ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2172

T096662

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารให้ความคงตัวต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

(Effect of Stabilizer on Corn Milk based Yoghurt Production)

วศ.
ร 329ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96662
วัน.เดือน,ปี 4 JUN 2009

b 11 7788 42
i.....

จัดทำโดย

นางสาวสุตาภา พัฒนบุญทรัพย์ รหัสนักศึกษา 46041054

นางสาวนุชจรี กัลยาลอง รหัสนักศึกษา 46041061

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(อาจารย์สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

20 / 3 / 50

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารให้ความคงตัวต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

(Effect of Stabilizer on Corn Milk based Yoghurt Production)

โดย

นางสาวฐิตาภา พัฒนบุญทรัพย์ รหัสนักศึกษา 46041054

นางสาวนุชจรี กัลยาลอง รหัสนักศึกษา 46041061

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....

วัน,เดือน,ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐิตาภา พัฒนบุญทรัพย์ และนุชจรี กัลยาลอง : ผลของสารให้ความคงตัวต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด (Effect of Stabilizer on Corn Milk based Yoghurt Production)
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา. 85 หน้า

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่าผู้ทดสอบชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำ (1:2) เติมน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม ได้แก่ CMC แป้งข้าวโพด เจลาติน เพกติน และโซเดียมอัลจิเนตที่ระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค 3 อันดับแรกคือ เจลาติน แป้งข้าวโพด และเพกติน ตามลำดับ และจากการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ แป้งข้าวโพด 0.8 เปอร์เซ็นต์ และเพกติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคตามลำดับ เมื่อทำการศึกษาอัตราส่วนของสารให้ความคงตัวผสมระหว่าง 2 ชนิด พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาติน : แป้งข้าวโพด (1:2) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดใกล้เคียงกับโยเกิร์ตรสธรรมชาติของท้องตลาด และมีรสชาติที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด อีกทั้งยังได้มีการเติมธัญพืชรวม ได้แก่ ถั่วแดง ลูกเดือย และข้าวโพดที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีลักษณะข้น เนื้อแน่น กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวและหวานพอเหมาะ มีความหอมของข้าวโพด สีเหลืองนวล มีค่าการเกิดซินเนอรีซีส ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0, 3.11, 1.31, 69.78, 17.26 และ 0.91 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 16 องศาบริกซ์ ค่าความหนืด 4,464 เซนติพอยส์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.30 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก เท่ากับ 1.02×10^9 และ 1.76×10^8 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ในขั้นตอนสุดท้ายทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่าลักษณะปรากฏ สี และลักษณะเนื้อสัมผัสจากการคน ยังคงมีลักษณะที่ดีเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นความหอมของข้าวโพดลดลง มีกลิ่นไม่พึงประสงค์เพียงเล็กน้อย และเกิดซินเนอรีซีส ร้อยละ 0.93 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 21 วัน ส่วนปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียแลคติก มีแนวโน้มลดลง จำนวนยีสต์และราตรวจพบน้อยกว่า 300 โคโลนีต่อกรัมเมื่ออายุการเก็บรักษาที่ 7-21 วัน โดยปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรด มีค่าอยู่ในภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมเปรี้ยวของสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ส่วนจำนวนยีสต์และราที่ตรวจพบมีค่าอยู่ในมาตรฐานของกฎหมายอาหารเรื่องปริมาณยีสต์และราที่ปนเปื้อนในโยเกิร์ต

จิตกร พัฒนบุญทวีโชค		
พชรี กัสมาลง		20 / 3 / 50
ลายมือชื่อนักศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา	วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องการพัฒนาสูตรการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่เสียสละเวลา คอยให้คำแนะนำ และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดี รวมถึงการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยให้ความร่วมมือในการชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำให้การปฏิบัติงานผ่านไปได้ด้วยดี

ฐิตาภา พัฒนบุญทรัพย์

นุชจรี กัลยาลอง

มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	3
2.1 ข้าวโพด	4
2.2 ข้าวโพดหวาน	4
2.3 องค์ประกอบของข้าวโพดหวาน	5
2.4 โยเกิร์ต	6
ชนิดของโยเกิร์ต	6
กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต	6
จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต	12
คุณประโยชน์จากโยเกิร์ต	15
2.5 สารให้ความคงตัว	16
คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	16
เจลาติน	17
แป้งข้าวโพด	18
เพกติน	18
โซเดียมอัลจิเนต	19
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	21
3.1 วัตถุดิบ	21
3.2 อุปกรณ์	21
3.3 สารเคมี	22
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	22
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้าง	42
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก	44
ภาคผนวก ข	49
ภาคผนวก ค	63
ภาคผนวก ง	69
ภาคผนวก จ	72
ภาคผนวก ฉ	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของข้าวโพดหวาน	6
2	ผลทางสถิติของการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกลโดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5	25
3	ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	26
4	ผลการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	27
5	ผลการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	29
6	ผลของการวัดความหนืดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมสารให้ความคงตัว 2 ชนิดในปริมาณต่างๆ และโยเกิร์ตรสธรรมชาติของท้องตลาด	31
7	ผลการศึกษาอัตราส่วนของสารให้ความคงตัว 2 ชนิดต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	32
8	การเปรียบเทียบการใช้สารให้ความคงตัวหนึ่งและสองชนิด	33
9	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี	34
9ก	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	77
10	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	37
11	เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียแลคติก จำนวนยีสต์และราในผลิตภัณฑ์มื่ออายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน	38
11ก	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ทั้งหมดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	78
11ข	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์แบคทีแลคติกของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	79
11ค	ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ยีสต์และราของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	80
12	ตัวอย่างบันทึกผลการคำนวณจุลินทรีย์	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข1	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ	50
ข2	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ	50
ข3	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ	51
ข4	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ	51
ข5	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ	52
ข6	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	52
ข7	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	53
ข8	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	53
ข9	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	54
ข10	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน	54
ข11	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	55
ข12	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	55
ข13	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	56
ข14	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข15	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน	57
ข16	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน	57
ข17	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน	58
ข18	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน	58
ข19	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน	59
ข20	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน	59
ข21	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด	60
ข22	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด	60
ข23	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด	61
ข24	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด	61
ข25	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพผนวกที่		หน้า
ฉ1	เครื่องตีป่นยี่ห้อ Moulinex	82
ฉ2	เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	82
ฉ3	เครื่องชั่งละเอียด	83
ฉ4	เครื่องบ่มโยเกิร์ต	83
ฉ5	เครื่องกลั่นโปรตีนยี่ห้อ BUCHI	84
ฉ6	เครื่องสกัดไขมันยี่ห้อ Gerhardt	84
ฉ7	โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดผสมธัญพืช	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ข้าวโพดเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกมากในประเทศไทย และมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันประเทศไทยผลิตข้าวโพดได้เกินปริมาณความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงส่งออกไปขายยังตลาดต่างประเทศแต่ก็ประสบปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทั้งทางด้านราคาส่งออก ปริมาณการส่งออก และการกีดกันทางการค้า ดังนั้นจึงมีการนำข้าวโพดมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงได้เกิดแนวคิดการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยนำเอาน้ำนมข้าวโพดมาผสมกับนมผงแล้วหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มผลิตกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus bulgaricus* และ *Steptococcus thermophilus* ซึ่งสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้โปรตีนนมตกตะกอนเกิดเป็นเคิร์ด (curd) ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว และยังมีการเติมสารให้ความคงตัว (Stabilizer) ซึ่งวัตถุประสงค์หลักในการเติมสารให้ความคงตัวในโยเกิร์ต เพื่อรักษาให้ลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องการในโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส (body and texture) ความหนืด ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจลและช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของน้ำหางนม (whey) หรือที่เรียกว่า syneresis เป็นต้น นอกจากนี้สารให้ความคงตัวยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ โดยทำให้เจลในน้ำนมมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิดซินเนอรีซีสลดลง คุณสมบัติที่ดีของสารให้ความคงตัว คือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และการกระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักนม สำหรับสารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารให้ความคงตัว เช่น เจลาติน vegetable gum (carboxymethyl cellulose, locustbean และ guar) และ seaweed gum (alginates และ carrageenans) เป็นต้น (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532)

คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมข้าวโพดยังไม่ดีนักเมื่อเปรียบเทียบกับนมวัว เนื่องจากข้าวโพดมีโปรตีนในปริมาณน้อย มี Lysine และ Methionine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนขั้นต่ำสุดที่จำเป็นต่อร่างกายต่ำ จึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพโปรตีน โดยการนำไปผสมกับนมวัวหรือนมถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนให้ดีขึ้น ดังนั้นในการทำน้ำนมข้าวโพดจึงต้องมีการเติมโปรตีนของนมผงหรือนมถั่วเหลืองลงไป เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนข้าวโพดให้ดีขึ้น (จิรายุ และคณะ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์นมหมักได้รับความสนใจอย่างมากจากรายงานทางการแพทย์ รายงานเหล่านี้แนะนำว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารหมัก เช่น โยเกิร์ต จะทำให้อายุยืนยาวขึ้นโดยช่วยบรรเทาอาการและลดการเกิดอาการแพ้จากการเกิดการปรับกลไกการเพิ่มภูมิคุ้มกัน เนื่องจากแบคทีเรียในโยเกิร์ตสามารถลดการทำงานของแบคทีเรียชนิดอื่นได้ โดยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในโยเกิร์ตสามารถทนต่อสภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำได้ ในขณะที่แบคทีเรียส่วนใหญ่มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการทำกิจกรรมในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างปานกลาง นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกในโยเกิร์ตยังสามารถผลิตกรด ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และสารซึ่งทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์ เช่น ไนซิน นอกเหนือจากประโยชน์ที่กล่าวมาแล้วการบริโภคโยเกิร์ตยังมีผลต่อผู้แพ้แลคโตสหรือผู้ที่มีปัญหาในการย่อยแลคโตส ซึ่งหมายถึงผู้ที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลในนมคือแลคโตสได้ ซึ่งบุคคลเหล่านี้มีจำนวนมากในโลก โดยจุลินทรีย์ซึ่งเป็นเชื้อเริ่มต้นในโยเกิร์ตจะผลิตเอนไซม์เบต้า-กาแลกโตซิเดส เพื่อย่อยโมเลกุลของแลคโตสในลำไส้เล็ก ฉะนั้นโยเกิร์ตจึงมีประโยชน์มากสำหรับผู้ที่มีปัญหาในการย่อยแลคโตส (Wirjantoro และ อภิรักษ์, 2548)

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด
2. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ข้าวโพด (จิรายุ และคณะ, 2548)

ชื่อวิทยาศาสตร์ Zea mays

การจำแนกทางพฤกษศาสตร์

Class	Angiospermae
Subclass	Monocotyledonae
Family	Gramineae
Genus	Zea
Species	mays

ลักษณะทางพฤกษศาตร์

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 และรากที่เกิดจากข้อเหนือดิน เรียกว่า รากอากาศ (aerial root, brace root หรือ buttress root)

ลำต้น

ลำต้นข้าวโพด เรียกว่า culm หรือ stalk ตั้งตรงและค่อนข้างกลมกลม 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 (laef blade) บริเวณรอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบ (leaf collar) มีเยื่อกันน้ำหรือลิ้นใบ (ligule) หูใบหรือเขี้ยวใบ (auricle) ระหว่างฝักกับลำต้นพบส่วนที่มีลักษณะคล้ายใบแต่มีเส้นกลางใบ มีลักษณะเป็นเส้นสัน 2 สัน เรียกว่า prophyllum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่อดอกและดอก

ข้าวโพดเป็นพืชที่มีช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่อยู่คนละตำแหน่ง เรียกว่า monoecious plant

ช่อดอกตัวผู้ (staminate inflorescemce) 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) แต่ละกลุ่มย่อยมีดอกย่อย (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 เยื่อรองรังไข่ และเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (rudimentary stamen) ส่วนของเกสรตัวเมียที่รับละอองเกสรตัวผู้เรียกว่า ไหม (silk)

ผลและเมล็ด

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

2.2 ข้าวโพดหวาน (Wirjantoro และ อภิรักษ์, 2548)

ในประเทศไทยมีการปลูกข้าวโพดหวานตลอดทั้งปีโดยจะให้ผลผลิตสูงสุดในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม และจังหวัดที่มีการเพาะปลูกข้าวโพดหวานมากคือ เชียงใหม่ ราชบุรี สุพรรณบุรี และบุรีรัมย์

การแปรรูปข้าวโพดหวานในระดับอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักทำการแปรรูปในลักษณะข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องและข้าวโพดหวานแช่แข็ง โดยประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานรายใหญ่ของโลก โดยมีปริมาณการส่งออกข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง 20,000 ตัน/ปี หรือคิดเป็นมูลค่ามากกว่า 600 ล้านบาท และข้าวโพดหวานแช่แข็งมีการส่งออกประมาณ 1,000 ตัน/ปี หรือคิดเป็นมูลค่ามากกว่า 50 ล้านบาท นอกจากผลิตภัณฑ์สองชนิดแล้ว ในประเทศไทยยังมีการนำข้าวโพดหวานมาแปรรูปเป็นน้ำนมข้าวโพดซึ่งปัจจุบันมีการจำหน่ายเป็นการค้าทั้งในรูปแบบน้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์ สเตอรอไลส์และยู เอช ที อีกทั้งยังมีการจำหน่ายข้าวโพดหวานในลักษณะฝักสดที่ผ่านการนึ่งแล้วซึ่งได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างมากตามตลาดสดและสามารถซื้อหาได้ง่าย

ในปี 2545 ข้าวโพดหวานในประเทศไทยประมาณ 50% ถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดหวาน เพราะฉะนั้นเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวานจะมีรายได้ที่แน่นอนจากการปลูกข้าวโพดหวานเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรม

ข้าวโพดหวานที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ ได้แก่ เอทีเอส-1 เอทีเอส-2 เอทีเอส-5 สองสีสุวรรณ-1 สุวรรณ-3 ไฮบริด สวีท-50และสวีท-45 ข้าวโพดหวานพันธุ์ที่ปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ คือ เอทีเอส-2 และเอทีเอส-5 เนื่องจากให้ผลผลิตต่อไร่สูงและฝักมีคุณภาพดี นอกจากนี้ข้าวโพดหวานทั้ง 2 พันธุ์ดังกล่าวได้รับความนิยมมากในปี 2542 และ 2546 ตามลำดับ ข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 ให้ผลผลิตสูง น้ำหนักต่อฝักสูงกว่าและมีความหวานมากกว่าข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-2 ยกตัวอย่างเช่น น้ำหนักต่อฝักของข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 และเอทีเอส-2 คือ 500 กรัม และ 200 กรัม ตามลำดับ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 และเอทีเอส-2 คือ 14-16 และ 15 องศาบริกซ์ ตามลำดับ

2.3 องค์ประกอบของข้าวโพดหวาน (Wirjantoro และ อภิรักษ์, 2548)

ข้าวโพดหวานมีปริมาณน้ำตาลสูงโดยเฉพาะน้ำตาลซูโครสและฟรุกโตส โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 20.6% (น้ำหนักเปียก, ตารางที่ 1) ข้าวโพดหวานมีคุณภาพด้านการรับประทาน (eating quality) สูง และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เนื่องจากมีกลิ่นรสหอม ซึ่งกลิ่นรสในข้าวโพดหวานประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด ได้แก่ เอทานอล (ethanol) อะซีทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) เมทานีไทออล (methanethiol) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogensulfide) และไดเมทิลซัลไฟด์ (dimentyl sulfide; DMS) ซึ่งไดเมทิลซัลไฟด์เป็นสารประกอบที่มีความสำคัญมากที่สุดในกลิ่นรสของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงมีความเหมาะสมในการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวโพดบรรจุกระป๋อง ข้าวโพดแช่แข็งและน้ำนมข้าวโพด จากรายงานที่ผ่านมาได้แสดงองค์ประกอบของข้าวโพดหวานดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดหวาน

องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)	
	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักเปียก
โปรตีน	9.90-13.31	2.18-3.20
คาร์โบไฮเดรต	76.00-79.12	18.45-19.02
ไขมัน	4.91-5.20	1.18-1.26
เส้นใย	2.10-9.57	0.51-2.30
วิตามินซี	$(2.20\text{-}3.10) \times 10^{-2}$	$(5.4\text{-}7.6) \times 10^{-3}$

ที่มา: Wirjantoro และ อภิรักษ์, 2548

โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบหลักในข้าวโพดหวานคือ เซอีน (Zein) หรือ โปรลามิน (Prolamins) และคอร์น กลูเตลิน (Corn glutelin) เซอีนเป็นโปรตีนที่ละลายในแอลกอฮอล์ ในขณะที่กลูเตลินละลายในด่าง และสำหรับสารประกอบคาร์โบไฮเดรตหลักในข้าวโพดหวานคือซูโครส และฟรุกโตสซึ่งมีผลให้ข้าวโพดมีรสหวาน ข้าวโพดหวานมีไขมันเป็นองค์ประกอบ 1.18-1.26% ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว 83.0% ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดลิโนเลอิก (linoleic acid; C 18:2) 57.4% อย่างไรก็ตามคุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดหวานขึ้นอยู่กับพันธุ์ และช่วงอายุการเก็บเกี่ยว (Wirjantoro และ อภิรักษ์, 2548)

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 Yighurt) มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5%

2. กรรมวิธีการผลิต (method of production)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตโยเกิร์ตในอุตสาหกรรมมี 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ set yoghurt และ stirred yoghurt ขึ้นกับระบบการผลิตและโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) โดยที่set yoghurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุ (สำหรับการจำหน่ายปลีก) ลักษณะของมวลที่ตกตะกอนที่ได้เป็นมวลเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว ส่วน stirred yoghurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของมวลที่ตกตะกอนที่ได้จะแตกหรือแยกจากกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุตัวอย่างหนึ่งของโยเกิร์ตประเภท stirred yoghurt ได้แก่ นมเปรี้ยวหรือ fluid yoghurt ซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11% หรือน้อยกว่า เป็นต้น

3. กลิ่นรส (flavor)

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

4. กระบวนการหลังการหมัก (post-incubation processing)

ภายหลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้เข้มข้น การทำแห้งหรือวิธีอื่นๆ ซึ่งสารให้กลิ่นรส สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัวและสีสามารถเติมลงในผลิตภัณฑ์ใดก็ได้ และในกรณีของ fluid yoghurt จะผลิตจากนมขาดไขมันที่มีปริมาณของแข็งตามต้องการ

2.4.2 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต (Production of Yoghurt) (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

1. การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น (plelimimary ingredient preparation)

เนื่องจากองค์ประกอบของนมที่ได้จากสัตว์ชนิดต่างๆ แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำมาผ่านการหมักจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น เมื่อไขมันในนมมีปริมาณสูงกว่า จะให้โยเกิร์ตที่มีความเป็นครีมสูงตามไปด้วย เป็นต้น นอกจากนี้แล้วน้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในนมจะใช้เป็นแหล่งอาหารของหัวเชื้อโยเกิร์ต ส่วนโปรตีนก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดตะกอนเป็น coagulum ซึ่งมีผลเกี่ยวกับความหนืด (consistency/viscosity) ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานจึงจำเป็นต้องปรับคุณภาพของนมก่อนการหมัก ดังนี้

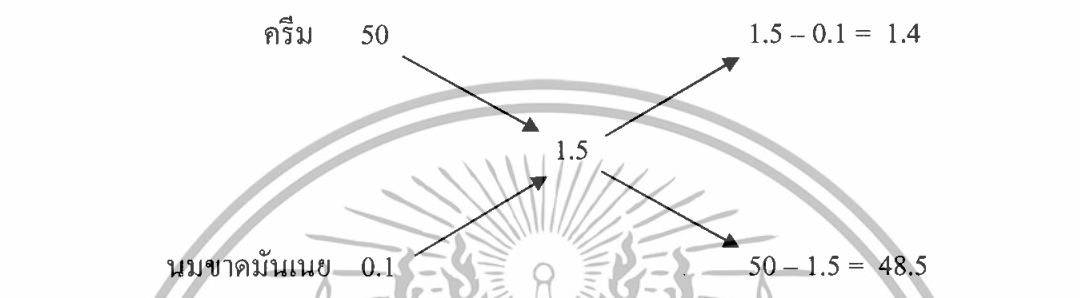
การปรับปริมาณไขมันในนม

ในประเทศอังกฤษ ปริมาณไขมันเนยโดยเฉลี่ยในนมจะอยู่ระหว่าง 3.7-4.2% แต่ปริมาณไขมันในโยเกิร์ตโดยเฉลี่ย 1.5% (สำหรับ medium-fat yoghurt) หรือ 0.5% (สำหรับ low-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fat yighurt) ในการปรับปริมาณไขมันในนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตจะใช้หลักการของเปียสัน สแควร์ ซึ่งมีรายละเอียดอย่างสังเขป ดังนี้

ตัวอย่าง จะต้องใช้ครีม (50% ไขมัน) และนมขาดมันเนย (0.1% ไขมัน) ในปริมาณเท่าใดเมื่อต้องการให้ได้นมโยเกิร์ตที่มีไขมัน 1.5% ปริมาณ 1,000 ลิตร



ดังนั้น ต้องใช้ครีม	1.4 x 1,000/ 49.9	= 28.1	ลิตร
ต้องใช้นมไขมันเนย	48.5 x 1,0002 49.9	= 971.9	ลิตร
นมที่ปรับแล้วทั้งหมด		= 1,000	ลิตร

การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (SNF) ในนม

สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีนและเกลือแร่) ในนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต จะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืดของมวลที่ตกตะกอน โดยทั่วไปปริมาณของแข็งในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตยิ่งสูงผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะมีความหนืดมากขึ้นตามไปด้วย โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีได้จากนมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid หรือ TS) เท่ากับ 15-16% ซึ่งจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 14-15% อย่างไรก็ตาม ถ้าปริมาณของแข็งทั้งหมดในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตสูงกว่า 25% ขึ้นไป จะทำให้ความชื้นลดลงและมีผลให้กิจกรรมของเชื้อลดลงด้วย การเพิ่มปริมาณของแข็งอาจกระทำได้โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความเข้มข้น การเติมนมผง, เคซีอีน, whey powder หรือ buttermilk powder เป็นต้น

การเติมสารให้ความคงตัว

วัตถุประสงค์หลักในการเติมสารให้ความคงตัว (stabilizers) ในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ทั้งนี้เพื่อรักษาให้ลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องการในโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส (body and textuer) ความหนืด ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจลและช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของน้ำหางนม (whey) หรือที่เรียกว่า syneresis เป็นต้น นอกจากนี้สารคงตัวยังช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มอายุการเก็บและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ โดยทำให้เจลในน้ำนมมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิดซินเนอรีซีสลดลง คุณสมบัติที่ดีของสารให้ความคงตัว คือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และการกระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักนม สำหรับสารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารคงตัว เช่น เจลาติน vegetable gum (carboxymethyl cellulose, locustbean และ guar) และ seaweed gum (alginates และ carrageenans) เป็นต้น

สารให้ความคงตัวเหล่านี้อาจใช้เพียง สารประกอบตัวเดียว หรือสารประกอบผสมหลายตัวซึ่งสารประกอบแบบหลังจะเป็นที่นิยมในการค้ามาก เนื่องจากสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหลายชนิดนั่นเอง

การเติมสารให้ความหวาน

สารให้ความหวานหรือที่เรียกว่า sweetener มักเติมในการผลิต fruit /flavoured yoghurt หรือใน "sweet" natural yoghurt โดยอาศัยการเติมสารให้ความหวานลงไปในของผสมโยเกิร์ตหรือเติมผลไม้ที่มีความหวานลงไป 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 โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไปในโยเกิร์ตไม่ควรเกิน 10%

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

นอกจากนี้อาจมีการเติมสารประกอบอื่นๆ ลงในนมด้วย เช่น สารกันเสีย หรือเพนิซิลลิเนสที่ใช้ทำลายสภาพของสารปฏิชีวนะเพนิซิลเลี่ยม เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตมากที่สุด

2. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homoginization)

หลังการปรับส่วนผสมของนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามต้องการแล้ว การนำนมที่ปรับแล้วมาผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะมีผลต่อคุณภาพของนม ในด้านการเป็นสารอิมัลชั่น (emulsion) ที่เป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวสามารถกระทำได้โดยให้นมผ่านเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ด้วยความเร็วสูง โดยผ่านช่องเปิดเล็กๆ ภายใต้ความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันมีผลทำให้เนื้อสัมผัสที่ได้หลังการหมักมีเนื้อเนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีม และช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้า หรือการแยกชั้นของน้ำหางนม (wheying-off)

3. การให้ความร้อน (Heat treatment)

การให้ความร้อนเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง นอกจากเพิ่มความเข้มข้นของนมแล้วยังมีผลต่อของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตดังต่อไปนี้

1) ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือจุลินทรีย์อื่นๆ ที่ไม่ต้องการ ซึ่งความร้อนที่ใช้มักเพียงพอต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่อยู่ในนมดิบเท่านั้น แต่สปอร์หรือเอนไซม์ที่ทนความร้อนได้ยังคงเหลืออยู่ในนม อย่างไรก็ตาม นมที่ผ่านความร้อนจะเป็นแหล่งเจริญเติบโตที่ดีของหัวเชื้อโยเกิร์ต

2) กำจัดอากาศที่มีอยู่ในนม เพื่อทำให้สภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแลคติกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดนี้ต้องการอากาศในปริมาณน้อย (microaerophilic)

3) เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของนม โดยทำให้โปรตีนของน้ำหางนมที่มีอยู่ในนม ซึ่งได้แก่ พวกอัลบูมินและโกลบูลินที่เสียสภาพธรรมชาติ (denature) แล้วตกตะกอน นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเคซีนเกิดเป็นร่างแห (network) ในลักษณะสามมิติขึ้นมาโดนร่างแหนี้จะจับโปรตีนของน้ำหางนมแล้วทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดมากกว่าเดิม

4) มีความเหมาะสมสำหรับการเจริญของหัวเชื้อแลคติก ที่มีกิจกรรมหมักที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง (40-45 องศาเซลเซียส)

5) ทำให้โปรตีนในนมถูกทำลาย (damage) ให้สารย่อยๆที่เป็นโมเลกุลเล็กลง (breakdown products) ซึ่งอาจเป็นสารเร่งกิจกรรมของหัวเชื้อแลคติก

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

4. กระบวนการหมัก (fermentation process)

นมที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน จะต้องทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมแล้วจึงส่งไปยังถังหมัก เพื่อทำการหมักด้วยหัวเชื้อที่เตรียมขึ้นต่อไป หัวเชื้อโยเกิร์ตจะประกอบด้วย หัวเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophilus* ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนที่เท่ากัน 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 contain) 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 เข้าด้วยกันและเกิดการตกตะกอนบางส่วน (coalesce) ออกมา ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างใกล้จุด isoelectric คือ ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.6-4.7

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

5. การทำความเย็น (cooling)

เนื่องจากการผลิตโยเกิร์ตเป็นกระบวนการทางชีวภาพ การทำให้เย็นจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อและเอนไซม์ การให้ความเย็นแก่coagulum จะเริ่มตั้งแต่ผลิตภัณฑ์มีระดับความเป็นกรดตามต้องการประมาณที่ความเป็นกรดด่าง 4.6 หรือความเข้มข้นกรดแลคติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 0.9% แต่ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของโยเกิร์ตที่ผลิต วิธีให้ความเย็น และประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อนประกอบกันด้วย

จุดประสงค์หลักของการทำให้ coagulum เย็นลงจากอุณหภูมิ 30-45 องศาเซลเซียสให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (ดีที่สุดประมาณ 5 องศาเซลเซียส) ทันทีเพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งกิจกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต

6. 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)

หัวเชื้อเป็นส่วนที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ลักษณะที่ต้องการของหัวเชื้อ คือ ปลอดจากการปนเปื้อน เจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้กลิ่นที่ต้องการ โครงสร้าง ลักษณะเนื้อดี และต้านทานต่อ phases และสารปฏิชีวนะ ในการสร้างกลิ่นรส (flavor) และลักษณะของเนื้อสัมผัส (texture) ต้องใช้หัวเชื้อผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Sterptococcus thermophilus* โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อทั้งสองชนิดนี้ในอัตราส่วนที่เท่ากัน (จำนวนเซลล์) เมื่อใช้หัวเชื้อที่แช่แข็งในการผลิตโยเกิร์ต จำเป็นต้องบ่มหัวเชื้อเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ที่ 45 องศาเซลเซียส หรือ 11 ชั่วโมงที่ 32 องศาเซเซียส หรือ 14-16 ชั่วโมงที่ 29-30 องศาเซลเซียส เสียก่อน

โดยทั่วไปหัวเชื้อที่ใช้ประกอบด้วยเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Sterptococcus thermophilus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน แบคทีเรียเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากันเมื่อใช้ร่วมกันที่เรียกว่า symbiosis โดยปกติจะใช้เชื้อทั้งสองเจริญร่วมกันภายใต้สภาวะที่ควบคุมเพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีสมดุลที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการพึ่งพาอาศัยกันของจุลินทรีย์เหล่านี้ในหัวเชื้อโยเกิร์ต คือเริ่มแรกเชื้อ Streptococci มีอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมที่ 40 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อเจริญขึ้นอย่างเห็นได้ชัดระหว่างการหมักช่วงแรกนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างขึ้นมา เชื้อ Streptococci เป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดไดอะซิทิล (diacethyl) และสารประกอบที่คล้ายกันซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของ ครีมเนย (creamy/buttery) ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เชื้อ Streptococci นี้จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนม ซึ่งถ้าหากเหลืออาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ การเจริญจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งความเป็นกรดถึง pH 5.5 จะมีสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อ Lactobacilli ต่อไป

เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญที่ 45 องศาเซลเซียส และยังให้ปริมาณกรดแลคติกที่มากพอที่จะสร้างอะซีทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ตได้ในกรณีของโยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสดีมากจะมีปริมาณอะซีทัลดีไฮด์ 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 นิวซีแลนด์หรือสวิตเซอร์แลนด์อาจยอมให้เชื้อแลคติกชนิดอื่นร่วมด้วย อย่างไรก็ตาม จะต้องมีจุลินทรีย์ที่สำคัญสองชนิดนี้เสมอ ซึ่งลักษณะนี้ทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะที่เด่น ลักษณะการพึ่งพาอาศัยของหัวเชื้อทั้งสองชนิดนี้อาจจะพิจารณาจากการสร้างกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการผลิตโยเกิร์ต เมื่อใช้สายพันธุ์ผสมของเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อดังกล่าวเพียงสายพันธุ์เดียวเท่านั้น นอกจากนี้จำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลาของหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมจะเพิ่มจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์เดียว ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อทั้งสองสายพันธุ์มีความสัมพันธุ์แบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis relationship) นั่นเอง ในความเป็นจริงแล้วในหัวเชื้อผสมนี้จำนวนเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะมีการเพิ่มจำนวนมากกว่า *Lactobacillus bulgaricus* เนื่องมาจากเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะย่อยโปรตีนแล้วให้กรดอะมิโนพวก วาลีน (valine),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไกลซีน (glycine) และฮีสตาดีน (histidine) ออกมาในนม ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อ *Streptococcus thermophilus* อีกต่อหนึ่ง

ในการสร้างสารให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตโดยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมพบว่าเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะสร้างกรดฟอร์มิคออกมา ซึ่งเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิคนี้ไปใช้ในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสรวมทั้งอะซีทัลดีไฮด์ออกมาด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* นี้เป็นตัวการสำคัญในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสในโยเกิร์ต แต่อย่างไรก็ตาม เชื้อ *Streptococcus thermophilus* ก็สามารถสร้างสารให้กลิ่นรสพวกอะซีทัลดีไฮด์ได้ด้วย แต่ปริมาณของอะซีทัลดีไฮด์ที่ได้จากเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของสารดังกล่าวที่ได้จากเชื้อ *Lactobacillus bulgaricu* เมื่อการเปลี่ยนแปลงของสารเกิดขึ้นที่อุณหภูมิการหมักปกติประมาณ 40 องศาเซลเซียส

ในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเชื้อสายพันธุ์ผสมจะเท่ากับ 40-42 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมินี้หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผสมกันสามารถมีกิจกรรมร่วมกันได้สูงสุด เนื่องจากหัวเชื้อทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันคือ ที่อุณหภูมิการหมักเป็น 45 องศาเซลเซียส จะเหมาะสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Lactobacillus bulgaricu* และที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จะเหมาะสมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Streptococcus thermophilus* อย่างไรก็ตามเพื่อให้สัดส่วนของหัวเชื้อทั้งสองเป็น 1:1 ควรจะเลือกใช้อุณหภูมิการหมักเป็น 42 องศาเซลเซียส

ดังนั้นสามารถสรุปลักษณะของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้ดังนี้

1) เชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะมีกิจกรรมสูงในการปลดปล่อยกรดแลคติกในช่วงแรกของการหมัก ดังนั้น ถ้าสามารถคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์นี้ให้สามารถสร้างกรดได้อย่างรวดเร็วจะทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก

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

ดังนั้น สิ่งที่สำคัญของหัวเชื้อโยเกิร์ตนอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้ว หัวเชื้อยังจำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วย อัตราการถ่ายเชื้อโดยทั่วไปจะใช้ประมาณ 2% (v/v) ซึ่งสามารถทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 4 ชั่วโมงเพื่อให้นมมีจำนวนเชื้อแลคติก 30-40 x 10^{-6} เซลล์/มิลลิลิตร การเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดแยกกันจะเจริญได้ดีที่สุด แล้วจึงผสมกันเป็นหัวเชื้อก่อนการใช้ แต่ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้หัวเชื้อผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอัตราส่วนระหว่างจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดเริ่มต้นจะเท่ากับ 1:1 แต่อัตราส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อเชื้อ *Streptococcus thermophilus* เริ่มเข้าสู่การเจริญในระยะ logarithmic phase และจะมีเพียงกรดแลคติกที่สะสมอยู่ในนมเท่านั้น หลังจากนี้เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะเจริญเป็นเชื้อที่เด่นขึ้นมา เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีระดับกรดแลคติกประมาณ 0.90-0.95% และจำนวนเซลล์ในหัวเชื้อจะกลับมาสมดุลอีกครั้งหนึ่ง ปริมาณเซลล์ทั้งหมด (total colony count) ของเชื้อแลคติกอาจเกิน 2,000 x 10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส (organoleptic quality) ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

2.4.4 คุณประโยชน์จากโยเกิร์ต (โยเกิร์ต, 2549)

1. โยเกิร์ตย่อยง่าย เพราะน้ำตาลแลคโตสเป็นตัวหลักที่ทำให้เกิดการแพ้นมหรือท้องเสียถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกที่ย่อยง่าย นอกจากนี้แบคทีเรียในโยเกิร์ตยังมีเอนไซม์ช่วยย่อยโปรตีนนมเคซีน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ย่อยยาก ทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมได้ง่ายขึ้น ลดปัญหาภูมิแพ้ต่อน้ำตาลแลคโตสและโปรตีนเคซีน

2. เสริมสร้างภูมิคุ้มกันและช่วยยับยั้งจุลชีพที่ไม่เป็นมิตรในลำไส้ กรดแลคติคจะช่วยต่อต้านจุลชีพที่อาจให้โทษต่อร่างกาย เช่น 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 กรดแลคติคในโยเกิร์ตช่วยทำให้การย่อยแคลเซียมในนมดีขึ้นและทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมง่ายขึ้น

6. เป็นแหล่งโปรตีนชั้นดี ในโยเกิร์ตจะมีโปรตีนมากกว่าในนม 20% และยังเป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย ร่างกายสามารถดูดซึมไปได้

7. ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ แลคโตบาซิลัสช่วยควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้

8. ช่วยป้องกันมะเร็ง แลคโตบาซิลัสสามารถจับกับสารก่อมะเร็ง สามารถจับกับโลหะหนัก และกรดน้ำดีซึ่งมีพิษ แลคโตบาซิลัสช่วยยับยั้งกลุ่มแบคทีเรียในลำไส้ที่สร้างสารไนเตรทได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สารในเตรทเป็นสารก่อมะเร็งตัวหนึ่ง) และแลคโตบาซิลัสยังช่วยเปลี่ยนสารฟลาโวนอยด์จากพืชให้เป็นสารต้านมะเร็งได้

2.5 สารให้ความคงตัว

การผลิตโยเกิร์ตที่ดีนอกจากการทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดให้เป็นร้อยละ 16 แล้ว การเลือกสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมก็เป็นสิ่งที่ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน สารให้ความคงที่นิยมใช้ ได้แก่ คาร์ราจีแนน เจลาติน แป้งข้าวโพด และCMC เนื่องจากการใช้สารให้ความคงตัวมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องการในโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจล และช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของหางนม หรือที่เรียกว่า syneresis เป็นต้น นอกจากนี้ สารให้ความคงตัวยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอโดยให้เจลในน้ำมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิด syneresis ลดลง (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

สารให้ความคงตัวหมายถึง สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ซึ่งมีหน้าที่ 2 ประการในการช่วยปรับปรุงคุณภาพของโยเกิร์ตคือ ช่วยยึดเกาะกับน้ำและปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากโมเลกุลของสารให้ความคงตัวสามารถยึดจับกันเองและยังสามารถเกิดโครงร่างตาข่ายกับสารประกอบในน้ำนม เพราะสารให้ความคงตัวมีหมู่ที่เป็นประจุลบ เช่น ไฮโดรเจน หรือคาร์บอกซิล หรือเกลือที่มีกำลังมากพอที่จะแยกแคลเซียมออก อีกทั้งยังช่วยทำให้น้ำนมมีความสามารถในการยึดจับกับน้ำได้มากขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งคือช่วยเพิ่มความสามารถในการรวมตัวกับน้ำ โดยสารให้ความคงตัวจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบในน้ำนมโดยเฉพาะโปรตีนและเกิดเป็นโครงร่างตาข่ายทำให้กักเก็บน้ำอิสระไว้ในโครงร่างดังกล่าวได้ (Wirjantoro และ อภิรักษ์, 2548)

2.5.1 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (จิรายุ และคณะ, 2548)

เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสอีเทอร์ที่อยู่ในรูปเกลือโซเดียมคาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส อาจเรียกว่า เซลลูโลสกัม (cellulose gum) หรือใช้ชื่อย่อว่า CMC เป็นพอลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ละลายได้ในน้ำ เนื่องจากการเตรียม CMC ทำได้โดยใช้เซลลูโลสบริสุทธิ์มาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้เส้นใยเซลลูโลสพองตัวออกได้เป็นสารละลายเซลลูโลสในด่าง แล้วทำปฏิกิริยาต่อกับโซเดียมโมโนคลอโรอะซิเตด ได้เป็นโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ดังสมการ

$$R\text{——}OH + NaOH \longrightarrow R\text{——}ONa + H_2O$$

$$R\text{——}ONa + Cl\text{——}CH_2\text{——}COONa \longrightarrow R\text{——}O\text{——}CH_2\text{——}COONa + NaCl$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

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

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

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

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

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสยังสามารถนำมาทำเป็นฟิล์มใส และมีความแข็งแรงโดยไม่มีผลกระทบจากน้ำมัน และตัวทำละลายอินทรีย์

2.5.2 เจลาติน (เจลาติน, 2549)

เจลาติน (gelatin) เป็นสารประเภทโปรตีนที่ได้จากคอลลาเจนของสัตว์หรือพวกสาหร่าย เมื่อคอลลาเจนนี้ผสมน้ำและให้ความร้อน พันธะไฮโดรเจนที่ยึดสายโพลิเปปไทด์จะแตกออก คอลลาเจนจะเปลี่ยนเป็นเจลาติน ซึ่งเป็นสารละลายโพลิเปปไทด์ที่มีโครงสร้างอสัณฐาน พอทิ้งไว้ให้เย็น โพลิเปปไทด์จะกลับมารวมกันและสร้างพันธะไฮโดรเจนขึ้นใหม่ สายโพลิเปปไทด์จะกักขังโมเลกุลของน้ำไว้ด้วยแรงคาพิลลารี ทำให้เกิดสภาพเจลหรือวุ้นขึ้น

เจลาตินเป็นสารที่มีคุณสมบัติ amphoteric คือ มี isoelectric point (PI) ซึ่งก็คือ pH ที่เจลาตินไม่มีประจุและที่ pH นี้เจลาตินจะสามารถละลายได้น้อยที่สุด มี isoelectric point ได้ 2 ค่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมเจลาตินที่ได้มา กล่าวคือ gelatin type A จะได้จากสารตั้งต้นที่ได้ถูกปฏิกิริยาด้วยกรด จะมีค่า PI ระหว่าง 7 และ 9 ในขณะที่ gelatin type B จะได้จากสารตั้งต้นที่ได้ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96662

ทำปฏิกิริยาด้วยด่างมีค่า PI ระหว่าง 4.7 และ 5 สำหรับ type B ที่ความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 8 และมีประจุเป็นลบ ดังนั้นในการใช้เจลาตินในผลิตภัณฑ์จะต้องระวังปฏิกิริยาประจุที่อาจเกิดขึ้นจากการเติมสารอื่นๆ ร่วมด้วย เนื่องจากจะมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชั่นที่เตรียมได้ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความไม่เข้ากันของประจุในผลิตภัณฑ์จะต้องใช้สารร่วมกันที่มีประจุประเภทเดียวกัน เช่น การใช้กัมประเภท tragacanth, acacia หรือ agar ซึ่งมีประจุลบโดยธรรมชาติแล้วจึงควรเลือกใช้ gelatin type B ที่มีความเป็นกรด – ด่าง ค่อนไปทางด่าง เนื่องจากเจลาตินจะมีประจุลบเหมือนกันด้วย มักนิยมใช้เจลาตินในการผลิตอาหารและยา ในทางเครื่องสำอางมีใช้บ้างเล็กน้อย

เจลาตินเป็นสารที่ได้จาก partial hydrolysis ของ collageneous tissue เช่น ได้จากส่วนผิวหนัง tendons, ligament และกระดูกของสัตว์ ลักษณะทางกายภาพของ gelatin จะเป็นผงไม่มีสีหรือสีเหลืองจาง ๆ มีกลิ่นและรสเล็กน้อย ไม่ละลายในน้ำเย็นแต่พองตัวในน้ำได้ เป็นสารใช้เพิ่มความหนืดและเป็น emulsifier ประเภท o/w (กระทรวงสาธารณสุข, 2549)

2.5.3 แป้งข้าวโพด (แป้งข้าวโพด, 2549)

ได้จากการสกัดเอาแป้งจากเมล็ดข้าวโพดที่แก่และแห้งแล้ว โดยการโม่แยกส่วนคัพภะและเปลือกออกเหลือเอนโดสเปิร์ม ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อแป้งไว้ แป้งข้าวโพดที่ได้มี 3 ลักษณะคือ ชนิดหยาบ เรียก คอร์นกริท (corn grit) ค่อนข้างละเอียด เรียกว่า คอร์นมิล (corn meal) และชนิดละเอียด เรียก แป้งข้าวโพด (corn flour) เป็นแป้งที่สกัดมาจากเมล็ดข้าวโพด มีลักษณะเป็นผงสีขาวเหลืองนวลจับแล้วผิวสัมผัสของแป้งเนียนลื่นมือ เมื่อทำให้สุก จะมีลักษณะข้นและใสไม่คืนตัวง่าย เมื่อเป็นตัวแป้งจะอยู่ตัวจับเป็นก่อนแข็งร่วนเป็นมันวาว ในขนมหวานไทยนิยมนำมาผสมกับอาหารเพื่อต้องการความข้นอยู่ตัว เมื่อสัมผัสดูเนื้อแป้งเนียนละเอียดลื่น (tip food, 2549) นอกจากนั้นยังมีผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวโพดในรูปแบบต่างๆ เช่น เป็นอาหารเช้า (breakfast cereal) และขนมปังข้าวโพด ใช้เป็นแป้งชุบทอด ใช้เป็นน้ำซุปข้นราดบนอาหารหลายชนิด สำหรับประเทศไทย นิยมใช้แป้งข้าวโพดน้อยมาก เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพง สามารถใช้แป้งมันสำปะหลังที่มีราคาถูกกว่า ในการประกอบอาหารที่ต้องการความข้นหนืดและเหนียวแทน ถึงแม้ว่าความหนืดจะไม่คงตัวหรือคืนตัวง่ายกว่าที่ใช้แป้งข้าวโพดก็ตาม

2.5.4 เพกติน (บุญเทียม, 2549)

เพคติน (pectin) เป็นสารประกอบที่มีเฉพาะในเนื้อเยื่อของพืช โดยเพคตินจะอยู่ในส่วน middle lamella ของเนื้อเยื่อพืชทำหน้าที่เชื่อมระหว่างผนังเซลล์พืชแต่ละเซลล์ให้ติดกันเป็นเนื้อเยื่อ (intercellular cementing material) และยังพบเพคตินเป็นส่วนประกอบในผนังเซลล์ชั้นนอก (primary cell wall) ของเซลล์พืชด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพคตินหรือสารประกอบเพคติน (pectin substance) เป็นสารประกอบโพลีเมอร์ที่เป็นสายโซ่ของโมเลกุลที่มีแกนเป็น rhamnogalacturonan backbone ที่ประกอบด้วยส่วนที่เป็น smooth backbone ที่เป็น α-D-1,4-galacturonan ที่มีส่วนที่เป็น 1,2-linked α-L-rhamnosoyl residue ที่ต่อกันเป็นแขนงมากมายแทรกอยู่เป็นช่วงๆ โดยมี side chain เป็นโมเลกุลของน้ำตาลที่ต่อกับ rhamnose unit ที่ตำแหน่งอะตอมคาร์บอนที่ 3 และ 4 และต่อกับ galacturonic acid unit ที่ตำแหน่งอะตอมคาร์บอนที่ 2 และ 3 ทำให้ส่วนที่เป็น rhamnogalacturonan backbone ที่บริเวณนั้นเกิดเป็นบริเวณที่มีแขนงมากมาย (hairy region) น้ำตาลที่พบในส่วนที่เป็นสายโซ่ของเพคตินประกอบด้วย D-galactose และ L-arabinose เป็นส่วนใหญ่ ส่วนน้ำตาลที่พบในส่วนที่เป็น side chain เป็น D-xylose, D-galactose, L-arabinose, L-fucose

เพคตินส่วนใหญ่มีขนาดโมเลกุลที่มี galaturonic acid อยู่ประมาณ 300-1000 โมเลกุล มีน้ำหนักโมเลกุล 20,000-400,000 ดาลตัน พบมากในเปลือกมะนาว ส้ม มีประมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักแห้ง เพคตินที่สกัดจากแอปเปิลและส้ม เพื่อใช้เป็น gelling agent ในอาหารมี degree of polymerization ไม่เกิน 500 แต่เพคตินที่อยู่ในผลไม้อาจมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่านี้ เพคตินที่สกัดได้จากผลไม้รวมส่วนใหญ่มีค่า degree of esterification (DE, ร้อยละของ galacturonic acid monomer ที่ถูก methyl esterified) มากกว่าร้อยละ 70 เพคตินละลายได้ดีในสารละลายที่เป็นกรดอ่อนๆ ได้สารละลายที่มีความหนืดสูง ไม่ละลายในแอลกอฮอล์และตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อต้องการละลายเพคตินควรทำให้เปียกด้วยแอลกอฮอล์หรือกลีเซอรอล หรือน้ำเชื่อม หรือผสมกับน้ำตาลทราย 3 เท่าตัวขึ้นไป ก่อนนำไปละลายน้ำ จะทำให้ละลายน้ำได้ดีไม่จับกันเป็นก้อน

2.5.5 โซเดียมอัลจิเนต (กระทรวงสาธารณสุข, 2549)

เป็นสารประกอบของโซเดียมของ alginic acid เป็นสารธรรมชาติที่เตรียมจากสาหร่ายทะเล มีอีกชื่อหนึ่งว่า Kelgin ส่วนใหญ่จะเป็นสารใช้เพิ่มปริมาณ เพิ่มความหนืดและเพิ่มความคงตัวใน emulsion และอาหารประเภทนม แต่ในทางเครื่องสำอางมักใช้น้อยมาก โลหะแคลเซียมจะทำให้สารละลาย sodium alginate ตกตะกอนเป็น hydrated calcium alginate และกรดอิสระ alginic acid ตามปกติจะต้องเติมสารกันบูดในสารละลายโซเดียมอัลจิเนตด้วยทุกครั้ง

Kumar และ Misha (2004) ได้ทำการศึกษาผลของชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ การประเมินทางประสาทสัมผัส ลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณ จุลินทรีย์เริ่มต้นในโยเกิร์ตถั่วเหลืองผสมมะม่วง (Mango Soy Fortified set yoghurt: MSFY) โดยทำการศึกษาสารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ เจลาติน เพกติน และโซเดียมอัลจิเนต ที่ปริมาณต่างกัน 3 ระดับคือ 0.2, 0.4 และ 0.6% (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และตัวอย่างที่ไม่มีการเติมสารให้ความคงตัวเป็นตัวอย่างควบคุม ผลจากการศึกษาพบว่าการเติมเพกตินมีผลให้ MSFY มีปริมาณกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงสุด รองลงมาคือตัวอย่างที่เติมเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนต เมื่อมีปริมาณการใช้เท่ากัน และปริมาณกรดของตัวอย่างที่เติมเจลาตินและโซเดียมอัลจิเนตสูงกว่าตัวอย่างควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างที่เติมเจลาตินมีปริมาณของแข็งและความชื้นสูงกว่าตัวอย่างที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดอื่น และเมื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณสารให้ความคงตัวพบว่าปริมาณกรดและของแข็งเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณความชื้นลดลงเมื่อมีปริมาณการเติมสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าสารให้ความคงตัวทุกชนิดมีผลต่อค่าซินเนอรีซีส (synneresis) ของ MSFY โดยเมื่อปริมาณการเติมสารให้ความคงตัวลดลงค่าการซินเนอรีซีสจะเพิ่มขึ้นซึ่งตัวอย่างที่เติมเจลาตินจะมีค่าซินเนอรีซีสต่ำที่สุด สำหรับปริมาณอะซีทัลดีไฮด์มีปริมาณลดลงในทุกตัวอย่างที่มีการเติมสารให้ความคงตัวทุกชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม และจากการเปรียบเทียบปริมาณอะซีทัลดีไฮด์ใน MSFY ที่มีการเติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกันพบว่า ตัวอย่างที่เติมเจลาตินมีปริมาณอะซีทัลดีไฮด์สูงที่สุดส่วนตัวอย่างที่เติมโซเดียมอัลจิเนตมีปริมาณต่ำสุด จากการวัดค่าสีของตัวอย่าง MSFY พบว่าค่าสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของตัวอย่างที่เติมเจลาตินมีค่าสูงขึ้นส่วนตัวอย่างที่เติมเพกตินและโซเดียมอัลจิเนตมีค่าลดลง ส่วนความเป็นสีเขียว (a*) มีค่าลดลงเมื่อมีการเติมสารให้ความคงตัวในปริมาณสูงขึ้น ส่วนผลของสารให้ความคงตัวที่มีผลต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น คือ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ในตัวอย่าง MSFY พบว่าจำนวนของจุลินทรีย์ดังกล่าวเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการเติมสารให้ความคงตัวสูงขึ้น ในขณะที่ชนิดของสารให้ความคงตัวไม่มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้เจลาตินในโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ปริมาณ 0.4% (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองคล้ายโยเกิร์ต (yoghurt-like soybean product) ในปริมาณ 0.5% (น้ำหนัก/น้ำหนัก) (Winjantoro และ อภิรักษ์, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ข้าวโพดหวาน

จุลินทรีย์จากโยเกิร์ตยี่ห้อไบโอโยเกิร์ต

หางนมผงชนิดจืด

นมผงคาร์เนชั่นรสวานิลลา

น้ำตาลทรายยี่ห้อมิตรผล

แป้งข้าวโพดยี่ห้อคนอร์

ลูกเดือยยี่ห้อไร่ทิพย์

ถั่วแดงยี่ห้อไร่ทิพย์

3.2 อุปกรณ์

ตู้ควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ Memmert

เครื่องชั่งละเอียดยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Spider 2

เครื่องวัดความหนืดยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV III

เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Schott

เครื่องตีป่นยี่ห้อ Moulinex

เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand Refractometer N1) ยี่ห้อ ATAGO

เครื่องย่อยโปรตีนยี่ห้อ BUCHI รุ่น B – 316

ชุดกลั่นโปรตีนยี่ห้อ BUCHI รุ่น B – 412

เครื่องสกัดไขมันยี่ห้อ Gerhardt

เครื่องแก้ว

อุปกรณ์เครื่องครัว

ผ้าขาวบาง

ชุดไตเตรท

เทอร์โมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

โซเดียมอัลจิเนต

เจลาติน

เพคติน

สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม

สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์

สารละลายกรดมาตราฐานไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์ (Commercial Grade)

สารคะตะไลท์

กรดซัลฟูริกเข้มข้น

ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์

สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 28 เปอร์เซ็นต์

กรดไฮโดรคลอริกความหนาแน่น 1.815 ± 0.002 กรัมต่อมิลลิลิตร

สารละลายมาตราฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

Standard buffer pH 4.0, pH 7.0

สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ 1:2 และ 1:3

วางแผนการทดลองปัจจัยเดียวแบบสมบูรณ์ (Complete Randomized Design) มีอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำเป็นปัจจัย นำมาผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยใช้สารให้ความคงตัว CMC ในปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) หลังจากนั้นนำโยเกิร์ตทั้ง 2 สูตรที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมจากผู้ชิม 30 คน เลือกสูตรที่มีระดับคะแนนสูงสุด

3.4.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

วางแผนการทดลองปัจจัยเดียวแบบสมบูรณ์ (Complete Randomized Design) มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเป็นปัจจัย ซึ่งทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์น้ำตาล 3 ระดับคือ 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) โดยเลือกอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำที่มีระดับคะแนนสูงสุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อ 1 นำมาผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด หลังจากนั้นนำโยเกิร์ตทั้ง 3 สูตรที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมจากผู้ชิม 30 คน คัดเลือกสูตรที่มีระดับคะแนนสูงสุด

3.4.3 การศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

วางแผนการทดลองปัจจัยเดียวแบบสมบูรณ์ (Complete Randomized Design) ชนิดสารให้ความคงตัวเป็นปัจจัย มี 5 ชนิดคือ CMC แป้งข้าวโพด เพกติน เจลาติน และโซเดียมอัลจิเนต โดยเติมในปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ซึ่งมี CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) เป็นตัวควบคุม (จิรายุ และคณะ,2548) นำมาผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด หลังจากนั้นนำโยเกิร์ตทั้ง 5 สูตรที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมจากผู้ชิม 30 คน เลือกสูตรที่มีระดับคะแนนสูงสุด 3 อันดับ

3.4.4 การศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) มีปัจจัยที่ทำการศึกษา 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยแรกคือ ชนิดของสารให้ความคงตัวที่ได้คะแนนสูงสุด 3 อันดับจากข้อ 3 (A B C) ปัจจัยที่สองคือ ปริมาณสารให้ความคงตัว มี 3 ระดับคือ 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) นำมาผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด หลังจากนั้นนำโยเกิร์ตทั้ง 3 สูตรที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม คัดเลือกสารให้ความคงตัวที่มีคะแนนสูงสุดในแต่ละระดับเปอร์เซ็นต์ต่างๆ จากผู้ชิมทั้งหมดจำนวน 30 คน

3.4.5 การศึกษาอัตราส่วนของสารให้ความคงตัว 2 ชนิดต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) มีปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ สารให้ความคงตัว มี 3 ชนิดคือ AB AC และ BC ผสมแต่ละคู่ในอัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 ทำการวัดความหนืดเทียบกับโยเกิร์ตของท้องตลาด คัดเลือกสูตรโยเกิร์ตที่มีค่าความหนืดใกล้เคียงกับท้องตลาดในเชิงบวกมากที่สุด 3 สูตร หลังจากนั้นนำมาเติมธัญพืชรวมในปริมาณ 10% ทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมจากผู้ชิมจำนวน 30 คน

3.4.6 การศึกษาคุณลักษณะทางเคมี ทางกายภาพและจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

1. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

โดยนำโยเกิร์ตที่ได้มาวิเคราะห์ดังนี้ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ตามวิธีของ AOAC (2000) และปริมาณไขมันโดย Gerber Method ตามวิธีของ AOAC (1990)

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

โดยนำโยเกิร์ตที่ได้มาวิเคราะห์ดังนี้ ได้แก่ การวัดค่าสี L, a และ b การตรวจสอบ syneresis การวัดความหนืด และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์

3. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

โดยนำโยเกิร์ตที่ได้มาวิเคราะห์ดังนี้ ได้แก่ จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมดด้วยเทคนิค spread plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA จำนวนยีสต์และราด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

3.4.7 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของโยเกริต์น้ำนมข้าวโพด

ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมี ทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

การทดลองจะใช้น้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 และ 1:3 โดยใช้อัตราส่วนของนมคาร์เนชั่นต่อหางนมในอัตราส่วน 1 : 1 และสารให้ความคงตัว CMC ในปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) (อ้างอิงจากจิรายุ และคณะ, 2549) แล้วทำการตรวจสอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมจากนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คนซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีระดับคะแนนสูงที่สุดมาทำการทดลองขั้นตอนต่อไป ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลทางสถิติของการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิกสเกล โดยให้คะแนนที่ระดับ 1-5

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (ข้าวโพด : น้ำ) (1 : 2)	3.43±0.16[a]	3.07±0.19[a]	3.03±0.19[a]	2.77±0.22[a]	2.93±2.03[a]
2 (ข้าวโพด : น้ำ) (1 : 3)	3.13±0.20[a]	2.80±0.21[a]	2.50±0.18[b]	2.40±0.23[a]	2.73±0.23[a]

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

จากสูตรการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ผู้ทดลองใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากระดับคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมที่มากที่สุดเพื่อนำมาพัฒนาการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในขั้นตอนต่อไป

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งผู้ทดสอบชื่นชอบสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมจากโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 1 มากที่สุดซึ่งลักษณะของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีสีเหลืองนวล มีกลิ่นหอมของข้าวโพด รสชาติกลมกล่อม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรี้ยวและหวานพอเหมาะ ซึ่งได้จากการผสมของเมล็ดข้าวโพด : น้ำในอัตราส่วน 1 : 2 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 ซึ่งได้จากการผสมของเมล็ดข้าวโพด : น้ำในอัตราส่วน 1 : 3 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอมของข้าวโพด รสชาติกลมกล่อม เปรี้ยวและหวานพอดี ส่วนในด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบชอบสูตรที่ 1 มากที่สุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 สรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบเนื้อสัมผัสที่มีอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพด : น้ำในอัตราส่วน 1 : 2 เนื่องจากมีลักษณะของความเข้มข้นมากกว่า

เมื่อพิจารณาปัจจัยทางคุณภาพด้านต่างๆ จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสและนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ดังนั้นผู้ทดลองจึงเลือกสูตรที่ใช้อัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 2 มาพัฒนาการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

4.2 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

การทดลองจะใช้สูตรของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้รับความนิยมมากที่สุดจากข้อที่ 4.1 นำมาศึกษาหาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม โดยผู้ทดลองใช้ระดับน้ำตาลที่ 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) โดยมีสารให้ความคงตัว CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) เป็นตัวอย่างควบคุม แล้วทำการตรวจสอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมจากนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คนซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (น้ำตาล 3%)	3.07±0.13^{b}	2.87±0.13^{b}	3.03±0.16^{b}	3.07±0.15^{b}	3.13±0.14^{b}
2 (น้ำตาล 4%)	3.47±0.15^{a}	3.47±0.14^{a}	3.67±0.15^{a}	3.87±0.14^{a}	4.00±0.14^{a}
3 (น้ำตาล 5%)	2.23±0.13^{c}	2.37±0.15^{c}	2.53±0.16^{c}	2.23±0.15^{c}	2.13±0.14^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากสูตรที่ 2 มากที่สุดรองลงมาคือ สูตรที่ 1 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้จะมีลักษณะของความหวานแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด รวมทั้งความชื่นชอบในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของแต่ละสูตร จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสและนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ดังนั้นผู้ทดลองจึงเลือกสูตรที่ใช้ปริมาณน้ำตาลที่ 4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ซึ่งเป็นสูตรที่มีระดับคะแนนสูงที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเพื่อศึกษาหาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

4.3 ผลการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

การทดลองนี้ผู้ทดลองจะนำสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้รับความชื่นชอบสูงที่สุดจากข้อที่ 4.2 มาเติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ ดังนี้คือ CMC แป้งข้าวโพด เพกติน เจลาติน และโซเดียมอัลจิเนต โดยเติมในปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ซึ่งมี CMC เป็นตัวควบคุม (จิรายุและคณะ, 2549) แล้วทำการตรวจสอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือกสูตรที่เติมสารให้ความคงตัวที่ได้รับความชื่นชอบมากที่สุด 3 อันดับ ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชนิดสารให้ความคงตัว	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
CMC	2.73±0.17^{b}	2.53±0.16^{b}	2.50±0.16^{b}	2.23±0.19^{c}	2.40±0.18^{c}
แป้งข้าวโพด	3.00±0.15^{b}	2.83±0.17^{b}	2.77±0.13^{b}	2.83±0.18^{b}	2.87±0.15^{b}
เจลาติน	3.53±0.18^{a}	3.37±0.19^{a}	3.30±0.15^{a}	3.37±0.18^{a}	3.57±0.16^{a}
เพกติน	2.93±0.14^{b}	2.70±0.16^{b}	2.73±0.15^{b}	2.67±0.16^{bc}	2.57±0.15^{bc}
โซเดียมอัลจิเนต	2.73±0.17^{b}	2.53±0.16^{b}	2.77±0.22^{b}	2.50±0.20^{bc}	2.33±0.17^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสี และกลิ่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากสูตรที่เติมเจลาตินมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด เพกติน ตามลำดับ ส่วน CMC และ โซเดียมอัลจิเนตได้รับความชื่นชอบเท่ากันโดยได้คะแนนรองจาก 3 ชนิดดังกล่าวข้างต้น โดยแป้งข้าวโพด เพกติน CMC และโซเดียมอัลจิเนตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบชื่นชอบกลิ่นจากโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาตินมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวโพดและโซเดียมอัลจิเนตซึ่งได้รับความนิยมเท่ากัน ลำดับถัดมาคือ เพกติน และ CMC ตามลำดับ โดยแป้งข้าวโพด เพกติน CMC และโซเดียมอัลจิเนตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านรสชาติ ผู้ทดสอบชื่นชอบกลิ่นจากโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาตินมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด เพกติน โซเดียมอัลจิเนต และCMC ตามลำดับ โดยเจลาตินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับสารให้ความคงตัวชนิดอื่น

ด้านความชอบรวม ผู้ทดสอบมีความชอบรวมโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากสูตรที่เติมเจลาตินมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด เพกติน CMC และโซเดียมอัลจิเนต ตามลำดับ โดยเจลาตินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับสารให้ความคงตัวชนิดอื่น

จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสและนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติจึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบคัดเลือกโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่เติมเจลาติน แป้งข้าวโพดและเพกตินซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด 3 อันดับ ในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเพื่อศึกษาหาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

4.4 ผลการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

การทดลองนี้ผู้ทดลองนำสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวที่ได้รับความชื่นชอบมากที่สุด 3 อันดับแรกจากข้อที่ 4.3 นำมาศึกษาหาปริมาณสารให้ความคงตัว 3 ระดับคือ 0.4 (อ้างอิงจาก Wirjantoro และอภิรักษ์, 2548) 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) แล้วทำการตรวจสอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมจากนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คนซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกสูตรที่เติมปริมาณสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ความคงตัวที่ได้รับความชื่นชอบมากที่สุด 3 อันดับในแต่ละชนิดของสารให้ความคงตัว ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชนิด	ปริมาณ (%)	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
เจลาติน	0.4	3.07±0.74^{a}	3.17±1.18^{a}	2.80±0.93^{b}	3.37±1.33^{a}	3.37±1.19^{a}
	0.6	3.23±0.86^{a}	2.87±0.97^{a}	2.80±0.93^{b}	3.17±1.23^{a}	2.87±0.82^{a}
	0.8	3.20±0.89^{a}	2.77±0.94^{a}	2.77±0.73^{b}	3.03±1.10^{a}	3.03±0.96^{a}
เพกติน	0.4	3.00±0.91^{a}	2.50±1.04^{b}	2.80±0.89^{a}	2.27±1.08^{b}	2.60±0.97^{b}
	0.6	3.07±0.58^{a}	2.67±1.06^{b}	3.03±0.96^{a}	2.63±1.25^{b}	2.70±1.09^{b}
	0.8	2.83±0.99^{a}	2.53±1.22^{b}	3.37±1.13^{a}	2.53±1.22^{b}	2.70±1.18^{b}
แป้งข้าวโพด	0.4	3.07±0.91^{a}	3.07±1.05^{a}	2.57±0.97^{c}	2.47±1.01^{b}	2.70±0.88^{b}
	0.6	3.07±0.79^{a}	2.83±1.21^{a}	2.20±0.85^{c}	2.30±1.06^{b}	2.27±0.98^{b}
	0.8	3.00±0.74^{a}	3.27±0.94^{a}	2.53±0.82^{c}	2.67±0.92^{b}	2.83±0.87^{b}

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

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสีที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากสูตรที่เติมเจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) มากที่สุด รองลงมาคือ เจลาติน 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก), เพกติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก), แป้งข้าวโพด 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ซึ่งได้รับความชื่นชอบเท่ากัน ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้คัดเลือกจากสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวที่ได้รับความชื่นชอบมากที่สุด 3 อันดับ

ด้านกลิ่น ผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมแป้งข้าวโพด 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) มากที่สุด รองลงมาคือ เจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และแป้งข้าวโพด 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เพกตินที่ทุกระดับมีความแตกต่าง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับเจลาตินและแป้งข้าวโพดทุกระดับ เนื่องจากโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเพกตินจะให้กลิ่นค่อนข้างแรง เปรี้ยวแหลม มีกลิ่นติดคอหลังกลืน จึงไม่ค่อยเป็นที่ชื่นชอบต่อผู้ทดสอบในด้านกลิ่นมากนัก

ด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมเพกติน 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) มากที่สุด รองลงมาคือ เพกติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเพกติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก), เจลาติน 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ซึ่งได้รับความชื่นชอบเท่ากัน ตามลำดับ โดยปริมาณทุกระดับในสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ชนิดของสารให้ความคงตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านรสชาติ ผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมเจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) มากที่สุด รองลงมาคือ เจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเจลาติน 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านความชอบรวม ผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมเจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) มากที่สุด รองลงมาคือ เจลาติน 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาปัจจัยทางด้านคุณภาพต่างๆ แล้ว จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่มีการเติมเจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเพกติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ตามลำดับ โดยเจลาตินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวโพดและเพกติน ส่วนแป้งข้าวโพดและเพกตินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.5 ผลการศึกษาอัตราส่วนของสารให้ความคงตัว 2 ชนิดต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

การทดลองนี้ผู้ทดสอบจะนำปริมาณสารให้ความคงตัวและจากสารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิดที่ทำการทดลองในข้อที่ 4.4 มาศึกษาอัตราส่วนของสารให้ความคงตัว 2 ชนิดผสมกันในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยใช้อัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2 และ 1 : 3 โดยวิธีจับคู่แบบสุ่มสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งอาศัยคุณลักษณะที่เป็นข้อเด่นและข้อด้อยของสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดในการกำหนดอัตราส่วน แล้วนำมาวัดความหนืดและเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตของท้องตลาดรสธรรมชาติ เพื่อคัดเลือกชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่มีความหนืดหรือลักษณะเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับโยเกิร์ตของท้องตลาดในเชิงบวกมากที่สุด 3 อันดับ ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมสารให้ความคงตัว 2 ชนิดที่มีค่าความหนืดใกล้เคียงกับโยเกิร์ตของท้องตลาดในเชิงบวกมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมเจลาติน : แป้งข้าวโพด (1 : 2), แป้งข้าวโพด : เพกติน (1 : 3) และ เพกติน : เจลาติน (1 : 3)

ตารางที่ 6 ผลของการวัดความหนืดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมสารให้ความคงตัว 2 ชนิดในปริมาณต่างๆ และโยเกิร์ตรสธรรมชาติของท้องตลาด

ชนิดสารให้ความคงตัว	อัตราส่วน	ค่าเฉลี่ยความหนืด (เซนติพอยส์)
เจลาติน : เพกติน	1 : 1	2,550
เจลาติน : แป้งข้าวโพด	1 : 1	5,131
เพกติน : แป้งข้าวโพด	1 : 1	4,782
เพกติน : เจลาติน	1 : 2	4,716
เพกติน : แป้งข้าวโพด	1 : 2	5,876
เจลาติน : แป้งข้าวโพด	1 : 2	**3,243**
แป้งข้าวโพด : เจลาติน	1 : 3	6,106
แป้งข้าวโพด : เพกติน	1 : 3	**3,800**
เพกติน : เจลาติน	1 : 3	**3,733**
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ	-	**2,633**

หลังจากนั้นนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 สูตรมาเติมธัญพืชรวมในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) แล้วทำการตรวจสอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมจากนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คนซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับความชื่นชอบมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลการศึกษาอัตราส่วนของสารให้ความคงตัว 2 ชนิดต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชนิด	อัตราส่วน	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
เจลาติน:แป้งข้าวโพด	1 : 2	3.50±0.57[a]	3.33±0.71[a]	3.10±0.76[a]	3.37±1.03[a]	3.37±0.93[a]
แป้งข้าวโพด:เพกติน	1 : 3	3.00±0.69[b]	3.23±0.86[a]	2.97±0.99[a]	2.57±0.82[b]	2.83±0.83[b]
เพกติน:เจลาติน	1 : 3	3.23±0.73[ab]	3.37±0.72[a]	3.10±0.76[a]	2.73±1.05[b]	3.10±0.55[ab]

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

จากตารางที่ 7 พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากสูตรที่เติมเจลาติน : แป้งข้าวโพดในอัตราส่วน 1 : 2 มากที่สุด รองลงมาคือ เพกติน : เจลาตินในอัตราส่วน 1 : 3 และแป้งข้าวโพด : เพกตินในอัตราส่วน 1 : 3 ตามลำดับ โดยสูตรที่เติมเจลาติน : แป้งข้าวโพด (1 : 2)มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 สูตร ในด้านสี รสชาติ และความชอบรวม ส่วนในด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ส่วนด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบมีความชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมเจลาติน : แป้งข้าวโพดในอัตราส่วน 1 : 2 และแป้งข้าวโพด : เพกตินในอัตราส่วน 1 : 3 เท่ากัน รองลงมาคือ เพกติน : เจลาตินในอัตราส่วน 1 : 3 ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาปัจจัยทางด้านคุณภาพต่างๆ แล้ว จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสและนำผลไปวิเคราะห์ทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่มีการเติมเจลาติน : แป้งข้าวโพดในอัตราส่วน 1 : 2 มากที่สุด และเมื่อทำการเปรียบเทียบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมสารให้ความคงตัวเพียงชนิดเดียวและ 2 ชนิดผสมกันแสดงให้เห็นดังตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบการใช้สารให้ความคงตัวหนึ่งและสองชนิด

ชนิด	อัตราส่วน	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
เจลาติน	0.4%	3.07±0.74^{b}	3.17±1.18^{a}	2.80±0.93^{b}	3.37±1.33^{a}	3.37±1.19^{a}
เพกติน	0.6%	3.07±0.58^{b}	2.67±1.06^{b}	3.03±0.96^{a}	2.63±1.25^{b}	2.70±1.09^{b}
แป้งข้าวโพด	0.8%	3.00±0.74^{b}	3.27±0.94^{a}	2.53±0.82^{c}	2.67±0.92^{b}	2.83±0.87^{b}
เจลาติน:แป้งข้าวโพด	1 : 2	3.50±0.57^{a}	3.33±0.71^{a}	3.10±0.76^{a}	3.37±1.03^{a}	3.37±0.93^{a}
แป้งข้าวโพด:เพกติน	1 : 3	3.00±0.69^{b}	3.23±0.86^{a}	2.97±0.99^{a}	2.57±0.82^{b}	2.83±0.83^{b}
เพกติน:เจลาติน	1 : 3	3.23±0.73^{b}	3.37±0.72^{a}	3.10±0.76^{a}	2.73±1.05^{b}	3.10±0.55^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05)

จากตารางที่ 8 พบว่าผู้ทดสอบชิมชอบโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัว 2 ชนิดมากกว่าการเติมเพียงชนิดเดียว โดยเปรียบเทียบชนิดของสารให้ความคงตัวที่ได้รับความชื่นชอบมากที่สุดในการเติมสารให้ความคงตัวเพียงชนิดเดียวและสองชนิด คือเจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเจลาติน : แป้งข้าวโพด (1 : 2) ผลคะแนนที่ได้จากผู้ทดสอบในด้านรสชาติและความชอบรวมเท่ากัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือถ้าตัดสินในด้านของกลิ่น รสชาติและความชอบรวม ควรเลือกใช้การเติมเจลาตินเพียงอย่างเดียวสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ ส่วนในด้านสี และเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาติน : แป้งข้าวโพด (1 : 2) สูงกว่าสูตรที่เติมเจลาตินเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาปัจจัยทางด้านคุณภาพต่างๆ แล้วพบว่า การใช้สารให้ความคงตัวผสม 2 ชนิด จะให้โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีสี กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ดีกว่าใช้สารให้ความคงตัวเพียงชนิดเดียว ในขณะที่รสชาติและความชอบรวมไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการศึกษาคุณลักษณะและอายุการเก็บรักษาของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

นำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุด คือโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมเจลาติน : แป้งข้าวโพดในอัตราส่วน 1 : 2 ทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

4.6.1 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

นำมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ได้ผลวิเคราะห์ตังต่อไปนี้ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 21วัน

คุณลักษณะทางเคมี (เฉลี่ย)	อายุการเก็บรักษา (วัน)			
	0	**7**	**14**	**21**
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	4.30	4.27	4.25	4.36
ปริมาณไนโตรเจน (%)	0.488	0.489	0.461	0.451
ปริมาณโปรตีน (%)	3.11	3.12	2.94	2.88
ปริมาณไขมัน (%)	1.31	1.36	1.24	0.95
ปริมาณความชื้น (%)	69.78	80.40	79.75	78.26
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	17.26	15.01	20.44	24.67
ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	0.91	0.86	0.86	0.83
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	16	15	15	14

จากตารางที่ 9 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างคงที่ในช่วง 0-14 วัน โดยจะลดลงจากเดิมเพียงเล็กน้อย อาจเป็นผลมาจากปริมาณสารให้ความคงตัวที่เติมลงในผลิตภัณฑ์มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดได้ เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัวมีการเจริญเติบโตของ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* สูง จึงมีการผลิตกรดแลคติกในปริมาณมาก เป็นผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างมีค่าลดลง นอกจากนี้ชนิดของสารให้ความคงตัวยังมีผลต่อการลดลงของค่าเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมากกว่าปริมาณของสารให้ความคงตัว (Wirjantoro และอภิรักษ์, 2548) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์เพิ่มขึ้น หลังจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรียแลคติก อย่างไรก็ตามโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.25 – 4.36 ในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนในด้านปริมาณกรดทั้งหมด พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากปริมาณของเชื้อ *S. thermophilus* มีจำนวนมากกว่า *L. bulgaricus* ซึ่ง *S. thermophilus* ยังสามารถผลิตกรดฟอร์มิกได้ อีกทั้งข้าวโพดหวานยังมีแคลเซียมช่วยเสริมการเจริญของ *S. thermophilus* (Wirjantoro และอภิรักษ์, 2548) ดังนั้นในการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างทำให้ค่า pH มีแนวโน้มลดลงในช่วง 0-14 วัน

ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนเนื่องจากโปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีนในช่วง 0-7 วันค่อนข้างคงที่ อาจเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนเริ่มต้นมีปริมาณสูงพอต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ หลังจากนั้นจะลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดนำไปใช้ในการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามอัตราการย่อยสลายโปรตีนจะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ต (Wirjantoro และอภิรักษ์, 2548)

ปริมาณไขมัน พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วง 0-7 วัน เนื่องจากกิจกรรมของ *L. bulgaricus* ซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนโดเปปติเดสและ/หรือเอกโซเปปติเดสมากกว่าการทำงานของไลเปส เนื่องจากโดยทั่วไปไลเปสจะถูกยับยั้งการทำงานภายหลังกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ นอกจากนี้เอนไซม์โปรติโอไลติกยังช่วยเสริมการทำงานของเอนไซม์เอสเทอเรส (Wirjantoro และอภิรักษ์, 2548) หลังจากนั้นปริมาณไขมันมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ปริมาณความชื้นหรือปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง หลังจากนั้นปริมาณความชื้นลดลงในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ลดลงเนื่องมาจากการยึดเกาะกันของสารให้ความคงตัว เป็นผลให้จำนวนจุลินทรีย์ลดลง และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณการเติมน้ำในน้ำนมข้าวโพดพบว่า เมื่อปริมาณการเติมน้ำสูงขึ้น *L. bulgaricus* มีจำนวนเพิ่มขึ้นจึงกล่าวได้ว่าปริมาณการเติมน้ำและปริมาณหางนมผงมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *L. bulgaricus* (Wirjantoro และอภิรักษ์, 2548)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่คือปริมาณน้ำตาลพบว่า มีปริมาณลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

นำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมาตรวจสอบลักษณะปรากฏ ตรวจสอบซินเนอรีซิส (Syneresis) วัดค่าสี L, a และ b รวมทั้งวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ และทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ได้ผลวิเคราะห์ตังต่อไปนี้ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีลักษณะข้น เนื้อเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวและหวานพอเหมาะ รสชาติรวมกลมกล่อม มีความหอมของข้าวโพด สีเหลืองนวล โดยลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัสจากการคน ยังมีลักษณะที่ดีเป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นจะเริ่มเสียสภาพของความคงตัวอย่างช้าๆ โดยมีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ความหวานลดลง และความหอมของข้าวโพดลดลง เกิดการซินเนอรีซีสเมื่ออายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wirjantoro และอภิรักษ์ได้กล่าวไว้ว่า โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาตินมีค่าการเกิดซินเนอรีซีสต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารให้ความคงตัวชนิดอื่น ผลิตภัณฑ์มีค่า L* เพิ่มขึ้นในช่วง 0-14 วัน หลังจากนั้นจะลดลงในช่วง 14-21 วัน ซึ่งค่า L* หมายถึงค่าความสว่าง มากกว่า 50 แสดงว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีสีค่อนข้างสว่าง (นวลนภา, 2546) ค่า a หมายถึงค่าสีเขียว จากผลการทดลองมีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในช่วง 0-14 วันและเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน และค่า b หมายถึงค่าสีเหลือง มีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่าความหนืดที่ลดลงนี้เป็นผลมาจากลักษณะของเจลหรือเคิร์ดมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นลดลง แรงยึดเหนี่ยวในการเกาะกันระหว่างโมเลกุลของสารให้ความคงตัวน้อยลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าลักษณะเจลหรือเคิร์ดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีความแข็งแต่เปราะ (Wirjantoro และอภิรักษ์, 2548)

4.6.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

นำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรมาวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก จำนวนยีสต์และรา ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ลักษณะทางกายภาพ / วันที่	ลักษณะปรากฏ	วัดค่าสี (เฉลี่ย)			ซินเนอซิส (Syneresis) เฉลี่ย	ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์เฉลี่ย (เซนติพอยส์)
		L*	a	b		
0	มีลักษณะข้น เนื้อเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวและหวานพอเหมาะ รสชาติรวมกลมกล่อม มีความหอมของข้าวโพด สีเหลืองนวล	80.25	-5.88	+35.64	0%	4,464
7	มีลักษณะข้น เนื้อเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวและหวานพอเหมาะ รสชาติรวมกลมกล่อม มีความหอมของข้าวโพด สีเหลืองนวล	80.66	-5.99	+35.57	0%	2,248
14	มีลักษณะข้น เนื้อเนียน รสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ความหวานลดลง ความหอมของข้าวโพดลดลง สีเหลืองนวล	80.89	-5.82	+35.47	0%	2,159
21	มีลักษณะข้น เนื้อเนียน กลิ่นรสเปรี้ยวแรง รสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นอย่างมาก ความหอมของข้าวโพดลดลง มีสีเหลืองนวล	80.12	-4.43	+29.28	0.93%	1,833

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียแลคติก จำนวนยีสต์และราในผลิตภัณฑ์มื่ออายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

ชนิดจุลินทรีย์ (เฉลี่ย)	อายุการเก็บรักษา (วัน)			
	0	**7**	**14**	**21**
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	1.02×10^9	1.61×10^8	1.41×10^8	5.7×10^7
แบคทีเรียแลคติก (โคโลนี/กรัม)	1.76×10^8	1.53×10^8	6.6×10^7	1.08×10^7
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	<10	<300	<300	<300

จากตารางที่ 11 ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียแลคติก เท่ากับ 1.02×10^9 และ 1.76×10^8 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัมในวันที่ 0 หลังจากนั้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียแลคติกมีแนวโน้มลดลง โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าจำนวนแบคทีเรียแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจำนวนแบคทีเรียแลคติกสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกที่มีปริมาณลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ส่วนจำนวนยีสต์และรามีปริมาณเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยกว่า 300 โคโลนีต่อกรัม เนื่องจากเชื้อราสามารถใช้กรดแลคติกในการเจริญเป็นผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ค่อยๆ เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องในช่วงอายุการเก็บรักษาในช่วง 14-21 วัน ส่วนการเจริญของยีสต์ที่ตรวจพบอาจปนเปื้อนมากับธัญพืชที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ มักเป็นสายพันธุ์ที่ใช้น้ำตาลแลคโตสในการเจริญ ซึ่งทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเปลี่ยนแปลงในช่วง 14-21 วัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลง โดยปริมาณการปนเปื้อนของยีสต์และราที่พบในโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในวันที่ 0 เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดของมาตรฐานปริมาณยีสต์และราที่ปนเปื้อนในโยเกิร์ต และเมื่ออายุการเก็บรักษานาน 7-21 วัน พบว่าอยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ โดยมาตรฐานของปริมาณยีสต์และราที่ปนเปื้อนในโยเกิร์ตเป็นดังนี้ ปริมาณเป้าหมาย น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ยอมรับได้ 10 – 50 โคโลนีต่อกรัม ยอมรับได้แต่ต้องมีการปรับปรุง 50 – 100 โคโลนีต่อกรัม และไม่ยอมรับ มากกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม (Barnes และคณะ, 1979 อ้างโดย ศศิวิมล, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 จากการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ผู้บริโภคให้การยอมรับโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ใช้อัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 2

5.1.2 จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ผู้บริโภคให้การยอมรับโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ใช้ปริมาณน้ำตาลที่ 4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) แล้วนำไปผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเพื่อศึกษาหาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

5.1.3 จากการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่เติมเจลาติน แป้งข้าวโพดและเพกติน เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด 3 อันดับแรก

5.1.4 จากการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ผู้บริโภคให้การยอมรับโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่มีการเติมเจลาติน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) มากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด 0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเพกติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ตามลำดับ

5.1.5 จากการศึกษาอัตราส่วนของสารให้ความคงตัว 2 ชนิดต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีค่าความหนืดใกล้เคียงกับโยเกิร์ตของท้องตลาดในเชิงบวกมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีการเติมเจลาติน : แป้งข้าวโพด (1 : 2), แป้งข้าวโพด : เพกติน (1 : 3) และ เพกติน : เจลาติน (1 : 3) โดยโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่มีการเติมเจลาติน : แป้งข้าวโพดในอัตราส่วน 1 : 2 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6 จากการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและอายุการเก็บรักษาของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มี ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 3.11, 1.31, 69.78, 17.26 และ 0.91 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 16 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.30

5.1.7 จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและอายุการเก็บรักษาของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีลักษณะข้น เนื้อเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวและหวานพอเหมาะ รสชาติรวมกลมกล่อม มีความหอมของข้าวโพด สีเหลืองนวล โดยลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัสจากการคน ยังมีลักษณะที่ดีเป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นจะเริ่มเสียสภาพของความคงตัวอย่างช้าๆ โดยมีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ความหวานลดลง และความหอมของข้าวโพดลดลง เกิดการ ซินเนอรีซีสเมื่ออายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน มีค่า L* เพิ่มขึ้นในช่วง 0-14 วัน หลังจากนั้นจะลดลงในช่วง 14-21 วัน ค่า a หมายถึงค่าสีเขียว จากผลการทดลองมีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในช่วง 0-14 วันและเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน และค่า b มีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

5.1.8 จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์และอายุการเก็บรักษาของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียแลคติกเท่ากับ $1.02x10^{9}$ และ $1.76x10^{8}$ โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัมในวันที่ 0 หลังจากนั้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียแลคติกมีแนวโน้มลดลง โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าจำนวนแบคทีเรียแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนจำนวนยีสต์และรามีปริมาณเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยกว่า 300 โคโลนีต่อกรัม

ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และจำนวนจุลินทรีย์แลคติกของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 เรื่องนมเปรี้ยว ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ส่วนจำนวนยีสต์และรามีค่าอยู่ในมาตรฐานของปริมาณยีสต์และราที่ปนเปื้อนในโยเกิร์ต (Barnes และคณะ, 1979 อ้างโดย ศศิวิมล, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิเคราะห์จำนวนของ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ในโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด เพื่อให้เกิดความชัดเจนว่าในระหว่างการเก็บรักษามีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร

2. ควรมีการวิเคราะห์กรดอะมิโนและปริมาณกรดอะมิโนในน้ำนมข้าวโพด เพื่อให้เกิดความชัดเจนว่ากรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบในน้ำนมข้าวโพดเป็นชนิดเดียวกับที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เริ่มต้นในการผลิตโยเกิร์ตหรือไม่ และมีในปริมาณเพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์หรือไม่

3. ควรมีการวิเคราะห์โปรตีนในน้ำนมข้าวโพด เพื่อให้เกิดความชัดเจนว่ามีในปริมาณเริ่มต้นเพียงพอต่อการตกตะกอนเกิดเป็นเคิร์ดได้หรือไม่

4. ควรมีการศึกษาการใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิดผสมกัน เพื่อเพิ่มลักษณะความคงตัวของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2549. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.smethai.net/th/download/_2_____.doc

เจลาติน. 2549. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.sudipan.net/

แป้งข้าวโพด. 2549. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://web.ku.ac.th/agri/cornn/corn_b.htm

โยเกิร์ต. 2549. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.goohealth.co.th

จิรายุ โสวจัสสตากุล, ปภาพิต ปวงประชัง และพรพัชร แผลงเดช. 2548. **การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด**. ปัญหาพิเศษภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญเทียม พันธุ์เพ็ง. 2549. **เทคโนโลยีเอนไซม์**. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

ศศิวิมล ชื่นอื่ม อาเหม็ด. 2549. **อาหารหมักพื้นบ้าน**. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อดิศร เสวตวิวัฒน์, บุญเทียม พันธุ์เพ็ง และสร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา. 2548. **ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร**. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อภิรักษ์ เพียรมงคล และ W., Tri Indrarini. 2548. **โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด : ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม**. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Tip food. 2549. **แป้งข้าวโพด**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tipfood.com/Thaidessert/Thaidessert_ topic5_2.html

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

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก1

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชื่อ.....**วันที่**.....

<u>คำชี้แจง</u> ประเมินลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจำนวน 2 สูตร โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง	
สี		
กลิ่น		
เนื้อสัมผัส		
รสชาติ		
ความชอบรวม		

หมายเหตุ

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

<u>ข้อเสนอแนะ</u>.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชื่อ.....**วันที่**.....

<u>คำชี้แจง</u> ประเมินลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจำนวน 3 สูตร โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง		
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส			
รสชาติ			
ความชอบรวม			

หมายเหตุ

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

<u>ข้อเสนอแนะ</u>.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก3

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชื่อ.....วันที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ประเมินลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจำนวน 5 สูตร โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง				
สี					
กลิ่น					
เนื้อสัมผัส					
รสชาติ					
ความชอบรวม					

หมายเหตุ

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

<u>ข้อเสนอแนะ</u>.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก4

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชื่อ.....**วันที่**.....

<u>คำชี้แจง</u> ประเมินลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจำนวน 9 สูตร โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง								
สี									
กลิ่น									
เนื้อสัมผัส									
รสชาติ									
ความชอบรวม									

หมายเหตุ

1 หมายถึง ไม่ชอบ

2 หมายถึง ชอบเล็กน้อย

3 หมายถึง ชอบปานกลาง

4 หมายถึง ชอบมาก

5 หมายถึง ชอบมากที่สุด

<u>ข้อเสนอแนะ</u>.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ข1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	1.350	1	1.350	1.331	.253
Intercept	646.817	1	646.817	637.655	.000
RATIO	1.350	1	1.350	1.331	.253
Error	58.833	58	1.014		
Total	707.000	60			
Corrected Total	60.183	59			

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	1.067	1	1.067	.928	.339
Intercept	516.267	1	516.267	449.152	.000
RATIO	1.067	1	1.067	.928	.339
Error	66.667	58	1.149		
Total	584.000	60			
Corrected Total	67.733	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	4.267	1	4.267	4.093	.048
Intercept	459.267	1	459.267	440.531	.000
RATIO	4.267	1	4.267	4.093	.048
Error	60.467	58	1.043		
Total	524.000	60			
Corrected Total	64.733	59			

ตารางผนวกที่ ข4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	2.017	1	2.017	1.291	.260
Intercept	400.417	1	400.417	256.432	.000
RATIO	2.017	1	2.017	1.291	.260
Error	90.567	58	1.561		
Total	493.000	60			
Corrected Total	92.583	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	.600	1	.600	.485	.489
Intercept	481.667	1	481.667	389.452	.000
RATIO	.600	1	.600	.485	.489
Error	71.733	58	1.237		
Total	554.000	60			
Corrected Total	72.333	59			

ตารางผนวกที่ ข6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	23.756	2	11.878	21.219	.000
Intercept	768.544	1	768.544	1372.964	.000
SUGAR	23.756	2	11.878	21.219	.000
Error	48.700	87	.560		
Total	841.000	90			
Corrected Total	72.456	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	18.200	2	9.100	15.254	.000
Intercept	756.900	1	756.900	1268.792	.000
SUGAR	18.200	2	9.100	15.254	.000
Error	51.900	87	.597		
Total	827.000	90			
Corrected Total	70.100	89			

ตารางผนวกที่ ข8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	19.356	2	9.678	13.780	.000
Intercept	852.544	1	852.544	1213.934	.000
SUGAR	19.356	2	9.678	13.780	.000
Error	61.100	87	.702		
Total	933.000	90			
Corrected Total	80.456	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	40.022	2	20.011	30.705	.000
Intercept	840.278	1	840.278	1289.315	.000
SUGAR	40.022	2	20.011	30.705	.000
Error	56.700	87	.652		
Total	937.000	90			
Corrected Total	96.722	89			

ตารางผนวกที่ ข10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมน้ำตาลในปริมาณที่ต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	52.356	2	26.178	44.715	.000
Intercept	858.711	1	858.711	1466.777	.000
SUGAR	52.356	2	26.178	44.715	.000
Error	50.933	87	.585		
Total	962.000	90			
Corrected Total	103.289	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	12.907	4	3.227	4.066	.004
Intercept	1338.027	1	1338.027	1686.100	.000
STABILIZER	12.907	4	3.227	4.066	.004
Error	115.067	145	.794		
Total	1466.000	150			
Corrected Total	127.973	149			

ตารางผนวกที่ ข12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	14.227	4	3.557	4.147	.003
Intercept	1170.407	1	1170.407	1364.586	.000
STABILIZER	14.227	4	3.557	4.147	.003
Error	124.367	145	.858		
Total	1309.000	150			
Corrected Total	138.593	149			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	10.373	4	2.593	2.975	.021
Intercept	1187.227	1	1187.227	1361.929	.000
STABILIZER	10.373	4	2.593	2.975	.021
Error	126.400	145	.872		
Total	1324.000	150			
Corrected Total	136.773	149			

ตารางผนวกที่ ข14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	21.573	4	5.393	5.406	.000
Intercept	1109.760	1	1109.760	1112.317	.000
STABILIZER	21.573	4	5.393	5.406	.000
Error	144.667	145	.998		
Total	1276.000	150			
Corrected Total	166.240	149			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	30.307	4	7.577	9.465	.000
Intercept	1131.627	1	1131.627	1413.721	.000
STABILIZER	30.307	4	7.577	9.465	.000
Error	116.067	145	.800		
Total	1278.000	150			
Corrected Total	146.373	149			

ตารางผนวกที่ ข16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	2.415	4	.604	.886	.473
Intercept	2526.948	1	2526.948	3707.109	.000
STABILIZER	1.830	2	.915	1.342	.263
PERCENT	.585	2	.293	.429	.651
Error	180.637	265	.682		
Total	2710.000	270			
Corrected Total	183.052	269			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	12.326	4	3.081	2.671	.033
Intercept	2195.926	1	2195.926	1903.267	.000
STABILIZER	11.652	2	5.826	5.049	.007
PERCENT	.674	2	.337	.292	.747
Error	305.748	265	1.154		
Total	2514.000	270			
Corrected Total	318.074	269			

ตารางผนวกที่ ข18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	20.370	4	5.093	6.012	.000
Intercept	2061.170	1	2061.170	2433.449	.000
STABILIZER	18.141	2	9.070	10.709	.000
PERCENT	2.230	2	1.115	1.316	.270
Error	224.459	265	.847		
Total	2306.000	270			
Corrected Total	244.830	269			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	30.459	4	7.615	5.856	.000
Intercept	1989.959	1	1989.959	1530.376	.000
STABILIZER	30.341	2	15.170	11.667	.000
PERCENT	.119	2	5.926E-02	.046	.955
Error	344.581	265	1.300		
Total	2365.000	270			
Corrected Total	375.041	269			

ตารางผนวกที่ ข20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดและปริมาณต่างกัน

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	16.793	4	4.198	4.171	.003
Intercept	2094.459	1	2094.459	2080.733	.000
STABILIZER	12.652	2	6.326	6.284	.002
PERCENT	4.141	2	2.070	2.057	.130
Error	266.748	265	1.007		
Total	2378.000	270			
Corrected Total	283.541	269			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	3.756	2	1.878	4.203	.018
Intercept	930.825	1	930.825	2083.580	.000
STABILIZER	.817	1	.817	1.828	.180
RATIO	.000	0	.	.	.
Error	38.867	87	.447		
Total	990.000	90			
Corrected Total	42.622	89			

ตารางผนวกที่ ข22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	.289	2	.144	.246	.782
Intercept	949.835	1	949.835	1620.307	.000
STABILIZER	.267	1	.267	.455	.502
RATIO	.000	0	.	.	.
Error	51.000	87	.586		
Total	1038.000	90			
Corrected Total	51.289	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	.356	2	.178	.248	.781
Intercept	810.684	1	810.684	1130.885	.000
STABILIZER	.267	1	.267	.372	.544
RATIO	.000	0	.	.	.
Error	62.367	87	.717		
Total	903.000	90			
Corrected Total	62.722	89			

ตารางผนวกที่ ข24 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	10.689	2	5.344	5.657	.005
Intercept	756.159	1	756.159	800.314	.000
STABILIZER	.417	1	.417	.441	.508
RATIO	.000	0	.	.	.
Error	82.200	87	.945		
Total	844.000	90			
Corrected Total	92.889	89			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข25 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวผสมสองชนิด

Source	SS	DF	MS	F	Sig.
Corrected Model	4.267	2	2.133	3.448	.036
Intercept	851.531	1	851.531	1376.159	.000
STABILIZER	1.067	1	1.067	1.724	.193
RATIO	.000	0	.	.	.
Error	53.833	87	.619		
Total	923.000	90			
Corrected Total	58.100	89			

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 กรัมในแอลกอฮอล์ร้อยละ 75 และละลายเมธิลเรด 0.2 กรัมในแอลกอฮอล์ร้อยละ 75 และนำสารละลายมาผสมในอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร
2. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยละลายกรดบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. สารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยเจือจางไฮโดรคลอริกเข้มข้น 8.2 มิลลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น นำไปเทียบหาค่ามาตรฐานโดยไทเทรตกับโซเดียมคาร์บอเนต
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 (Commercial grade) ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1,000 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 กรัมที่ชั่งละเอียดถึง ±1 มิลลิกรัม
2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันนำไปตั้งบนเตาเพื่อย่อยด้วยความร้อนจนกระทั่งได้เป็นสารละลายของเหลวใสสีเขียว
3. หลังจากย่อยเสร็จ ปิดสวิทซ์เครื่องย่อยแล้วทิ้งไว้ให้เย็น แต่ยังคงเปิดปั๊มเพื่อดูดไอกรดจนกระทั่งไอกรดหมด
4. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตวงกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 50 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ หยดอินดิเคเตอร์ 4 หยด เขย่าให้เข้ากันจะได้สารละลายสีชมพูใสนำไปตั้งไว้ที่ตำแหน่งในเครื่องกลั่นแล้วปรับให้ปลายคอนเดนเซอร์จุ่มในขวดที่มีกรดบอริกอยู่
6. ต่อขวด Kjedahl เข้ากับคอนเดนเซอร์ ปิดหน้าต่างป้องกัน ตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่น กดปุ่มควบคุมปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์
7. กดปุ่ม start เพื่อเริ่มการย่อย เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะได้สารละลายสีเขียวใส เลื่อนหน้าต่างป้องกันขึ้นเพื่อถอดขวด Kjedahl ออก ยกปลายคอนเดนเซอร์ขึ้นและฉีดปลายด้านนอก- ในด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย นำสารละลายที่กลั่นได้มาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอลิก 0.1 นอล์มัล จนได้จุดยุติสีชมพู
8. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรแทนตัวอย่างโยเกิร์ต
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 (กรัมตัวอย่าง)

% โปรตีน (โดยน้ำหนัก) = %ไนโตรเจนทั้งหมด x 6.38

หมายเหตุ ความถูกต้องของการวิเคราะห์ ความเบี่ยงเบนของการทดลอง 2 ซ้ำไม่ควรมากกว่า 0.005 % ไนโตรเจน

2. การหาปริมาณไขมัน (AOAC,2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. ปิโตเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส
2. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องสกัดซอกซ์เล็ต (Soxhlet apparatus) พร้อมทิมเบิล (thimble) และบิกเกอร์ไขมัน
4. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้
5. โถดูดความชื้น (desiccator)
6. ที่คีบ (Tong) และ boiling chip จำนวน 2 เม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. อบบีกเกอร์ไขมันพร้อมกับ boiling chip ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นแล้วประมาณ 5.00-10.00 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน หอด้วยกระดาษกรอง ใส่ในทิมเบิล (extraction thimble) ตวงปิโตเลียมอีเทอร์จำนวน 140-180 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์ไขมัน ต่อทิมเบิลที่ใส่ตัวอย่างและบีกเกอร์เข้ากับเครื่องสกัดไขมัน ทำการสกัดไขมันตามโปรแกรมของเครื่อง เมื่อครบเวลานำบีกเกอร์ไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยปิโตเลียมอีเทอร์ออก ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักของบีกเกอร์หลังสกัด} - \text{น้ำหนักของบีกเกอร์ก่อนสกัด} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

3. การหาปริมาณความชื้น (AOAC,2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. อลูมิเนียมแคนพร้อมฝา นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำใส่โถอบแห้ง

วิธีการทดลอง

1. นำอะลูมิเนียมแคนไปชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนปริมาณ 5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
2. นำตัวอย่างไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นำมาใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนัก และนำตัวอย่างไปอบซ้ำอีก ชั่งจนได้น้ำหนักคงที่
3. วิธีคำนวณปริมาณความชื้น

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

เมื่อ W = น้ำหนักอะลูมิเนียมแคน (กรัม)

W_1 =น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 =น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC,2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองที่หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำไปใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการทดลอง

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

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

เมื่อ W = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคน (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

5. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC,2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายฟีนอล์ทาลีน เตรียมโดยละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 จำนวน 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทีละหยดจนหยดแรกให้สีชมพู เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 200 มิลลิลิตร
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

วิธีการทดลอง

1. ชั่งโยเกิร์ตจำนวน 9 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มคาร์บอนไดออกไซด์ออกแล้ว 18 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอล์มัล จนได้สีชมพูอ่อนที่คงทนนาน 30 วินาที
3. วิธีคำนวณปริมาณกรดแลคติก

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

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. การวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายน้ำได้

สารเคมีและอุปกรณ์

a. Hand Refractometer N1

วิธีการทดลอง

1. นำ Hand Refractometer เปิดตรงฝาที่ปิดตรงแผ่นหน้า 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 และกำหนดค่าต่างๆของตัวอย่าง
3. นำโยเกิร์ตใส่ถ้วยแก้ว นำมาวัดค่าสี โดยค่าที่ใช้จะปรากฏให้ทราบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นค่า 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. ชั่งโยเกริ์ตทั้งถ้วยและชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่ จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. เทโยเกิร์ตทั้งถ้วยลงในกรวยแก้วที่มีกระดาษกรอง Whatman No.1 (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร) ซึ่งวางอยู่บนขวดรูปชมพู่เพื่อรองรับน้ำที่แยกออกมา จับเวลา 1 ชั่วโมงล้วยกกรวยออก ชั่งน้ำหนักขวดรูปชมพู่ซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วยอีกครั้ง
3. วิธีการคำนวณการเกิด syneresis

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวัดความหนืด

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่อง Brookfield Digital Viscometer รุ่น DV III

วิธีการทดลอง

1. ทำการติดตั้งเครื่องกับสายแกนตั้ง 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 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด เมื่อใช้หัวหมุนและความเร็วที่เหมาะสมกรณีที่บนจอภาพปรากฏ % EEE %? หรือ % - แสดงว่าใช้หัวหมุนและความเร็วไม่เหมาะสมให้กด motor off หรือรอให้เข็มหยุดหมุนแล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวหมุนที่ใช้

5. ลักษณะปรากฏ

วิธีการทดลอง

1. ดูลักษณะภายนอกของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 นำไปฆ่าเชื้อ ภายใต้ความดัน 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 แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 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 รายงานผลเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกในรูปโคโลนีต่อกรัม
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 นำไปฆ่าเชื้อ ภายใต้ความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสนาน 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 คนให้ละลายแล้วยกลง 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 องศาเซลเซียสนาน 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกเฉพาะโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูปโคโลนีต่อกรัม
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 นำไปฆ่าเชื้อ ภายใต้ความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เตรียมโดยชั่ง Potato Infusion 200 กรัม Drextrose 20 กรัม และ agar 20 กรัม ละลายน้ำกลั่น 1 ลิตร ถ่ายใส่ขวดที่มีฝาปิด นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ,Potato Infusion เตรียมโดยต้มมันฝรั่งที่หั่นโดยไม่ได้ปอกเปลือกจำนวน 200 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร เป็นเวลา 30 นาที กรองเอาเนื้อมันฝรั่งออก เก็บน้ำต้มฝรั่งมัน มันฝรั่งไว้ใช้ละลายส่วนผสมทั้งหมด
3. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
4. เพลท
5. ปิเปต
6. หลอดทดลองพร้อมฝา
7. Vortex
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA แล้วทิ้งไว้ให้อุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส
3. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เทคนิค pour plate
4. ควำ่เพลท แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกเฉพาะโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนยีสต์และราในรูปโคโลนีต่อกรัม

7.ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณจำนวนจุลินทรีย์เป็นโคโลนีต่อกรัม

จำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง(cfu / g) = จำนวนโคโลนีที่นับได้ X ระดับความเจือจางที่ตรวจนับ

- ถ้าเป็น spread plate ต้องคูณ 10

ตารางที่ 12 ตัวอย่างบันทึกผลการคำนวณจุลินทรีย์

ตัวอย่างการนับวันที่	จำนวนโคโลนีที่นับได้				อัตราส่วนจำนวนโคโลนีจำนวนสูง/จำนวนต่ำ	ผลการตรวจนับโคโลนีต่อกรัม
	ซ้ำที่	ระดับความเจือจาง				
		10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}		
0	1	>300	281	40	(มีค่าน้อยกว่า2 ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของทั้ง 4 ซ้ำ)	1.76×10^{8}
	2	>300	378	24		
	ค่าเฉลี่ย		329.5 329.5×10^{5}	32 36×10^{6}		
7	1	>300	>300	167	มากกว่า 2 ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของ 2 ซ้ำของระดับการเจือจางที่เมื่อคูณด้วย dilution factor แล้วมีค่าน้อยกว่า	1.61×10^{8}
	2	>300	>300	156		
	ค่าเฉลี่ย			161		
14	1	0	0	0	-	$<1 \times 10^{1}$ (<10)
	2	0	0	0		
	ค่าเฉลี่ย	0	0	0		
21	1	18	0	0	-	$<30 \times 10^{1}$ (<300)
	2	12	0	0		
	ค่าเฉลี่ย	15	0	0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9ก ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

คุณลักษณะทางเคมี	ครั้งที่	อายุการเก็บ(วัน)							
		0		7		14		21	
		ผลการทดลอง	เฉลี่ย	ผลการทดลอง	เฉลี่ย	ผลการทดลอง	เฉลี่ย	ผลการทดลอง	เฉลี่ย
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	1	4.36	**4.30**	4.26	**4.27**	4.25	**4.25**	4.36	**4.36**
	2	4.23		4.27		4.25		4.36	
ปริมาณไนโตรเจน (%)	1	0.493	**0.488**	0.486	**0.489**	0.336	**0.319**	0.311	**0.321**
	2	0.484		0.496		0.312		0.326	
	3	0.487		0.484		0.308		0.326	
ปริมาณโปรตีน (%)	1	0.488 x 6.38	**3.11**	0.489 x 6.38	**3.12**	0.319 x 6.38	**2.04**	0.321 x 6.38	**2.05**
ปริมาณไขมัน (%)	1	1.307	**1.31**	1.361	**1.36**	1.238	**1.24**	0.952	**0.95**
	2	1.310		1.363		1.241		0.947	
ปริมาณความชื้น (%)	1	69.32	**69.78**	80.48	**80.40**	79.46	**79.75**	78.90	**78.26**
	2	70.23		80.33		80.03		77.62	
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	1	17.02	**17.26**	15.09	**15.01**	20.28	**20.44**	24.25	**24.67**
	2	17.50		14.93		20.60		24.48	
ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	1	0.92	**0.91**	0.87	**0.86**	0.86	**0.86**	0.83	**0.83**
	2	0.90		0.84		0.85		0.83	
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (บริกซ์)	1	16	**16**	15	**15**	15	**15**	14	**14**
	2	16		15		15		14	

ตารางที่ 11ก ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ทั้งหมดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ตัวอย่างการนับวันที่	จำนวนโคโลนีที่นับได้				อัตราส่วนจำนวนโคโลนีจำนวนสูง/จำนวนต่ำ	ผลการตรวจนับโคโลนีต่อกรัม
	ซ้ำที่	ระดับความเจือจาง				
		10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}		
0	1	>300	160	136	5.0	1.02×10^{9}
	2	>300	245	68		
	ค่าเฉลี่ย		202×10^{5}	102×10^{6}		
7	1	>300	>300	167	-	1.61×10^{8}
	2	>300	>300	156		
	ค่าเฉลี่ย			161		
14	1	>300	135	116	8.4	1.41×10^{8}
	2	>300	148	123		
	ค่าเฉลี่ย		141×10^{5}	119×10^{6}		
21	1	>300	98	67	5.7	5.7×10^{7}
	2	>300	102	48		
	ค่าเฉลี่ย		100×10^{5}	57×10^{6}		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11ข ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์แบคทีแลคติกของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ตัวอย่างการนับวันที่	จำนวนโคโลนีที่นับได้				อัตราส่วนจำนวนโคโลนีจำนวนสูง/จำนวนต่ำ	ผลการตรวจนับโคโลนีต่อกรัม
	ซ้ำที่	ระดับความเจือจาง				
		10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}		
0	1	>300	>300	187	-	1.76×10^{8}
	2	>300	>300	165		
	ค่าเฉลี่ย			176		
7	1	>300	143	109	6.6	1.53×10^{8}
	2	>300	164	96		
	ค่าเฉลี่ย		153×10^{5}	102×10^{6}		
14	1	>300	123	57	4.9	6.6×10^{7}
	2	>300	145	75		
	ค่าเฉลี่ย		134×10^{5}	66×10^{6}		
21	1	115	132	-	10.6	1.08×10^{7}
	2	101	99	-		
	ค่าเฉลี่ย	108×10^{4}	115×10^{5}	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11ค ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ยีสต์และราของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ตัวอย่างการนับวันที่	จำนวนโคโลนีที่นับได้				อัตราส่วนจำนวนโคโลนีจำนวนสูง/จำนวนต่ำ	ผลการตรวจนับโคโลนีต่อกรัม
	ซ้ำที่	ระดับความเจือจาง				
		10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}		
0	1	0	0	0	–	$<1 \times 10^{1}$ (<10)
	2	0	0	0		
	ค่าเฉลี่ย	0	0	0		
7	1	0	1	1	–	$<30 \times 10^{1}$ (<300)
	2	1	0	1		
	ค่าเฉลี่ย	1	1	1		
14	1	1	0	1	–	$<30 \times 10^{1}$ (<300)
	2	2	2	2		
	ค่าเฉลี่ย	2	2	2		
21	1	4	3	4	–	$<30 \times 10^{1}$ (<300)
	2	5	5	3		
	ค่าเฉลี่ย	5	4	4		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

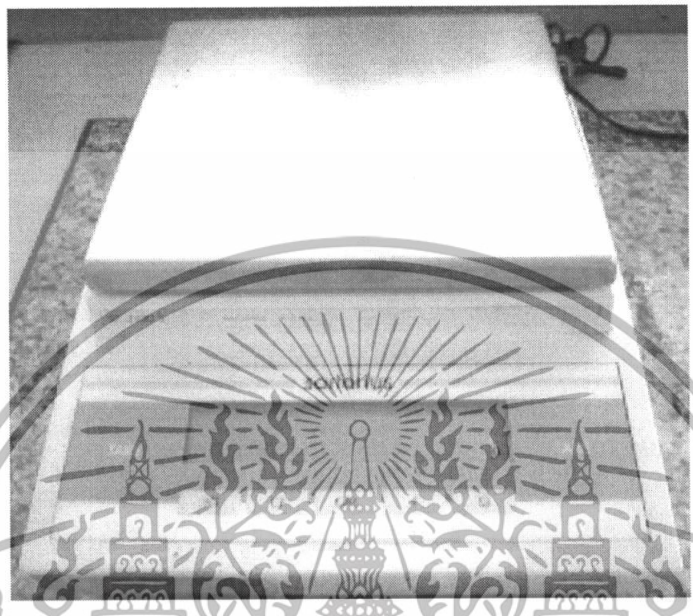
ภาพแสดงอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ฉ1 เครื่องตีปั่นยี่ห้อ Moulinex

ภาพผนวก ฉ2 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

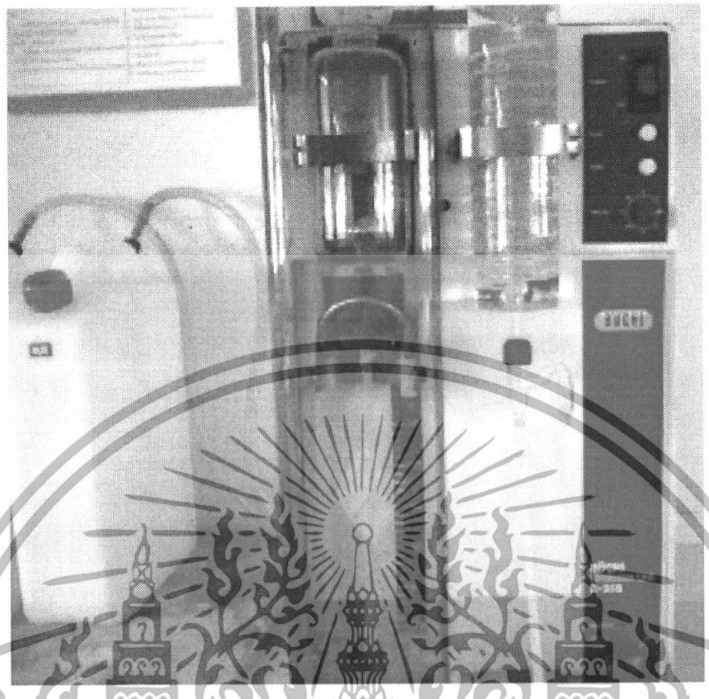
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวก ฉ3 เครื่องชั่งละเอียด

ภาพผนวก ฉ4 เครื่องบ่มโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวก ฉ5 เครื่องกลั่นโปรตีนยี่ห้อ BUCHI

ภาพผนวก ฉ6 เครื่องสกัดไขมันยี่ห้อ Gerhardt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ ฉ7 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดผสมธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้