สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง
หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

21056

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

(Production of Corn Milk Based Yoghurt)

ปพ.
ว539ก
2549
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97039
วัน,เดือน,ปี.....-5 JUN 2006

จัดทำโดย

นางสาวจิรายุ โสวจัสสตากุล รหัส 45040183
นางสาวปภาพิต ปวงประชัง รหัส 45040204
นางสาวพรพัชร แผลงเดช รหัส 45040208

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(อาจารย์สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

30 / มี.ค. / 2549

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิรายุ โสวจัสสตากุล, ปภาพิต ปวงประชัง และพรพัชร แผลงเดช.2549 : การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด (Production of Corn Milk Based Yoghurt) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา. 81 หน้า

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพดพบว่าผู้ทดสอบชิ้นชอบน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 โดยมีอัตราส่วนเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:3) อัตราส่วนนมคาร์เนชั่น : หางนมผง (1:1) และเมื่อนำมาศึกษาต่อเพื่อผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยการเติมหัวเชื้อโยเกิร์ตจากโยเกิร์ตยี่ห้อไบโอโยเกิร์ต 10 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เติมสารให้ความคงตัว คือ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพด และ CMC 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติม CMC เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม พบว่า การเติม CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด เมื่อทำการพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยการเติมธัญพืช ได้แก่ ถั่วแดง ลูกเดือย ข้าวโพดและธัญพืชรวม ที่ระดับ 5 , 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมธัญพืชรวม 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีสีเหลือง ข้น เนื้อแน่นและเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวพอเหมาะ มีความหอมของข้าวโพด มีค่าการเกิดซินเนอรีซีส ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0 , 3.14 , 0.3 , 75.25 , 20 และ 0.94 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20 องศาบริกซ์ ค่าความหนืด 807 เซนติพอยส์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.36 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก เท่ากับ 1.6×10^8 และ 2.4×10^7 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีค่าอยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 เรื่องนมเปรี้ยว ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

จิรายุ โสวจัสสตากุล

ปภาพิต ปวงประชัง

พรพัชร แผลงเดช

ลายมือชื่อนักศึกษา

(สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา)
อาจารย์ที่ปรึกษา

30 / มี.ค. / 2549

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่เสียสละเวลา คอยให้คำแนะนำ และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดี รวมถึงการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบพระคุณอาจารย์พัสกร เจียตระกูล ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติม

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยให้ความร่วมมือในการชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ทำให้การปฏิบัติงานผ่านไปได้ด้วยดี

จิรายุ โสวจัสสตากุล
ปภาพิต ปวงประชัง
พรพัชร แผลงเดช
11 มีนาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
2.1 ข้าวโพด	2
ลักษณะทางพฤษศาสตร์	2
ชนิดของข้าวโพด	3
องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด	5
2.2 โยเกิร์ต	6
ชนิดของโยเกิร์ต	6
กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต	7
จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต	12
คุณประโยชน์จากโยเกิร์ต	15
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมเปรี้ยว	18
2.3 สารให้ความคงตัว	23
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	23
คาร์ราจีแนน	25
กัมจากธัญพืช	27
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	28
3.1 วัตถุดิบ	28
3.2 อุปกรณ์	28
3.3 สารเคมี	29
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	29
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	48
ภาคผนวก ก	49
ภาคผนวก ข	53
ภาคผนวก ค	64
ภาคผนวก ง	70
ภาคผนวก จ	73
ภาคผนวก ฉ	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณลักษณะทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของนมเปรี้ยว	20
2	แผนการชักตัวอย่าง	22
3	แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของคาร์ราจีแนนแต่ละชนิด	26
4	แสดงอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง	30
5	แสดงอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำ ปริมาณนมผงต่อหางนมผง และชนิดสารให้ความคงตัว	31
6	ข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ	34
7	ผลทางสถิติของการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5	35
8	ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5	38
9	ผลทางสถิติของการศึกษาการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5	41
10	ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5	42
11	ผลทางสถิติของการศึกษาปริมาณธัญพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข1	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง	54
ข2	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง	54
ข3	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง	55
ข4	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง	55
ข5	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง	56
ข6	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	56
ข7	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	57
ข8	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	57
ข9	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	58
ข10	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	58
ข11	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน	58
ข12	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน	59
ข13	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน	59
ข14	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข15	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน	60
ข16	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน	60
ข17	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน	60
ข18	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน	61
ข19	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน	61
ข20	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน	61
ข21	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน	62
ข22	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน	62
ข23	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน	62
ข24	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน	63
ข25	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตชนิดต่างๆ	7
2	กรรมวิธีผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	16

ภาพผนวกที่

ฉ1	เครื่องตีปั่นยี่ห้อ House Worth	78
ฉ2	ตู้ควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ Memmert	78
ฉ3	เครื่องชั่งละเอียด	79
ฉ4	น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn	80
ฉ5	น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Malee i Corn สูตรเจ	80
ฉ6	น้ำนมข้าวโพด	81
ฉ7	โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรธัญพืชรวม	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำนมดิบของไทยที่มีราคาสูงกว่านมผงที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ และผู้บริโภคที่ไม่สามารถดื่มนมได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พยายามลดการนำเข้าของผลิตภัณฑ์นม โดยการนำวัตถุดิบอื่นมาทดแทน ตัวอย่างเช่น การนำน้ำนมข้าวโพดมาแทนนม เป็นต้น

ข้าวโพดก็เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกมากในประเทศไทย และมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันประเทศไทยผลิตข้าวโพดได้เกินปริมาณความต้องการใช้ภายในประเทศประเทศ จึงส่งออกไปขายยังตลาดต่างประเทศแต่ก็ประสบปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทั้งทางด้านราคาส่งออก ปริมาณการส่งออก และการกีดกันทางการค้า ดังนั้นจึงมีการนำข้าวโพดมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงได้เกิดแนวคิดว่าถ้านำเอาน้ำนมข้าวโพดมาผสมกับนมผงแล้วหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มผลิตกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* ซึ่งสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้โปรตีนนมตกตะกอนเกิดเป็นเคิร์ด (curd) ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว โดยทั่วไปมีสีขาวถึงขาวนวล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว รสชาติค่อนข้างเปรี้ยว เนื่องจากกรดค่อนข้างสูง และมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในปริมาณสูง โยเกิร์ตอุดมด้วยสารไขมันธรรมชาติที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมน ที่เรียก พรอสตาแกลนดิน อี 2 (Prostaglandin E2) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยปกป้องผนังกระเพาะ จากสารกระตุ้นหลายตัว เช่น แอลกอฮอล์และบุหรี่ ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด บำรุงผิวพรรณ รักษาอาการท้องเสีย และยกระดับภูมิคุ้มกันโรค (www.student/web42106/504/504-2839/faq.html)

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ราคาถูก นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตยังเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพดและโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ข้าวโพด (www.158.108.200.11/agron/lesson4.shtml)

ชื่อวิทยาศาสตร์ Zea mays

การจำแนกทางพฤษศาสตร์

Class	Angiospermae
Subclass	Monocotyledonae
Family	Gramineae
Genus	Zea
Species	mays

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ราก

ระบบรากเป็นแบบรากฝอย (fibrous root system) ประกอบด้วยรากที่พัฒนามาจากส่วนแรดิเคิล (radicle) เรียกว่า primary root หรือ first seedling root และรากที่แตกแขนงออกมาเรียกว่า secondary root หรือ lateral root รากที่เกิดจาก scutellar node เรียกว่า seminal root ส่วนรากที่เกิดจากข้อใต้ดินตั้งแต่ coleoptilar node ขึ้นไป เรียกว่า adventitious root และรากที่เกิดจากข้อเหนือดินเรียกว่า รากอากาศ (aerial root, brace root หรือ buttress root)

ลำต้น

ลำต้นข้าวโพด เรียกว่า culm หรือ stalk ตั้งตรงและค่อนข้างกลม ประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) ข้อประกอบด้วย วงเจริญ (growth ring) ปุ่มกำเนิดราก (root primordia) ตา (bud) และรอยกาบใบ (leaf scar) ปล้องที่อยู่เหนือตามักพบร่องตา (bud groove)

ใบ

ใบเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) ประกอบด้วย กาบใบ (leaf sheath) และแผ่นใบ (leaf blade) บริเวณรอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบ (leaf collar) มีเยื่อกันน้ำหรือลิ้นใบ (ligule) หูใบหรือเขี้ยวใบ (auricle) ระหว่างฝักกับลำต้นพบส่วนที่มีลักษณะคล้ายใบแต่ไม่มีเส้นกลางใบ มีลักษณะเป็นสัน 2 สัน เรียกว่า prophyllum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่อดอกและดอก

ข้าวโพดเป็นพืชที่มีช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่อยู่คนละตำแหน่ง เรียกว่า monoecious plant

ช่อดอกตัวผู้ (staminate inflorescence) เป็นแบบ panicle เรียกทั่วไปว่า tassel แกนกลางของช่อดอกเรียกว่า rachis หรือ panicle axis กิ่งที่แตกจาก rachis เรียกว่า primary branch และกิ่งที่แตกจากส่วนของ primary branch เรียกว่า secondary branch กลุ่มดอกย่อย (spikelet) เกิดเป็นคู่บนก้านแขนง มีก้านดอก (pedicelled spikelet) และไม่มีก้านดอก (sessile spikelet) กลุ่มดอกย่อยตัวผู้ (staminate spikelet) มีกลีบหุ้ม 2 กลีบ ได้แก่ กลีบดอกด้านนอก (outer glume) และกลีบดอกด้านใน (inner glume) แต่ละกลุ่มดอกย่อยมีดอกย่อย (floret) 2 ดอก ถูกหุ้มด้วย lemma และ palea ภายในมีเกสรตัวผู้ (stamen) เยื่อรองรังไข่ (lodicule)และเกสรตัวเมียที่ไม่ทำหน้าที่ (rudimentary pistil)

ช่อดอกตัวเมีย (pistillate inflorescence) ช่อดอกเป็นแบบ spike เรียกทั่วไปว่าฝัก (ear) ใบที่รองรับช่อดอกตัวเมีย เรียกว่า subtending leaf กลุ่มดอกย่อยตัวเมีย (pistillate spikelet) เกิดเป็นคู่เรียงบนแกนกลางช่อดอกที่เรียกว่า ซัง (cob) ดอกย่อยถูกหุ้มด้วย lemma และ palea เรียกรวมว่า chaff ดอกย่อยแต่ละดอกมีเกสรตัวเมีย (pistil) เยื่อรองรังไข่ (lodicule) และเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (rudimentary stamen) ส่วนของเกสรตัวเมียที่รับละอองเกสรตัวผู้เรียกว่า ไหม (silk)

ผลและเมล็ด

ผลเป็นแบบ caryopsis ที่มีเยื่อหุ้มผล (pericarp) ติดอยู่กับเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ testa) เรียกว่า hull เมล็ดประกอบด้วยคัพภะ (embryo) เอนโดสเปิร์ม (endosperm) คัพภะประกอบด้วยส่วนของแรดิเคิล (radicle) พลูมูล (plumule) ใบเลี้ยงที่ไม่มีการพัฒนา (epiblast) และเนื้อเยื่อที่กั้นระหว่างคัพภะกับเอนโดสเปิร์ม (scutellum) บริเวณรอบนอกของเอนโดสเปิร์มมีชั้น aleurone layer ของก้านดอก (pedicel) พบเนื้อเยื่อสีดำเรียกว่า black layer ปรากฏให้เห็นเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา

2.2 ชนิดของข้าวโพด (www.rid.go.th/attatch_branch/qcorn.html)

การจำแนกทางพฤกษศาสตร์ การจำแนกแบบนี้ถือเอาลักษณะของแป้งและเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นหลัก จำแนก ออกเป็น 7 ชนิดคือ

1. ข้าวโพดหัวบุบ (Dent corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อินเดนตาตา Zea mays indentata เมล็ดตอนบนมีรอยบุ๋มเนื่องจากตอนบนมีแป้งอ่อนและตอนข้าง ๆ เป็นแป้งชนิดแข็ง เมื่อตากเมล็ดให้แห้ง แป้งอ่อนจะยุบหดตัวลงจึงเกิดลักษณะหัวบุบ ดังกล่าว ขนาดของลำต้นความสูงเหมือนข้าวโพด ไร่ทั่ว ๆ ไป สีของเมล็ดอาจเป็นสีขาว สีเหลือง หรือสีอื่น ๆ แล้วแต่พันธุ์ นิยมปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้าวโพดหัวแข็ง (Flint corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ ว่า ซี เมย์ส อินดูราตา Zea mays indurata เมล็ดมีแป้งแข็งห่อหุ้มโดยรอบ หัวเรียบไม่บุบ เมล็ดค่อนข้างกลม มีปลูกกันมากในเอเชีย และอเมริกาใต้ ข้าวโพดไร่ของไทยที่นิยม ปลูกกันอยู่เป็นชนิดหัวแข็งนี้ทั้งสิ้น สีของเมล็ดอาจเป็น สีขาว สีเหลือง สีม่วง หรือสีอื่น แล้วแต่ชนิดของพันธุ์

3. ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส แซคคาราตา Zea mays saccharata ปลูกแพร่หลายเพื่อรับประทานฝักสด เพราะมีรสหวานจากมีน้ำตาลมาก เมื่อแก่เต็มที่หรือแห้งเมล็ดจะหดตัวเหี่ยว เนื่องจากน้ำตาลไม่สามารถเปลี่ยนเป็นแป้งได้

4. ข้าวโพดคั่ว (Pop corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อีเวอร์ตา Zea mays everta เมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็ก มีแป้งประเภทแข็งอยู่ภายใน ภายนอกห่อหุ้มด้วยผิวเหนียวและยืดตัวได้ เมล็ดมีความชื้นภายในอยู่พอสมควร ถูกความร้อนจะเกิดแรงดันภายในเมล็ดระเบิดตัวออกมาอาจมีลักษณะกลมหรือหัวแหลมก็ได้มีสีต่าง ๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ม่วง เป็นต้น

5. ข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส เซอราตินา Zea mays ceratina แป้งอ่อนคล้ายแป้งมันสำปะหลัง นิยมปลูกเพื่อรับประทานฝักดูคล้ายข้าวโพดหวาน แม้จะไม่หวานมากแต่เมล็ดนิ่มรสอร่อยไม่ติดฟัน เมล็ดมีสีต่าง ๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ส้ม ม่วง หรือ หลายสีในฝักเดียวกัน (ปัจจุบันมีข้าวโพดหวาน 2 สี ขายฝักละ 5 – 20 บาท)

6. ข้าวโพดแป้ง (Flour corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อมิโลเซีย Zea mays amylocea เมล็ดประกอบด้วยแป้งชนิดอ่อนมาก เมล็ดค่อนข้างกลม หัวไม่บุบ หรือบุบเล็กน้อย นิยมปลูกในอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และสหรัฐอเมริกา ชาวอินเดียนแดงนิยมปลูกไว้รับประทานเป็นอาหาร

7. ข้าวโพดป่า (Pod corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส ทูนิกา Zea mays tunica มีลักษณะใกล้เคียงข้าวโพดพันธุ์ป่ามีลำต้นเล็กฝักเล็กกว่าข้าวโพดธรรมดา เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็กเท่า ๆ กับเมล็ดข้าวโพดคั่วมีเปลือกหุ้มทุกเมล็ด และยังมีเปลือกหุ้มฝัก (Husk) อีกชั้นหนึ่งเหมือนข้าวโพดธรรมดาทั่ว ๆ ไป เมล็ดมีลักษณะต่าง ๆ กัน ข้าวโพดชนิดนี้ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปลูกไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด วุฒิชัย (2535)

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

- คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบที่สำคัญหรือมากที่สุด ประกอบด้วย สตาร์ช น้ำตาล เพนโตเซน และเยื่อใย ในส่วนที่เป็นสตาร์ชซึ่งมีมากที่สุด โดยทั่วไปจะประกอบด้วยอะมิโนเพคตินร้อยละ 78 และอะมิเลสร้อยละ 22 ยกเว้นสตาร์ชของข้าวโพดข้าวเหนียว ซึ่งประกอบด้วยอะมิโลเพคตินร้อยละ 100 พบมากในส่วนที่เป็นเอนโดสเปอร์มร้อยละ 98

ในเมล็ดข้าวโพดมีส่วนที่เป็นน้ำตาลอยู่ร้อยละ 1.4 ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนใหญ่โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นเอ็มบริโอและเอนโดสเปอร์ม ประมาณร้อยละ 70 และ 28.2 ตามลำดับ

- โปรตีน พบมากที่สุดที่เป็นเอนโดสเปอร์ม ร้อยละ 73.1 และเอ็มบริโอประมาณร้อยละ 23.9 โปรตีนที่พบส่วนใหญ่จะเป็นโพรลามิน หรือซีอีน (Zein) ร้อยละ 47.2 ในข้าวโพดโดยทั่วไป และเป็นโปรตีนกลูเตลินร้อยละ 35 ในข้าวโพดทั่วไป และร้อยละ 50 ในข้าวโพด Oqaque-2

โปรตีนซีอีนจะพบในเอนโดสเปอร์ม ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย 2 ชนิด คือ Tryptophan และ Lysine จากการศึกษา พบว่าปริมาณของซีอีน มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (linear relationship) กับปริมาณของโปรตีนทั้งหมด คือ เมื่อปริมาณของโปรตีนทั้งหมดสูงขึ้น ปริมาณของซีอีนจะสูงขึ้นตามไปด้วยเสมอ

โปรตีนของข้าวโพดจะแตกต่างจากข้าวสาลี ตรงที่ไม่มีส่วนที่จะทำให้เกิดกลูเตนได้ ดังนั้นการทำขนมปังจากแป้งข้าวโพด จึงไม่สามารถอาศัยกระบวนการหมักได้ ต้องใช้สารเคมี เช่น ผงฟูแทน

- ไขมันและน้ำมัน พบมากในส่วนที่เป็นเอนโดสเปอร์ม ร้อยละ 83.2 และ 15 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเมล็ดพืชชนิดอื่นแล้วมีน้อยกว่า แต่น้ำมันที่ได้มีคุณภาพดีกว่า เนื่องจากประกอบด้วยกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) คือ กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) ร้อยละ 59 กรดโอเลอิก (Oleic acid) ร้อยละ 27 กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid) ร้อยละ 12 กรดสเตียริก (Stearic acid) ร้อยละ 2 กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid) ร้อยละ 0.8 และกรดอะราคิดิก (Arachidic acid) ร้อยละ 0.2

- เกลือแร่หรือเถ้า พบมากในส่วนที่เป็นเอ็มบริโอ ประมาณร้อยละ 78.5 รองลงมาพบในเอนโดสเปอร์มร้อยละ 18.2 โดยส่วนใหญ่เป็นธาตุแคลเซียมประมาณร้อยละ 0.018 ฟอสฟอรัสประมาณร้อยละ 0.30 เหล็กและแมงกานีส ประมาณร้อยละ 24.6 และ 55 ตามลำดับ

นอกจากสารอาหารดังได้กล่าวมาข้างต้น ภายในเมล็ดยังประกอบด้วยวิตามินต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ วิตามินเอ, บี1 , บี2, แคโรทีน และ กรดแพนโททินิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โยเกิร์ต

2.4.1 ชนิดของโยเกิร์ต (Type of Yoghurt) วราวุฒิ และ รุ่งนภา (2532)

1. มาตรฐานตามกฎหมาย (Legals Standards)

มาตรฐานตามกฎหมายของโยเกิร์ต ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น เปอร์เซ็นต์ไขมัน (fat) หรือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) ซึ่งเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ แต่เกณฑ์ที่นิยมใช้กันทั่วไปในการแบ่งชนิดโยเกิร์ต คือ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ โดย FAO และ WHO ได้กำหนดไว้ดังนี้

- โยเกิร์ตไขมันเต็ม (Full Fat Yoghurt) มีปริมาณไขมันมากกว่า 3%
- โยเกิร์ตไขมันปานกลาง (Medium Fat Yoghurt) มีปริมาณไขมันระหว่าง 0.5-3%
- โยเกิร์ตไขมันต่ำ (Low Fat Yoghurt) มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5%

2. กรรมวิธีการผลิต (methods of production)

การผลิตโยเกิร์ตในอุตสาหกรรมมี 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ set yoghurt และ stirred yoghurt ขึ้นกับระบบการผลิตและโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) โดยที่ set yoghurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุ (สำหรับการจำหน่ายปลีก) ลักษณะของ coagulum ที่ได้เป็นมวลเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว ส่วน stirred yoghurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของ coagulum ที่ได้จะแตกหรือแยกจากกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุ ตัวอย่างหนึ่งของโยเกิร์ตประเภท stirred yoghurt นี้ได้แก่ นมเปรี้ยวหรือ fluid yoghurt ซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11 % หรือน้อยกว่า เป็นต้น

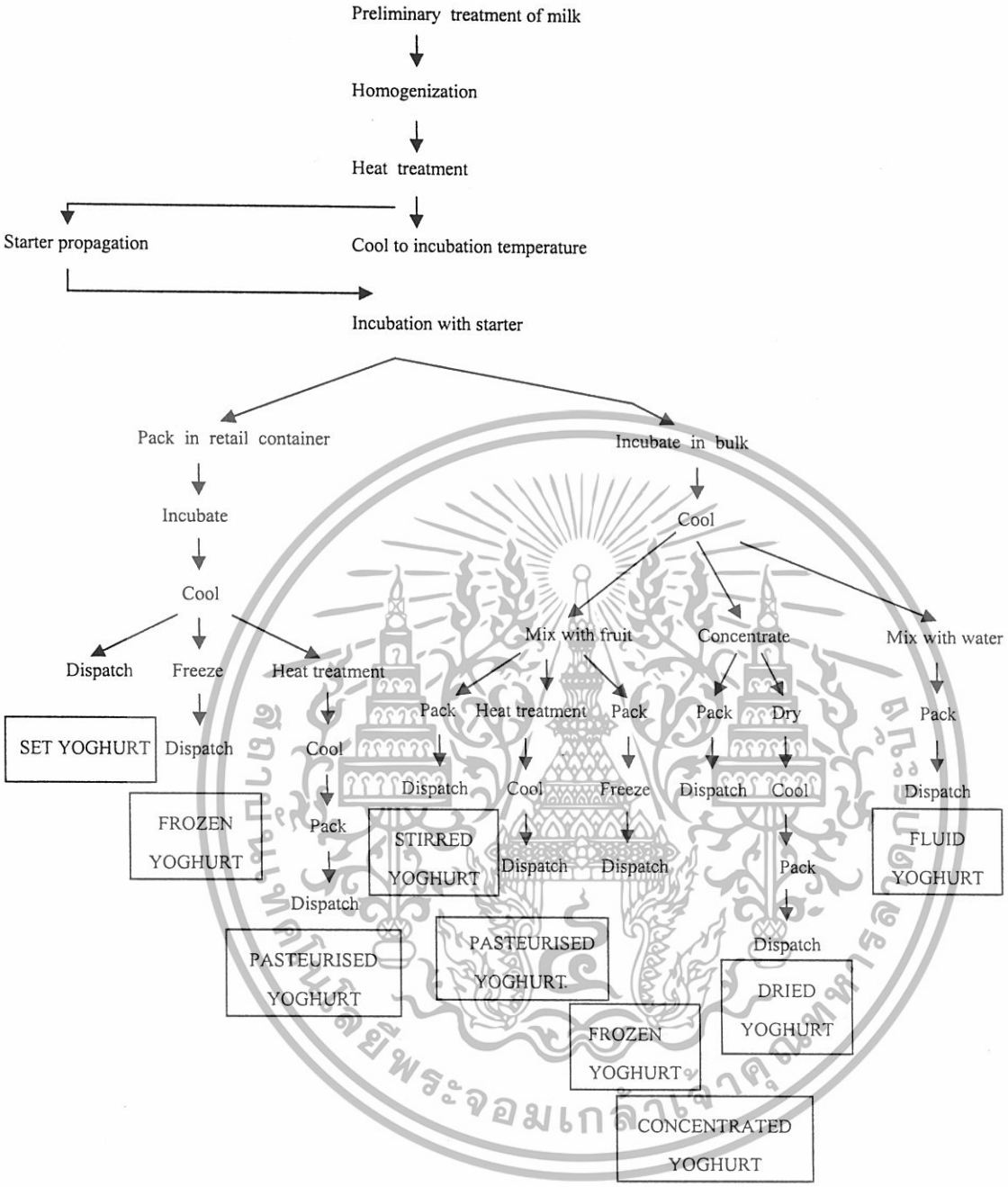
3. กลิ่นรส (flavor)

การเติมกลิ่นรสเข้าไปในโยเกิร์ตทำให้เกิดลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้ คือ natural หรือ plain yoghurt ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมมีรสชาติเปรี้ยวเหลว fruit yoghut ได้จากการเติมผลไม้และสารให้ความหวานใน natural yoghurt และ flavored yoghurt ได้จากการเติมกลิ่นรสและสีแทนส่วนผสมของผลไม้

4. กระบวนการหลังการหมัก (post-incubation processing)

ภายหลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้เข้มข้น การทำแห้งหรือวิธีอื่นๆ ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่าสารให้กลิ่นรส สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัวและสีสามารถเติมลงในผลิตภัณฑ์ใดก็ได้ และในกรณีของ fluid yoghurt จะผลิตจากนมขาดไขมันที่มีปริมาณของแข็งตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตชนิดต่างๆ

ที่มา : Robinson และ Tamime (1981)

2.4.2 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต (Production of yoghurt) วราวุฒิ และ รุ่งนภา (2532)

1. การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น (pleliminary ingredient preparation)

เนื่องจากองค์ประกอบของนมที่ได้จากสัตว์ชนิดต่าง ๆ แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำมาผ่านการหมักจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น เมื่อไขมันในนมมีปริมาณสูงกว่า จะให้โยเกิร์ตที่มีความเป็นครีมสูงตามไปด้วย เป็นต้น นอกจากนี้แล้วน้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในนมจะ

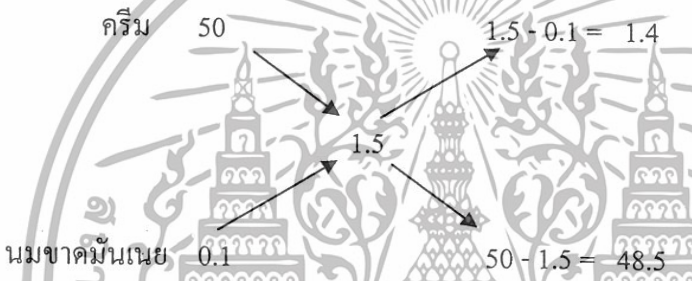
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกใช้เป็นแหล่งอาหารของหัวเชื้อโยเกิร์ต ส่วนโปรตีนก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตกตะกอนเป็น coagulum ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับความหนืด (consistency/viscosity) ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานจึงจำเป็นต้องปรับคุณภาพของนมก่อนการหมัก ดังนี้

การปรับปริมาณไขมันในนม

ในประเทศอังกฤษ ปริมาณไขมันเนยโดยเฉลี่ยในนมจะอยู่ระหว่าง 3.7-4.2 % แต่ปริมาณไขมันในโยเกิร์ตเฉลี่ย 1.5 % (สำหรับ medium-fat yoghurt) หรือ 0.5 % (สำหรับ low-fat yoghurt) ในการปรับปริมาณไขมันในนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตจะใช้หลักการของเปียสัน สแควร์ ซึ่งมีรายละเอียดอย่างสังเขป ดังนี้

ตัวอย่าง จะต้องใช้ครีม (50 % ไขมัน) และนมขาดมันเนย (0.1 % ไขมัน) ในปริมาณเท่าใดเมื่อต้องการให้ได้นมโยเกิร์ตที่มีไขมัน 1.5 % ปริมาณ 1000 ลิตร



ดังนั้น ต้องใช้ครีม	1.4 × 1000 / 49.9	= 28.1	ลิตร
ต้องใช้นมไขมันเนย	48.5 × 1000 / 49.9	= 971.9	ลิตร
นมที่ปรับแล้วทั้งหมด		= 1000	ลิตร

การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (SNF) ในนม

สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีน และเกลือแร่) ในนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต จะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืด (viscosity / consistency) ของ coagulum โดยทั่วไปปริมาณของแข็งในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตยิ่งสูงผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะมีความหนืดมากขึ้นตามไปด้วย โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีได้จากนมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid หรือ TS) เท่ากับ 15-16 % ซึ่งจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มี TS 14-15 % อย่างไรก็ตาม ถ้า TS ในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตสูงกว่า 25 % ขึ้นไป จะทำให้ความชื้นลดลงและมีผลให้กิจกรรมของเชื้อลดลงด้วย การเพิ่มปริมาณของแข็งอาจกระทำได้โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความเข้มข้น การเติมนมผง, เคซีอีน, whey powder หรือ buttermilk powder เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเติมสารคงตัว

วัตถุประสงค์หลักในการเติมสารคงตัว (stabilizers) ในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ทั้งนี้เพื่อรักษาให้ลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องการในโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส (body and texture) ความหนืด (viscosity / consistency) ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจล และช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของน้ำหางนม (whey) หรือที่เรียกว่า syneresis เป็นต้น นอกจากนี้สารคงตัวยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ โดยทำให้เจลในน้ำมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิด syneresis ลดลง คุณสมบัติที่ดีของสารคงตัว คือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วง pH ต่ำ และกระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักนม สำหรับสารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารคงตัว เช่น เจลาติน vegetable gums (carboxymethyl cellulose, locustbean และ guar) และ seaweed gums (alginates และ carrageenans) เป็นต้น

สารคงตัวเหล่านี้อาจใช้เพียง สารประกอบชนิดเดียว หรือสารประกอบผสมหลายตัวซึ่งสารประกอบแบบหลังจะเป็นที่นิยมในการค้ามาก เนื่องจากสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหลายชนิดนั่นเอง

การเติมสารให้ความหวาน

สารให้ความหวาน หรือที่เรียกว่า sweetener มักเติมในการผลิต fruit / flavoured yoghurt หรือใน " sweet " natural yoghurt โดยอาศัยการเติมสารให้ความหวานลงไปในของผสมโยเกิร์ต หรือเติมผลไม้ที่มีความหวานลงไป ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักในการเติมเพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ต อย่างไรก็ตาม ก็ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของสารให้ความหวานที่ใช้ ความชอบของผู้บริโภค ชนิดของผลไม้ที่ใช้ ผลที่อาจยับยั้งหัวเชื้อ กฎหมายและอื่นๆ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว fruit / flavoured yoghurt อาจมีคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 20 % ซึ่งได้จากน้ำตาลในนมที่เหลือจากการหมัก น้ำตาลในผลไม้ และน้ำตาลที่เติมเข้าไป ถ้าความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกินไป อาจมีผลยับยั้งการเจริญของหัวเชื้อได้เนื่องจากผลของ adverse osmotic ของสารถูกละลายในน้ำและผลของ water activity ในโยเกิร์ต โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงในโยเกิร์ตไม่ควรเกิน 10 %

สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำตาลซูโครส, กลูโคส, ฟรุคโตส, corn syrup, glucose / galactose syrup หรือพวก sorbital และ saccharin เป็นต้น

นอกจากนี้อาจมีการเติมสารประกอบอื่นๆ ลงในนมด้วย เช่น สารกันเสีย หรือเพนิซิลลิเนสที่ใช้ทำลายสภาพของสารปฏิชีวนะเพนิซิลเลี่ยม เพื่อให้นมเหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตมากที่สุด

1. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenization)

หลังการปรับส่วนผสมของนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามต้องการแล้ว การนำนมที่ปรับแล้วมาผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะมีผลต่อคุณภาพของนม ในด้านการเป็นสารอิมัลชั่นที่เป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกระทำได้โดยการให้นมผ่านเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ด้วยความเร็วสูงโดยผ่านช่องเปิดเล็กๆ ภายใต้ความดันสูง

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันมีผลทำให้เนื้อสัมผัสที่ได้หลังการหมักมีเนื้อเนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีม และช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้า หรือการแยกชั้นของน้ำหางนม (wheying-off)

2. การให้ความร้อน (Heat treatment)

การให้ความร้อนเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง นอกจากเพิ่มความเข้มข้นของนมแล้วยังมีผลต่อของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตดังต่อไปนี้

1) ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือจุลินทรีย์อื่นๆ ที่ไม่ต้องการ ซึ่งความร้อนที่ใช้มักเพียงพอต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่อยู่ในนมดิบเท่านั้น แต่สปอร์หรือเอนไซม์ที่ทนความร้อนได้ยังคงมีเหลืออยู่ในนม อย่างไรก็ตาม นมที่ผ่านความร้อนจะเป็นแหล่งเจริญเติบโตที่ดีของหัวเชื้อโยเกิร์ต

2) กำจัดอากาศที่มีอยู่ในนม เพื่อทำให้สภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแลคติกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดนี้ต้องการอากาศในปริมารน้อย (microaerophilic)

3) เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของนม โดยทำให้โปรตีนของน้ำหางนมที่มีอยู่ในนม ซึ่งได้แก่ พวกอัลบูมินและโกลบูลินที่เสียสภาพธรรมชาติ (denature) แล้วตกตะกอน นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเคซีนเกิดเป็นร่างแห (network) ในลักษณะสามมิติขึ้นมาโดยร่างแหนี้จะจับโปรตีนของน้ำหางนมแล้วทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืด (consistency) มากกว่าเดิม

4) มีความเหมาะสมสำหรับการเจริญของหัวเชื้อแลคติก ที่มีกิจกรรมหมักที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง (40-45 องศาเซลเซียส)

5) ทำให้โปรตีนในนมถูกทำลาย (damage) ให้สารย่อยๆ ที่เป็นโมเลกุลเล็กลง (breakdown products) ซึ่งอาจเป็นสารที่เร่งกิจกรรมของหัวเชื้อแลคติก

ตามปกติอุณหภูมิในการให้ความร้อนแก่นมโยเกิร์ต อาจเป็นได้ตั้งแต่อุณหภูมิพาสเจอไรซ์ (72 องศาเซลเซียส 15 วินาที) จนถึงอุณหภูมิ UHT (133 องศาเซลเซียส 1 วินาที) โดยทั่วไปอุตสาหกรรมนมนิยมให้ความร้อนที่ 85 องศาเซลเซียส 30 วินาที สำหรับกระบวนการไม่ต่อเนื่องหรือทำเป็นแบบกะ (batch process) หรือ 90-95 องศาเซลเซียส 5-10 วินาที สำหรับกระบวนการต่อเนื่อง (continuous process)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กระบวนการหมัก (fermentation process)

นมที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน จะต้องทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมแล้วจึงส่งไปยังถังหมัก เพื่อทำการหมักด้วยหัวเชื้อที่เตรียมขึ้นต่อไป หัวเชื้อโยเกิร์ตจะประกอบด้วยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *Lactobbacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophilus* ในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยทั่วไปหัวเชื้อจะใช้ประมาณ 0.5-2 % หลังการถ่ายเชื้อแล้วจะทำการบ่ม (incubate) ที่อุณหภูมิ 37-44 องศาเซลเซียส 4-6 ชั่วโมง หรือที่ 32 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตาม สภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมจะหมักที่อุณหภูมิที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนของการหมักจะเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ ในกรณีที่ผลิต set yoghurt จะเกิดการหมักในภาชนะบรรจุที่จะจำหน่ายปลีก (retail container) หรือในกรณีของ stirred yoghurt จะเกิดการหมักในถังหมักใหญ่ จนกระทั่งการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว จึงนำไปบรรจุเพื่อส่งจำหน่ายต่อไป อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าลักษณะการผลิตโยเกิร์ตจะเป็นลักษณะใดก็ตาม การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของการเกิดเจล / coagulum จะมีลักษณะเหมือนกัน จะแตกต่างกันเพียงคุณสมบัติของการไหล (rheological property) ของ coagulum ซึ่งลักษณะเนื้อของโยเกิร์ตที่ได้จาก set yoghurt จะไม่ถูกรบกวน เจลที่ได้จึงเป็นมวลของแข็งกึ่งเหลวตลอดทั้งภาชนะบรรจุ ในขณะที่ stirred yoghurt จะเป็นเจลที่มีลักษณะแตกต่างกัน (breaking gel structure) เมื่อสิ้นสุดการหมักก่อนที่จะทำให้เย็น

การเกิดเจลของโยเกิร์ต เป็นผลจากปฏิกิริยาทางชีวภาพและกายภาพในนม ดังมีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

(1) หัวเชื้อโยเกิร์ตใช้น้ำตาลแลคโตสในนมเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโต และทำการหมักให้กรดแลคติกและสารประกอบอื่นๆ ออกมา

(2) กรดแลคติกที่สร้างขึ้นเรื่อยๆ นี้ จะสลายสภาพความคงตัวของอนุภาคเคซีน (casein micelle) และทำให้สารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนในน้ำหางนมสูญเสียสภาพธรรมชาติไปด้วย

(3) เกิดการรวมตัวของ casein micelle และ/หรือ กลุ่มของ micelle ย่อยๆ เข้าด้วยกัน และเกิดการตกตะกอนบางส่วน (coalesce) ออกมา ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างใกล้จุด isoelectric คือระหว่าง pH 4.6-4.7

(4) เกิดปฏิกิริยาระหว่าง แอลฟา-แลคตาลบูมิน/บีตา-แลคโตโกลบูลินซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ในหางนมกับเคซีน ทำให้เกิด casein micelle ที่มีความคงตัวมากขึ้น ดังนั้นร่างแหของเจลที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่แน่นอนนี้ สามารถจับกับองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ในส่วนผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต รวมทั้งน้ำให้อยู่ในโครงสร้างดังกล่าวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทำความเย็น (cooling)

เนื่องจากการผลิตโยเกิร์ตเป็นกระบวนการทางชีวภาพ การทำให้เย็นจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อและเอนไซม์ การให้ความเย็นแก่ coagulum จะเริ่มตั้งแต่ผลิตภัณฑ์มีระดับความเป็นกรดตามต้องการประมาณที่ pH 4.6 หรือความเข้มข้นกรดแลคติกประมาณ 0.9 % แต่ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของโยเกิร์ตที่ผลิต วิธีให้ความเย็น และประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อนประกอบกันด้วย

จุดประสงค์หลักของการทำให้ coagulum เย็นลงจากอุณหภูมิ 30-45 องศาเซลเซียส ให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (ดีที่สุดประมาณ 5 องศาเซลเซียส) ทันทีเพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งกิจกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้

5. การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสี (addition of flavoring / colouring ingredients)

การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสี เพื่อเพิ่มความนิยมให้แก่ผู้บริโภคขึ้นกับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการ สารที่ใช้เติมเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวในอุตสาหกรรมผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่น สี และสารประกอบอื่นๆ เช่น น้ำผึ้ง ถั่วต่างๆ มะเขือเทศ กาแฟ เป็นต้น

ในทางอุตสาหกรรมนิยมทำให้โยเกิร์ตเย็นลงที่อุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำไปผสมกับผลไม้หรือกลิ่นรส จากนั้นจึงบรรจุเก็บไว้ในห้องเย็นเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตจะมีผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ต แต่ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกัน คือ จุลินทรีย์ที่ใช้ในโยเกิร์ต

2.4.3 จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต (microbiology of natural yoghurt)

หัวเชื้อเป็นส่วนประที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ลักษณะที่ต้องการของหัวเชื้อ คือ ปลอดจากการปนเปื้อน เจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้กลิ่นรสที่ต้องการ โครงสร้างลักษณะเนื้อดี และต้านทานต่อ phases และสารปฏิชีวนะ ในการสร้างกลิ่นรส (flavor) และลักษณะของเนื้อสัมผัส (texture) ต้องใช้หัวเชื้อผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophilus* โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อทั้งสองชนิดนี้ในอัตราส่วนที่เท่ากัน (จำนวนเซลล์)

เมื่อใช้หัวเชื้อที่แช่แข็งในการผลิตโยเกิร์ต จำเป็นต้องบ่มหัวเชื้อเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ที่ 45 องศาเซลเซียส หรือ 11 ชั่วโมงที่ 32 องศาเซลเซียส หรือ 14-16 ชั่วโมงที่ 29-30 องศาเซลเซียสเสียก่อน

โดยทั่วไปหัวเชื้อที่ใช้ประกอบด้วยเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน แบคทีเรียเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้ร่วมกันที่เรียกว่า symbiosis โดยปกติจะให้เชื้อทั้งสองเจริญร่วมกันภายใต้สภาวะที่ควบคุม เพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีสมดุลที่ถูกต้อง

ลักษณะการพึ่งพาอาศัยกันของจุลินทรีย์เหล่านี้ในหัวเชื้อโยเกิร์ต คือเริ่มแรกเชื้อ Streptococci มีอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมที่ 40 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อเจริญขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ระหว่างการหมักช่วงแรกนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างขึ้นมา เชื้อ Streptococci เป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิด diacetyl และ สารประกอบที่คล้ายกันซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของครีมเนย (creamy/buttery) ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เชื้อ Streptococci นี้จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนม ซึ่งถ้าหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ การเจริญจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งความเป็นกรดถึง pH 5.5 จะมีสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อ Lactobacilli ต่อไป

เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญที่ 45 องศาเซลเซียส และยังให้ปริมาณกรดแลคติกที่มากพอที่จะสร้าง acetaldehyde ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ตได้ ในกรณีของโยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสดีมากจะมีปริมาณ acetaldehyde อยู่ 23-41 พีพีเอ็ม คิดเป็นสัดส่วนของสารประกอบที่ให้กลิ่น (volatile flavour compound) ถึง 90 % นอกจากนี้แล้วเชื้อ Lactobacilli จะปล่อยกรดอะมิโนบางตัวที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ Streptococci อีกด้วย

หลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะเนื้อที่แน่นขึ้นที่เรียกว่า thickened yoghurt ซึ่งจะถูกทำให้เย็นลงเป็น 4.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย ณ อุณหภูมินี้แบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่ แต่กิจกรรมค่อนข้างจำกัด ทำให้การแบ่งตัวและสร้างกรดจะช้าลงมาก

ดังกล่าวมาแล้วว่าจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตโยเกิร์ตคือ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* แต่ในบางประเทศเช่น นิวซีแลนด์หรือสวิตเซอร์แลนด์อาจยอมให้เชื้อแลคติกชนิดอื่นร่วมอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม จะต้องมีจุลินทรีย์ที่สำคัญสองชนิดนี้เสมอ ซึ่งลักษณะนี้ทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะที่เด่น ลักษณะการพึ่งพาอาศัยของหัวเชื้อทั้งสองนี้อาจจะพิจารณาจากการสร้างกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการผลิตโยเกิร์ตเมื่อใช้สายพันธุ์ผสมของเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อดังกล่าวเพียงสายพันธุ์เดียวเท่านั้น นอกจากนี้จำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลาของหัวเชื้อสายพันธุ์ผสม จะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับหัวเชื้อที่มีสายพันธุ์เดียว ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อทั้งสองสายพันธุ์มีความสัมพันธุ์แบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis relationship) นั่นเอง ในความเป็นจริงแล้วในหัวเชื้อผสมนี้จำนวนเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะมีการเพิ่มจำนวนมากกว่า *Lactobacillus bulgaricus* เนื่องมาจากเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะย่อยโปรตีนแล้วให้กรดอะมิโนพวก valine, glycine และ histidine ออกมาในนม ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อ *Streptococcus thermophilus* อีกต่อหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างสารให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตโดยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสม พบว่าเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะสร้างกรดฟอร์มิคออกมา ซึ่งเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิคนี้ไปใช้ในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสรวมทั้ง acetaldehyde ออกมาด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* นี้เป็นตัวการสำคัญในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสในโยเกิร์ต แต่อย่างไรก็ตาม เชื้อ *Streptococcus thermophilus* ก็สามารถสร้างสารให้กลิ่นรสพวก acetaldehyde ได้ด้วย แต่ปริมาณของ acetaldehyde ที่ได้จากเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของสารดังกล่าวที่ได้จากเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* เมื่อการเปลี่ยนแปลงของสารเกิดขึ้นที่อุณหภูมิการหมักปกติประมาณ 40 องศาเซลเซียส

ในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเชื้อสายพันธุ์ผสมจะเท่ากับ 40-42 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมินี้หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผสมกันสามารถมีกิจกรรมร่วมกันได้สูงสุด เนื่องจากหัวเชื้อทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันคือ ที่อุณหภูมิการหมักเป็น 45 องศาเซลเซียส จะเหมาะมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Lactobacillus bulgaricus* และที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จะเหมาะสมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Streptococcus thermophilus* อย่างไรก็ตามเพื่อให้สัดส่วนของหัวเชื้อทั้งสองเป็น 1:1 ควรจะเลือกใช้อุณหภูมิการหมักเป็น 42 องศาเซลเซียส

ดังนั้นสามารถสรุปลักษณะของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้ดังนี้

1) เชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะมีกิจกรรมสูงในการปล่อยกรดแลคติกในช่วงแรกของการหมัก ดังนั้น ถ้าสามารถคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์นี้ให้สามารถสร้างกรดได้อย่างรวดเร็วจะทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก

2) สารอื่นๆ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ นอกจากกรดแลคติกแล้วยังมีสารที่มีความสำคัญต่อการสร้างกลิ่นรส (aroma and flavor) ของโยเกิร์ตซึ่งสารประกอบเหล่านี้ได้จากหัวเชื้อทั้งสองสายพันธุ์ จึงจำเป็นต้องให้เชื้อทั้งสองชนิดนี้เจริญในสัดส่วนที่สมดุลกัน

ดังนั้น สิ่งที่สำคัญของหัวเชื้อโยเกิร์ตนอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้วหัวเชื้อยังจำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วย อัตราการถ่ายเชื้อโดยทั่วไปจะใช้ประมาณ 2 % (v/v) ซึ่งสามารถทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 4 ชั่วโมงเพื่อให้นมมีจำนวนเชื้อแลคติก 30-40 $\times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร การเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดแยกกันจะเจริญได้ดีที่สุด แล้วจึงผสมกันเป็นหัวเชื้อก่อนการใช้ แต่ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้หัวเชื้อผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* เท่ากัน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอัตราส่วนระหว่างจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดเริ่มต้นจะเท่ากับ 1:1 แต่อัตราส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อเชื้อ *Streptococcus thermophilus* เริ่มเข้าสู่การเจริญในระยะ logarithmic phase และจะมีเพียงกรดแลคติกที่สะสมอยู่ในนมเท่านั้น หลังจากนี้เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะเจริญเป็นเชื้อที่เด่นขึ้นมา เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีระดับกรดแลคติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 0.90-0.95 % และจำนวนเซลล์ในหัวเชื้อจะกลับมาสมดุลอีกครั้งหนึ่ง ปริมาณเซลล์ทั้งหมด (total colony count) ของเชื้อแลคติกอาจเกิน 2000×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส (organoleptic quality) ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

2.4.4 คุณประโยชน์จากโยเกิร์ต (www.goodhealth.co.th)

1. โยเกิร์ตย่อยง่าย เพราะน้ำตาลแลคโตสเป็นตัวหลักที่ทำให้เกิดการแพ้นมหรือท้องเสีย ถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกที่ย่อยง่าย นอกจากนนี้แบคทีเรียในโยเกิร์ตยังมีเอนไซม์ช่วยย่อยโปรตีนนม เคซีน ซึ่งเป็นโปรตีนย่อยยาก ทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมได้ง่ายขึ้น ลดปัญหาภูมิแพ้ต่อน้ำตาลแลคโตสและ โปรตีนเคซีน

2. เสริมสร้างภูมิคุ้มกันและช่วยยับยั้งจุลชีพที่ไม่เป็นมิตรในลำไส้ กรดแลคติกจะช่วยต่อต้านจุลชีพที่อาจให้โทษต่อร่างกายเช่น เชื้อซัลโมเนลา (Salmonella typhidie) อี โคไล (E. Coli) โคลินแบคทีเรีย(Corynebacteria diphtheriae) ทำให้เชื้อเหล่านี้ไม่สามารถทำอันตรายต่อร่างกายได้ เราควรจะรับประทานโยเกิร์ตอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีกลุ่มแบคทีเรียที่ดีอาศัยอยู่ภายในลำไส้

3. เป็นแหล่งวิตามิน บี โดยเฉพาะวิตามิน บี1(ไรโบฟลาวิน) แบคทีเรียในโยเกิร์ตยังช่วยสังเคราะห์วิตามิน บีและวิตามิน เค ในลำไส้

4. ช่วยรักษาโรค ท้องเสีย ท้องเดิน และแผลในกระเพาะ จากการวิจัยพบว่าผู้ป่วยเด็กหายจากอาการท้องเสียเร็วขึ้น หลังจากได้รับประทานโยเกิร์ต

5. ช่วยทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมดีขึ้น กรดแลคติกในโยเกิร์ตช่วยทำให้การย่อยแคลเซียมในนมดีขึ้นและทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมง่ายขึ้น

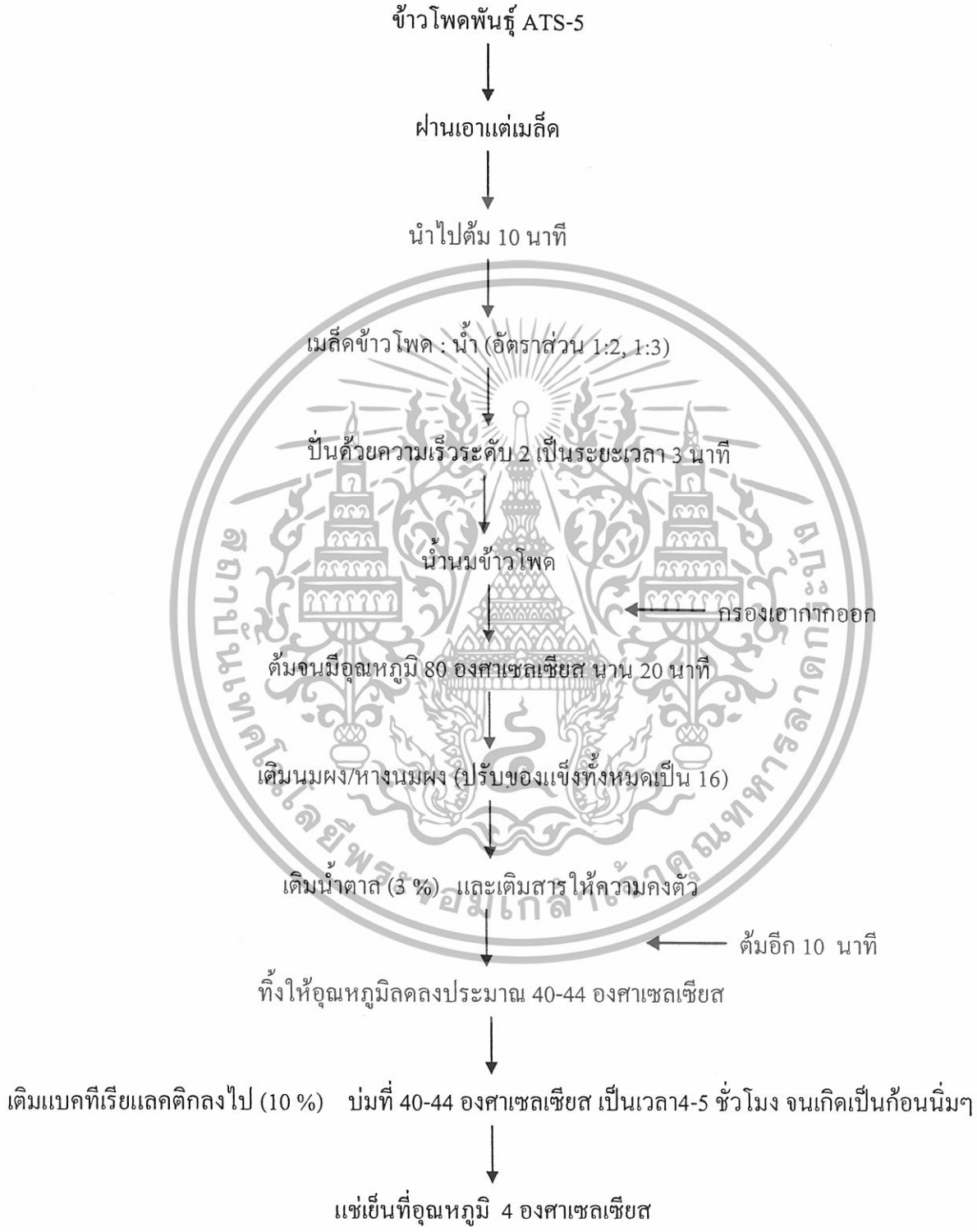
6. เป็นแหล่งโปรตีนชั้นดี ในโยเกิร์ตจะมีโปรตีนมากกว่าในนม 20% และยังเป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย ร่างกายสามารถดูดซึมไปได้

7. ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ แลคโตบาซิลัสช่วยควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้

8. ช่วยป้องกันมะเร็ง แลคโตบาซิลัสสามารถจับกับสารก่อมะเร็ง สามารถจับกับโลหะหนัก และกรดน้ำดีซึ่งมีพิษ แลคโตบาซิลัสช่วยยับยั้งกลุ่มแบคทีเรียในลำไส้ที่สร้างสารไนเตรทได้ (สารในเตรทเป็นสารก่อมะเร็งตัวหนึ่ง) และแลคโตบาซิลัสยังช่วยเปลี่ยนสารฟลาโวนอยด์จากพืชให้เป็นสารต้านมะเร็งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 2 กรรมวิธีผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ที่มา : ดัดแปลงจาก นวลนภา (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการของนมข้าวโพดยังไม่ดีนักเมื่อเปรียบเทียบกับนมวัว เนื่องจากข้าวโพดมีโปรตีนในปริมาณน้อย และโปรตีนของข้าวโพดยังมี Lysine และ Methionine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนขั้นต่ำสุดที่จำเป็นต่อร่างกายต่ำ จึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพโปรตีน โดยการนำไปผสมกับนมวัวหรือนมถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนให้ดีขึ้น ดังนั้นในการทำน้ำนมข้าวโพดจึงต้องมีการเติมโปรตีนของนมผงหรือนมถั่วเหลืองลงไป เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนข้าวโพดให้ดีขึ้น (สมชายและคณะ ,2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
97039

2.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมเปรี้ยว

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมนมเปรี้ยวทุกประเภท อาจมีการปรุงแต่งกลิ่นรส สี และผ่านความร้อนหลังการหมักบ่มหรือไม่ก็ได้

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 นมเปรี้ยว (fermented milk) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมและ/หรือผลิตภัณฑ์นมซึ่งเกิดจากการหมักบ่มด้วยจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกรดแลคติกเป็นหลัก เช่น แล็กโตบาซิลลัส เดลบรูคิอิ ซับส์ บัลการิคัส *(Lactobacillu delbrueckii subsp bulgaric)* สเตรปโตค็อกคัส เทอร์โมฟิลัส *(Streptococcus thermophilus)* ไบฟิโดแบคทีเรียม *(Bifidobacterium)* แล็คโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส *(Lactobacillus acidophilus)* และ/หรือ จุลินทรีย์อื่นที่ใช้ในการผลิตนมเปรี้ยว ทั้งนี้จะมีจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตคงเหลืออยู่หรือไม่ก็ได้

2.2 โยเกิร์ต (yoghurt) หมายถึง นมเปรี้ยวตามข้อ 2.1 ซึ่งมีจุลินทรีย์ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตคงเหลืออยู่

2.3 โยเกิร์ตปรุงแต่ง (flavoured yoghurt or composite fermentec milk) หมายถึงโยเกิร์ตตามข้อ 2.2 ที่ ผ่านการปรุงแต่งกลิ่นรส สี หรือวัตถุอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ผลไม้ แยม เป็นต้น ซึ่งอาจแยกชั้นในภาชนะบรรจุ (set yoghurt) หรือผสมรวมเข้าด้วยกัน (stirred yoghurt) และมีจุลินทรีย์ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตคงเหลืออยู่

2.4 นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม (fermented milk drink or drinking yoghurt) หมายถึง นมเปรี้ยวตามข้อ 2.1 ผ่านการเจือจางและปรุงแต่งกลิ่นรส สี หรือวัตถุอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง เป็นต้น สำหรับดื่มโดยตรง และมีจุลินทรีย์ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตคงเหลืออยู่

2.5 นมเปรี้ยวพร้อมดื่มพาสเจอไรซ์ (pasteurized fermented milk drink or pasteurized drinking yoghurt) หมายถึง นมเปรี้ยวพร้อมดื่มตามข้อ 2.4 ที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ ด้วยความร้อนโดยกระบวนการพาสเจอไรซ์ และมีจุลินทรีย์ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตจำนวนหนึ่ง

2.6 นมเปรี้ยวพร้อมดื่มยู เอช ที (UHT fermented milk drink or UHT drinking yoghurt) หมายถึงนมเปรี้ยวพร้อมดื่มตามข้อ 2.4 ที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อนโดยกระบวนการยู เอช ที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประเภท

3.1 นมเปรี้ยวแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

3.1.1 โยเกิร์ต

3.1.2 โยเกิร์ตปรุงแต่ง

3.1.3 นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม

3.1.4 นมเปรี้ยวพร้อมดื่มพาสเจอไรซ์

3.1.5 นมเปรี้ยวพร้อมดื่มยู เอช ที

4. ส่วนประกอบ

4.1 ส่วนประกอบหลัก

4.1.1 นมและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม เช่น นมสด นมผง

4.2.2 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตนมเปรี้ยว เช่น แล็กโตบาซิลลัส เดลบรูคิอิ ซับส์ บัลการริคัส สเตรปโตค็อกคัส เทอร์โมฟิลัส ไบฟีโดแบคทีเรียม แล็กโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส เป็นต้น

4.2 ส่วนประกอบอื่นๆ

4.2.1 สีผสมอาหาร

4.2.2 สิ่งปรุงแต่ง เช่น วัตถแต่งกลิ่นรส ผลไม้ ธัญชาติ สารแต่งกลิ่น สารแต่งรส เป็นต้น

4.2.3 สเตบิไลเซอร์ เช่น เพกติน เจลาติน เป็นต้น

4.2.4 อื่นๆ เช่น วิตามิน แร่ธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 คุณลักษณะทางเคมีและทางชีววิทยา

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของนมเปรี้ยว

รายการ	โยเกิร์ต	โยเกิร์ตปรุงแต่ง	โยเกิร์ตพร้อมดื่ม	นมเปรี้ยวพร้อมดื่มพาสเจอไรส์	นมเปรี้ยวพร้อมดื่มยูเอชที	วิธีวิเคราะห์ตาม
โปรตีน ไม่น้อยกว่าร้อยละ	3	3	1.5	1.5	1.5	AOAC (2000) ข้อ 33.2.12
ความเป็นกรด ไม่น้อยกว่าร้อยละ (คำนวรเป็นกรดแลคติก)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	AOAC (2000) ข้อ 33.2.06
จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เกิดกรดไม่น้อยกว่าโคโลนีต่อกรัมหรือโคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	10^7	10^7	10^7	10^7	น้อยกว่า 10	Standard Methods for the Examination of Dairy Products (1992) หน้า 277-280

หมายเหตุ * ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวให้ใช้ปริมาตร

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2546)

6. วัตถุเจือปนอาหาร

6.1 วัตถุกันเสีย

ห้ามใช้วัตถุกันเสีย ยกเว้นวัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบในกระบวนการผลิตยอมให้มีรวมกันได้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 47.3.03 และข้อ 47.3.37

7. สุขลักษณะ

7.1 สุขลักษณะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหารมาตรฐานเลขที่มอก.34

7.2 จุลินทรีย์ตรวจพบได้ไม่เกินที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 โคลิฟอร์ม (Coliform) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องน้อยกว่า 3

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 17.2.01 ถึงข้อ 17.2.02

7.2.2 ซาลโมเนลลา (Salmonella) ในตัวอย่าง 25 กรัม หรือลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องไม่พบ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 17.9.01 ถึงข้อ 17.9.03

7.2.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) โดยวิธีเอ็มพีเอ็มต่อตัวอย่าง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21056

กรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องน้อยกว่า 3

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 17.2.01 ถึงข้อ 17.5.01

8. การบรรจุ

8.1 ให้บรรจุนมเปรี้ยวในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท

8.2 ปริมาณสุทธิของนมเปรี้ยวในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

9. เครื่องหมายและฉลาก

9.1 ที่ภาชนะบรรจุนมเปรี้ยวทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดดังต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ประเภท

(2) ชนิดและ/หรือปริมาณส่วนประกอบ

- นมและ/ผลิตภัณฑ์ของนมที่ใช้และปริมาณเป็นร้อยละ
- น้ำตาล แยม ผลไม้ น้ำผลไม้ ระบุปริมาณเป็นร้อยละ
- สารแต่งรส ระบุชนิด หรือประเภท
- สารแต่งกลิ่น สี ระบุชนิดที่ใช้ ธรรมชาติ หรือสังเคราะห์
- เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้
- อื่นๆ

(3) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา และระบุอุณหภูมิในการเก็บรักษาซึ่งต้องไม่สูงกว่า 8 องศาเซลเซียส ยกเว้นนมเปรี้ยวยู เอช ที

(4) ปริมาตรสุทธิ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร หรือน้ำหนักสุทธิเป็นกรัม

(5) วัน เดือน ปีที่หมดอายุ

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำและสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

10.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง นมเปรี้ยวประเภทเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำ หรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

10.2 นมเปรี้ยวประเภทโยเกิร์ต โยเกิร์ตปรุงแต่ง นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม และนมเปรี้ยวพร้อมดื่มพาสเจอไรซ์ เมื่อชักตัวอย่างแล้วต้องเก็บไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ทันที และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมินั้นจนถึงเวลาวิเคราะห์ และต้องวิเคราะห์ตัวอย่างทางจุลชีววิทยาภายใน 36 ชั่วโมงหลังจากชักตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

10.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

10.3.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบปริมาณสุทธิ และเครื่องหมายและฉลาก

10.3.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2 นำตัวอย่างทั้งหมดไปตรวจสอบภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากก่อนแล้วจึงเปิดภาชนะบรรจุออกตรวจปริมาณ

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่าง (ข้อ 10.3.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
น้อยกว่า 500	8	1
500 ถึง 35000	13	2
มากกว่า 35000	20	3

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2546)

10.3.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 8. ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ 2 จึงจะถือว่านมเปรี้ยวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.3.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ และวัตถุเจือปนอาหาร

10.3.2.1 แบ่งตัวอย่างข้อ 10.3.1 ภาชนะบรรจุละเท่าๆ กันทำเป็นตัวอย่างรวม ให้ได้ปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เก็บตัวอย่างในภาชนะที่สะอาด แห้ง และปิดสนิท

10.3.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่านมเปรี้ยวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.3.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์

10.3.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันอีก 6 หน่วยภาชนะบรรจุ ให้ตรวจทุกหน่วยตัวอย่าง

10.3.3.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 7.2 และตารางที่ 1 จึงจะถือว่านมเปรี้ยวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.4 เกณฑ์การตัดสิน

ตัวอย่างนมเปรี้ยวต้องเป็นไปตามข้อ 10.3.1.2 ข้อ 10.3.2.2 และข้อ 10.3.3.2 ทุกข้อจึงจะถือว่านมเปรี้ยวรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2546)

2.6 สารให้ความคงตัว นิธิยา (2545)

การผลิตโยเกิร์ตที่ดีนอกจากการทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดให้เป็นร้อยละ 16 แล้ว การเลือกสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมก็เป็นสิ่งที่สำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน สารให้ความคงตัวที่นิยมใช้ ได้แก่ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพด และCMC เนื่องจากการใช้สารให้ความคงตัวมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องการในโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส (body and texture) ความหนืด (viscosity / consistency) ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจล และช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของหางนม (whey) หรือที่เรียกว่า syneresis เป็นต้น นอกจากนี้ สารให้ความคงตัวยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ โดยให้เจลในน้ำมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิด syneresis ลดลง (วราวุฒิและรุ่งนภา , 2532)

2.6.1 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสอีเทอร์ที่อยู่ในรูปเกลือโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส อาจเรียกว่า เซลลูโลสกัม (cellulose gum) หรือใช้ชื่อย่อว่า CMC เป็นพอลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ละลายได้ในน้ำ เนื่องจากการเตรียม CMC ทำได้โดยใช้เซลลูโลสบริสุทธิ์มาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้เส้นใยเซลลูโลสพองตัวออกได้เป็นสารละลายเซลลูโลสในด่าง แล้วทำปฏิกิริยาต่อกับโซเดียมโมโนคลอโรอะซิเตต ได้เป็นโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ดังสมการ

$$R - OH + NaOH \longrightarrow R - ONa + H_2O$$

$$R - ONa + Cl - CH_2 - COONa \longrightarrow R - O - CH_2 - COONa + NaCl$$

สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาการแทนที่ดังกล่าวจะทำให้ได้ CMC หลายชนิด ซึ่งสมบัติของ CMC แต่ละชนิดจะผันแปรไปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความสม่ำเสมอของการแทนที่ (uniformity of substitution) degree of substitution และ degree of polymerization (DP) นอกจากนี้สมบัติของ CMC แต่ละชนิดยังขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค ความสามารถในการดูดน้ำและความหนืดของสารละลายอีกด้วย

Degree of substitution เป็นจำนวนหมู่ไฮดรอกซิลบนโมเลกุลของแอนไฮโดรกลูโคส (anhydroglucose) ซึ่งจะถูกแทนที่ด้วยหมู่คาร์บอกซีเมทิล โดยทางทฤษฎีโมเลกุลของแอนไฮโดรกลูโคสมีหมู่ไฮดรอกซิล 3 หมู่ ดังนั้นควรจะมี DS เป็น 3 แต่ในทางปฏิบัติปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจริงๆ จะได้ DS น้อยกว่า 3 คือ มี DS อยู่ในช่วง 0.4-1.2 เท่านั้น CMC ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะมี DS ประมาณ 0.9 ทำให้ CMC ละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CMC ที่มี DS 0.3 หรือต่ำกว่าจะละลายได้ในด่างแต่ไม่ละลายน้ำ และจะเริ่มละลายในน้ำเมื่อมี DS ตั้งแต่ 0.45 ขึ้นไป สำหรับความหนืดของสารละลายจะขึ้นอยู่กับ DP ถ้ามี DP สูง จะทำให้ได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้น ความหนืดของสารละลาย CMC ยังผันแปร ขึ้นอยู่กับชนิดของ CMC เช่น สารละลาย CMC ความเข้มข้น 2 % อาจให้ความหนืดได้ตั้งแต่ 10-50000 เซนติพอยส์ก็ได้ และสารละลาย CMC มีลักษณะคล้ายซูโดพลาสติก CMC ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะได้สารละลายที่มีความหนืดต่ำและมีความเป็นซูโดพลาสติกน้อยกว่าสารละลาย CMC ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงโดยทั่วๆ ไป สารละลาย CMC จะมีความคงตัวที่ pH ช่วงกว้าง 4-10 แต่จะให้ค่าความหนืดสูงสุด และมีความคงตัวดีที่สุดที่ pH 7-9 ความหนืดของสารละลาย CMC จะลดลงเมื่อ pH ลดลง และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ถ้า pH ต่ำกว่า 3 อาจทำให้ CMC ที่อยู่ในรูปกรดอิสระตกตะกอน และถ้า pH สูงกว่า 10 จะทำให้สารละลายมีความหนืดลดลงเล็กน้อย

ความคงตัวของ CMC ยังขึ้นอยู่กับชนิดของไอออนอีกด้วย ดังนั้น จึงมีกฎทั่วไปว่า ถ้าเป็นเกลือของ CMC ที่เกิดจากไอออนประจุบวกที่มีเวเลนซี 1 (monovalent cation) จะละลายได้ดีในน้ำ แต่ถ้าเป็นไอออนประจุบวกที่มีเวเลนซี 2 (divalent cation) จะได้สารละลายที่มีลักษณะขุ่นและมีความหนืดลดลง ถ้าเป็นไอออนประจุบวกที่มีเวเลนซี 3 (trivalent cation) จะได้สารละลายเกลือที่ไม่ละลายน้ำ

CMC ใช้เติมลงในไอศกรีมจะช่วยอุ้มน้ำ ลดการเคลื่อนตัวของน้ำ ทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อนุ่ม และเมื่อไอศกรีมแข็งตัวจะไม่เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ และยังใช้เติมลงในอาหารเพื่อให้อาหารมีพลังงานต่ำ (low calorie food) โดยทำหน้าที่เป็น bulking agent

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสยังสามารถนำมาทำเป็นฟิล์มใส และมีความแข็งแรงโดยไม่มีผลกระทบจากน้ำมัน และตัวทำละลายอินทรีย์

คุณสมบัติของ CMC สุภาภรณ์ และ อัฏพล (2543)

1. การละลาย

CMC สามารถละลายได้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์แต่จะละลายผสมระหว่างน้ำกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่เข้ากับน้ำได้ เช่น เอทานอล อะซีโตน ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการละลายของ CMC ได้แก่

1.1 ขนาดของอนุภาค ถ้าอนุภาคมีขนาดใหญ่จะทำให้ละลายได้ช้า การกระจายในน้ำจะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ อนุภาคที่มีขนาดเล็กหรือมีความละเอียดมากขึ้น จะช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมสารละลาย

1.2 โครงสร้างทางเคมี ถ้ามี D.S. สูง จะสามารถละลายได้เร็วและถ้าน้ำหนักโมเลกุลต่ำอัตราการละลายจะเร็วกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความหนืด

สารละลาย CMC มีลักษณะใสและหนืด โดยมีพฤติกรรมการไหลเป็นแบบนอนนิวโทเนียน คือ ค่าความหนืดจะเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนอัตราเฉือน ซึ่งค่าความหนืดของสารละลายที่วัดได้นั้น จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลจากปัจจัยต่อไปนี้

2.1 ค่า D.P. (degree of polymerization) ค่า D.P. ของเซลลูโลส โดยปกติมีค่าประมาณ 5000 ยิ่งเซลลูโลสมาก ค่า D.P. สูง ความหนืดของ CMC ก็จะสูงขึ้น

2.2 ค่าความเข้มข้น

2.3 อุณหภูมิ

2.4 ความเป็นกรดด่าง

3. เสถียรภาพ (stability)

แม้ว่าสารละลาย CMC จะมีเสถียรภาพที่ดีกว่ากาวชนิดอื่นๆ ที่ละลายน้ำได้ แต่คุณสมบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งความหนืดก็อาจจะถูกทำลายได้ เนื่องจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์เซลลูเลสจากจุลินทรีย์ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ออกซิเจน เป็นต้น

4. ความสามารถในการเกิดฟิล์ม

CMC สามารถเกิดเป็นฟิล์มใส แข็งแรงและมีความทนทานต่อน้ำมัน โดยฟิล์ม CMC จะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน ไขมันและตัวละลายอินทรีย์

5. ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตจากการศึกษาทางด้านพิษวิทยา ไม่พบว่า CMC เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ และสัตว์ รวมทั้งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาน้อยที่สุด

2.6.2 คาร์ราจีแนน หรือ ไอริสมอส (Irish Moss) นิธิยา (2545)

เป็นพอลิแซกคาไรด์อีกชนิดหนึ่งที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง คือ Chrondrus crispus และ Gigartina stellata ด้วยสารละลายด่างเจือจาง โดยเฉพาะสาหร่ายทะเลสีแดงชนิดแรก ใช้ผลิตคาร์ราจีแนน เป็นการค้าในประเทศสหรัฐอเมริการ แต่ในยุโรปใช้ทั้ง 2 ชนิด ได้เป็นเกลือโซเดียมของคาร์ราจีแนน คาร์ราจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ แคปปา (kappa) ไอโอตา (iota) และ แลมบ์ดา (lambda) สาหร่ายทะเลส่วนใหญ่มีคาร์ราจีแนนอย่างน้อย 2-3 ชนิดผสมกันอยู่ ชนิดแคปปา และไอโอตาเท่านั้นที่มีสมบัติเกิดเจลได้เมื่อมีโพแทสเซียมไอออน ส่วนแลมบ์ดา-คาร์ราจีแนนเกิดเจลไม่ได้

คาร์ราจีแนนทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยกรดซัลฟูริกที่ตำแหน่งและระดับต่างๆ กัน เช่น แคปปา-คาร์ราจีแนน เป็นกาแลคโตส-4-ซัลเฟตที่ต่อกันด้วยพันธะ 1 ⟶ 3 และต่อกับ3,6-แอนไฮโดร-ดี-กาแลคโตส ด้วยพันธะ 1 ⟶ 4 ในโมเลกุลของ 3,6-แอนไฮโดร-ดี-กาแลคโตส คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 จะถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยหมู่ซัลเฟตประมาณ 20-30 % และบางส่วนของพันธะ 1⟶4 อาจเป็นกาแลคโตส-6-ซัลเฟต แทน 3,6-แอนไฮโดร-ดี-การแลกโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของคาร์ราจีแนนแต่ละชนิด

สมบัติ	แคปปา	แลมบ์ดา	ไอโอตา
ปริมาณซัลเฟต	25%	35%	32%
หมู่ 3,6-แอนไฮโดร	28%	0%	30%
ผลของประจุบวกชนิดของเจล	เกิดเจลกับ K+ เปราะและเกิดซินเนอรีซีส คืนกลับด้วยความร้อน	ไม่เกิดเจล ไม่เกิดเจล	เกิดเจลกับ Ca+2 ยืดหยุ่นและไม่เกิดซินเนอริซีส คืนกลับด้วยความร้อน
การละลายในน้ำเย็น	พองตัวได้ดี	ละลายได้ได้ในเกลือ	Thixotropic dispersion กับ Ca+2
การละลายในสารละลายน้ำตาล	ละลายในสารละลายร้อน	ละลายในสารละลายร้อน	ละลายได้ยาก ไม่ละลาย
การละลายในน้ำนมเมื่อเติม Na4P2O7	ไม่ละลาย ความหนืดเพิ่มขึ้นหรืออาจเกิดเจล	การเกิดเจล เพิ่มความหนืดและเกิดเจลดีขึ้น	ความหนืดเพิ่มขึ้นหรืออาจเกิดเจล

ที่มา : นิธิยา (2545)

การผสมคาร์ราจีแนนชนิดแคปปา-กับไอโอตา-เข้าด้วยกัน จะทำให้มีคุณสมบัติในการเกิดเจลได้ดีขึ้น เจลที่ได้จะมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นและเกิดซินเนอรีซีสน้อยลง ในทางการค้าได้มีการผสมคาร์ราจีแนนทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน ทำให้คุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็น gelling agent ดีขึ้น และนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด เช่น ใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำนม

การใช้โลคัสต์บีนกัมผสมกับ แคปปา-คาร์จีแนน จะช่วยเสริมให้เจลมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น เปลี่ยนเนื้อเจลจากที่เปราะและแตกง่ายเป็นเจลที่มีความยืดหยุ่นดีขึ้น และเกิดซินเนอรีซีสลดลง อัตราส่วนที่เหมาะสมของแคปปา-คาร์ราจีแนนต่อโลคัสต์บีนกัม คือ 2 : 1 จะทำให้เกิดเจลที่มีความแข็งแรงสูงที่สุด และที่อัตราส่วน 1 : 4 จะทำให้เกิดซินเนอรีซีสน้อนที่สุด ในการนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารนั้นต้องทำให้คาร์ราจีแนนและโลคัสต์บีนกัม ละลายให้หมดเสียก่อนที่จะเกิดเจล นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น fish gels

การใช้คาร์ราจีแนนผสมลงในอารหารที่มีโปรตีน หมู่ซัลเฟตในโมเลกุลของคาร์ราจีแนนจะทำปฏิกิริยากับหมู่ที่มีประจุในโมเลกุลของโปรตีนได้ ดังนั้นจึงนำคาร์ราจีแนนไปใช้ประโยชน์กับผลิตภัณฑ์นม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 กัมจากธัญพืช นิธิยา (2543)

ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธัญพืช คือ สตาร์ช เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธรรมชาติและมีการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารมากที่สุด ปริมาณการใช้มากกว่าไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นๆ รวมกัน ชนิดของสตาร์ชที่ใช้มากที่สุด คือ **สตาร์ชจากแป้งข้าวโพด**

สตาร์ช คือ คาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส ในโมเลกุลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อะไมโลส และอะไมโลเพกติน อะไมโลส คือ ส่วนของโมเลกุลสตาร์ชที่เป็นพอลิเมอร์ สายตรงของน้ำตาลกลูโคสที่ต่อกันด้วยพันธะ 1⟶ 4 ส่วนอะไมโลเพกตินมีสายแขนงที่แยกแขนงออกด้วยพันธะ 1⟶6 สมบัติในการเป็น gelling agent ของสตาร์ชขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโมเลกุลที่เป็นอะไมโลสว่าสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลข้างเคียงเพื่อให้เกิดโครงสร้างเป็นตาข่าย 3 มิติได้มากน้อยเพียงใด สำหรับอะไมโลเพกตินซึ่งมีแขนงในโมเลกุลมาก ทำให้เกิดการเกาะตัวกันระหว่างโมเลกุลได้ยาก จึงไม่เกิดเป็นเจล

การเกิดเจลของสตาร์ช ทำได้โดยนำสารละลายสตาร์ชมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลาติไนเซชันเล็กน้อย หลังจากนั้นปล่อยให้สารละลายเย็นลง จะได้ gelatinized dispersion ของสตาร์ช แต่ถ้านำสตาร์ชไปใส่ในน้ำเย็นจะไม่มีปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้น นอกจากอนุภาคสตาร์ชจะค่อยๆ ดูดซึมน้ำเข้าไปเท่านั้น แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงเกิน 50 องศาเซลเซียส อนุภาคสตาร์ชจะสูญเสีย birefringence โดยเฉพาะช่วงอุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส ซึ่งอนุภาคสตาร์ชจะค่อยๆ พองตัวออกอย่างช้าๆ จนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 80-95 องศาเซลเซียส อนุภาคสตาร์ชจะพองตัวเต็มที่ และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีกอนุภาคสตาร์ชจะแตก แต่ถ้ารักษาอุณหภูมิให้คงที่ต่ำกว่าอุณหภูมิซึ่งสตาร์ชจะสูญเสีย birefringence ชั่วระยะเวลาหนึ่งจะเกิด annealing ของอนุภาคสตาร์ช เมื่อทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนเกิด birefringence ช่วงอุณหภูมิของการเกิดเจลาติไนเซชันจะแคบลง 2-3 องศาเซลเซียส

การลดปริมาณน้ำหรือลดค่า a_w ในสารละลายสตาร์ชให้น้อยลง โดยการเติมน้ำตาลกลูโคสหรือซูโครส หรือใช้น้ำปริมาณลดน้อยลง จะทำให้จุดเริ่มต้นของการเกิดเจลาติไนเซชันช้าลง จนกว่าจะเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น น้ำตาลแต่ละชนิดจะมีผลต่อการเกิดเจลาติไนเซชันของสตาร์ชได้แตกต่างกัน และการเกิดเจลาติไน เซชันของสตาร์ชในสารละลายของน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้นต่างกันจะให้ผลต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ข้าวโพดหวานพันธ์เอทีเอส-5 (ATS 5)

จุลินทรีย์จากโยเกิร์ตยี่ห้อไบโอโยเกิร์ต

หางนมผงชนิดจืด

นมผงคาร์เนชั่นรสวานิลลา

น้ำตาลทรายยี่ห้อมิตรผล

แป้งข้าวโพดยี่ห้อคนอร์

ลูกเดือยยี่ห้อไร่ทิพย์

ถั่วแดงยี่ห้อไร่ทิพย์

3.2 อุปกรณ์

ตู้ควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ Memmert

เครื่องชั่งละเอียดยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Spider 2

เครื่องวัดความหนืดยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV III

เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) ยี่ห้อ Schott

เครื่องตีป่นยี่ห้อ House Worth

เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand Refractometer N1) ยี่ห้อ ATAGO

เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบตะกร้า (Basket Centrifuge) ยี่ห้อ FUNKE

เครื่องย่อยโปรตีนยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-316

ชุดกลั่นโปรตีนยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-412

เครื่องแก้ว

อุปกรณ์เครื่องครัว

ผ้าขาวบาง

ชุดไตเตรท

เทอร์โมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

คาร์ราจีแนนชนิด Commercial Grade Type II ของ SIGMA CHEMICAL CO.

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม

สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์

สารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์ (Commercial Grade)

สารคะตะไลท์

กรดซัลฟูริกเข้มข้น

ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์

สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 28 เปอร์เซ็นต์

กรดไฮโดรคลอริกความหนาแน่น 1.815 ± 0.002 กรัม/มิลลิลิตร

สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

Standard buffer pH 4.0, pH 7.0

สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงรสชาติของน้ำนมข้าวโพด ทำการตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม

3.4.2 การศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงและหางนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด

นำข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 2 และ 1 : 3 จากนั้นนำมาผสมกับนมผงและ/หรือหางนมผงให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 16 โดยใช้น้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ได้สูตรการผลิต 8 สูตร ดังตารางที่ 4 ทำการวางแผนการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) แบบ 2x4 มีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ เมล็ดข้าวโพด : น้ำ โดยมีอัตราส่วน 1:2 และ 1:3 และปัจจัยที่ 2 คือ อัตราส่วนของนมผง โดยใช้นมคาร์เนชั่นล้วน , นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:1, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:2 และหางนมผงล้วน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล (Hedonic scale) โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-5 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS Version 11 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยโดยวิธีพหุพิสัยของดันแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Duncan Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกส่วนผสมที่ได้คะแนนการยอมรับสูง 3 อันดับแรกมาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ตารางที่ 4 แสดงอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมคาร์เนชั่นต่อหางนมผง

สูตรที่	นมคาร์เนชั่น : หางนมผง	เมล็ดข้าวโพด : น้ำ	
		1 : 2	1 : 3
1	นมคาร์เนชั่น	X	
2	1 : 1	X	
3	1 : 2	X	
4	หางนมผงล้วน	X	
5	นมคาร์เนชั่น		X
6	1 : 1		X
7	1 : 2		X
8	หางนมผงล้วน		X

3.4.3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.4.3.1 ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ทำการวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Random Complete Block Design) โดยให้สูตรที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดอันดับ 1-3 จากการทดลองจากข้อ 3.4.2 และผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn (ตัวควบคุม) รวมทั้งหมด 4 สูตรเป็นบล็อค มาผลิตเป็นโยเกิร์ตเพื่อศึกษาสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด ดังนี้คือ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพดและCMC 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ได้สูตรการผลิต 12 สูตร ดังตารางที่ 5 ใช้กล้าเชื้อจากไบโอโยเกิร์ตปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-5 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS Version 11 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยโดยวิธีพหุพิสัยของดันแคน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกชนิดของสารให้ความคงตัวที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดมาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ตารางที่ 5 แสดงอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำ ปริมาณนมผงต่อหางนมผง และชนิดสารให้ความคงตัว

สูตรที่	เมล็ด : น้ำ		นมคาร์เนชั่น: หางนมผง			ชนิดสารให้ความคงตัว		
	1 : 2	1 : 3	คาร์เนชั่นล้วน	1 : 1	1 : 2	คาร์ราจีแนน	แป้งข้าวโพด	CMC
1	X		X			X		
2	X		X				X	
3	X		X					X
4	X				X	X		
5	X				X		X	
6	X				X			X
7		X		X		X		
8		X		X			X	
9		X		X				X
10						X		
11							X	
12								X

3.4.3.2 การศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

นำสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากข้อ 3.4.3.1 มาศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม โดยทำการวางแผนการทดลองปัจจัยเดียวแบบสมบูรณ์ (Complete Randomized Design) มีปริมาณสารให้ความคงตัวเป็นปัจจัย ซึ่งทำการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัว 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำมาผลิตเป็นโยเกิร์ต โดยใช้กล้าเชื้อจากไบโอโยเกิร์ตปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-5 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS Version 11 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยโดยวิธีพหุพิสัยของดันแคน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัดเลือกปริมาณของสารให้ความคงตัวที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดมาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.4.4. การพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.4.4.1 การคัดเลือกชนิดธัญพืชที่เหมาะสม

นำโยเกิร์ตสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากข้อ 3.4.3.2 มาคัดเลือกหาชนิดของธัญพืชที่เหมาะสม โดยทำการวางแผนการทดลองปัจจัยเดียวแบบสมบูรณ์ มีชนิดธัญพืชเป็นปัจจัย ซึ่งใช้ธัญพืช 4 ชนิด ดังนี้ คือ ลูกเดือย ถั่วแดง ข้าวโพด และธัญพืชรวม ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-5 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS Version 11 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยโดยวิธีพหุพิสัยของดันแคน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อหาชนิดของธัญพืชที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดมาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.4.4.2 การศึกษาปริมาณธัญพืชที่เหมาะสม

นำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากข้อ 3.4.4.1 มาศึกษาปริมาณของธัญพืชที่เหมาะสม โดยทำการวางแผนการทดลองปัจจัยเดียวแบบสมบูรณ์ มีปริมาณธัญพืชเป็นปัจจัย ซึ่งทำการศึกษา 3 ระดับ คือ 0, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-5 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS Version 11 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยโดยวิธีพหุพิสัยของดันแคน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของธัญพืชที่สามารถผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดให้เป็นที่ยอมรับสูงที่สุด

3.4.5 การวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.4.5.1 คุณลักษณะทางเคมี วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (2000) และปริมาณไขมันโดย Gerber Method ตามวิธีของ AOAC (1990)

3.4.5.2 คุณลักษณะทางกายภาพ ตรวจสอบลักษณะปรากฏ ตรวจสอบซินเนอรีซิส (Syneresis) และวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.3 คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ทำการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA วิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกด้วยเทคนิค spread plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS วิเคราะห์จำนวนยีสต์และราด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ

Fresh Corn	Malee i Corn
1. มีกลิ่นหอมของข้าวโพด	1. มีกลิ่นข้าวโพดน้อย
2. สีสวย	2. สีซีด
3. ข้นมากเกินไป	3. เหลวมากเกินไป
4. รสหวานพอเหมาะ	4. รสจืด

จากการทดลองทำให้เห็นแนวโน้มความต้องการของกลุ่มผู้ทดสอบ ดังนี้

1. ผู้ทดสอบชื่นชอบน้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn

2. ผู้ทดสอบมีความต้องการน้ำนมข้าวโพดที่มีกลิ่นหอมของข้าวโพดที่ชัดเจน มีสีเหลืองเข้ม มีความข้นหนืดปานกลางเพราะกลืนง่ายอีกทั้งยังทำให้รู้สึกว่ามีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบอยู่มาก และพบว่าผู้ทดสอบชอบน้ำนมข้าวโพดที่มีรสหวาน

ผู้ทำการทดสอบจึงนำข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดทั้ง 2 ยี่ห้อ มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรการผลิตน้ำนมข้าวโพดต่อไป โดยให้ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบชื่นชอบมากกว่าเป็นสูตรควบคุม (control)

4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผง และหางนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด

สายพันธุ์ของข้าวโพดมีผลต่อการผลิตน้ำนมข้าวโพด เพราะส่งผลต่อคุณลักษณะทางเคมีของเมล็ดข้าวโพดและน้ำนมข้าวโพดในปริมาณของของแข็งทั้งหมด น้ำตาล โปรตีน และไขมัน ผู้ทดลองได้ใช้ข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 โดยอ้างอิงจากงานวิจัยที่เชื่อถือได้ (นวลนภา , 2546)

การทดลองจะใช้น้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 และ 1:3 นำมาผสมกับนมคาร์เนชั่น หางนมผง หรือส่วนผสมของนมทั้งสองในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 ได้สูตรการผลิตทั้งหมด 8 สูตร แล้วทำการตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ใช้ผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกส่วนผสมที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดจำนวน 3 สูตร มาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลทางสถิติของการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่นล้วน)	$3.90^{a}\pm0.54$	$3.50^{b}\pm0.50$	$3.00^{b}\pm0.64$	$3.87^{ab}\pm0.43$	$4.00^{b}\pm0.37$
2 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่น: หางนมผง = 1: 1)	$2.07^{d}\pm0.45$	$3.93^{a}\pm0.69$	$2.67^{c}\pm0.54$	$3.00^{c}\pm0.37$	$3.87^{b}\pm0.62$
3 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:2)	$2.87^{b}\pm0.43$	$3.00^{c}\pm0.52$	$3.43^{a}\pm0.50$	$3.77^{b}\pm0.62$	$3.90^{b}\pm0.48$
4 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2,หางนมผงล้วน)	$1.33^{e}\pm0.66$	$1.27^{e}\pm0.52$	$1.97^{dc}\pm0.61$	$1.40^{e}\pm0.62$	$1.50^{dc}\pm0.57$
5 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่นล้วน)	$1.87^{d}\pm0.77$	$1.50^{e}\pm0.63$	$1.70^{e}\pm0.87$	$1.37^{e}\pm0.61$	$1.60^{d}\pm0.62$
6 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น:หางนมผง = 1:1)	$3.80^{a}\pm0.40$	$3.50^{b}\pm0.50$	$3.37^{a}\pm0.61$	$4.17^{a}\pm0.59$	$4.60^{a}\pm0.49$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
7 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:2)	2.57^{c}±0.67	2.47^{d}±0.68	2.20^{d}±0.84	2.40^{d}±0.67	2.83^{c}±0.59
8 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, หางล้วน)	2.03^{d} ±0.49	1.47^{e}±0.62	1.17^{f}±0.37	2.63^{d}±0.71	1.27^{e}±0.45

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

จากสูตรการผลิตทั้งหมด 8 สูตร ผู้ทดลองจะทำการคัดเลือกให้เหลือเพียง 3 สูตรเท่านั้น โดยเกณฑ์การคัดเลือกจะตัดสินจากระดับคะแนนคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมที่มากที่สุดจำนวน 3 อันดับเพื่อนำผลิตภัณฑ์ไปพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

จากตารางที่ 7 พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสีของน้ำนมข้าวโพดที่ใช้อัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่างๆกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งผู้ทดสอบชอบสีจากสูตรที่ 1 และ6 มากที่สุด โดยสูตรที่ 1 ได้น้ำนมข้าวโพดที่มีสีเหลืองอ่อน ซึ่งเป็นสีที่ได้จากการผสมของสีเหลืองจากเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:2) และนมคาร์เนชั่นล้วน ส่วนสูตรที่ 6 น้ำนมข้าวโพดที่ได้จะมีสีเหลืองเข้ม ซึ่งเป็นสีที่ได้จากการผสมของสีเหลืองจากเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:3) และนมคาร์เนชั่น : หางนมผง (1:1) รองลงมาคือสูตรที่ 3 ได้น้ำนมข้าวโพดที่มีสีเหลืองเข้ม ซึ่งเป็นสีที่ได้จากการผสมของสีเหลืองจากเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:2) และนมคาร์เนชั่น : หางนมผง (1:2)

ด้านกลิ่น ผู้ทดสอบชื่นชอบกลิ่นจากสูตรที่ 2 มากที่สุด รองมาคือสูตรที่ 1 และ 6 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของสูตรที่ 1 และ 5 ที่มีความเข้มข้นต่างกันแต่ใช้นมคาร์เนชั่นล้วนเหมือนกันพบว่า น้ำนมข้าวโพดที่มีความเข้มข้นมากกว่า (อัตราส่วนเมล็ดข้าวโพด : น้ำ คือ 1 : 2) ได้รับคะแนนสูงกว่าน้ำนมข้าวโพดที่มีความเข้มข้นน้อย (อัตราส่วนเมล็ดข้าวโพด : น้ำ คือ 1 : 3) จึงทำให้สรุปได้ว่า อัตราส่วนเมล็ดข้าวโพด : น้ำ มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผู้ทดสอบ และเมื่อพิจารณาผลการทดลองจะสังเกตเห็นได้ว่าสูตรที่ใช้หางนมผงล้วนจะได้รับคะแนนต่ำที่สุดถึงแม้ว่าน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 4 และ 8 นั้นจะมีความเข้มข้นแตกต่างกันจึงอาจเป็นไปได้ว่ากลิ่นของหางนมผงส่งผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

ด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบชอบสูตรที่ 3 และ 6 มากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 1 โดยสูตรที่ 3 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบเนื้อสัมผัสจากสูตรที่มีส่วนผสมระหว่างนมคาร์เนชั่นและหางนมผง เนื่องจากหางนมผงละลายน้ำง่ายจึงไม่จับตัวกันเป็นก้อน จึงทำให้ไม่รู้สึกเหมือนเม็ดทรายขณะกลืนลงคอ นอกจากนี้การเติมนมผงปริมาณมากเกินไป อาจทำให้เกิดลักษณะที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์ได้ คือ ทำให้น้ำนมข้าวโพดมีสีขาวมากขึ้นซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบไม่ต้องการ อีกทั้งยังอาจทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสหยาบคล้ายแป้ง (powdery taste) (นวลนภา,2546)

ด้านรสชาติ ผู้ทดสอบชอบรสชาติของน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 1 ,3 และ 6 โดยสูตรที่ 1 และ 6 กับสูตรที่1 และ 3 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่สูตรที่ 3 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านความชอบรวม ผู้ทดสอบมีความชอบรวมสูตรที่ 6 มากที่สุด ส่วนสูตรที่ได้รับคะแนนรองลงมาคือสูตรที่ 1 และ 3 ซึ่งทั้งสองสูตรนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาปัจจัยทางคุณภาพด้านต่างๆจากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสและนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 1 ,3 และ6 ซึ่งเป็นสูตรได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ดังนั้นผู้ทดลองจึงคัดเลือกน้ำนมข้าวโพดสูตรที่มีความโดดเด่นมากที่สุด คือสูตรที่ 1 ,3 และ 6 มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

4.3.1 ผลการ ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ใช้สูตรการผลิตน้ำนมข้าวโพดทั้งหมด 4 สูตรเพื่อนำมาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยใช้สูตรน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 1 ,3 และ 6 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้การยอมรับสูงที่สุด ส่วนสูตรที่ 4 คือ สูตรควบคุม (control) ใช้ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn นำมาเติมสารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพด และCMC 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะได้สูตรการผลิตทั้งหมด 12 สูตร ภายหลังจากการบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ให้ปริมาณกรดสุดท้ายคงที่ จากนั้นนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมาตรวจสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ใช้ผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกส่วนผสมที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด 1 สูตร เพื่อนำไปศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่นล้วน, คาร์ราจีแนน)	$3.00^{c}\pm0.69$	$2.40^{d}\pm0.81$	$2.57^{c}\pm0.68$	$2.50^{c}\pm0.68$	$3.10^{d}\pm0.55$
2 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่นล้วน, แป้งข้าวโพด)	$3.60^{b}\pm0.77$	$2.80^{bc}\pm0.89$	$3.17^{c}\pm0.75$	$2.83^{cdc}\pm0.70$	$3.07^{d}\pm0.64$
3 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่นล้วน,CMC)	$3.50^{b}\pm0.68$	$2.87^{bc}\pm0.63$	$3.50^{b}\pm0.63$	$3.50^{b}\pm0.51$	$3.53^{b}\pm0.57$
4 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:2, คาร์ราจีแนน)	$3.50^{b}\pm0.63$	$3.13^{ab}\pm0.73$	$3.10^{cd}\pm0.55$	$3.17^{c}\pm0.65$	$3.40^{cd}\pm0.62$
5 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:2, แป้งข้าวโพด)	$3.03^{c}\pm0.61$	$3.43^{a}\pm0.73$	$3.23^{bc}\pm0.63$	$3.03^{cd}\pm0.76$	$3.40^{bc}\pm0.67$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
6 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:2, CMC)	3.50^{b}±0.78	2.80^{bc}±0.71	2.83^{dc}±0.46	2.47^{c}±0.51	2.87^{d}±0.35
7 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:1, คาร์ราจีแนน)	2.07^{d} ±0.58	2.73^{cd}±0.52	2.57^{c}±0.63	2.73^{dc}±0.58	2.87^{d}±0.51
8 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:1, แป้งข้าวโพด)	4.27^{a} ±0.58	3.00^{b} ±0.64	3.03^{cd} ±0.56	2.67^{c} ±0.71	3.17^{cd} ±0.46
9 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:1, CMC)	4.03^{a} ±0.61	3.00^{b} ±0.69	4.00^{a} ±0.64	3.93^{a} ±0.52	3.83^{a} ±0.46
10 (Control, คาร์ราจีแนน)	1.43^{c} ±0.73	2.80^{bc} ±0.55	2.03^{fg} ±0.56	2.53^{c} ±0.63	2.53^{c} ±0.68
11 (Control, แป้งข้าวโพด)	2.03^{d} ±0.61	3.00^{b} ±0.53	2.13^{f} ±0.43	2.53^{c} ±0.78	2.53^{c} ±0.57
12 (Control, CMC)	1.97^{d} ±0.72	2.50^{cd} ±0.63	1.80^{g} ±0.55	1.97^{f} ±0.61	2.00^{f} ±0.59

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 8 พบว่าเมื่อเติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน คือ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพดและ CMC พบว่า สารทั้งสามชนิดจะมีผลต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ จากสูตรการผลิตทั้งหมด 12 สูตร โดยให้ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn ซึ่งเป็นสูตรควบคุม (control) ได้ทำการคัดเลือกให้เหลือเพียง 1 สูตรที่มีระดับคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมสูงสุดเท่านั้น

ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆได้ส่งผลให้สูตรที่ 9 คือสูตรที่เติมสารให้ความคงตัวคือ CMC มีระดับคะแนนทางด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมสูงสุด แต่ทว่าระดับคะแนนทางด้านสีของสูตรที่ 8 และ9 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และทางด้านกลิ่นสูตรที่ 9 ได้รับคะแนนมากเป็นอันดับที่ 2 รองจากสูตรที่ 5 และ ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านกลิ่นของสูตรที่ 8, 9 และ11 ได้ แต่การใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC เพียงชนิดเดียวอาจทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีเนื้อสัมผัสไม่ดีมากเท่ากับการใช้สารให้ความคงตัวหลายชนิดผสมกัน ซึ่งได้แก่ แป้ง เจลาติน และเพกติน ทั้งนี้จะทำการเติมสารให้ความคงตัวก่อนการพาสเจอร์ไรซ์ และก่อนกระบวนการหมัก (ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง ,2542) ส่วนสูตรควบคุม (control) ที่นำมาเติมสารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิด ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุดอันเนื่องมาจากไม่มีการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพดให้เป็นร้อยละ 16 จึงเกิดเป็นโยเกิร์ตที่มีลักษณะที่ไม่ดี เนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดจะส่งผลต่อลักษณะปรากฏของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืดของ Coagulum และถ้าหากปริมาณของแข็งทั้งหมดเกินร้อยละ 25 จะทำให้ความชื้นลดลงซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าเชื้อโยเกิร์ต (วราวุฒิและรุ่งนภา , 2532)

เมื่อพิจารณาจากคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสดังกล่าว ผู้ทดสอบจึงสรุปว่าควรเลือกผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 ที่ใช้ CMC เป็นสารให้ความคงตัวซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุดต่อการนำไปศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

4.3.2 ผลการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

โดยการนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 ใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงสุด มาเติมสารให้ความคงตัวในปริมาณต่างๆกัน 3 ระดับ คือ CMC 0.3 , 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ภายหลังจากการบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ให้ปริมาณกรดสุดท้ายคงที่ แล้วทำการตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ใช้ผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง ทำการคัดเลือกปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด 1 สูตรเพื่อนำไปพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลทางสถิติของการศึกษาการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1(ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:1, CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์)	$3.83^{a}\pm0.70$	$4.00^{a}\pm0.69$	$4.10^{a}\pm0.66$	$3.93^{a}\pm0.78$	$4.30^{a}\pm0.53$
2 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:1, CMC 0.5 เปอร์เซ็นต์)	$2.50^{b}\pm0.78$	$2.80^{b}\pm0.61$	$2.87^{b}\pm0.73$	$2.80^{b}\pm0.61$	$2.83^{b}\pm0.70$
3 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมคาร์เนชั่น : หางนมผง = 1:1, CMC 0.7 เปอร์เซ็นต์)	$2.03^{c}\pm0.32$	$1.73^{c}\pm0.52$	$1.43^{c}\pm0.50$	$1.77^{c}\pm0.63$	$1.67^{c}\pm0.55$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P< 0.05$)

จากตารางที่ 9 พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 ซึ่งใช้สารให้ความคงตัว คือ CMC ที่ 3 ระดับ คือ 0.3 , 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ โดยผู้ทดสอบสามารถบอกได้ว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 ที่เติมสารให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงตัวคือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่มีระดับคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ดังนั้นผู้ทดลองจึงสรุปว่าการเติมCMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ซึ่งจะนำไปศึกษาเพื่อพัฒนาสูตรต่อไป

4.4 ผลการพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

4.4.1 ผลการคัดเลือกชนิดธัญพืชที่เหมาะสม

โดยการนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตร 9 ที่ใช้สารให้ความคงตัว คือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มาเติมธัญพืชชนิดต่างๆ คือ ถั่วแดง ลูกเดือย ข้าวโพดและธัญพืชรวม 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ภายหลังจากการบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ให้ปริมาณกรดสุดท้ายคงที่ ทำการตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง ทำการคัดเลือกชนิดของธัญพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด เพื่อนำไปศึกษาปริมาณธัญพืชที่เหมาะสมต่อไป ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (ถั่วแดง)	$2.37^{c}\pm0.56$	$2.57^{b}\pm0.50$	$1.93^{d}\pm0.45$	$2.03^{d}\pm0.41$	$2.07^{d}\pm0.37$
2 (ลูกเดือย)	$2.80^{b}\pm0.71$	$2.77^{b}\pm0.68$	$2.57^{c}\pm0.63$	$2.73^{c}\pm0.52$	$2.63^{c}\pm0.61$
3 (ข้าวโพด)	$3.00^{b}\pm0.79$	$2.8^{b}\pm0.73$	$3.07^{b}\pm0.69$	$3.17^{b}\pm0.65$	$3.13^{b}\pm0.57$
4 (ธัญพืชรวม)	$4.47^{a}\pm0.57$	$4.10^{a}\pm0.66$	$4.43^{a}\pm0.50$	$4.27^{a}\pm0.45$	$4.57^{a}\pm0.50$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P< 0.05$)

จากการทดลองขั้นต้นได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 โดยใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุด นำมาเติมธัญพืชชนิดต่างๆคือ ถั่วแดง ลูกเดือย ข้าวโพดและธัญพืชรวม 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็น เพราะถึงแม้ข้าวโพดจะให้แคลอรีและวิตามินเอสูงกว่าธัญพืชอื่นๆ แต่ก็มีโปรตีนต่ำประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนจากข้าวโพดจะไม่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับร่างกาย การรับประทานข้าวโพดควบคู่กับถั่วจึงจะได้ไลซีนและ ทริปโตเฟนที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย (วุฒิชัย , 2535) จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมพบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างในทุกๆด้านได้ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมธัญพืชรวมมากที่สุด เนื่องจากความหวานของข้าวโพด ความเหนียวนุ่มของลูกเดือยและความอร่อยของถั่วแดงช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีความกลมกล่อมมากยิ่งขึ้น

4.4.2 ผลการศึกษาปริมาณธัญพืชที่เหมาะสม

โดยการนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด สูตร 9 ที่ใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มาเติมธัญพืชรวมปริมาณต่างๆกัน 3 ระดับ คือ 5 , 10และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ภายหลังจากการบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ให้ปริมาณกรดสุดท้ายคงที่ แล้วทำการตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง ทำการคัดเลือกปริมาณของธัญพืชรวมที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลทางสถิติของการศึกษาปริมาณธัญพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (5 %)	$2.50^{c}\pm0.73$	$2.07^{c}\pm0.58$	$1.90^{c}\pm0.48$	$2.00^{b}\pm0.37$	$2.23^{c}\pm0.43$
2 (10 %)	$4.43^{a}\pm0.57$	$4.00^{a}\pm0.53$	$4.77^{a}\pm0.43$	$3.60^{a}\pm0.67$	$4.27^{a}\pm0.45$
3 (15 %)	$3.37^{b}\pm0.67$	$2.47^{b}\pm0.68$	$2.40^{b}\pm0.50$	$3.37^{a}\pm0.61$	$2.83^{b}\pm0.46$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 ซึ่งใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มาเติมธัญพืชรวมที่ปริมาณต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ 5 , 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม จึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมธัญพืชรวม 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากธัญพืชรวม 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็นปริมาณธัญพืชที่พอเหมาะโดยส่วนของธัญพืชจะกระจายตัวแทรกอยู่ทั่วทั้งถ้วยโยเกิร์ต ซึ่งการเติมผลไม้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโดยทั่วไปนิยมเติมในปริมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ถ้าเติมมากเกินไปนอกจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแล้วยังอาจก่อให้เกิดรอยแยกบริเวณผิวหน้าของโยเกิร์ต (cut surface) อีกทั้งยังทำให้ระดับสีของโยเกิร์ตไม่เหมาะสม และมีโครงสร้างที่ไม่อยู่ตัว (weak body) (นวลนภา , 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาดยี่ห้อ Fresh Corn มีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรการผลิตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

จากการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง ต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด น้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 1 , 3 และ 6 มีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำ มาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ CMC

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

จากศึกษาการพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในเรื่องชนิดธัญพืชที่เหมาะสม คือ ธัญพืชรวม (ข้าวโพด, ลูกเดือย, ถั่วแดง)

จากศึกษาการพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในเรื่องปริมาณธัญพืชที่เหมาะสม คือ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

จากศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีปริมาณ โปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 3.14 , 0.3 , 75.25 , 20 และ 0.94 ตามลำดับ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20 องศาบริกซ์ และ ค่าความเป็นกรดด่าง 4.36

จากศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีมีลักษณะข้น เนื้อแน่นและเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวพอเหมาะ มีความหอมของข้าวโพด สีเหลืองนวล มีค่าซินเนอรีซีส 0 เปอร์เซ็นต์ และมีความหนืด 807 เซนติพอยส์

จากการศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนจุลินทรีย์แลกติก เท่ากับ 1.6×10^{8} และ 2.4×10^{7} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ จำนวน ยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม

ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และจำนวนจุลินทรีย์แลกติกของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 เรื่องนมเปรี้ยว ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ CMC เป็นสารให้ความคงตัว ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง คือ มีเนื้อสัมผัสที่ไม่ดีพอเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่มีวางขายตามท้องตลาด ซึ่งอาจมีการผสมสารให้ความคงตัวหลายชนิดเข้าด้วยกัน

2. การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในห้องทดลอง เป็นการผลิตขนาดเล็ก จึงไม่สามารถทำการโฮโมจีไนเซชั่นได้ ผู้ทำการทดลองจึงมีความคิดว่าถ้าผลิตภัณฑ์ผ่านการโฮโมจีไนเซชั่นจะทำให้โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น

3. ควรเพิ่มการทดลองด้านอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ขณะเก็บรักษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก1

แบบทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

ชื่อ .....วันที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ชิมทำการประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และยี่ห้อ Malee i Corn สูตรเจ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านชอบหรือไม่ชอบอย่างไร และต้องการให้น้ำนมข้าวโพดมีลักษณะอย่างไร

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง	
สี		
กลิ่น		
เนื้อสัมผัส		
รสชาติ		
ความชอบรวม		

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชื่อ .....วันที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจำนวน 12 สูตร โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง											
สี												
กลิ่น												
เนื้อสัมผัส												
รสชาติ												
ความชอบรวม												

*หมายเหตุ

1 หมายถึง ไม่ชอบ

2 หมายถึง ชอบเล็กน้อย

3 หมายถึง ชอบปานกลาง

4 หมายถึง ชอบ

5 หมายถึง ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก3

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชื่อ .....วันที่.....

คำชี้แจง ประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมธัญพืชชนิดต่างๆ โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง			
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				
รสชาติ				
ความชอบรวม				

*หมายเหตุ

1	หมายถึง	ไม่ชอบ
2	หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
3	หมายถึง	ชอบปานกลาง
4	หมายถึง	ชอบ
5	หมายถึง	ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	177.996	7	25.428	78.344	.000
Intercept	1565.704	1	1565.704	4823.949	.000
ข้าวโพด : น้ำ	3.750E-	1	3.750E-02	.116	.734
นมผง : หางนมผง	02	3	20.738	63.892	.000
ข้าวโพด:น้ำ * นมผง: หางนมผง	62.213	3	38.582	118.871	.000
Error	115.746	232	.325		
Total	75.300	240			
	1819.000				

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	235.329	7	33.618	96.092	.000
Intercept	1596.504	1	1596.504	4563.314	.000
ข้าวโพด : น้ำ	28.704	1	28.704	82.046	.000
นมผง : หางนมผง	167.646	3	55.882	159.728	.000
ข้าวโพด:น้ำ * นมผง: หางนมผง	38.979	3	12.993	37.138	.000
Error	81.167	232	.350		
Total	1913.000	240			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	139.829	7	19.976	47.662	.000
Intercept	1425.938	1	1425.938	3402.305	.000
ข้าวโพด : น้ำ	26.004	1	26.004	62.046	.000
นมผง : หางนมผง	74.712	3	24.904	59.422	.000
ข้าวโพด:น้ำ * นมผง: หางนมผง	39.113	3	13.038	31.108	.000
Error	97.233	232	.419		
Total	1663.000	240			

ตารางผนวกที่ ข4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	245.317	7	35.045	99.965	.000
Intercept	1915.350	1	1915.350	5463.457	.000
ข้าวโพด : น้ำ	8.067	1	8.067	23.010	.000
นมผง : หางนมผง	80.317	3	26.772	76.367	.000
ข้าวโพด:น้ำ * นมผง: หางนมผง	156.933	3	52.311	149.215	.000
Error	81.333	232	.351		
Total	2242.000	240			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อหางนมผง

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	370.196	7	52.885	185.618	.000
Intercept	2082.704	1	2082.704	7309.945	.000
ข้าวโพด : น้ำ	33.004	1	33.004	115.839	.000
นมผง : หางนมผง	257.846	3	85.949	301.665	.000
ข้าวโพด:น้ำ * นมผง: หางนมผง	79.346	3	26.449	92.830	.000
Error	66.100	232	.285		
Total	2519.000	240			

ตารางผนวกที่ ข6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	212.678	5	42.536	69.290	.000
Intercept	3228.011	1	3228.011	5258.433	.000
Formular	44.022	2	22.011	35.856	.000
Stabilizer	168.656	3	56.219	91.580	.000
Error	217.311	354	.614		
Total	3658.000	360			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	16.061	5	3.212	6.687	.000
Intercept	2969.878	1	2969.878	6182.111	.000
Formular	9.789	3	3.263	6.792	.000
Stabilizer	6.272	2	3.136	6.528	.002
Error	170.061	354	.480		
Total	3156.000	360			

ตารางผนวกที่ ข8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	99.836	5	19.967	44.504	.000
Intercept	2884.336	1	2884.336	6428.693	.000
Formular	86.097	3	28.699	63.965	.000
Stabilizer	13.739	2	6.869	15.311	.000
Error	158.828	354	.449		
Total	3143.000	360			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	33.622	5	6.724	11.843	.000
Intercept	2867.378	1	2867.378	5050.009	.000
Formular	29.800	3	9.933	17.495	.000
Stabilizer	3.822	2	1.911	3.366	.036
Error	201.000	354	.568		
Total	3102.000	360			

ตารางผนวกที่ ข10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	54.475	5	10.895	27.490	.000
Intercept	3294.225	1	3294.225	8311.872	.000
Formular	54.008	3	18.003	45.424	.000
Stabilizer	.467	2	.233	.589	.556
Error	140.300	354	.396		
Total	3489.000	360			

ตารางผนวกที่ ข11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	52.356	2	26.178	65.759	.000
Intercept	700.011	1	700.011	1758.449	.000
ปริมาณสารให้ความคงตัว	52.356	2	26.178	65.759	.000
Error	34.633	87	.398		
Total	787.000	90			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	77.156	2	38.578	102.743	.000
Intercept	728.178	1	728.178	1939.331	.000
ปริมาณสารให้ความคงตัว	77.156	2	38.578	102.743	.000
Error	32.667	87	.375		
Total	838.000	90			

ตารางผนวกที่ ข13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	106.867	2	53.433	130.826	.000
Intercept	705.600	1	705.600	1727.595	.000
ปริมาณสารให้ความคงตัว	106.867	2	53.433	130.826	.000
Error	35.533	87	.408		
Total	848.000	90			

ตารางผนวกที่ ข14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	70.467	2	35.233	76.569	.000
Intercept	722.500	1	722.500	1570.129	.000
ปริมาณสารให้ความคงตัว	70.467	2	35.233	76.569	.000
Error	40.033	87	.460		
Total	833.000	90			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่สารให้ความคงตัวปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	104.467	2	52.233	145.963	.000
Intercept	774.400	1	774.400	2164.009	.000
ปริมาณสารให้ความคงตัว	104.467	2	52.233	145.963	.000
Error	31.133	87	.358		
Total	910.000	90			

ตารางผนวกที่ ข16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	74.758	3	24.919	56.421	.000
Intercept	1197.008	1	1197.008	2710.208	.000
ชนิดธัญพืช	74.758	3	24.919	56.421	.000
Error	51.233	116	.442		
Total	1323.000	120			

ตารางผนวกที่ ข17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	43.425	3	14.475	34.337	.000
Intercept	1134.675	1	1134.675	2691.663	.000
ชนิดธัญพืช	43.425	3	14.475	34.337	.000
Error	48.900	116	.422		
Total	1227.000	12			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	74.758	3	24.919	56.421	.000
Intercept	1197.008	1	1197.008	2710.208	.000
ชนิดธัญพืช	74.758	3	24.919	56.421	.000
Error	51.233	116	.44		
Total	1323.000	120			

ตารางผนวกที่ ข19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	78.833	3	26.278	98.754	.000
Intercept	1116.300	1	1116.300	4195.166	.000
ชนิดธัญพืช	78.833	3	26.278	98.754	.000
Error	30.867	116	.266		
Total	1226.000	120			

ตารางผนวกที่ ข20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ชนิดธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	103.133	3	34.378	125.931	.000
Intercept	1153.200	1	1153.200	4224.354	.000
ชนิดธัญพืช	103.133	3	34.378	125.931	.000
Error	31.667	116	.273		
Total	1288.000	120			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	56.267	2	28.133	64.694	.000
Intercept	1060.900	1	1060.900	2439.603	.000
ปริมาณธัญพืช	56.267	2	28.133	64.694	.000
Error	37.833	87	.435		
Total	1155.000	90			

ตารางผนวกที่ ข22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	62.489	2	31.244	86.753	.000
Intercept	728.178	1	728.178	2021.855	.000
ปริมาณธัญพืช	62.489	2	31.244	86.753	.000
Error	31.333	87	.360		
Total	822.000	90			

ตารางผนวกที่ ข23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	140.689	2	70.344	317.645	.000
Intercept	822.044	1	822.044	3712.000	.000
ปริมาณธัญพืช	140.689	2	70.344	317.645	.000
Error	19.267	87	.221		
Total	982.000	90			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข24 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	44.822	2	22.411	69.222	.000
Intercept	804.011	1	804.011	2483.395	.000
ปริมาณธัญพืช	44.822	2	22.411	69.222	.000
Error	28.167	87	.324		
Total	877.000	90			

ตารางผนวกที่ ข25 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใส่ปริมาณธัญพืชต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	65.489	2	32.744	163.722	.000
Intercept	871.111	1	871.111	4355.556	.000
ปริมาณธัญพืช	65.489	2	32.744	163.722	.000
Error	17.400	87	.200		
Total	954.000	90			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

1. การหาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000) โดยใช้ชุดเครื่องมือ BUCHI

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม เตรียมโดยละลายบรอมกลีซอลกรีน 0.2 กรัมใน แอลกอฮอล์ ร้อยละ 75 และละลายเมธิลเรด 0.2 กรัมในแอลกอฮอล์ ร้อยละ 75 แล้วนำสารละลายมาผสมในอัตราส่วน 1 : 2 โดยปริมาตร

2. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยละลายกรดบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3. สารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยเจือจางไฮโดรคลอริกเข้มข้น 8.2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น นำไปเทียบหาค่ามาตรฐานโดยไทเทรตกับโซเดียมคาร์บอเนต

4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 (Commercial Grade) ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

5. สารคะตะไลท์ เตรียมโดยชั่งคอปเปอร์ซัลเฟตผสม 1 กรัมกับไดโพแทสเซียมซัลเฟต 9 กรัม ผสมให้เข้ากัน

6. กรดซัลฟูริกเข้มข้น

7. ชุดวิเคราะห์โปรตีน Buchi-Kjedahl systems

8. digestion flask

วิธีการทดลอง

1. เตรียมขวด Kjedahl ที่แห้งและสะอาด ใส่ glass beads 3 ชิ้น เพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง เติมคะตะไลท์ 10 กรัม และตัวอย่างโยเกิร์ต 5 กรัม ที่ชั่งละเอียดถึง ± 1 มิลลิกรัม

2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปตั้งบนเตาเพื่อย่อยด้วยความร้อนจนกระทั่งได้เป็นสารละลายของเหลวใสสีเขียว

3. หลังจากย่อยเสร็จ ปิดสวิทซ์ เครื่องย่อยแล้วทิ้งไว้ให้เย็น แต่ยังคงเปิดปั๊มเพื่อดูดไอกรดจนกระทั่งไอกรดหมด

4. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

5. ตวงกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 50 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ หยดอินดิเคเตอร์ 4 หยด เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายสีชมพูใส นำไปตั้งไว้ที่ตำแหน่งในเครื่องกลั่น แล้ว ปรับให้ปลายคอนเดนเซอร์จุ่มในขวดที่มีกรดบอริกอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ต่อขวด Kjedahl เข้ากับคอนเดนเซอร์ ปิดหน้าต่างป้องกัน ตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่น กดปุ่มควบคุมปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ไหลลงมาช้าๆ ปริมาตร 70 มิลลิลิตร

7. กดปุ่ม start เพื่อเริ่มการย่อย เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะได้สารละลายสีเขียวใส เลื่อนหน้าต่างป้องกันขึ้นเพื่อถอดขวด Kjedahl ออก ยกปลายคอนเดนเซอร์ขึ้นและฉีดปลายด้านนอก-ใน ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย นำสารละลายที่กลั่นได้มาไทเทรตกับสารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มัล จนได้จุดยุติสีชมพู

8. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทนตัวอย่างโยเกิร์ต

9. วิธีคำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด

$$\% \text{ ไนโตรเจนทั้งหมด} = \frac{1.40 \times M(V_1 - V_0)}{W}$$

เมื่อ N = Molarity ของ HCl

V_1 = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

V_0 = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไทเทรตกับ blank

W = น้ำหนัก (กรัม)ตัวอย่าง)

% โปรตีน (โดยน้ำหนัก) = % ไนโตรเจนทั้งหมด x 6.38

หมายเหตุ ความถูกต้องของการวิเคราะห์ ความเบี่ยงเบนของการทดลอง 2 ซ้ำไม่ควรมากกว่า 0.005 % ไนโตรเจน

2. การหาปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) โดย Gerber Method

สารเคมีและอุปกรณ์

1. ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์
2. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 28 %
3. กรดไฮโดรคลอริกความหนาแน่น 1.815 ± 0.002 กรัม/มิลลิลิตร
4. Standard milk pipette ขนาด 10.75 มิลลิลิตร
5. Standard Gerber Butyrometer 7 % พร้อม Lock stopper

วิธีการทดลอง

1. ผสมโดยคนตัวอย่างแต่ไม่ควรคนแรงเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการแยกชั้นของครีมหรือเม็ดเนย อุ่นโยเกิร์ตด้วยอุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส ช่วยให้ผสมได้ง่ายขึ้น ผสมทันทีก่อนชั่งตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

2. ชั่งโยเกิร์ต 5 ± 0.01 กรัม (20 องศาเซลเซียส) ลงในหลอด Butyrometer โดยไม่ให้เลอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังหลอด

3. เติมน้ำร้อนประมาณ 6 มิลลิลิตร เพื่อเจือจางตัวอย่าง ตามด้วยกรดซัลฟูริก 10 มิลลิลิตร และไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติมน้ำร้อนให้ปริมาตรของเหลวในหลอดอยู่ต่ำกว่า " บ่า " ของหลอดรประมาณ 5 มิลลิลิตร ปิดจุกให้แน่นโดยไม่ผสมของเหลวในหลอด

4. เขย่าหลอด Butyrometer จนของเหลวในหลอดผสมกันดี คว่ำหลอดไปมา 1-2 ครั้ง ขณะเขย่า

5. แช่หลอด Butyrometer ใน Water bath (65 ± 2 องศาเซลเซียส) นานไม่น้อยกว่า 10 นาที โดยจุกหลอดอยู่ด้านล่าง และให้ระดับน้ำสูงกว่าระดับของเหลวในหลอด

6. นำไปหมุนเหวี่ยงทันทีด้วยความเร็ว 1100 rpm. นาน 5 นาที

7. แช่หลอด Butyrometer ใน Water bath (65 ± 2 องศาเซลเซียส) นานไม่น้อยกว่า 3 นาที อาจจำเป็นต้องปรับจุกหลอด เพื่ออ่านเปอร์เซ็นต์ไขมันได้ง่าย

8. อ่านเปอร์เซ็นต์ไขมันทันทีที่นำหลอด Butyrometer ออกจาก Water bath ถ้าพบว่าระดับไขมันที่ติดอยู่กับส่วนของกรดไม่ชัดเจนให้ทำการทดลองเหมือนในข้อ 6 และ 7 อีกครั้ง พยายามปรับให้ส่วนกว้างที่สุดของจุกอยู่ในระดับคอหลอดก่อนนำไปหมุนเหวี่ยง

3. การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. อะลูมิเนียมแคนพร้อมฝา นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำมาใส่โถอบแห้ง

วิธีการทดลอง

1. นำอะลูมิเนียมแคนไปชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนปริมาณ 5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

2. นำตัวอย่างไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นำมาใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำตัวอย่างไปอบซ้ำอีก ชั่งจนได้น้ำหนักคงที่

3. วิธีคำนวณปริมาณความชื้น

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

เมื่อ W = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคน (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองที่หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำมาใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการทดลอง

1. ชั่งกระดาษกรองที่หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ที่อบแล้ว จดน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งโยเกิร์ตลงบนกระดาษกรอง 5 กรัม นำไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำมาใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่
3. วิธีคำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมด

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

เมื่อ W = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคน (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

5. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน เตรียมโดยละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 จำนวน 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทีละหยด จนหยดแรกให้สีชมพู เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 200 มิลลิลิตร
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

วิธีการทดลอง

1. ชั่งโยเกิร์ตจำนวน 9 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มคาร์บอนไดออกไซด์ออกแล้ว 18 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
2. นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้สีชมพูอ่อนที่คงทนนาน 30 วินาที
3. วิธีคำนวณปริมาณกรดแลคติก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์ความเป็นกรดโดยวิธี pH meter

สารเคมีและอุปกรณ์

1. pH meter
2. Standard buffer pH 4.0, pH 7.0

วิธีการทดลอง

1. Standardize เครื่อง pH meter ด้วย Standard buffer pH 4.0 และ 7.0 เตรียมโยเกิร์ตให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
2. จุ่ม probe ลงในตัวอย่าง นาน 30 วินาที จากนั้นกดปุ่ม run enter เพื่ออ่านค่า pH (AR จะต้องหยุดกระพริบ)

7. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

สารเคมีและอุปกรณ์

1. Hand Refractometer N1

วิธีการทดลอง

1. นำ Hand Refractometer เปิดตรงฝาที่ปิดแผ่นหน้า หยดตัวอย่างลงไปประมาณ 2 หยด ปิดฝา
2. อ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

1. การวัดค่าสี L, a และ b

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี Chromameter รุ่น DP 301

วิธีการทดลอง

1. เทียบมาตรฐาน (standardize) เครื่อง โดยใช้ Standard White plate
2. วัดค่าตัวอย่างอ้างอิง และกำหนดค่าต่างๆ ของตัวอย่าง
3. นำโยเกิร์ตใส่ถ้วยแก้ว นำมาวัดค่าสี โดยค่าที่ได้จะปรากฏให้ทราบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นค่า **L, a และ b**

2. การตรวจสอบ syneresis ของโยเกิร์ต (จงกลนี, 2540)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กระดาษกรอง Whatman No. 1 (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร)
2. กรวยแก้ว
3. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

1. ชั่งโยเกิร์ตทั้งถ้วยและชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่ จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. เทโยเกิร์ตทั้งถ้วยลงในกรวยแก้วที่มีกระดาษกรอง Whatman No. 1 (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร) ซึ่งวางอยู่บนขวดรูปชมพู่เพื่อรองรับน้ำที่แยกออกมา จับเวลา 1 ชั่วโมงแล้วยกกรวยออก ชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่ซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วยอีกครั้ง
3. วิธีคำนวณการเกิด syneresis

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวัดความหนืด

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่อง Brookfield Digital Viscometer รุ่น DV III

วิธีการทดลอง

1. ทำการติดตั้งเครื่องกับเสาแกนตั้ง ปรับฟองอากาศในช่องกระจกให้อยู่ตรงกลางโดยปรับที่ล้อหมุนใต้เสาแกนตั้ง
2. นำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ให้มีปริมาณมากพอ
3. เปิดสวิทซ์เครื่อง เลือกใส่หัวหมุน (spindle) ให้เหมาะสมกับตัวอย่าง ทำการใส่ค่าของขนาดหัวหมุน (select spindle) และค่าความเร็วที่ใช้ (select speed) จากนั้นกด select display เครื่องจะแสดงค่าความหนืดของตัวอย่าง
4. อ่านค่าความหนืดเป็น CP Viscosity (centipoises, cp) โดยค่าที่ถูกต้อง % Viscometer Torque ควรเข้าใกล้ 100 เปอร์เซนต์มากที่สุด เมื่อใช้หัวหมุน และความเร็วที่เหมาะสม กรณีที่บนจอภาพปรากฏ % EEE %? หรือ % - แสดงว่าใช้หัวหมุน และความเร็วไม่เหมาะสม ให้กด motor off แล้วรอให้เข็มหยุดหมุน แล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวหมุนที่ใช้

4. ลักษณะปรากฏ

วิธีการทดลอง

1. ดูลักษณะภายนอกของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS เตรียมโดย
3. เพลท
4. ปิเปต
5. หลอดทดลองพร้อมฝา
6. Vortex
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์
8. แท่งแก้วรูปตัวแอล

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เทลงในจานเพาะเชื้อ นำไป dry plate
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 0.1 มิลลิลิตร ทำการ spread plate
4. บ่มที่ jar aerobic เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะโคโลนีสีขาวขุ่นล้อมรอบด้วย clear zone ที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกในรูปโคโลนี/กรัม
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เตรียมโดยชั่ง Tryptone 5 กรัม Yeast extract 2.5 กรัม Dextrose 1 กรัม นำไปละลายในน้ำกลั่นต้มอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส คนให้เข้ากัน จากนั้นเติม agar 15 กรัม คนให้ละลาย แล้วยกลง ถ่ายใส่ขวดที่มีฝาปิด นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
3. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
4. เพลท
5. ปิเปต
6. หลอดทดลองพร้อมฝา
7. Vortex
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส
3. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส โดยใช้เทคนิค pour plate
4. คว่ำเพลท แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูปโคโลนี/กรัม
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เตรียมโดยชั่ง Potato Infusion 200 กรัม Drextrose 20 กรัม และ agar 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ถ่ายใส่ขวดที่มีฝาปิด นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที, Potato Infusion เตรียมโดยต้มมันฝรั่งที่หั่นโดยไม่ได้ปอกเปลือกจำนวน 200 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร เป็นเวลา 30 นาที กรองเอาเนื้อมันฝรั่งออก เก็บน้ำต้มมันฝรั่งไว้ใช้ละลายส่วนผสมทั้งหมด

3. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

4. เพลท

5. ปิเปต

6. หลอดทดลองพร้อมฝา

7. Vortex

8. ตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม

2. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส

3. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส โดยใช้เทคนิก pour plate

4. คว่ำเพลท แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนยีสต์และราในรูปโคโลนี/กรัม

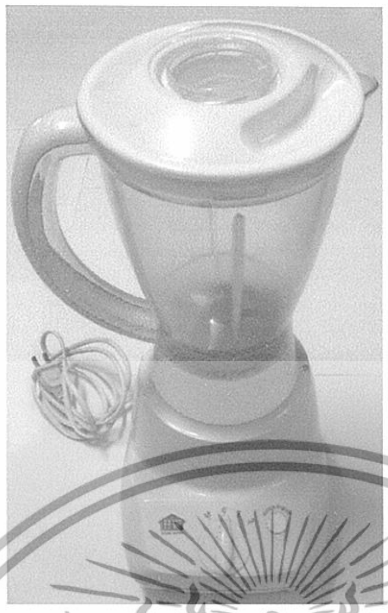
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

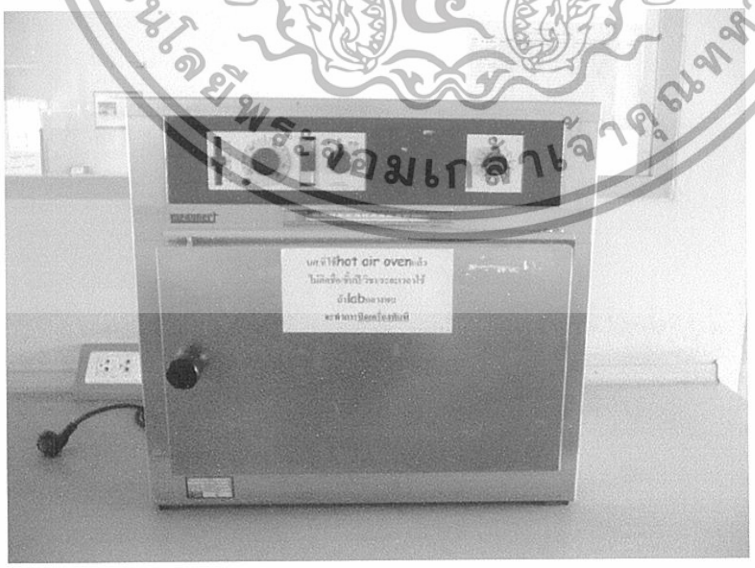
ภาคผนวก ฉ

ภาพแสดงอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

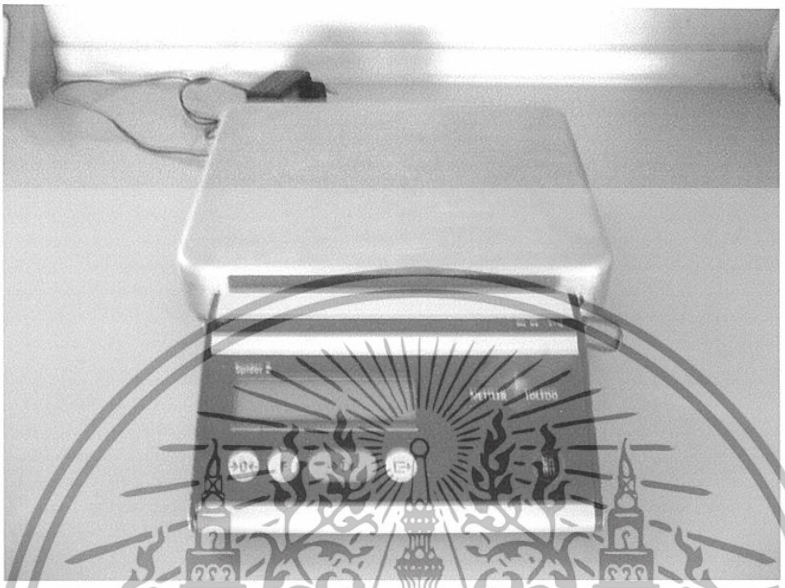


ภาพผนวกที่ ฉ1 เครื่องตีป่นยี่ห้อ House Worth



ภาพผนวกที่ ฉ2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ Memmert

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ ฉ3 เครื่องชั่งละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ ฉ4 น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn

ภาพผนวกที่ ฉ5 น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Malee i Corn สูตรเจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ ฉ6 น้ำนมข้าวโพด

ภาพผนวกที่ ฉ7 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรธัญพืชรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ข้าวโพด. (online). เข้าถึงได้ที่ :http://www.158.108.200.11/agron/lesson4.shtml

คุณประโยชน์จากโยเกิร์ต. (online). เข้าถึงได้ที่ :http://www.goodhealth.co.th

จงกลนี แววหงษ์. 2540. **ผลของสารออกทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในว่านหางจระเข้ที่มีต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการทำโยเกิร์ต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนิดของข้าวโพด. (online).เข้าถึงได้ที่ :http://www.rid.go.th/attatch_branch/qcorn.html

นวลนภา อัคสินธวังกูร. 2546. **การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพมหานคร.

ประโยชน์ของโยเกิร์ต. (online). เข้าถึงได้ที่ :http://www.student/web42106/504/504-2839/faq.html

ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. 2542. **โยเกิร์ต.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

วุฒิชัย นาครักษา. 2535. **เทคโนโลยีธัญพืช.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

สุภาภรณ์ มณีศรี และ อัฏพล ศรีหิรัญ. 2543. **โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด.** ปัญหาพิเศษภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมชาย ประภาวัต, อุดม กาญจนปกรณ์ , มาลัย บุญรัตนกรกิจ , ช่อลัดดา เที่ยงพุก , สุรีพันธุ์ บุญวิสุทธิ์ และสมศรี ภู่สีม่วง. 2539. **การผลิตเครื่องดื่มข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดหวานและซังข้าวโพด.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **นมเปรี้ยว.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 2146-2546). กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพ ฯ.

Robinson, R.K. and A.Y. Tamine. 1981. **Microbiology of Fermented Milks**. In Dairy Microbiology of Milk Products. R.K. Robinson (Editor) Applied Science Publishers. London.

AOAC. 1990. **Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, Virginia.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, Virginia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้