กด Mold จนหน้าจอปรากฏองศาเซลเซียสแล้วปรับอุณหภูมิที่ถูกต้อง (ปกติ 25 องศาเซลเซียส)

   1.3 กด Mold อีกครั้งเพื่อจะมี pH ปรากฏ

   1.4 Calibrate โดยล้าง Electrod แล้วใช้ pH 7 Buffer Calibrate รอให้คงที่ใช้ปุ่ม Cal ให้ pH 7

   1.5 ล้าง Electrod แล้วจุ่มใน pH 4 Buffer รอให้คงที่ใช้ปุ่ม Slope ปรับจน pH 4 หลังจาก Calibrate ก็ล้าง Electrod

   1.6 นำตัวอย่างโยเกิร์ตหรือนมใส่ในบิกเกอร์กดหัววัดลงไปในตัวอย่างรอจน pH จะขึ้นมาแล้วหยุดนิ่ง

   1.7 หลังจากใช้เครื่องเสร็จล้าง Electrod ด้วยน้ำกลั่นแล้วเช็ดให้แห้งนำ Electrod เก็บในที่ให้เรียบร้อย

2. การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (%TS) (AOAC : 1994)

   วิธีการทดลอง

   อบ Aluminiun can ที่ 98-102 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ใส่ใน Disicatorให้เย็น นำไปชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนเติมตัวอย่างที่เตรียมไว้ 2.5-3 กรัมนำไประเหยใน Water batch 30 นาที โดยไม่ต้องปิดฝา จากนั้นนำไปอบใน Hot air oven ที่ 98-102 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ใส่ใน Disicator ให้เย็น นำไปชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

   คำนวนเปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมดดังนี้

   $$\%\text{ของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักของกากแห้งที่เหลือ} \times 100}{\text{น้ำหนักน้ำนมเริ่มต้น}}$$

3. การหาปริมาณ Titratable acidity

   สารเคมี -สารละลาย NaOH 0.1 N

   -สารนละลายฟีนอล์ฟาลีน 1%

   3.1 ใช้ปิเปตขนาด 9 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างนมหรือ Frozen yoghury ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่สะอาด

   3.2 เติมฟีนอล์ฟทาลีน 4 หยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 นำตัวอย่างไปไตเตรทกับสารละลาย NaOH 0.1 N พร้อมกับเขย่าหรือคนด้วยแท่งแก้ว

3.4 จดปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเกิดเป็นสีชมพู และสีดังกล่าวไม่จางหายไปภายในเวลา 30 วินาที

3.5 คำนวณหา %Titratable acidity (as Lactic acid)

$$\text{ร้อยละของกรดแลกติค} = \frac{\text{มล.ของ NaOH x 0.1 N NaOH x 90.0 x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง x 100}}$$

4. การหา Total Soluble Solid

ใช้ Refractometer (Atago.N1) ในการหา TSS ในนมและโยเกิร์ต

4.1 ปรับ Refractometer ให้จุดเริ่มต้นเป็นศูนย์โดยการใช้น้ำกลั่น จากนั้นเช็ดน้ำกลั่นออกให้แห้ง

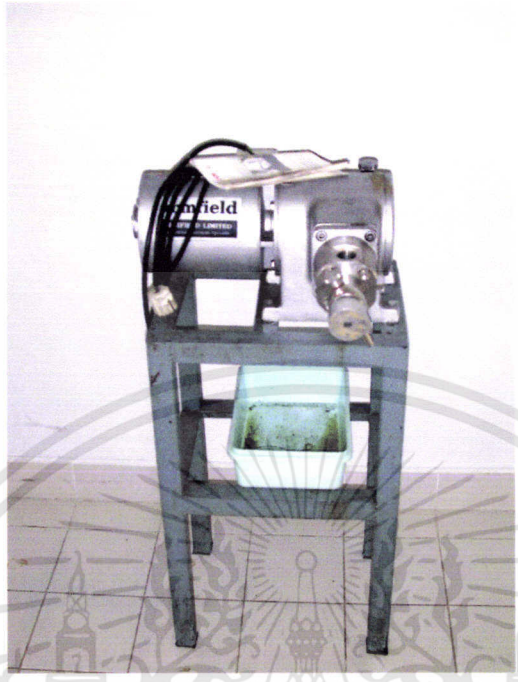
4.2 นำตัวอย่างมาวัดค่า Total Soluble Solid โดยหยดลงบนหน้าปริซึม

4.3 อ่านค่าตาม Scale ที่ได้ ใช้น้ำกลั่นล้างออก เช็ดให้แห้ง เก็บเข้ากล่อง

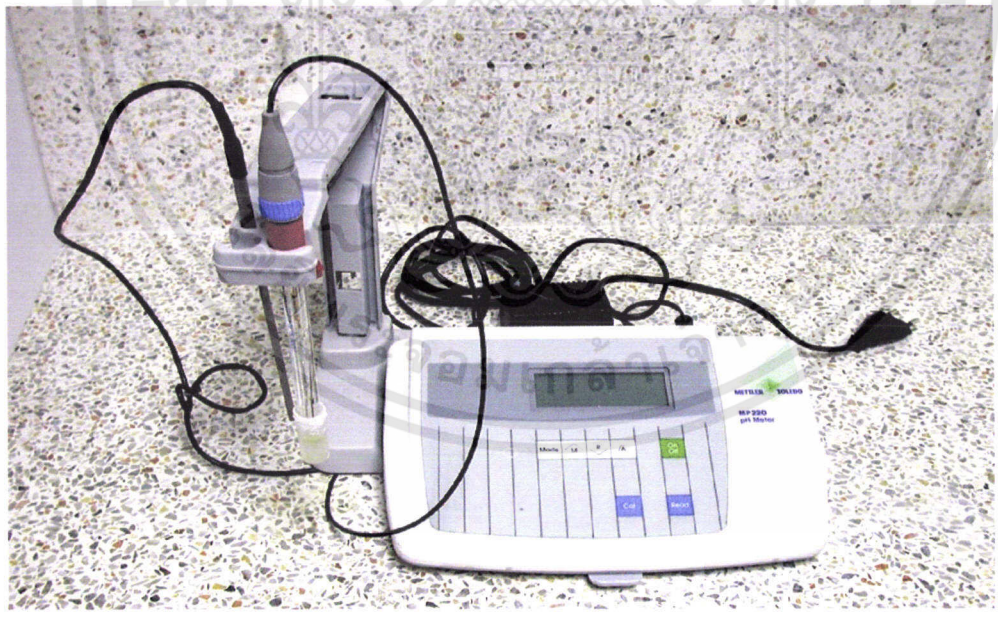
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ภาพแสดงอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 โฮโมจิไนส์เซอร์



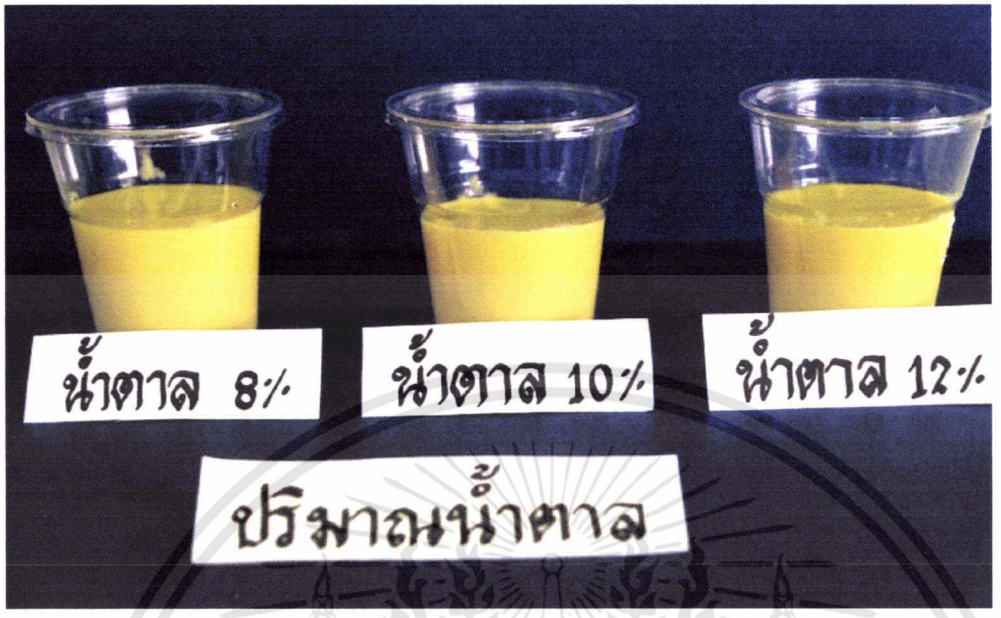
ภาพที่ 2 เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH Meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 น้ำนมข้าวโพด

ภาพที่ 4 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเชื้อในปริมาณที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

ภาพที่ 6 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสางสุภาภรณ์ มณีศรี ภูมิลำเนาจังหวัดอุดรธานี วุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา

นายอัฏฐพล ศรีหิรัญ ภูมิลำเนาเดิมจังหวัดสุพรรณบุรี วุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้