20056

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ในโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต

(Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in Yoghurt and Frozen Yoghurt)

T096579

โดย

นางสาวณัฏฐา นิลจินดา	รหัสนักศึกษา	43040170
นายวิทวัช ดูเมืองแมน	รหัสนักศึกษา	43040194
นางสาววิภารัตน์ สังข์สุวรรณ์	รหัสนักศึกษา	43040195

ได้รับความเห็นชอบจาก

.....5...../เม.ย./.47..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย)

เลขหมู่ 96579
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี

ปพ.
ณ311ค
2547

นางสาวณัฏฐา นิลจินดา นายวิทวัช คูเมืองแมน และนางสาววิภารัตน์ สังข์สุวรรณ์. ความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ในโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต (Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in Yoghurt and Frozen Yoghurt). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บทคัดย่อ

ศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ในโยเกิร์ต โดยบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมงและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน พบว่า ปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ตที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บ ขณะที่ความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตลดน้อยลง ตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* ได้ 6.87×10^8 CFU/ml. ภายหลังการบ่มโยเกิร์ต และหลังจากเก็บนาน 15 วัน ตรวจนับได้ 8.27×10^7 CFU/ml. โดยระยะเวลาการเก็บมีผลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก ($P<0.05$)

พบอิทธิพลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บในไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก ($P<0.05$) โดยที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* เริ่มต้น 2.47×10^8 CFU/ml. หลังจากเก็บนาน 30 วัน ตรวจนับได้ 5.32×10^7 CFU/ml. และที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 2.49×10^8 CFU/ml. หลังจากเก็บนาน 30 วัน ตรวจนับได้ 1.40×10^8 CFU/ml.

ณัฏฐา นิลจินดา
วิทวัช คูเมืองแมน
วิภารัตน์ สังข์สุวรรณ์

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

5 เม.ย. 47

วัน เดือน ปี

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทั้งนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาสละเวลาคอยแนะนำให้คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งขอขอบพระคุณความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม อ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อ.นภัสรพี เหลืองสกุล คณะกรรมการปัญหาพิเศษ ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณพ่อแม่ และครอบครัวของคณะผู้จัดทำที่คอยให้กำลังทรัพย์ และกำลังใจต่อสู้อุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปัญหาพิเศษ และขอขอบคุณ พี่บู ทนาวุฒิ, พี่หมวย ศศิพร, พี่ธง ธงชัย, พี่ฝน (ป.โท), พี่ศิ (ป.โท) และพี่ๆที่แสนน่ารักที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และให้ความเชื่อมั่นในตัวน้องเสมอ

ขอขอบคุณเพื่อนๆในโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร รุ่นที่ 20 ทุกคน ที่ร่วมหัวจมท้ายกันมาตลอด 4 ปี โดยเฉพาะเพื่อนๆสาขาอุตสาหกรรมเกษตร(ภาคปกติ) ที่ให้ความเป็นเพื่อนที่ดีเสมอมา แม้ว่าบางครั้งจะมีกระทบกระทั่งกันไปบ้าง ก็คงไม่ได้ติดใจอะไรเพราะพวกเราเป็นเพื่อนกัน

ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับเพื่อนๆเหล่านี้ ปู ปิยพร, ป๋าบอล วรชัย, แบน อธิกร, นัท ณัฐพร, ออฟ สาวิตรี, ฟ้ามุ่ย, หนุน จรรยา, เปิ้ล สุภาภรณ์, ทิพย์ ทิพย์วรรณ, รี จารีย์ ที่คอยรับฟังช่วยเหลือ และให้ความห่วงใยอย่างจริงใจ ขอบคุณจริงๆนะ

นอกจากนี้ยังมี เก๋า, แอม, ต่อ, ลี, โอ๊ต(ครู), โอ๊ต(วิศวะ), ออม, ดี, นิค, เด่น, ป๊อก, เมย์, ดา ที่คอยอยู่ข้างๆให้กำลังใจ ส่งข้าวส่งน้ำเวลาทำ lab และคอยอยู่เป็นเพื่อนตอนพิมพ์งานดึกๆ รวมถึงเพื่อนๆน้องๆองค์การนักศึกษาทุกคนที่ไม่ได้เอ่ยชื่อ (ยังมีน้องพลิ้วที่คอยเฝ้าเวลาทำ lab เสมอ)

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณตัวเองที่ทำสำเร็จจนได้ การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สอนให้รู้จักและเข้าใจอะไรหลายๆด้าน ไม่ใช่เฉพาะความรู้และทักษะด้านวิชาการเพียงเท่านั้น แต่ยังสอนให้รู้จักความอดทน การแก้ปัญหา ได้ครบทุกรสชาติจริงๆ ที่ขาดไม่ได้ก็คงเป็นมิตรภาพดีๆที่เกิดขึ้นระหว่างพวกเราสามคน

นางสาวณัฏฐา นิลจินดา
นายวิทวัช ดูเมืองแมน
นางสาววิภารัตน์ สังข์สุวรรณ์
5 เมษายน 2547

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 โปรไบโอติก	2
2.2 โยเกิร์ต	4
2.2.1 การแบ่งประเภทของโยเกิร์ต	5
2.2.2 ส่วนผสมในการผลิตโยเกิร์ต	6
2.3 ไอศกรีมโยเกิร์ต	9
2.3.1 การแบ่งประเภทของไอศกรีมโยเกิร์ต	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	12
3.2 สารเคมี	12
3.3 วิธีการทดลอง	
3.3.1 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต	13
3.3.2 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต	14
3.3.3 ศึกษาการเจริญและพฤติกรรมการผลิตกรดของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต	16
3.3.4 ศึกษาความอยู่รอดของ *L. acidophilus* และ *B. bifidum* ในโยเกิร์ต	16
3.3.5 ศึกษาอิทธิพลของไขมันในไอศกรีมโยเกิร์ตต่อความอยู่รอดของ *L. acidophilus* และ *B. bifidum*	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 ผลการศึกษาการเจริญและพฤติกรรมการผลิตกรดของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต	18
4.2 ผลการศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ *L. acidophilus* และ *B. bifidum* ในโยเกิร์ต	21
4.3 ผลการศึกษาปริมาณไขมันในไอศกรีมโยเกิร์ตที่มีผลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ *L. Acidophilus* และ *B. Bifidum*	25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32
ประวัติผู้เขียน	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า Correlation (R) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดกับ pH ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง	20
2	ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต	25
3	ค่า %Overrun ของไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีมโยเกิร์ต) ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน	26
4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต	28

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติกโดยเชื้อจุลินทรีย์ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus*	8
2	กระบวนการผลิตโยเกิร์ต	14
3	กระบวนการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ต	15
4	กราฟแสดงค่าความเป็นกรดในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	19
5	กราฟแสดง pH ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	19
6	กราฟแสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *L. acidophilus* ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส	21
7	กราฟแสดงค่าความเป็นกรดในระหว่างการเก็บโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	22
8	กราฟแสดง pH ในระหว่างการเก็บโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	22
9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตกับระยะเวลาการ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน ของโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต	23
10	กราฟแสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและ *L. acidophilus* ในระหว่างการเก็บโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	24
11	กราฟแสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและ *Lactobacillus acidophilus* ในไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน	27

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในร่างกายมนุษย์มีเชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิด อาศัยอยู่ในลำไส้ตั้งแต่เกิด ชนิดหนึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ให้โทษย่อยอาหารแล้วให้สารที่เป็นพิษแก่ร่างกาย อีกชนิดเรียกว่า เชื้อแบคทีเรียแลคติก (Lactic Acid Bacteria ; LAB) ย่อยอาหารแล้วให้สารที่เป็นประโยชน์ทำให้ร่างกายแข็งแรง เชื้อแบคทีเรียที่ดีเหล่านี้ คือ โปรไบโอติก (Probiotic) ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียในจีนัส *Lactobacillus, Enterococcus* และ *Bifidobacterium*

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด เช่น โยเกิร์ต และไอศกรีมโยเกิร์ต มีการใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตในการหมักด้วย โดยเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตคือ *Streptococcus thermophillus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้ ไม่สามารถมีชีวิตรอดและเจริญเติบโตในทางเดินอาหารของมนุษย์ได้ เนื่องจากมีความสามารถทนเกลือในน้ำดีได้ต่ำ ในทางตรงกันข้ามเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก เช่น *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* สามารถมีชีวิตรอดและเจริญเติบโตได้ในทางเดินอาหารของมนุษย์ (Wunwisa *et al.*,2002) เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายจึงมีการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกลงในผลิตภัณฑ์นมหมักต่างๆ แต่ยังพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกจะลดลงเมื่อผ่านกระบวนการผลิต เช่น การเก็บรักษาโดยการแช่เย็นและการแช่แข็งก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์โปรไบโอติกลดลง (Lankaputhr and Shah, 1997) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมจุลินทรีย์โปรไบโอติกควรมีปริมาณเชื้อที่มีชีวิตอยู่ในผลิตภัณฑ์เป็นจำนวน 10^5-10^6 CFU/ml. เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Dave and Shah, 1996)

เนื่องจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่มีชีวิตอยู่ในผลิตภัณฑ์นั้น สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายได้ต้องอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ดังนั้น จึงทำการศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกในโยเกิร์ตตามระยะเวลาการเก็บ และศึกษาอิทธิพลของปริมาณไขมันในไอศกรีมโยเกิร์ตและระยะเวลาการเก็บต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาความอยู่รอดของ *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อผสมต่างชนิดกัน

1.2.2 ศึกษาอิทธิพลของปริมาณไขมันในไอศกรีมโยเกิร์ตและระยะเวลาการเก็บต่อความอยู่รอดของ *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum*

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรไบโอติก (Probiotic)

โปรไบโอติก คือ เชื้อจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่ และก่อให้เกิดประโยชน์โดยช่วยปรับระดับความสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์ภายในระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิต (Fuller, 1992)

เชื้อจุลินทรีย์ที่จัดเป็นเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก (Fuller, 1989) ได้แก่

- เชื้อแบคทีเรียในจีนัส *Lactobacillus* ได้แก่ *L. acidophilus, L. crispatus, L. gallinarum, L. johnsonii, L. casei, L. reuteri, L. amylovorus, L. gasseri, L. paracasei, L. ramnosus* และ *L. fermentum*
- เชื้อแบคทีเรียในจีนัส *Enterococcus* ได้แก่ *Ec. faecium* และ *Ec. faecalis* (ทั้งสองชนิดนี้แต่เดิมถูกจัดอยู่ในจีนัส *Streptococcus*)
- เชื้อแบคทีเรียในจีนัส *Bifidobacterium* เกือบทุกชนิดจัดเป็นจุลินทรีย์เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก สัตว์แต่ละชนิดจะมีชนิดและสายพันธุ์ของ Bifidobacteria เฉพาะ แต่ที่สำคัญที่ใช้ในปศุสัตว์และคนคือ *B. animalis, B. bifidum* และ *B. infantis*

เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกอาศัยอยู่ในลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ตั้งแต่ยังเป็นทารก ทำหน้าที่ช่วยย่อยอาหารและผลิตสารอาหารที่ดีมีประโยชน์ ได้แก่ กรดอะมิโน พลังงาน วิตามินเค วิตามินบี สารปฏิชีวนะธรรมชาติหลายชนิด และกรดแลกติก (ธารารัตน์, 2542) เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นที่ต้องการได้ และแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ เช่น Salmonella ซึ่งสามารถพบได้ในทางเดินอาหาร ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก เนื่องมาจากการสร้างกรด การสร้างสารแบคเทอริโอซิน (Bacteriocins) ทำให้ต่อสู้กับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และการเข้าไปเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสร้างภูมิคุ้มกันโรค เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกยังสร้าง β- galactosidase ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับมนุษย์ (Wunwisa *et al.*, 2002)

เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่นิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์นมหมักร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เนื่องจากมีคุณลักษณะ ดังนี้

- ***Lactobacillus acidophilus***

เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมบวก เซลล์มีลักษณะเป็นแท่งปลายมน เซลล์อาจอยู่เป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่ หรือเป็นสายสั้นๆ มีการหมักน้ำตาลเฮกโซส (Hexose) แบบ Homofermentative แยกได้จากลำไส้ของคนและสัตว์ ปาก และช่องคลอดของคน (Kandler and Weiss, 1986) เจริญเติบโตได้ดีที่

อุณหภูมิตั้งแต่ 15-45 องศาเซลเซียส จัดเป็นแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิสูง (Nakasawa and Hosono, 1992)

ประโยชน์ของ *Lactobacillus acidophilus*

1) รักษาสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่อาศัยในระบบทางเดินอาหาร และการควบคุมเชื้อโรคที่ติดต่อทางระบบทางเดินอาหารทั้งในสิ่งมีชีวิตและในหลอดทดลอง (Gilland, 1989) *L. acidophilus* หลายสายพันธุ์สามารถสังเคราะห์สารปฏิชีวนะได้ เช่น *L. acidophilus* 11088 ผลิต Lactacin F และ *L. acidophilus* LAPT ผลิต Acidophilus A เป็นต้น (Hoover and Steensen, 1993)
2) ควบคุมระดับปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือด *L. acidophilus* เมื่อเจริญเติบโตอยู่ในสภาพที่เหมาะสม คือ ไร้ออกซิเจน (Anaerobe condition) และมีน้ำดี (Bile) เป็นส่วนประกอบ จะสามารถใช้โคเลสเตอรอลได้ (Gilland, 1989)
3) Montes *et al.* (1995) ทดลองใช้นมที่มีเชื้อ *L. acidophilus* ในเด็กที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลกโตสได้ พบว่า *L. acidophilus* จะช่วยปรับปรุงความสามารถในการย่อยน้ำตาลแลกโตสในผู้ที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลกโตสได้
4) การต่อต้านสารก่อมะเร็งและสารก่อการกลายพันธุ์ (Antimutagenicty) ซึ่งแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกส่วนใหญ่สามารถต่อต้านสารก่อมะเร็งได้ (Gilland, 1989)

- ***Bifidobacterium* spp.**

เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมบวก ลักษณะเซลล์เป็นรูปแท่งที่มีหลายรูปแบบ เช่น แท่งสั้น แท่งปกติ เซลล์ผอมหรือมีปลายเรียวแหลม (pointed end) เป็นต้น และยังจัดเป็นแบคทีเรียประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) ไม่เจริญเติบโตในสภาพที่มีออกซิเจน เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37-41 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ 6.5-7.0 ไม่เจริญที่ pH 4.5-5.0 หรือที่ 8.0-8.5 หมักน้ำตาลกลูโคสให้เป็นกรดอะซิติกและกรดแลคติกในอัตราส่วน 3:2 ไม่สังเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์ (Scadovi, 1986) ถูกค้นพบในครั้งแรกในปี ค.ศ. 1900 โดย Henry Tissier แห่งสถาบันห้องปฏิบัติการปาสเตอร์ (Pasteur Laboratory) ในอุจจาระของเด็กทารก (Huges & Hoover, 1991) Bifidobacteria จะเริ่มเจริญเติบโตหลังจากทารกได้รับน้ำนมจากแม่ เนื่องจากน้ำนมมี N-acetylglucosamine เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth factor) ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดในวัยทารกจากนั้นจะมีปริมาณลดลงเมื่ออายุมากขึ้น

ประโยชน์ของ *Bifidobacterium* spp. (Huges & Hoover, 1991)

1) รักษาสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร เช่น ควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อโคลิฟอร์ม (Coliforms), Enterococci และ Clostridia ในทารกที่ได้รับน้ำนมแม่ เด็กที่มีปริมาณ Bifidobacteria สูงสามารถต่อต้านการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารได้ดี
2) บรรเทาอาการแพ้น้ำตาลแลกโตส อันเนื่องมาจากร่างกายไม่ผลิตเอนไซม์ β-galactosidase ที่ย่อยน้ำตาลแลกโตสซึ่งส่วนใหญ่พบในคนเชื้อชาติเอเชียและอาฟริกา
3) ลดระดับปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือด กลไกของการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของ Bifidobacteria ยังไม่แน่ชัด แต่มีการวิจัยที่ให้หนูกิน Bifidobacteria แล้วระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของหนูลดลง
4) สังเคราะห์วิตามินบีได้หลายชนิด เช่นวิตามินบีหนึ่ง, บีสอง และบีหก รวมทั้งวิตามินเค เมื่ออาศัยอยู่ในลำไส้ วิตามินจะถูกดูดซึมอย่างช้าๆ เข้าสู่ร่างกาย

- **ความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตกับเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสองชนิด**

โดยปกติแล้ว Bifidobacteria เพียงชนิดเดียวจะเจริญได้ไม่ดีนักในนมถ้าไม่ได้ผสมสารกระตุ้นการเจริญเติบโตลงไปด้วย การช่วยให้ Bifidobacteria เจริญได้ดีขึ้นอีกทางหนึ่งคือ การผสมเชื้อแบคทีเรียแลคติกอีกชนิดหนึ่งให้เจริญร่วมด้วย จะช่วยให้ Bifidobacteria เจริญได้ดีขึ้น เช่น *Streptococcus thermophilus* หรือ *Lactobacillus acidophilus* และเจริญร่วมกันของ Bifidobacteria กับ *Lactobacillus acidophilus* ยังมีการเกื้อหนุนกันในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโต (symbiosis) อีกด้วย (Hunger and Peitersen, 1992)

2.2 โยเกิร์ต

โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักน้ำนม หรือน้ำนมเพิ่มปริมาณของแข็ง ซึ่งเกิดจากการเติมเชื้อแบคทีเรียแลคติก สายพันธุ์กลุ่มแลคโตบาซิลลัส และสเตรปโตคอคคัส ลงไปในนมและทิ้งไว้ให้เกิดการหมัก เมื่อเกิดการหมักเชื้อจุลินทรีย์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก จนมี pH เท่ากับ 4.6 มีผลให้โปรตีนในนม คือ เคซีน (casein) ตกตะกอนเป็นลิ่มนม (curd) ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว (semi-solid) มีคุณค่าทางอาหารสูงเนื่องจากโยเกิร์ตสามารถย่อยได้มากกว่านมสดธรรมดา (วรรณา และญานิน, 2541)

2.2.1 การแบ่งประเภทของโยเกิร์ต

1. การแบ่งประเภทของโยเกิร์ตตามมาตรฐานกฎหมาย (legal standard)

วราวุฒิ และรุ่งนภา (2532) แบ่งประเภทของโยเกิร์ตตามมาตรฐานกฎหมายของโยเกิร์ต ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น เปอร์เซ็นต์ไขมัน ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid Not Fat ; SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด ตามมาตรฐานของ FAO/WHO กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมันดังนี้

1.1 โยเกิร์ตชนิดไขมันเต็ม (Full Fat) เป็นโยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันสูงกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

1.2 โยเกิร์ตชนิดไขมันปานกลาง (Medium Fat) เป็นโยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันประมาณ 3 ถึง 0.5 เปอร์เซ็นต์

1.3 โยเกิร์ตชนิดไขมันต่ำ (Low Fat) เป็นโยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์

2. การแบ่งประเภทของโยเกิร์ตตามวิธีการผลิต

สามารถแบ่งโยเกิร์ตได้เป็น 2 ชนิด (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532) โดยขึ้นอยู่กับระบบการผลิตและโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) ดังนี้

2.1 เซทโยเกิร์ต (Set Yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการบรรจุทันทีหลังการเติมจุลินทรีย์แล้วให้จุลินทรีย์แล้วให้จุลินทรีย์เกิดการหมักภายในภาชนะบรรจุ ลักษณะมวลที่ตกตะกอนที่ได้ มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว พอได้ที่แล้วทำให้เย็นพร้อมที่จะจัดจำหน่าย

2.2 สเตอร์โยเกิร์ต (Stirred Yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากหลังจากการหมักซึ่งเกิดขึ้นภายในถังหมักเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำมาทำให้มวลที่ตกตะกอน แตกหรือแยกกันก่อนที่จะทำให้เย็นแล้วบรรจุ

3. การแบ่งประเภทของโยเกิร์ตตามลักษณะกลิ่นรส

สามารถแบ่งโยเกิร์ตได้เป็น 3 ชนิด (Tamime and Robinson, 1985) ตามลักษณะกลิ่นรส ดังนี้

3.1 โยเกิร์ตชนิดธรรมดา (Plain หรือ Natural Yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผลิตได้ตามวิธีดั้งเดิม มีรสเปรี้ยว เป็นโยเกิร์ตธรรมดาที่ไม่มีการเติมกลิ่นรสหรือผลไม้ลงไป

3.2 โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ (Fruit Yoghurt) โยเกิร์ตชนิดนี้จะได้จากการเติมผลไม้ต่างๆ และสารให้ความหวานลงไปในโยเกิร์ตชนิดธรรมดา

3.3 โยเกิร์ตที่ปรุงด้วยสารสังเคราะห์ (Flavored Yoghurt) ได้จากการเติมกลิ่นรสและสีแทนส่วนของผลไม้ ซึ่งอาจแบ่งได้อีก 2 แบบ คือ แบบสวิส ซึ่งเป็นโยเกิร์ตที่มีเนื้อผลไม้ผสมรวมกระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ต มีการปรุงแต่งสี เนื้อ ให้เกิดรสชาติที่ดีและสวยงาม และแบบซันเด จะมีเนื้อผลไม้อยู่ที่ก้นภาชนะ เช่น ส้ม สับปะรด ลิ้นจี่ สตรอเบอร์รี่ เวลารับประทานจะต้องคนให้เนื้อผลไม้และโยเกิร์ตเข้ากันเสียก่อน

4. การแบ่งประเภทของโยเกิร์ตตามกระบวนการหลังการหมัก

สามารถแบ่งโยเกิร์ตได้เป็น 3 ชนิด (Tamime and Robinson, 1985) ตามกระบวนการหลังการหมัก ดังนี้

4.1 พาสเจอร์ไรส์โยเกิร์ต (Pasteurized Yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยการพาสเจอร์ไรส์ มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา วิธีนี้จะมีผลให้เชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตถูกทำลายไปด้วย ทำให้เนื้อสัมผัสมีคุณภาพลดลง และสูญเสียกลิ่นธรรมชาติของโยเกิร์ต

4.2 โยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Drinking Yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการผสมน้ำเชื่อม หรือน้ำผลไม้หลังจากการหมัก ทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเหลวที่สามารถดื่มได้

4.3 โยเกิร์ตเข้มข้น (Concentrate Yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการระเหยของเหลวบางส่วนที่มีอยู่ในโยเกิร์ตต่อไปจนทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 24 เปอร์เซ็นต์

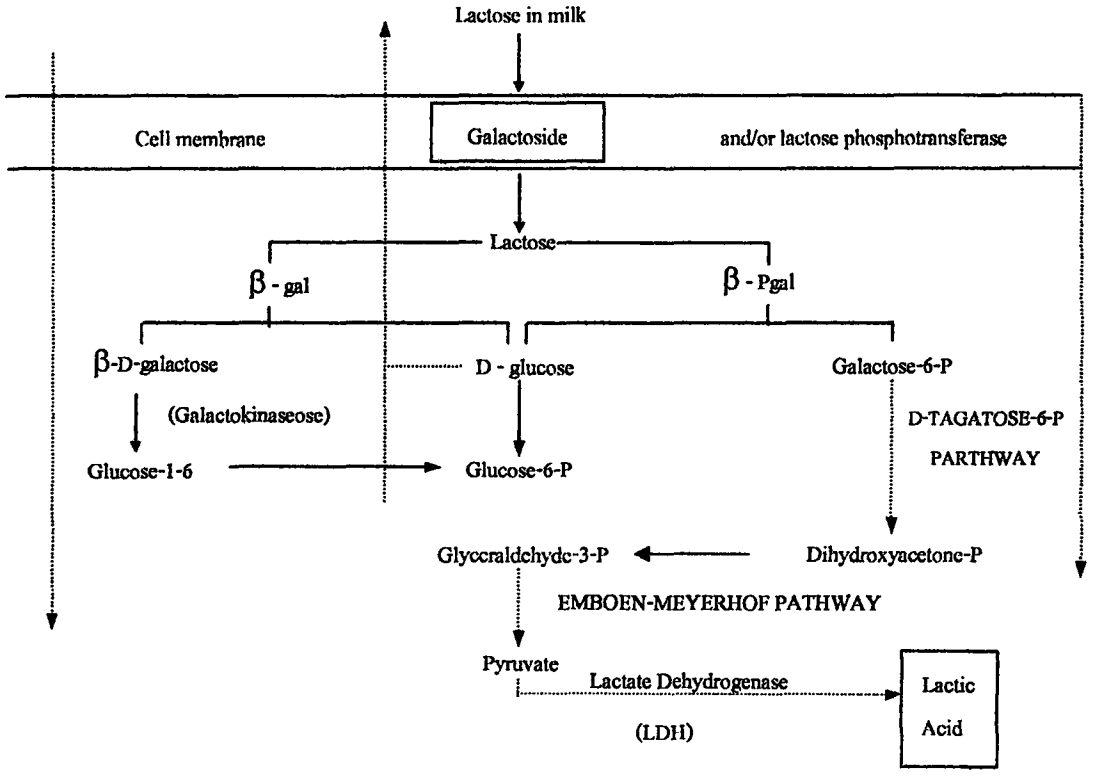
4.4 โยเกิร์ตผง (Dried Yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งจนมีลักษณะเป็นผงและมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 90-94 เปอร์เซ็นต์

4.5 ไอศกรีมโยเกิร์ต (Frozen Yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่โครงสร้างทางกายภาพคล้ายไอศกรีม แต่องค์ประกอบและวิธีการผลิตตั้งแต่ต้นจนถึงการบ่มคล้ายกับโยเกิร์ต ส่วนที่แตกต่างกันคือ มีการเพิ่มช่วงของการปั่น เพิ่มอากาศ และแช่แข็งในช่วงท้ายของการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายไอศกรีม

2.2.2 ส่วนผสมในการผลิตโยเกิร์ต (Yoghurt Ingredients)

ส่วนผสมทุกชนิดที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตมีผลต่อคุณภาพโยเกิร์ตที่ได้ เพราะฉะนั้นเพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดี ส่วนผสมที่ใช้จะต้องมีคุณภาพดีด้วย ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอม ส่วนผสมสำคัญที่ใช้ ได้แก่ ส่วนผสมประเภทนม สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว และเชื้อจุลินทรีย์ ดังนี้ (Tamime and Robinson, 1985)

- **ส่วนผสมประเภทนม** ส่วนผสมหลักของโยเกิร์ตคือ น้ำนมและส่วนผสมที่ได้จากน้ำนม เช่น นมผงพร้อมมันเนย หางนมผง หางนมสด หรือหางนมเข้มข้น เวย์ผง เป็นต้น การผลิตโยเกิร์ตไขมันต่ำ มีการใช้หางนมสดแทนนมสดหรือโปรตีนนมเข้มข้นลงไป เพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่คงตัวน้ำเวย์ไม่แยกออกได้ง่ายและทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตไม่อ่อนแอเกินไป
- **สารให้ความหวาน** ปกติจะเติมลงในโยเกิร์ตผลไม้หรือโยเกิร์ตปรุงแต่งกลิ่นรส หรือเติมลงในโยเกิร์ตธรรมดาชนิดหวาน จุดประสงค์ของการเติมสารให้ความหวานก็เพื่อบดบังความเปรี้ยวของโยเกิร์ต ปริมาณสารให้ความหวานที่เติมลงไปนั้นขึ้นอยู่กับ ชนิดของสารให้ความหวาน ความชอบของผู้บริโภค ผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ สารให้ความหวานที่นิยมใช้ คือ ซูโครส ซึ่งอาจเติมในรูปผลึกซูโครสหรือน้ำเชื่อมเข้มข้นก็ได้ ส่วนสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำที่เรียกว่าแอสปาแทม (aspartame) จะเติมหลังกระบวนการหมัก โดยเติมลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากแอสปาแทมมีความหวานมากกว่าซูโครสประมาณ 200 เท่า
- **สารให้ความคงตัว** ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloids) ได้แก่ เจลาติน (gelatin) พรีเจลาติไนส์สตาร์ช (pre-gelatinize starch) กัวกัม (guar gum) โลคัสบีนกัม (locust bean gum) คาราจีแนน (carrageenan) และเพคติน (pectin) สารให้ความคงตัวมีหน้าที่ ดังนี้
  1. ปรับปรุงความหนืดและลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต
  2. ควบคุมความมากน้อยในการเกิดเจลของสเตอร์โยเกิร์ต
  3. ป้องกันการแยกตัวของน้ำเวย์ (syneresis)
  4. สามารถใช้แทนของแข็งในนมและไขมันนมได้ ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง
- **เชื้อจุลินทรีย์** โดยปกติเป็นเชื้อในกลุ่มแบคทีเรียแลคติก ที่นิยมใช้กันมาก คือ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 ถึง 2:3 (Spreer, 1998) และ 1:4 (Schmidt *et al.*, 2001) ซึ่งมีความสามารถในการเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสได้ ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobe) ที่อุณหภูมิประมาณ 43 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาการสร้างกรดแลคติกโดยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสอง แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่1 แสดงการเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติกโดยเชื้อจุลินทรีย์ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus*

ที่มา : Tammine and Robinson, 1985

จากภาพที่ 1 สามารถเขียนเป็นปฏิกิริยาเคมี ได้ดังนี้

Lactose	+	Water	⟶	Lactic acid
($C_{12}H_{22}O_{11}$)		(H_2O)		($4C_3H_6O_3$)

โดยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้มีคุณสมบัติในการเกื้อหนุนกันในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโต เมื่อนำเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดมาอยู่ร่วมกัน *Streptococcus thermophilus* จะเริ่มต้นในปฏิกิริยาการหมักจนกระทั่ง pH เท่ากับ 4.5 มีการสร้างสารประกอบระเหย (Volatile compound) เช่น กรดฟอร์มิก (formic acid) และผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมาภายนอกเซลล์ ในสภาวะดังกล่าวส่งเสริมการเจริญของ *Lactobacillus bulgaricus* และก่อให้เกิดการสร้างกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ได้แก่ วาลีน (valin) ทรีโอนีน (threonine) และเมไธโอนีน (methionine) ดังนั้น ในขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต pH ที่ลดลงมีส่วนทำให้เกิดการตกตะกอนของเคซีน ซึ่งเป็นโปรตีนหลักในนมสังเกตเห็นเป็นก้อนลิ่มนมที่มีลักษณะนิ่ม ส่วนกรดอะมิโนที่มีการสร้างและปล่อยออกมาจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นกลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ต

เชื้อจุลินทรีย์ที่ดีเมื่อนำมาทำการผลิตควรจะได้โยเกิร์ตที่มีกลิ่นสะอาด กลิ่นรสของกรดเนื้อแน่น และผิวเรียบ เมื่อทำการเอียงภาชนะบรรจุเล็กน้อยลิ่มนมไม่ควรเกาะที่ผิวและไม่ควรมีน้ำน้ำสีเหลืองใสของเวย์บนผิวโยเกิร์ต หรืออาจมีการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี โดยการวัดความเป็นกรด เป็นต้น ถ้าโยเกิร์ตมีรสขม ลิ่มนมจับตัวเป็นก้อนๆ มีก๊าซ หรือมีลักษณะคล้ายเส้นด้าย (ropy body) เมื่อเอาแท่งแก้วคนให้ลิ่มนมแตก และยกขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นๆ แสดงว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นปะปนมาด้วย

2.3 ไอศกรีมโยเกิร์ต

ไอศกรีมโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็งประกอบด้วยส่วนผสมคล้ายไอศกรีม ผสมผสานกับกรรมวิธีและองค์ประกอบในการผลิตไอศกรีมที่ต้องอาศัยส่วนผสมที่สมดุลของไอศกรีม อันได้แก่ ไขมัน ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Milk Solid Not Fat ; MSNF) น้ำตาล สารให้ความคงตัวหรือสเตบิไลเซอร์ และสารช่วยให้ส่วนผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันหรืออิมัลซิไฟเออร์ ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต คือ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ที่มีส่วนในการเพิ่มกลิ่นรสให้กับผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยส่วนประกอบต่างๆที่มีในส่วนผสมทำการสร้างสารประกอบพวกกรดที่ไม่ระเหย (Non-Volatile acid) ที่สำคัญคือ กรดแลกติก รวมทั้งกรดไพรูวิค นอกจากนี้ยังสังเคราะห์สารพวกสารประกอบพวกกรดที่ระเหยได้ ซึ่งมีผลทางด้านประสาทสัมผัส เช่น กรดฟอร์มิก และกรดอะเซติก เป็นต้น

ไอศกรีมโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันประมาณ 2-6 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตชนิดธรรมดาจะมีปริมาณน้ำตาลและสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ในระดับที่สูงกว่า ไอศกรีมโยเกิร์ตมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 8.25 และมีค่าความเป็นกรด (Titratable Acitity ;TA) ไม่น้อยกว่า 0.5 (Arbuckle, 1997)

2.2.3 การแบ่งประเภทของไอศกรีมโยเกิร์ต (Tamime and Robinson, 1985)

1. Soft frozen yoghurt
   ลักษณะผลิตภัณฑ์จะเนียนนุ่ม ค่าโอเวอร์รัน (%Overrun) ค่อนข้างต่ำ คือ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ละลายเร็ว และหลังจากปั่นเป็นผลิตภัณฑ์ในเครื่องทำไอศกรีมให้เย็นจัด จะมีอุณหภูมิประมาณ –6 องศาเซลเซียส บรรจุและจำหน่ายทันทีโดยไม่ผ่านการทำให้แข็งตัว (Hardening)
2. Hard frozen yoghurt
   ลักษณะผลิตภัณฑ์จะแข็งและแห้ง ละลายช้า %Overrun สูงประมาณ 70-80 เปอร์เซ็น หลังจากปั่นเป็นผลิตภัณฑ์ในเครื่องทำไอศกรีมให้เย็นจัดจะบรรจุและนำเข้า

กระบวนการ Hardening ที่อุณหภูมิ –25 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัวก่อนออกจำหน่าย

นอกจากนี้ Arbuckle (1997) ได้แบ่งประเภทของไอศกรีมโยเกิร์ตตามองค์ประกอบของระดับไขมันเป็น 3 ประเภท คือ

1. ไอศกรีมโยเกิร์ตทั่วไป ประกอบด้วยไขมันนมร้อยละ 3.25-6.0
2. ไอศกรีมโยเกิร์ตไขมันต่ำ ประกอบด้วยไขมันนมร้อยละ 0.5-2.0
3. ไอศกรีมโยเกิร์ตไม่มีไขมัน ประกอบด้วยไขมันนมต่ำกว่าร้อยละ 0.5

ไขมันในไอศกรีมมีผลต่อลักษณะไอศกรีมด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และลักษณะการละลาย โดยทั่วไปไขมันในไอศกรีมเป็นไขมันซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะ และทำหน้าที่เป็นตัวพากลิ่น (flavor carrier) ที่เติมลงไป ลักษณะที่มันของเนื้อไอศกรีมเกิดจากการเกาะกลุ่มของเม็ดไขมันและขนาดของเม็ดไขมัน การเกิดโครงข่ายของเม็ดไขมันหลังจากการโฮโมจิไนส์ การตีอากาศสามารถทำให้เซลล์อากาศคงรูปได้ด้วยผนังเซลล์ที่แข็งแรง นอกจากนี้ไขมันยังส่งเสริมให้ไอศกรีมแห้งและเกิดการแข็งตัวได้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hekmat and McMahon (1992) ศึกษาความอยู่รอดของ *L. acidophilus* และ*B. bifidum* ในไอศกรีม โดยทำการหมักส่วนผสมของไอศกรีมด้วย *L. acidophilus* และ *B. bifidum* แล้วจึงปั่นเป็นไอศกรีม ภายหลังการปั่นส่วนผสมของไอศกรีมหมัก ตรวจนับ *L. acidophilus* ได้ 1.5×10^8 CFU/ml. และ *B. bifidum* 2.5×10^8 CFU/ml. จากนั้นนำไอศกรีมที่ได้เก็บที่อุณหภูมิ -29 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 สัปดาห์ มาตรวจสอบความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า มีความอยู่รอดของจุลินทรีย์คือ *L. acidophilus* 4×10^6 CFU/ml. และ *B. bifidum* 1×10^7 CFU/ml. โดย pH ของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเท่ากับ 4.5

Dave and Shah (1997) ศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกระหว่างการผลิตและการเก็บเป็นเวลา 35 วัน ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์สำเร็จรูป 4 ชนิด พบว่า ปริมาณกรด pH และปริมาณออกซิเจนมีแนวโน้มของการลดลงและเพิ่มขึ้นคล้ายกันระหว่างการผลิตและการเก็บโยเกิร์ต ขณะที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นในโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์ที่มี *L. delbrueckii* ssp. *burgaricus* เป็นส่วนประกอบ การเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกในระหว่างการผลิตและการเก็บจะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ด้วย ความอยู่รอดของ *L. acidophilus* จะเกี่ยวข้องกับจำนวนของ *L. delbrueckii* ssp. *burgaricus* ขณะที่ bifidobacteria มีความทนทานต่อ *L. delbrueckii* ssp. *burgaricus* ได้ดีกว่า สำหรับเชื้อจุลินทรีย์โปรโอติกทั้งสองชนิดนี้จะอยู่รอดมากขึ้นในโยเกิร์ตที่มีปริมาณออกซิเจนน้อยลง โดยอุณหภูมิในการเก็บมีผลต่อความอยู่รอดของ bifidobacteria แต่ไม่มีผลต่อ

L. acidophilus สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรด pH ปริมาณออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ระหว่างการเก็บที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่าใกล้เคียงกันมาก และพบว่าเชื้อจุลินทรีย์สำเร็จรูปชนิดหนึ่งมีปริมาณ bifidobacteria ลดลง 3 log cycle จากปริมาณเชื้อเริ่มต้นมากกว่า 10^6 CFU/ml.

Ravula and Shah (1998) ศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต (*L. delbrueckii* ssp. *burgaricus* และ *S. salivarius* ssp. *thermophilus*) และเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก (*L. acidophilus* และ *Bifidobacterium* ssp.) ใน fermented frozen dairy desserts ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ และความแตกต่างของ pH 4.5 และ 4.0 จากนั้นเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตลดลง 1 log cycle ส่วนปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกลดลง 5-6 log cycle ซึ่งเป็นผลมาจากการบาดเจ็บของจุลินทรีย์จากกระบวนการแช่เข็ง ความเป็นพิษของออกซิเจนที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ความเข้มข้นของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บ แต่ pH ของผลิตภัณฑ์ไม่มีผลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

นมสดพาสเจอร์ไรซ์ ไขมัน 1.2 เปอร์เซ็นต์

หางนมผง ปริมาณของแข็งทั้งหมด 96.27 เปอร์เซ็นต์

ครีมพาสเจอร์ไรซ์ ไขมัน 35 เปอร์เซ็นต์

เพคติน (Food & Cosmetic Sytem Co., Ltd.)

สเตบิไลซ์เซอร์ (Chr.Hansen, Malaysia)

น้ำตาลทราย

เชื้อจุลินทรีย์ทางการค้าที่ใช้ผลิตโยเกิร์ต (DVS-Freeze dried) (Chr.Hansen, Denmark)

เชื้อจุลินทรีย์ทางการค้าโปรไบโอติก (DVS-Freeze dried) (Chr.Hansen, Denmark)

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ด้านเคมี

โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล	(AR. Grade, Merck, Germany)
ฟีนอฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์	(AR. Grade, Merck, Germany)
เอทธิลแอลอกอฮอล์	(AR. Grade, Merck, Germany)

3.2.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์

MRS agar	(Oxoid, Australia)
Maltose	(Merck, Germany)
Tryptone	(Oxoid L42, Australia)
Yeast extract	(Oxoid L24, Australia)
Tween 80	
di-Potassium hydrogen phosphase	(Merck No.5104, Germany)
Sodium acetate, $3H_2O$	(Merck No.6267, Germany)
di-Ammonium hydrogen citrate	(Merck No.1154, Germany)
Magnesium sulphate, $7H_2O$	(Merck No.5882, Germany)
Maganese(II) sulphate, H_2O	(Merck No.5960, Germany)
Agar	(SO-BI-GEL)
Glucose	(Merck, Germany)

Glucose	(Merck, Germany)
Dichloxallin	(Sigma D-9016, Germany)
LiCl	(Merck No.5679, Germany)
Cysteine hydrochloride	(Merck No.2839, Germany)

3.2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

หม้อสแตนเลสขนาดความจุ 5 ลิตร

ขวดใส่สารเคมี

อ่างควบคุมอุณหภูมิ(weter bath) (Memmert 100 °C, Germany)

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius, BP 3100S, Germany)

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส(Texture analyzer) (TA.XT2i, Germany)

เครื่องปั่นน้ำผลไม้(Blender) (Twist, Philips)

เครื่องทำไอศกรีมขนาดความจุ 3 ลิตร (Fortunate, Thailand)

เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง(pH meter) (Inolab level 1, Germany)

ตู้บ่มเชื้อ(Incubator) (Heraeus B 6420, Germany)

ถ้วยพลาสติกขนาด 4 ออนซ์ พร้อมฝาทำด้วยพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน

3.3 วิธีการทดลอง

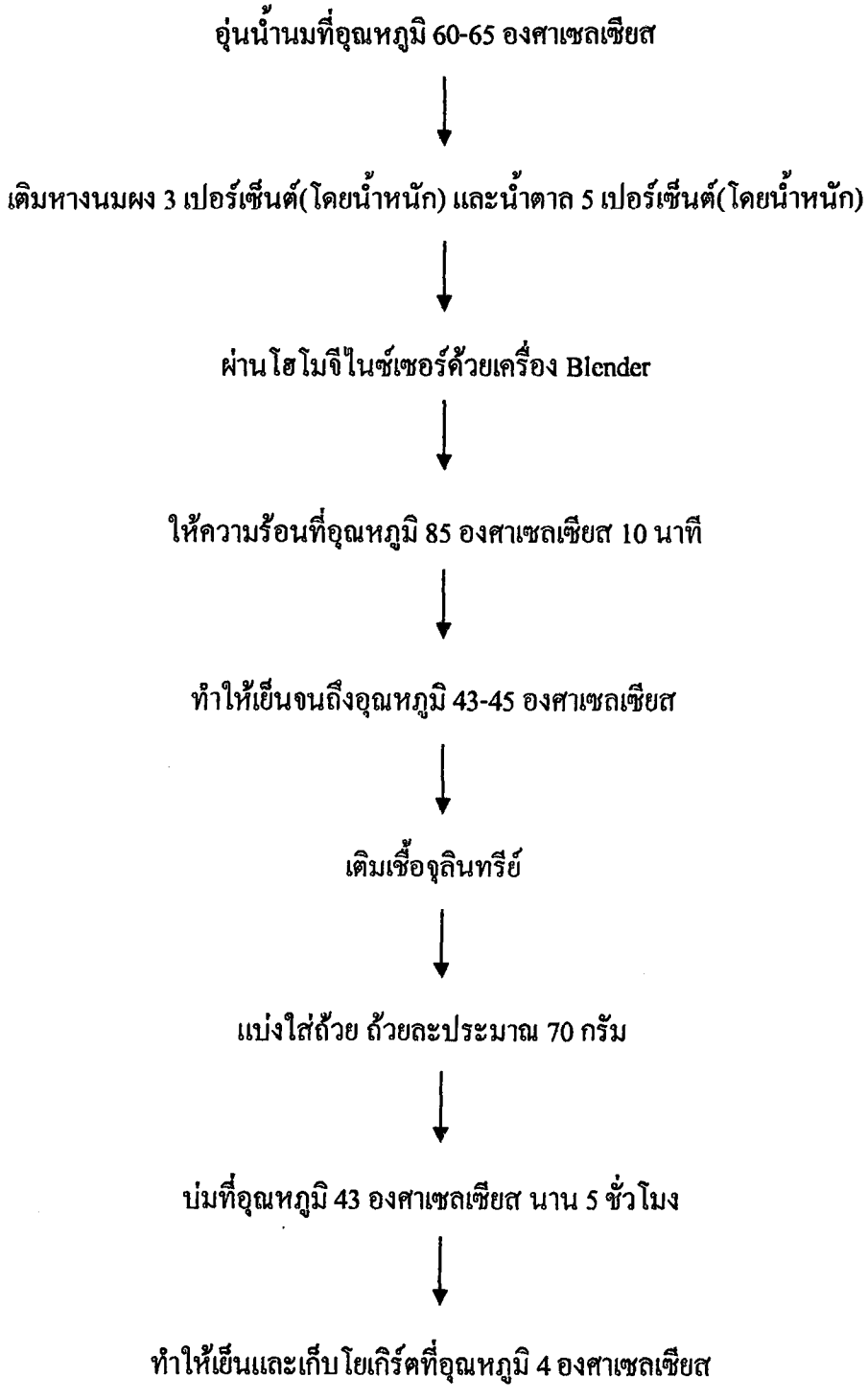
3.3.1 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต

ผลิตโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต จากเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้า ดังนี้

- เชื้อ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) เพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์ควบคุม
- เชื้อ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) และ *L. acidophilus* ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก)
- เชื้อ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) และ *B. bifidum* ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก)

3.3.2 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต

3.3.2.1 กระบวนการผลิตโยเกิร์ต

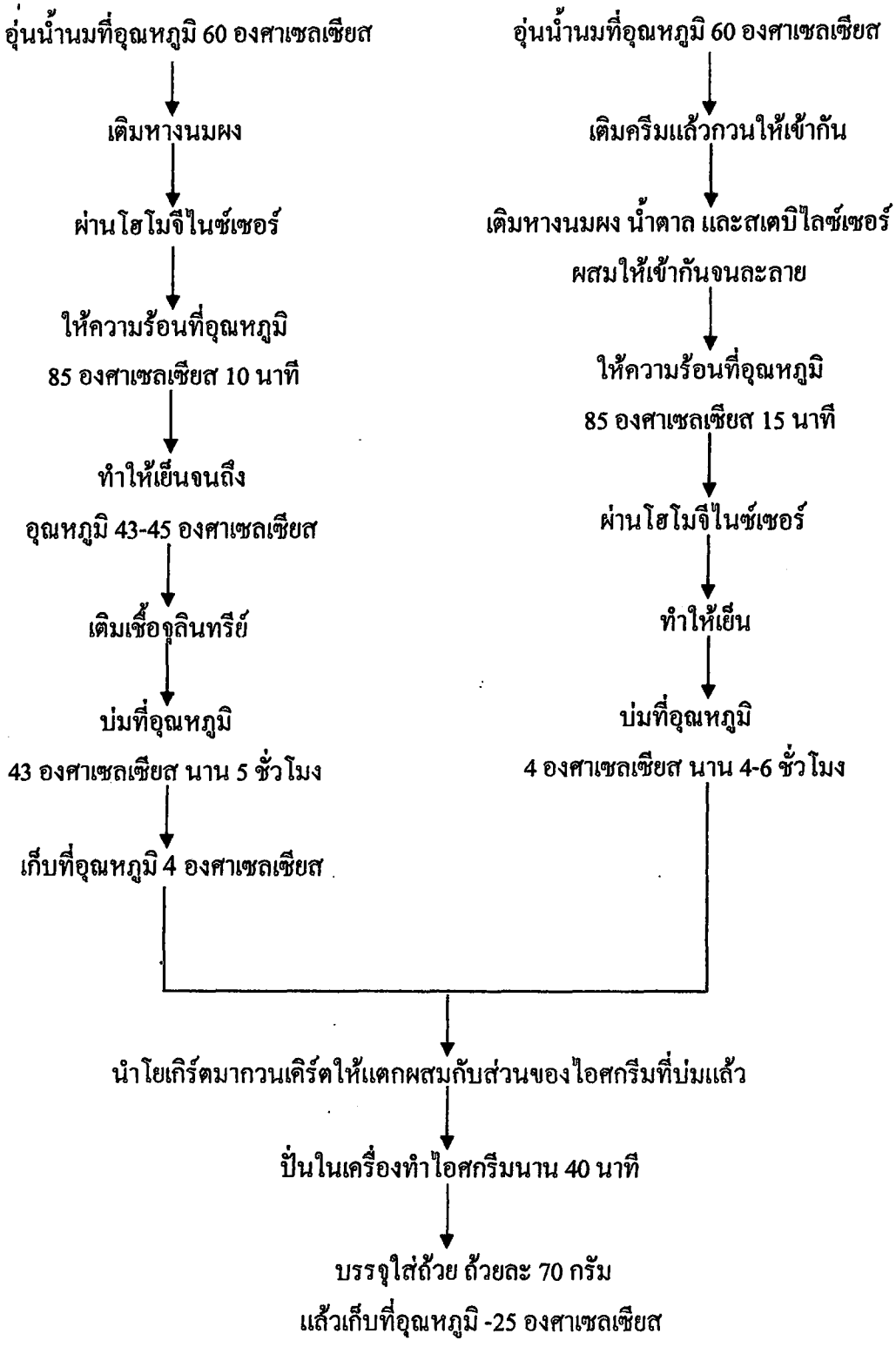


ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการผลิตโยเกิร์ต

ที่มา : Spreer, 1998

3.3.2.2 กระบวนการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ต

ผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ต

ที่มา : Spreer, 1998

3.3.3 ศึกษาการเจริญและพฤติกรรมการผลิตกรดของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต

บ่มโยเกิร์ตจากเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้าที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส แล้วสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุก 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ

3.3.3.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

- ค่าความเป็นกรด โดยไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ใช้ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (Schmidt *et al.*, 2001)
- pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (Schmidt *et al.*, 2001)

3.3.3.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

- หาปริมาณของ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* โดยวิธี Viable plate count แบบ pour plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส ในสภาพไร้ออกซิเจน นาน 72 ชั่วโมง
- หาปริมาณของ *Lactobacillus acidophilus* โดยวิธี Viable plate count แบบ pour plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS-IM agar ร่วมกับ maltose (Chr. Hansen, 2001) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน นาน 72 ชั่วโมง
- หาปริมาณของ *Bifidobacterium bifidum* โดยวิธี Viable plate count แบบ pour plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS-IM agar ร่วมกับ Glucose, Dichloxallin, LiCl และ Cysteine hydrochloride (Chr. Hansen, 2001) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาพไร้ออกซิเจน นาน 72 ชั่วโมง

คุณภาพแต่ละอย่างทำการวิเคราะห์หน่วยทดลองละ 3 ซ้ำ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต และกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณกรดด้วยค่าความเป็นกรดและ pH ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต

3.3.4 ศึกษาความอยู่รอดของ *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ในโยเกิร์ต

ผลิตโยเกิร์ตจากเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้าโดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพในช่วงระยะเวลาการเก็บที่ 0, 3, 7, 11 และ 15 วัน

3.3.4.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

- ค่าความเป็นกรด (วิธีการในข้อ 3.1)
- pH (วิธีการในข้อ 3.1)

3.3.4.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

- ความแน่นของลิ่มโยเกิร์ต (gel strength) โดยใช้ Texture Analyzer รุ่น TA.XT2i วัดค่าแรงที่หัว probe กดลงในโยเกิร์ตเป็นระยะทาง 20 มิลลิเมตร (Modler *et al.*, 1983)

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองทางด้านเคมีและด้านกายภาพ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial arrangement in Completely Randomized Desige (CRD)

3.3.4.3 วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ (วิธีการในข้อ 3.3.3.2)

3.3.4.4 วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

ทดสอบการยอมรับโยเกิร์ตของผู้บริโภคด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic Preference Test 7 scale) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomize Completely Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วย Duncan 's New Multiple Rang Test (DMRT) โดย SPSS version 10.7 (1999)

3.3.5 ศึกษาอิทธิพลของไขมันในไอศกรีมโยเกิร์ตต่อความอยู่รอดของ *L. acidophilus* และ *B. bifidum*

ผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตจากเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้า โดยใช้ปริมาณของไขมัน 2 ระดับ คือ 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีมโยเกิร์ต) จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ –25 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์คุณภาพในช่วงระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 30 วัน

3.3.5.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ (วิธีการในข้อ 3.3.3.2)

3.3.5.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

ทดสอบการยอมรับไอศกรีมโยเกิร์ตของผู้บริโภคด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic Preference Test 7 scale) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial arrangement in Randomize Completely Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วย Duncan 's New Multiple Rang Test (DMRT) โดย SPSS version 10.7 (1999)

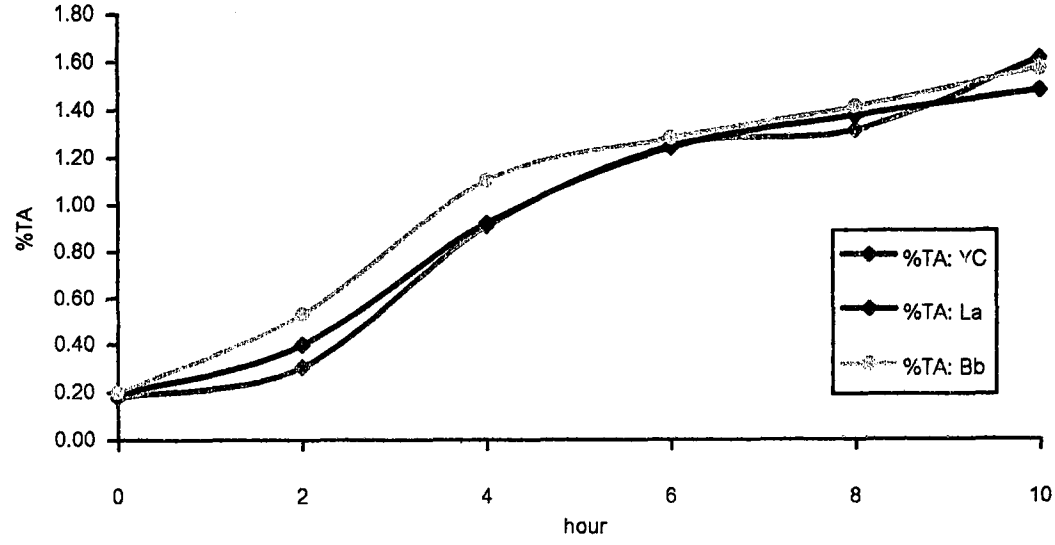
93579

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

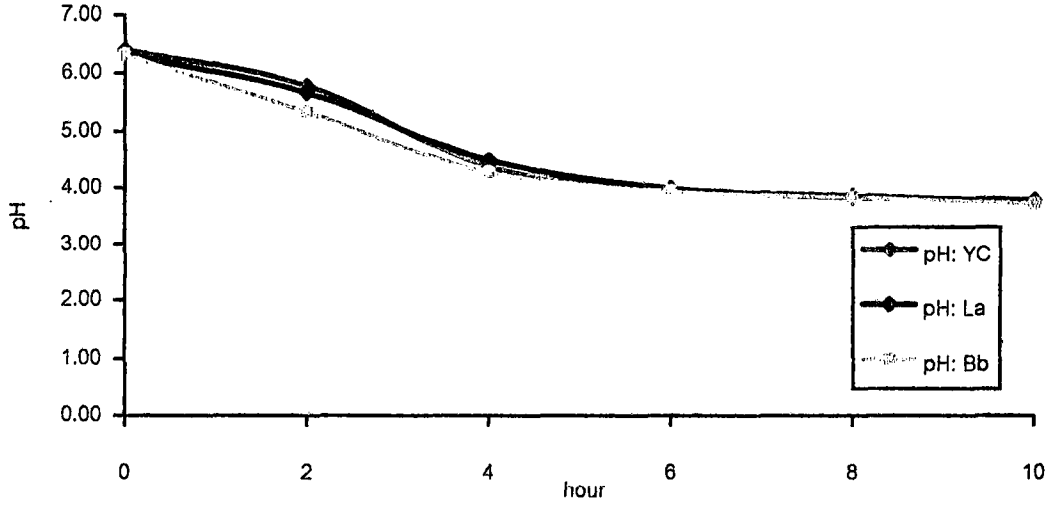
4.1 ผลการศึกษาการเจริญและพฤติกรรมการผลิตกรดของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต

จากการทดลองตามข้อ 3.3.3 เมื่อสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี และจุลินทรีย์ ทุก 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ

พบว่า ค่าความเป็นกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาการบ่มโยเกิร์ตนานขึ้น ในขณะที่ pH ลดลง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการหมักของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและ *B. bifidum* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ซึ่งสามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก โดยปฏิกิริยาการหมักเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 10 ชั่วโมงที่ทำการวิเคราะห์ ระยะเวลาในการบ่มโยเกิร์ตมีผลต่อการผลิตกรดแลคติก ($P<0.05$) ของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก โดยเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตมีการผลิตกรดที่ต่ำกว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกร่วมด้วย ส่วนการใช้ *B. bifidum* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต มีการผลิตกรดที่สูงสุดในช่วงระยะเวลาการบ่มเดียวกัน แสดงว่า ในการบ่มโยเกิร์ตที่มีการใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตนั้น นอกจากจะมีการผลิตกรดแลคติกจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตแล้ว ยังพบว่า *L. acidophilus* สามารถผลิตกรดแลคติกได้ ส่วน *B. bifidum* สามารถผลิตกรดแอซิติกและกรดแลคติกได้ในอัตราส่วน 3:2 (Huges & Hoover, 1991) จึงทำให้ค่าความเป็นกรดสูงกว่าเมื่อมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ดังภาพที่ 4 และ 5 ซึ่งผลการทดลองดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hunger and Peitersen (1992) ที่พบว่า *L. acidophilus* หรือ *B. bifidum* เมื่อเจริญร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตจะมีการเกื้อหนุนกันในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโต



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าความเป็นกรดในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5 กราฟแสดง pH ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

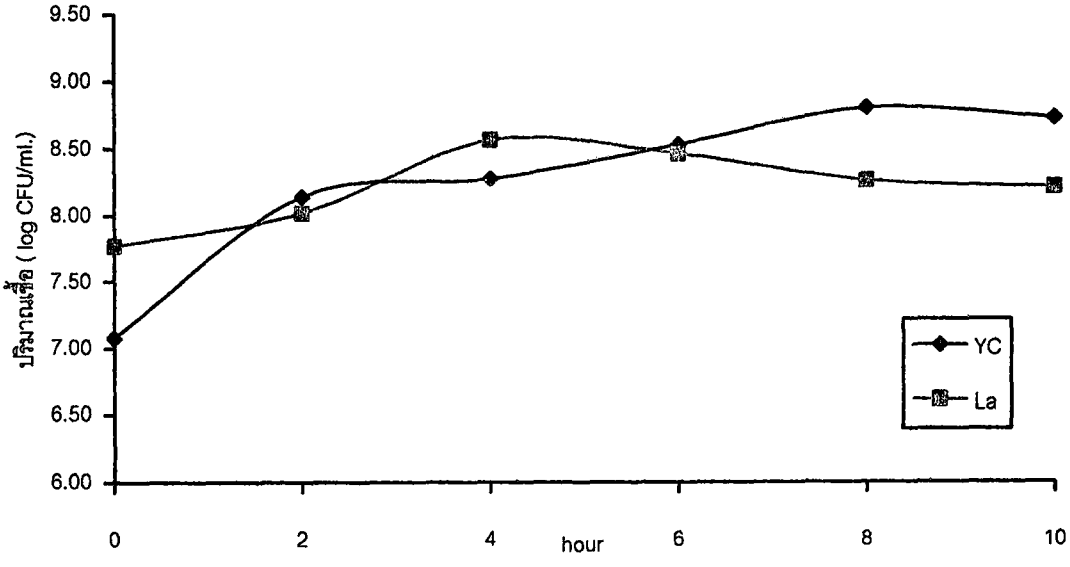
ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตเมื่อใช้เวลานานขึ้น จะทำให้ค่าความเป็นกรดแลคติกเพิ่มขึ้นในขณะที่ pH ลดน้อยลง เมื่อหาค่า Correlation (R) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดกับ pH ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง พบว่า มีความสัมพันธ์ (Correlation ; R) กันในเชิงลบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า Correlation (R) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดกับ pH ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง

ชนิดเชื้อจุลินทรีย์	Correlation (R)
Yoghurt Culture	-0.968
L. acidophilus	-0.989
B. bifidum	-0.985

ผลการตรวจนับปริมาณเชื้อทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตเริ่มต้นเท่ากับ log 7.08 CFU/ml และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* เริ่มต้นเท่ากับ log 7.77 CFU/ml เมื่อเวลาการบ่มผ่านไป 2 ชั่วโมง เชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญไม่สูงมากเมื่อเทียบกับการเจริญในช่วงเวลาต่อมา หลังจากนั้นที่เวลาการบ่ม 8 ชั่วโมง ปริมาณเชื้อจะลดลง เนื่องจากความเป็นพิษของกรดที่มันผลิตขึ้นเอง (วราวุฒิ, 2538) เมื่อนำปริมาณเชื้อมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial arrangement in Completely Randomize Design พบว่า ชนิดของเชื้อไม่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต แต่พบอิทธิพลของเวลาการบ่มโยเกิร์ต โดยที่เวลา 0 และ 2 ชั่วโมง มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) ดังภาพที่ 6 และพบว่า ปริมาณเชื้อในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการผลิตกรด ซึ่งที่เวลาการบ่มเริ่มต้นจะมีปริมาณเชื้อต่ำและมีการผลิตกรดในปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับที่เวลาการบ่มนานขึ้น จะมีปริมาณเชื้อสูงขึ้นและมีการผลิตกรดมากขึ้น จนถึงเวลาการบ่มที่ 8 ชั่วโมง ปริมาณเชื้อจะเริ่มลดลงในขณะที่ความเป็นกรดจะเริ่มคงที่

20056



ภาพที่ 6 กราฟแสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *L. acidophilus* ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : ตรวจนับปริมาณเชื้อ *B. bifidum* ได้น้อยกว่า 1 CFU/ml. เนื่องจากเป็นเชื้อที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ยาก ทั้งนี้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS-IM agar ที่ใช้ ต้องมีการผสมกับสารละลาย Glucose, Dichoxallin, LiCl และ Cytcine hydrochoride ซึ่งสารดังกล่าวต้องเก็บโดยการแช่เย็นเพราะคุณภาพจะสูญเสียได้จากความร้อน ดังนั้น ในขั้นตอนการผสมกับ MRS-IM agar ที่ผ่านการหลอมเหลวจะต้องทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 47±1 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพของสารสะลายดังกล่าว

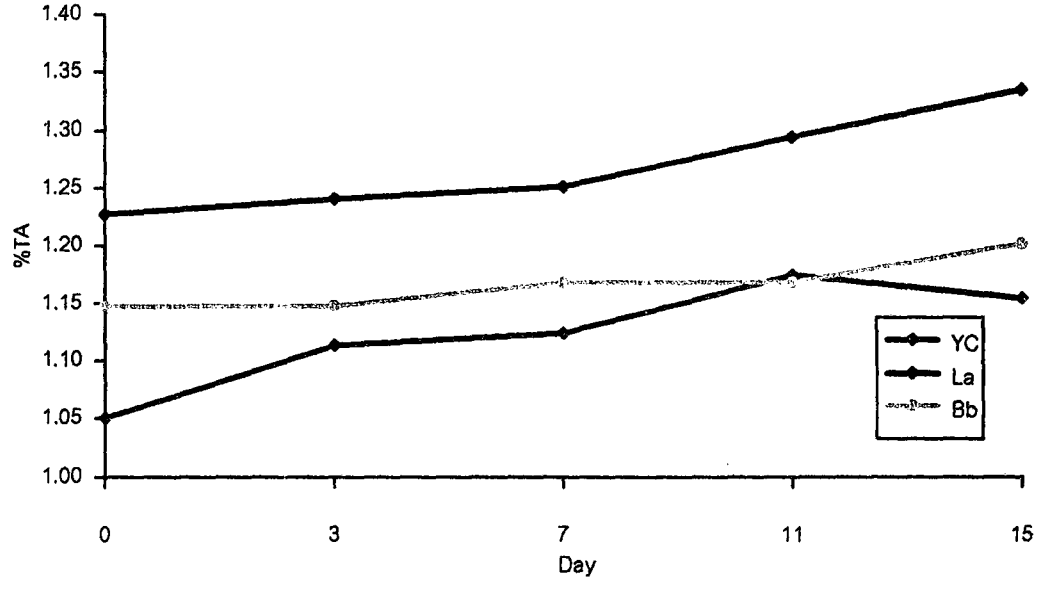
4.2 ผลการศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ *L. acidophilus* และ *B. bifidum* ในโยเกิร์ต

จากการทดลองตามข้อ 3.3.4 เมื่อสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ทุก 0, 3, 7, 11 และ 15 วัน ตามลำดับ

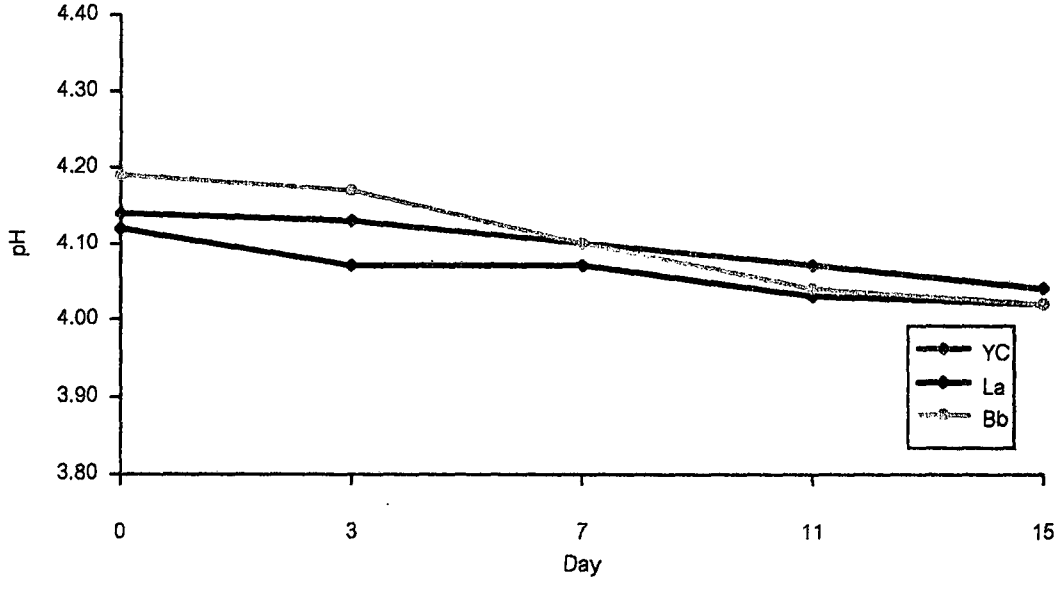
พบว่า ค่าความเป็นกรดแลคติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บ ในขณะที่ pH ลดลง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการหมักของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก*L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและ *B. bifidum* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ซึ่งสามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก ระยะเวลาการเก็บโยเกิร์ตมีผลต่อการผลิตกรดแลคติก ($P<0.05$) ของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก โดยเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตมีการผลิตกรดที่ต่ำกว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกร่วมด้วย ส่วนการใช้ *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต มีการผลิตกรดที่สูงสุดในช่วงระยะเวลาการบ่มเดียวกัน ดังภาพที่ 7 และ 8 ผลการทดลอง

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหาร

ดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dave and Shah (1997) ซึ่งศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบติกในโยเกิร์ต ที่อุณหภูมิการเก็บ 4 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน

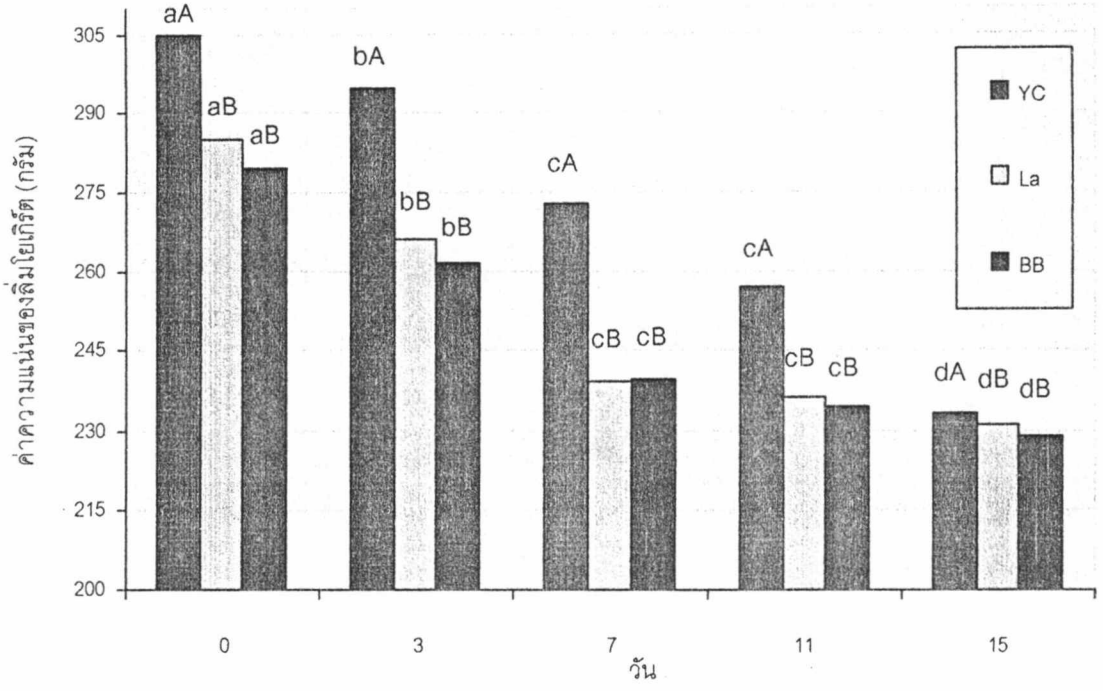


ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าความเป็นกรดในระหว่างการเก็บโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน



ภาพที่ 8 กราฟแสดง pH ในระหว่างการเก็บโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

ผลการทดสอบความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตของโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสองชนิด พบว่า ความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตลดลงตามระยะเวลาการเก็บ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial arrangement in Completely Randomize Design พบว่า ชนิดของเชื้อและระยะเวลาการเก็บมีอิทธิพลต่อค่าความแน่นของลิ่มโยเกิร์ต ($P<0.05$) ดังภาพที่ 9 ซึ่งความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ โดยค่าความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตลดลงและเกิด syneresis มากขึ้น

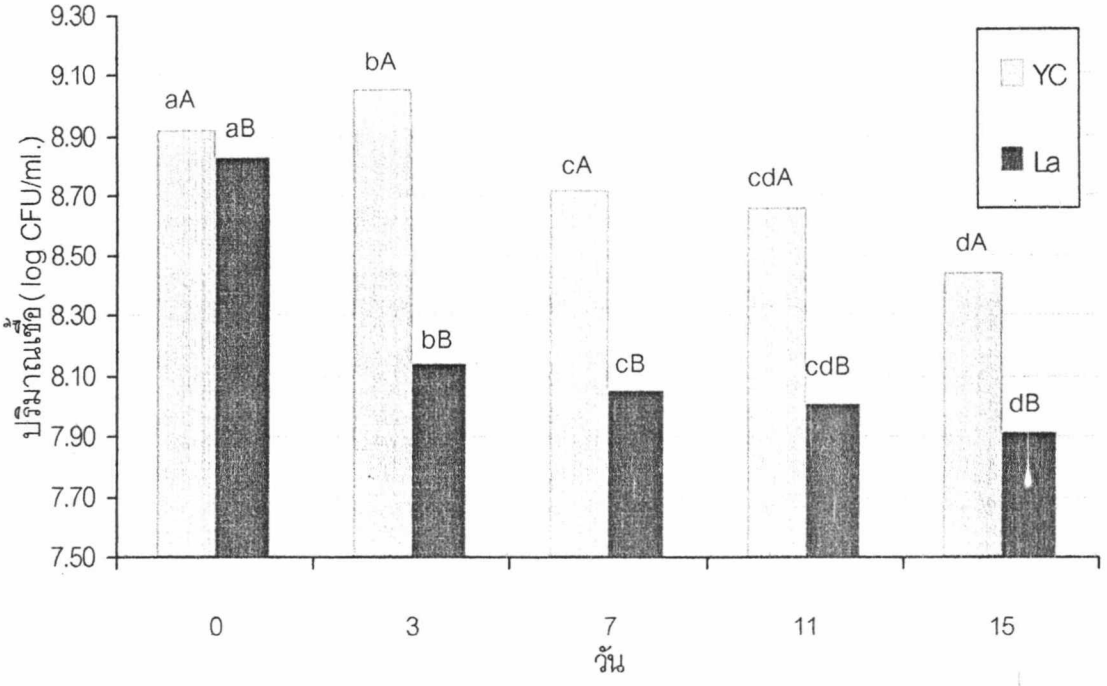


หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็ก หมายถึง ความแตกต่างของระยะเวลาการเก็บ
ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ หมายถึง ความแตกต่างของชนิดเชื้อ

ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตกับระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน ของโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

ผลการตรวจนับปริมาณเชื้อที่อยู่รอดในโยเกิร์ต พบว่า ปริมาณเชื้อจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บทั้งโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสองชนิด โดยเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตในโยเกิร์ตที่ 0 วันมีปริมาณ 8.37×10^8 CFU/ml เมื่อเก็บ 3 วันมีปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บนานขึ้นเป็นเวลา 15 วัน ทำให้ปริมาณเชื้อลดลงจนเหลือ 2.74×10^8 CFU/ml ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ *L. acidophilus* ในโยเกิร์ตที่ 0 วันมีปริมาณ 6.87×10^8 CFU/ml เมื่อเก็บนานขึ้นเป็น

เวลา 15 วัน ทำให้ปริมาณเชื้อลดลงจนเหลือ 8.27×10^7 CFU/ml สำหรับ *B. bifidum* ตรวจนับได้น้อยกว่า 1 CFU/ ml. เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial arrangement in Completely Randomize Design พบว่า ชนิดของเชื้อและระยะเวลาการเก็บมีอิทธิพลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ต ($P<0.05$) ดังภาพที่ 10 ซึ่งปริมาณเชื้อที่ตรวจนับได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ไม่สูงมาก และความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตตามระยะเวลาการเก็บ



หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็ก หมายถึง ความแตกต่างของระยะเวลาการเก็บ
ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ หมายถึง ความแตกต่างของชนิดเชื้อ

ภาพที่ 10 กราฟแสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและ *L. acidophilus* ในระหว่างการเก็บโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 20 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7 point hedonic scale) ลักษณะด้านกลิ่น เนื้อสัมผัสขณะตัก เนื้อสัมผัสในปาก รสชาติ ความแน่นเนื้อและการยอมรับโดยรวม จากนั้น วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

ชนิดเชื้อจุลินทรีย์	กลิ่น	เนื้อสัมผัสขณะตัก	เนื้อสัมผัสในปาก	รสชาติ	ความแน่นเนื้อ	การยอมรับรวม
Yoghurt Culture	4.40 ± 0.20^{ns}	4.55 ± 0.17^{b}	4.80 ± 0.17^{ns}	4.35 ± 0.20^{ns}	4.75 ± 0.17^{ns}	4.55 ± 0.20^{ns}
L. acidophilus	4.30 ± 0.20^{ns}	4.60 ± 0.17^{b}	4.85 ± 0.17^{ns}	4.60 ± 0.20^{ns}	4.80 ± 0.17^{ns}	4.70 ± 0.20^{ns}
B. bifidum	4.40 ± 0.20^{ns}	5.10 ± 0.17^{a}	5.15 ± 0.17^{ns}	4.80 ± 0.20^{ns}	5.05 ± 0.17^{ns}	5.10 ± 0.20^{ns}

พบว่า ลักษณะด้านกลิ่น เนื้อสัมผัสขณะตัก รสชาติ ความแน่นเนื้อ และการยอมรับโดยรวมของโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน แต่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบของลักษณะของเนื้อสัมผัสขณะตักแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์ *B. bifidum* ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุด

4.3 ผลการศึกษาปริมาณไขมันในไอศกรีมโยเกิร์ตที่มีผลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ *L. acidophilus* และ *B. bifidum*

จากการทดลองตามข้อ 3.3.5 เมื่อสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ทุก 0, 7, 14, 21 และ 30 วัน ตามลำดับ

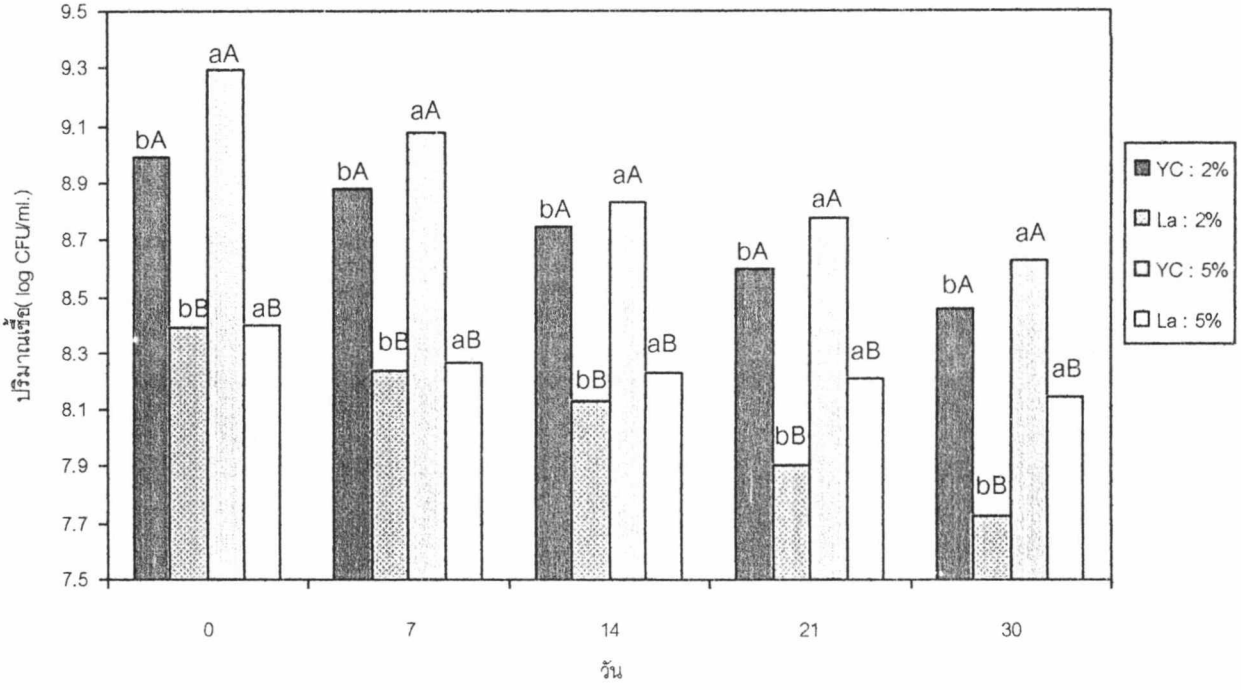
ค่าโอเวอร์รัน (%Overrun) หมายถึง ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของไอศกรีมของส่วนผสมไอศกรีม (icc cream mix) เนื่องจากการอัดอากาศในระหว่างกระบวนการผลิต (Arbuckle, 1997)

ค่า %Overrun ของการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีมโยเกิร์ต) ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต พบว่าระดับไขมันที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า %Overrun ($P<0.05$) และค่า %Overrun ที่ได้มีค่าไม่สม่ำเสมอกันในการผลิตแต่ละครั้ง ทำให้มีความแปรปรวนของข้อมูลสูง เนื่องจากเครื่องทำไอศกรีมที่ใช้มีขนาดความจุเพียง 3 ลิตร และประสิทธิภาพของเครื่องต่ำกว่าเครื่องที่มีขนาดความจุสูง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า %Overrun ของไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีมโยเกิร์ต) ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน

ระดับไขมันของไอศกรีมโยเกิร์ต	ชนิดเชื้อจุลินทรีย์	%Overrun
2%	Yoghurt Culture	55.38±3.28
	L. acidophilus	31.95±4.22
	B. bifidum	46.12±8.50
5%	Yoghurt Culture	51.67±2.47
	L. acidophilus	58.53±10.18
	B. bifidum	46.19±7.54

ผลการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสองชนิด โดยเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตเริ่มต้นในไอศกรีมโยเกิร์ตที่ 0 วัน ที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ 9.84×10^{8} CFU/ml และ 1.98×10^{9} CFU/ml ตามลำดับ แต่เมื่อเก็บนานขึ้นเป็นเวลา 30 วัน ทำให้ปริมาณเชื้อลดลงจนเหลือ 2.84×10^{8} CFU/ml และ 4.17×10^{8} CFU/ml ตามลำดับ ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ *L. acidophilus* เริ่มต้นในไอศกรีมโยเกิร์ตที่ 0 วัน ที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ 2.47×10^{8} CFU/ml และ 2.49×10^{8} CFU/ml ตามลำดับ แต่เมื่อเก็บนานขึ้นเป็นเวลา 30 วัน ทำให้ปริมาณเชื้อลดลงจนเหลือ 5.32×10^{7} CFU/ml และ 1.40×10^{8} CFU/ml ตามลำดับ สำหรับ *B. bifidum* ตรวจนับได้น้อยกว่า 1 CFU/ ml. พบว่า ปริมาณเชื้อที่อยู่รอดในไอศกรีมโยเกิร์ตจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial arrangement in Randomized Completely Block Design พบว่า ชนิดของเชื้อ ระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บมีอิทธิพลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ต ($P<0.05$) ดังภาพที่ 11 ซึ่งผลการทดลองดังกล่าว ตรงข้ามกับงานวิจัยของ Alamprese *et al.* (2002) ที่พบว่า ระดับไขมันและน้ำตาลในไอศกรีมโยเกิร์ตที่เก็บที่อุณหภูมิ -16 และ -28 องศาเซลเซียส นาน 240 วันไม่มีผลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก ($P>0.05$)



หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็ก หมายถึง ความแตกต่างของระดับไขมัน
ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ หมายถึง ความแตกต่างของชนิดเชื้อ

ภาพที่ 11 กราฟแสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและ *Lactobacillus acidophilus* ในไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมโยเกิร์ต ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 20 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7 point hedonic scale) ลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ความมัน ความเนียน และการยอมรับโดยรวม จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial arrangement in Randomized Completely Block Design ทดสอบ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต และ *B. bifidum*ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

สูตร	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความมัน	ความเนียน	การยอมรับรวม
2%YC	5.35 ± 0.20^{a}	4.80 ± 0.20^{ns}	4.60 ± 0.27^{ns}	4.85 ± 0.25^{ns}	4.45 ± 0.24^{bA}	4.95 ± 0.27^{ns}
5%YC	4.25 ± 0.20^{b}	3.95 ± 0.20^{ns}	4.00 ± 0.27^{ns}	4.50 ± 0.25^{ns}	5.65 ± 0.24^{aA}	4.35 ± 0.27^{ns}
2%La	4.70 ± 0.20^{a}	3.95 ± 0.20^{ns}	4.05 ± 0.27^{ns}	4.25 ± 0.25^{ns}	4.10 ± 0.24^{bB}	4.20 ± 0.27^{ns}
5%La	5.00 ± 0.20^{b}	4.05 ± 0.20^{ns}	4.00 ± 0.27^{ns}	4.05 ± 0.25^{ns}	4.40 ± 0.24^{aB}	4.45 ± 0.27^{ns}
2%Bb	4.80 ± 0.20^{a}	4.00 ± 0.20^{ns}	4.15 ± 0.27^{ns}	4.05 ± 0.25^{ns}	3.90 ± 0.24^{bB}	4.20 ± 0.27^{ns}
5%Bb	4.35 ± 0.20^{b}	4.10 ± 0.20^{ns}	4.15 ± 0.27^{ns}	4.65 ± 0.25^{ns}	4.85 ± 0.24^{aB}	4.25 ± 0.27^{ns}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็ก หมายถึง ความแตกต่างของระดับไขมัน
ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ หมายถึง ความแตกต่างของชนิดเชื้อ

พบว่า ระดับไขมันของไอศกรีมโยเกิร์ตมีผลต่อการยอมรับลักษณะด้านสีของผู้ทดสอบ ($P<0.05$) ชนิดของเชื้อและระดับไขมันของไอศกรีมโยเกิร์ตมีผลต่อการยอมรับลักษณะด้านความเนียนของผู้ทดสอบ ($P<0.05$) สำหรับชนิดของเชื้อและระดับไขมันของไอศกรีมโยเกิร์ตไม่มีผลต่อการยอมรับลักษณะด้านกลิ่น ความมัน รสชาติและการยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบ ($P\geq0.05$) จากผลการวิเคราะห์ค่า %Overrun และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่รอดในไอศกรีมโยเกิร์ต ซึ่งพบว่าระดับไขมันของไอศกรีมโยเกิร์ตมีผลให้เกิดความแตกต่างของค่า %Overrun และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่รอดในไอศกรีมโยเกิร์ต ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่า ผู้ทดสอบไม่อาจแยกความแตกต่างของระดับไขมันที่ส่งผลต่อลักษณะโดยรวมของไอศกรีมโยเกิร์ตได้ แต่แยกความแตกต่างได้เฉพาะลักษณะด้านสีและความเนียนเท่านั้น

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเจริญและพฤติกรรมการผลิตกรดของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและ *B. bifidum* ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าความเป็นกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาการบ่มโยเกิร์ตนานขึ้น ในขณะที่ pH ลดลง ซึ่งระยะเวลาในการบ่มโยเกิร์ตมีผลต่อการผลิตกรดแลคติก ($P<0.05$) และการใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตในการบ่มโยเกิร์ตส่งผลให้ค่าความเป็นกรดสูงกว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตเพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* และ *B. bifidum* ในโยเกิร์ตโดยบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน พบว่า ชนิดของเชื้อและระยะเวลาการเก็บมีอิทธิพลต่อค่าความเป็นกรด pH ค่าความแน่นของลิ่มโยเกิร์ต และความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก ($P<0.05$) โดยที่การเก็บนานขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น pH และค่าความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่รอด โดยตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *L. acidophilus* ได้ 6.87×10^8 CFU/ml. ภายหลังการบ่มโยเกิร์ตและหลังจากเก็บนาน 15 วัน ตรวจนับได้ 8.27×10^8 CFU/ml.

พบอิทธิพลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บในไอศกรีมโยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก ($P<0.05$) โดยที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* เริ่มต้น 2.47×10^8 CFU/ml. หลังจากเก็บนาน 30 วัน ตรวจนับได้ 5.32×10^7 CFU/ml. และที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 2.49×10^8 CFU/ml. หลังจากเก็บนาน 30 วัน ตรวจนับได้ 1.40×10^8 CFU/ml.

จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาการเก็บของผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีผลต่อความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *L. acidophilus* และ *B. Bifidum* โดยมีปริมาณเชื้อที่มีชีวิตอยู่ในผลิตภัณฑ์ประมาณ 10^8 CFU/ml. ในช่วงระยะเวลาการเก็บ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

ธารารัตน์ ศุภศิริ. 2542. Probiotic : แบคทีเรียเพื่อสุขภาพ. **วารสารวิทยาศาสตร์ 53 (6)** : 357-360.

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์. กรุงเทพ. 209 หน้า.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. **จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ. 210 หน้า.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ ญานิน โอภาสพัฒนกิจ. **เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพ. 395 หน้า.

Alamprese, C., R. Foschino., M. Rossi., C. Pompei. and L. Savani. 2002. Survival of *Lactobacillus johnsonii* La1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations. **Int. Dairy J. 12** : 201-208.

Arbuckle, W.S. 1997. **Ice cream.** AVI, Westport. Conecticut : Inc. 517p.

Chr. Hansen. 2001. **Method for Counting Probiotic Bacteria.** Technical Bulletin. 4p.

Dave, R.I. and N.P. Shah. 1996. Evaluation of media for selective enumeration of *Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus acidophilus* and Bifidobacteria. **J. Dairy Sci.79** : 1529-1536.

Dave, R.I. and N.P. Shah. 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. **Int. Dairy J. 7** : 31-41.

Fuller, R. 1989. **Probiotic : the Scientific Basis.** Chapman and Hall, London.

Gilliland, S.E. 1989. Acidophilus milk products : A level of potential benefits to consumers. **J. Dairy Sci. 72** : 2483-2494.

Kandler, O. and N. Weiss. 1986. The genus *Lactobacillus*. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology.** Williams and Willkins Co., Baltimore. MD.

Hekmat S. and D.J. McMahon. 1992. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice cream for use as a probiotic food. **J. Dairy Sci.75** : 1415-1422.

Hoover, D.G. and L.R. Steenson. 1993. **Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria.** Academic Press, Inc., San Diego, CA.

Huger, W. and N. Peitersen. 1992. New Technical Aspects of the Preparation of Starter Cultures. **Bulletin of IDF. 277** : 17-21.

Huges, D.B. and D.G. Hoover. 1991. Bifidobacteria : Their potential for use in American dairy products. **Food Technol. 45(4)** : 74-80.

Lankaputhra, W.E.V. and N.N Shah. 1997. Improving viability of *Lactobacillus acidophilus* and Bifidobacteria in yoghurt usung two step fermentation and neutralized mix. **Food Australia. 49(8)** : 363-366.

Meilgard, M., G.V. Civille and B.T. Carr. 1999. **Sensory Evaluation Techniques.** 3rd edtion. CRD Press LLC. New York. NY. 387p.

Modler, H.W., M.E. Larmond, C.S. Lin, D. Froehlic and D.B. Emmons. 1983 Physical and sensory properties of yoghurt stabilized with proteins. **J. Dairy Sci. 66(3)** :422-429.

Montes, R.G., T.M. Bayless., J.M. Saavedra. And J.A. Perman. 1995. Effect of milk inoculated with *Lactobacillus acidophilus* or a yoghurt culture in lactose Maldigesting children. **J. Dairy Sci. 78** : 1657-1664.

Nakasawa, Y. and A. Hosono. 1992. **Functions of Fermented Milk.** Elsevier Science Publisher Ltd., Essex.

Pederson, C.S. 1971. **Microbiology of Food Fermentations.** 2nd edtion. AVI, Westport. Conecticut : Inc.

Ravala, R.R and N.P. Shah. 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in fermented frozen dairy desserts. **Food Australia. 50(3)**: 136-139.

SAS Insitute. 1996 Inc., Cary, NC.

Scardovi, V. 1986. The genus *Bifidobacterium*. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology.** Williams and Willkins Co., Baltimore. MD.

Schmidt, K.A., T.J. Herald and K.A. Khatib. 2001. Modified wheat starches used as stabilizers in set style yoghurt. **J. of Food Qual. 24** : 421-434.

Spreer, E. 1998. **Milk and Dairy Product Technology.** Marcel Dellker Inc., New York., NY. 483p.

Tamime, A.Y. and R.K. Robinson. 1985. **Yoghurt Science and Technology.** Pergamon Press Ltd., Exeter. 619p.

Wunwisa, K.K., B.D. Bhesh and D. Hilton. 2002. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. **Int. Dairy J.13** : 3-13.

ภาคผนวก ก.

การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อในการศึกษาความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ในโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ต

■ การเตรียมสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ด้านเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

   ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

   หมายเหตุ : การหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำได้โดยนำโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟส 0.2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

2. ฟีนอฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์

   ชั่งฟีนอฟทาลีน 1 กรัม ละลายในเอทธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร

■ การเตรียมสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์

1. MRS agar

   ชั่ง MRS broth 52 กรัม ละลายในน้ำกรอง 1 ลิตร แล้วให้ความร้อนจนละลายหมด จากนั้นเติม agar 15 กรัม และแคลเซียมคาร์บอเนต 5 กรัม คนให้ละลายหมด จากนั้นบรรจุใส่ขวดแก้ว นำไปให้ความร้อนด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2. MRS-IM agar เตรียมส่วนผสมดังต่อไปนี้

Tryptone	10	กรัม
Yeast extract	5	กรัม
Tween 80	1	กรัม
di-Potassium hydrogen phosphate	2.6	กรัม
Sodium acetate, $3H_2O$	5	กรัม
di-Ammonium hydrogen citrate	2	กรัม
Magnesium sulphate, $7H_2O$	0.2	กรัม
Manganese (II) sulphate, H_2O	0.05	กรัม
Agar	15	กรัม

นำส่วนผสมดังกล่าวละลายในน้ำกรอง 1 ลิตร แล้วให้ความร้อนจนละลายหมด จากนั้นบรรจุใส่ขวดแก้ว นำไปให้ความร้อนด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

หมายเหตุ : pH ของ MRS-IM agar 4ภายหลังการสเตอร์ริไรส์ เท่ากับ 0.9 ± 0.1

3. Maltose 20% (w/v)

ชั่ง Maltose 20 กรัม ละลายน้ำกรองแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรองที่ฆ่าเชื้อแล้ว ขนาด 0.45 มิลลิเมตร ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4. Glucose 20% (w/v)

ชั่ง Glucose 20 กรัม ละลายในน้ำกรองแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรองที่ฆ่าเชื้อแล้ว ขนาด 0.45 มิลลิเมตร ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

5. Dichloxallin

ชั่ง Dichloxallin 10 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกรองแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรองที่ฆ่าเชื้อแล้ว ขนาด 0.45 มิลลิเมตร ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บนาน 2 สัปดาห์

6. LiCl

ชั่ง LiCl 2 กรัม ละลายในน้ำกรอง 18 กรัม จากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรองที่ฆ่าเชื้อแล้วขนาด 0.45 มิลลิลิตร ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

7. Cysteine hydrochloride

ชั่ง Cysteine hydrochloride 10 กรัม ละลายในน้ำกรองแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสนาน 15 นาที แล้วเก็บที่อุณหภูมิ4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บ 2 สัปดาห์

8. MRS-IM agar ร่วมกับ Maltose

นำ MRS-IM agar 1 ลิตร มาหลอมเหลว และทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 47 ± 1 องศาเซลเซียส จากนั้นเติม Maltose 20% (w/v) 100 มิลลิลิตร

9. MRS-IM agar ร่วมกับ Glucose 20% (w/v), Dichloxallin, LiCl และ Cysteine hydrochloride

นำ MRS-IM agar 1 ลิตร มาหลอมเหลว และทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 47 ± 1 องศาเซลเซียส จากนั้นเติม Glucose 20% 100 มิลลิลิตร, Dichloxallin 5 มิลลิลิตร, LiCl 10 มิลลิลิตร และ Cysteine hydrochloride 5 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ข.

การคำนวณการเจริญและพฤติกรรมการผลิตกรดของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

การคำนวณปริมาณกรด

$$\% \text{ Titrable Acidity} = \frac{\text{N. (NaOH) x ml. (NaOH) x 0.09 x 100}}{\text{g (sample)}}$$

ตัวอย่าง การคำนวณที่เวลา 2 ชั่วโมงการบ่มโยเกิร์ตที่ใช้เชื้อ Yoghurt culture

$$\% \text{ Titrable Acidity} = \frac{0.1003 \times 3.00 \times 0.09 \times 100}{9.06}$$

$$= 0.30\ \%$$

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดและ pH ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD**

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	63.218	18	3.512	9776.005	.000
TREAT	8.130E-02	2	4.065E-02	113.155	.000
HR	13.480	5	2.696	7504.434	.000
TREAT * HR	.101	10	1.013E-02	28.184	.000
Error	1.293E-02	36	3.593E-04		
Total	63.231	54			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

TA

Duncan

	N	Subset	
TREAT		1	2
YC	18	.9283	
La	18	.9328	
Bb	18		1.0128
Sig.		.486	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 3.593E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 18.000.

b Alpha = .05.

TA

Duncan

	N	Subset					
HR		1	2	3	4	5	6
0	9	.1900					
2	9		.4111				
4	9			.9733			
6	9				1.2533		
8	9					1.3667	
10	9						1.5533
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 3.593E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1216.405	18	67.578	287339.866	.000
TREAT	.139	2	6.951E-02	295.535	.000
HR	51.446	5	10.289	43749.746	.000
TREAT * HR	.272	10	2.719E-02	115.630	.000
Error	8.467E-03	36	2.352E-04		
Total	1216.414	54			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

PH

Duncan

	N	Subset	
TREAT		1	2
Bb	18	4.5722	
La	18		4.6767
YC	18		4.6828
Sig.		1.000	.240

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 2.352E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 18.000.

b Alpha = .05.

PH

Duncan

	N	Subset					
HR		1	2	3	4	5	6
10	9	3.7544					
8	9		3.8456				
6	9			3.9667			
4	9				4.3733		
2	9					5.5856	
0	9						6.3378
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 2.352E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการบ่มโยเกิร์ต ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD**

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YEILD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2445.772	12	203.814	312298.330	.000
TREAT	1.909E-02	1	1.909E-02	29.251	.000
HR	5.472	5	1.094	1677.034	.000
TREAT * HR	1.692	5	.338	518.419	.000
Error	1.566E-02	24	6.526E-04		
Total	2445.787	36			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

YEILD

Duncan

HR	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
0	6	7.423967					
2	6		8.074850				
4	6			8.414317			
10	6				8.457117		
6	6					8.490117	
8	6						8.521700
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 6.526E-04.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.
b Alpha = .05.

ภาคผนวก ค.

การคำนวณความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสองชนิดในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดและ pH ในระหว่างการเก็บ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD**

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	63.474	15	4.232	16001.840	.000
CULTURE	.169	2	8.454E-02	319.672	.000
DAY	4.404E-02	4	1.101E-02	41.639	.000
CULTURE * DAY	1.146E-02	8	1.433E-03	5.418	.000
Error	7.933E-03	30	2.644E-04		
Total	63.482	45			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

TA

Duncan

	N	Subset		
CULTURE		1	2	3
YC	15	1.1227		
BB	15		1.1653	
La	15			1.2687
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 2.644E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

b Alpha = .05.

TA

Duncan

	N	Subset			
DAY		1	2	3	4
0d	9	1.1411			
3d	9		1.1667		
7d	9		1.1800		
11d	9			1.2111	
15d	9				1.2289
Sig.		1.000	.092	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 2.644E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	751.578	15	50.105	867205.808	.000
CULTURE	1.299E-02	2	6.496E-03	112.423	.000
DAY	9.603E-02	4	2.401E-02	415.519	.000
CULTURE * DAY	1.308E-02	8	1.634E-03	28.288	.000
Error	1.733E-03	30	5.778E-05		
Total	751.580	45			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

PH

Duncan

	N	Subset		
CULTURE		1	2	3
La	15	4.0627		
YC	15		4.0953	
BB	15			4.1013
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 5.778E-05.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

b Alpha = .05.

PH

Duncan

	N	Subset				
DAY		1	2	3	4	5
15d	9	4.0233				
11d	9		4.0478			
7d	9			4.0900		
3d	9				4.1222	
0d	9					4.1489
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 5.778E-05.

a Uscs Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความแน่นของลิ่มโยเกิร์ตในระหว่างการเก็บ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD**

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TEXTURE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3014659.769	15	200977.318	1997.507	.000
CULTURE	5040.389	2	2520.194	25.048	.000
DAY	20619.778	4	5154.945	51.235	.000
CULTURE * DAY	1176.295	8	147.037	1.461	.213
Error	3018.422	30	100.614		
Total	3017678.191	45			

a R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

TEXTURE

Duncan

	N	Subset	
CULTURE		1	2
BB	15	248.92287	
La	15	251.53480	
YC	15		272.56540
Sig.		.481	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 100.614.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.
b Alpha = .05.

TEXTURE

Duncan

	N	Subset			
DAY		1	2	3	4
15d	9	231.30200			
11d	9		242.38044		
7d	9		250.61144		
3d	9			274.14811	
0d	9				289.92978
Sig.		1.000	.092	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares.
The error term is Mean Square(Error) = 100.614.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.
b Alpha = .05.

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Culture

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2159.234	10	215.923	206821.243	.000
CULTURE	2.394	1	2.394	2292.937	.000
DAY	1.768	4	.442	423.367	.000
CULTURE * DAY	.551	4	.138	131.855	.000
Error	2.088E-02	20	1.044E-03		
Total	2159.255	30			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Culture

Duncan

	N	Subset				
DAY		1	2	3	4	5
15d	6	8.177833				
11d	6		8.334733			
7d	6			8.383333		
3d	6				8.597633	
0d	6					8.879033
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.044E-03.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

b Alpha = .05.

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติลักษณะการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD**

1. กลิ่น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1160.800	22	52.764	68.665	.000
TREAT	.133	2	6.667E-02	.087	.917
BLOCK	16.600	19	.874	1.137	.357
Error	29.200	38	.768		
Total	1190.000	60			

a R Squared = .975 (Adjusted R Squared = .961)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของกลิ่นจากโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกัน

TREAT	N	Subset
		1
La	20	4.3000
YC	20	4.4000
Bb	20	4.4000
Sig.		.737

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .768.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset		
BLOCK		1	2	3
14	3	3.3333		
3	3	3.6667	3.6667	
4	3	4.0000	4.0000	4.0000
10	3	4.0000	4.0000	4.0000
13	3	4.0000	4.0000	4.0000
16	3	4.0000	4.0000	4.0000
18	3	4.0000	4.0000	4.0000
5	3	4.3333	4.3333	4.3333
6	3	4.3333	4.3333	4.3333
8	3	4.3333	4.3333	4.3333
9	3	4.3333	4.3333	4.3333
11	3	4.3333	4.3333	4.3333
17	3	4.3333	4.3333	4.3333
19	3	4.3333	4.3333	4.3333
1	3	4.6667	4.6667	4.6667
7	3	4.6667	4.6667	4.6667
15	3	4.6667	4.6667	4.6667
20	3	5.0000	5.0000	5.0000
12	3		5.3333	5.3333
2	3			5.6667
Sig.		.061	.061	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .768.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b Alpha = .05.

2 เนื้อสัมผัสขณะตัก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1371.367	22	62.335	109.494	.000
TREAT	3.700	2	1.850	3.250	.050
BLOCK	13.917	19	.732	1.287	.248
Error	21.633	38	.569		
Total	1393.000	60			

a R Squared = .984 (Adjusted R Squared = .975)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของเนื้อสัมผัสจากโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกัน

	N	Subset	
TREAT		1	2
YC	20	4.5500	
La	20	4.6000	
Bb	20		5.1000
Sig.		.835	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .569.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

BLOCK	N	Subset		
		1	2	3
10	3	4.0000		
1	3	4.3333	4.3333	
2	3	4.3333	4.3333	
3	3	4.3333	4.3333	
6	3	4.3333	4.3333	
9	3	4.3333	4.3333	
18	3	4.3333	4.3333	
4	3	4.6667	4.6667	4.6667
8	3	4.6667	4.6667	4.6667
13	3	4.6667	4.6667	4.6667
15	3	4.6667	4.6667	4.6667
16	3	4.6667	4.6667	4.6667
19	3	4.6667	4.6667	4.6667
11	3	5.0000	5.0000	5.0000
14	3	5.0000	5.0000	5.0000
17	3	5.0000	5.0000	5.0000
20	3	5.0000	5.0000	5.0000
5	3	5.3333	5.3333	5.3333
12	3		5.6667	5.6667
7	3			6.0000
Sig.		.081	.081	.078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .569.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b Alpha = .05.

3. เนื้อสัมผัสในปาก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1496.767	22	68.035	121.758	.000
TREAT	1.433	2	.717	1.283	.289
BLOCK	35.067	19	1.846	3.303	.001
Error	21.233	38	.559		
Total	1518.000	60			

a R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .978)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของเนื้อสัมผัสในปากจากโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกัน

TREAT	N	Subset
		1
YC	20	4.8000
La	20	4.8500
Bb	20	5.1500
Sig.		.170

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .559.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset				
BLOCK		1	2	3	4	5
11	3	3.6667				
4	3	4.0000	4.0000			
16	3	4.0000	4.0000			
17	3	4.0000	4.0000			
3	3	4.3333	4.3333	4.3333		
6	3	4.3333	4.3333	4.3333		
14	3	4.3333	4.3333	4.3333		
10	3	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	
18	3	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	
5	3	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
8	3	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
9	3	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
13	3	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
1	3		5.3333	5.3333	5.3333	5.3333
2	3		5.3333	5.3333	5.3333	5.3333
12	3			5.6667	5.6667	5.6667
7	3				6.0000	6.0000
19	3				6.0000	6.0000
20	3				6.0000	6.0000
15	3					6.3333
Sig.		.075	.076	.074	.074	.072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .559.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b Alpha = .05.

1. รสชาติ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1289.033	22	58.592	79.613	.000
TREAT	2.033	2	1.017	1.381	.264
BLOCK	26.583	19	1.399	1.901	.045
Error	27.967	38	.736		
Total	1317.000	60			

a R Squared = .979 (Adjusted R Squared = .966)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของรสชาติจากโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกัน

TREAT	N	Subset
		1
YC	20	4.3500
La	20	4.6000
Bb	20	4.8000
Sig.		.125

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .736.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset		
BLOCK		1	2	3
13	3	3.3333		
14	3	3.3333		
3	3	4.0000	4.0000	
5	3	4.0000	4.0000	
1	3	4.3333	4.3333	
2	3	4.3333	4.3333	
4	3	4.3333	4.3333	
6	3	4.3333	4.3333	
18	3	4.3333	4.3333	
10	3	4.6667	4.6667	4.6667
11	3	4.6667	4.6667	4.6667
15	3	4.6667	4.6667	4.6667
17	3	4.6667	4.6667	4.6667
19	3	4.6667	4.6667	4.6667
8	3	5.0000	5.0000	5.0000
16	3	5.0000	5.0000	5.0000
20	3	5.0000	5.0000	5.0000
9	3		5.3333	5.3333
12	3		5.3333	5.3333
7	3			6.3333
Sig.		.056	.123	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .736.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b Alpha = .05.

2. ความแน่นเนื้อ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1449.700	22	65.895	112.288	.000
TREAT	1.033	2	.517	.880	.423
BLOCK	27.600	19	1.453	2.475	.009
Error	22.300	38	.587		
Total	1472.000	60			

a R Squared = .985 (Adjusted R Squared = .976)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความแน่นเนื้อจากโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกัน

	N	Subset
TREAT		1
YC	20	4.7500
La	20	4.8000
Bb	20	5.0500
Sig.		.251

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .587.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset		
BLOCK		1	2	3
2	3	4.0000		
3	3	4.0000		
18	3	4.0000		
1	3	4.3333		
6	3	4.3333		
8	3	4.3333		
10	3	4.3333		
11	3	4.3333		
9	3	4.6667	4.6667	
16	3	4.6667	4.6667	
5	3	5.0000	5.0000	5.0000
13	3	5.0000	5.0000	5.0000
14	3	5.0000	5.0000	5.0000
20	3	5.0000	5.0000	5.0000
4	3	5.3333	5.3333	5.3333
7	3	5.3333	5.3333	5.3333
12	3	5.3333	5.3333	5.3333
17	3		6.0000	6.0000
19	3		6.0000	6.0000
15	3			6.3333
Sig.		.085	.080	.078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .587.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b Alpha = .05.

3. การยอมรับโดยรวม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1392.233	22	63.283	83.596	.000
TREAT	3.233	2	1.617	2.136	.132
BLOCK	16.183	19	.852	1.125	.367
Error	28.767	38	.757		
Total	1421.000	60			

a R Squared = .980 (Adjusted R Squared = .968)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของการยอมรับโดยรวมจากโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกัน

TREAT	N	Subset
		1
YC	20	4.5500
La	20	4.7000
Bb	20	5.1000
Sig.		.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .757.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset	
BLOCK		1	2
14	3	3.6667	
6	3	4.0000	4.0000
1	3	4.3333	4.3333
4	3	4.3333	4.3333
13	3	4.3333	4.3333
18	3	4.3333	4.3333
3	3	4.6667	4.6667
5	3	4.6667	4.6667
9	3	4.6667	4.6667
10	3	4.6667	4.6667
11	3	4.6667	4.6667
15	3	5.0000	5.0000
16	3	5.0000	5.0000
17	3	5.0000	5.0000
19	3	5.0000	5.0000
2	3	5.3333	5.3333
7	3	5.3333	5.3333
12	3	5.3333	5.3333
8	3		5.6667
20	3		5.6667
Sig.		.060	.060

Means,for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .757.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b Alpha = .05.

ภาคผนวก ง.

การคำนวณความอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสองชนิดในไอศกรีมโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ Factorial in RCBD ของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกในไอศกรีมโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน**

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YEILD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4338.235	8	542.279	69677.157	.000
CULTURE	6.599	1	6.599	847.932	.000
FAT	.480	1	.480	61.671	.000
DAY	2.063	4	.516	66.254	.000
CULTURE * FAT	8.832E-04	1	8.832E-04	.113	.738
Error	.405	52	7.783E-03		
Total	4338.640	60			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

YEILD

Duncan

	N	Subset				
DAY		1	2	3	4	5
30d	12	8.236917				
21d	12		8.369083			
14d	12			8.482825		
7d	12				8.612500	
0d	12					8.769708
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 7.783E-03.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.
b Alpha = .05.

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของลักษณะทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมโยเกิร์ตที่มีระดับไขมันแตกต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD

1. สี

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2774.097	25	110.964	137.076	.000
TRT	1.888	2	.944	1.166	.316
FAT	5.679	1	5.679	7.016	.009
BLOCK	58.940	19	3.102	3.832	.000
TRT * FAT	9.879	2	4.939	6.102	.003
Error	76.903	95	.810		
Total	2851.000	120			

a R Squared = .973 (Adjusted R Squared = .966)

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของสีจากไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกันและปริมาณไขมันต่างกัน

	N	Subset
TRT		1
Bb	40	4.5750
YC	40	4.8000
La	40	4.8500
Sig.		.201

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = .810.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset					
BLOCK		1	2	3	4	5	6
4.00	6	3.0000					
18.00	6	3.8333	3.8333				
11.00	6		4.1667	4.1667			
8.00	6		4.3333	4.3333			
13.00	6		4.3333	4.3333			
16.00	6		4.3333	4.3333			
1.00	6		4.5000	4.5000	4.5000		
6.00	6		4.5000	4.5000	4.5000		
14.00	6		4.5000	4.5000	4.5000		
10.00	6		4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	
2.00	6		4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	
20.00	6		4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	

3.00	6		5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
9.00	6		5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
15.00	6			5.1667	5.1667	5.1667	5.1667
19.00	6			5.1667	5.1667	5.1667	5.1667
7.00	6			5.3333	5.3333	5.3333	5.3333
17.00	6				5.6667	5.6667	5.6667
12.00	6					5.8333	5.8333
5.00	6						6.1667
Sig.		.112	.066	.069	.065	.061	.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .810.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.
b Alpha = .05.

2. กลิ่น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2123.926	25	84.957	110.449	.000
TRT	3.296	2	1.648	2.142	.123
FAT	1.359	1	1.359	1.767	.187
BLOCK	54.766	19	2.882	3.747	.000
TRT * FAT	6.058	2	3.029	3.938	.023
Error	73.074	95	.769		
Total	2197.000	120			

a R Squared = .967 (Adjusted R Squared = .958)

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของกลิ่นจากไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกันและปริมาณไขมันต่างกัน

	N	Subset
TRT		1
La	40	4.0000
Bb	40	4.0500
YC	40	4.3750
Sig.		.073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .769.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset				
BLOCK		1	2	3	4	5
20.00	6	2.3333				
8.00	6	2.8333	2.8333			
18.00	6		3.5000	3.5000		
17.00	6		3.8333	3.8333	3.8333	
11.00	6		3.8333	3.8333	3.8333	
4.00	6			4.0000	4.0000	4.0000
9.00	6			4.0000	4.0000	4.0000

14.00	6			4.0000	4.0000	4.0000
2.00	6			4.1667	4.1667	4.1667
10.00	6			4.1667	4.1667	4.1667
15.00	6			4.1667	4.1667	4.1667
19.00	6			4.1667	4.1667	4.1667
13.00	6			4.3333	4.3333	4.3333
6.00	6			4.5000	4.5000	4.5000
7.00	6			4.5000	4.5000	4.5000
16.00	6			4.5000	4.5000	4.5000
1.00	6				4.8333	4.8333
3.00	6				4.8333	4.8333
5.00	6					5.1667
12.00	6					5.1667
Sig.		.326	.074	.110	.111	.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .769.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.
b Alpha = .05.

3. รสชาติ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2123.355	25	84.934	58.620	.000
TRT	1.518	2	.759	.524	.594
FAT	1.711	1	1.711	1.181	.280
BLOCK	43.132	19	2.270	1.567	.081
TRT * FAT	1.945	2	.972	.671	.514
Error	137.645	95	1.449		
Total	2261.000	120			

a R Squared = .939 (Adjusted R Squared = .923)

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของรสชาติจากไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อต่างกันและปริมาณไขมันต่างกัน

	N	Subset
TRT		1
La	40	4.0250
Bb	40	4.1500
YC	40	4.3000
Sig.		.341

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.449.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset		
BLOCK		1	2	3
8.00	6	3.1667		
20.00	6	3.1667		
11.00	6	3.3333	3.3333	

12.00	6	3.3333	3.3333	
19.00	6	3.5000	3.5000	3.5000
13.00	6	4.0000	4.0000	4.0000
16.00	6	4.0000	4.0000	4.0000
17.00	6	4.0000	4.0000	4.0000
7.00	6	4.1667	4.1667	4.1667
14.00	6	4.1667	4.1667	4.1667
10.00	6	4.3333	4.3333	4.3333
5.00	6	4.3333	4.3333	4.3333
6.00	6	4.3333	4.3333	4.3333
15.00	6	4.3333	4.3333	4.3333
2.00	6	4.5000	4.5000	4.5000
4.00	6	4.5000	4.5000	4.5000
18.00	6	4.6667	4.6667	4.6667
1.00	6		5.0000	5.0000
3.00	6			5.1667
9.00	6			5.1667
Sig.		.083	.052	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.449.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.
b Alpha = .05.

1. ความมัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2384.298	25	95.372	73.840	.000
TRT	5.574	2	2.787	2.158	.121
FAT	1.753E-03	1	1.753E-03	.001	.971
BLOCK	59.779	19	3.146	2.436	.002
TRT * FAT	4.848	2	2.424	1.877	.159
Error	122.702	95	1.292		
Total	2507.000	120			

a R Squared = .951 (Adjusted R Squared = .938)

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของความมันจากไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากต่างกันและปริมาณไขมันต่างกัน

	N	Subset
TRT		1
La	40	4.1500
Bb	40	4.3500
YC	40	4.6750
Sig.		.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.292.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset				
BLOCK		1	2	3	4	5
8.00	6	3.0000				
11.00	6	3.1667	3.1667			
14.00	6	3.5000	3.5000	3.5000		
13.00	6	3.6667	3.6667	3.6667		
1.00	6	3.8333	3.8333	3.8333	3.8333	
16.00	6	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
2.00	6	4.1667	4.1667	4.1667	4.1667	4.1667
18.00	6	4.3333	4.3333	4.3333	4.3333	4.3333
12.00	6	4.3333	4.3333	4.3333	4.3333	4.3333
4.00	6	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
5.00	6	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
6.00	6	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
7.00	6	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
10.00	6		4.6667	4.6667	4.6667	4.6667
15.00	6		4.6667	4.6667	4.6667	4.6667
17.00	6			4.8333	4.8333	4.8333
3.00	6				5.3333	5.3333
19.00	6				5.3333	5.3333
9.00	6					5.5000
20.00	6					5.5000
Sig.		.061	.063	.099	.063	.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.292.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.
b Alpha = .05.

2. ความเนียน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2554.716	25	102.189	88.027	.000
TRT	14.521	2	7.260	6.254	.003
FAT	17.988	1	17.988	15.495	.000
BLOCK	24.974	19	1.314	1.132	.333
TRT * FAT	4.092	2	2.046	1.763	.177
Error	110.284	95	1.161		
Total	2665.000	120			

a R Squared = .959 (Adjusted R Squared = .948)

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของความเนียนจากไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากต่างกันและปริมาณไขมันต่างกัน

	N	Subset	
TRT		1	2
La	40	4.2500	
Bb	40	4.3750	
YC	40		5.0500
Sig.		.605	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.161.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.
b Alpha = .05.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset
BLOCK		1
3.00	6	3.8333
13.00	6	4.0000
16.00	6	4.0000
17.00	6	4.0000
7.00	6	4.1667
8.00	6	4.1667
14.00	6	4.1667
1.00	6	4.5000
6.00	6	4.5000
18.00	6	4.5000
20.00	6	4.5000
4.00	6	4.6667
11.00	6	4.6667
9.00	6	4.8333
10.00	6	4.8333
2.00	6	5.0000
12.00	6	5.0000
15.00	6	5.1667
5.00	6	5.3333
19.00	6	5.3333
Sig.		.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.161.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.
b Alpha = .05.

3. การยอมรับโดยรวม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2366.914	25	94.677	63.750	.000
TRT	3.977	2	1.988	1.339	.267
FAT	.629	1	.629	.424	.517
BLOCK	35.376	19	1.862	1.254	.233
TRT * FAT	3.665	2	1.832	1.234	.296
Error	141.086	95	1.485		
Total	2508.000	120			

a R Squared = .944 (Adjusted R Squared = .929)

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของการยอมรับโดยรวมจากไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากต่างกันและปริมาณไขมันต่างกัน

	N	Subset
TRT		1
Bb	40	4.2250
La	40	4.3250
YC	40	4.6500
Sig.		.145

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.485.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.
b Alpha = .05.

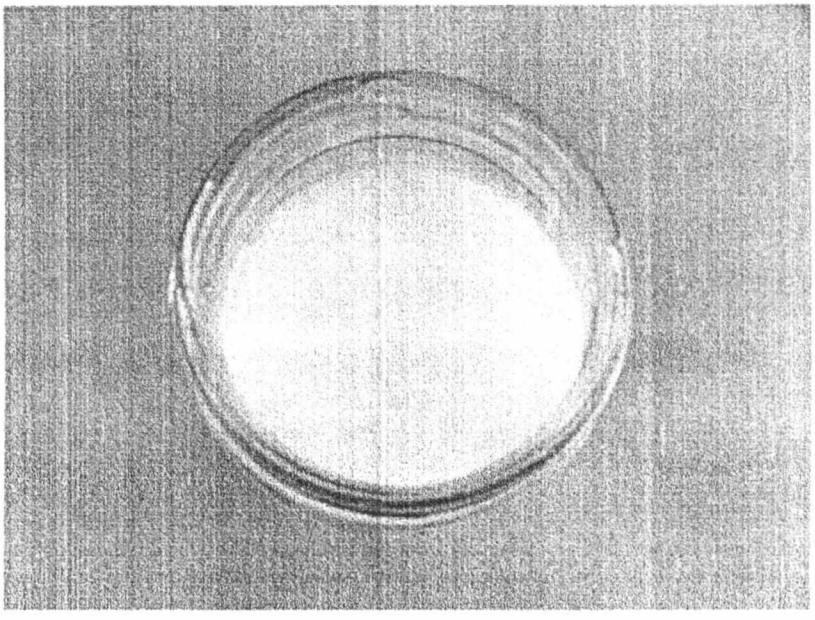
ตารางแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของผู้ชิม

	N	Subset	
BLOCK		1	2
20.00	6	3.5000	
2.00	6	3.6667	3.6667
8.00	6	3.6667	3.6667
1.00	6	3.8333	3.8333
13.00	6	4.0000	4.0000
14.00	6	4.0000	4.0000
16.00	6	4.0000	4.0000
7.00	6	4.1667	4.1667
18.00	6	4.1667	4.1667
12.00	6	4.3333	4.3333
6.00	6	4.5000	4.5000
11.00	6	4.5000	4.5000
17.00	6	4.5000	4.5000
3.00	6	4.6667	4.6667
10.00	6	4.8333	4.8333
5.00	6	5.0000	5.0000
9.00	6	5.0000	5.0000
15.00	6	5.0000	5.0000
4.00	6		5.3333
19.00	6		5.3333
Sig.		.088	.058

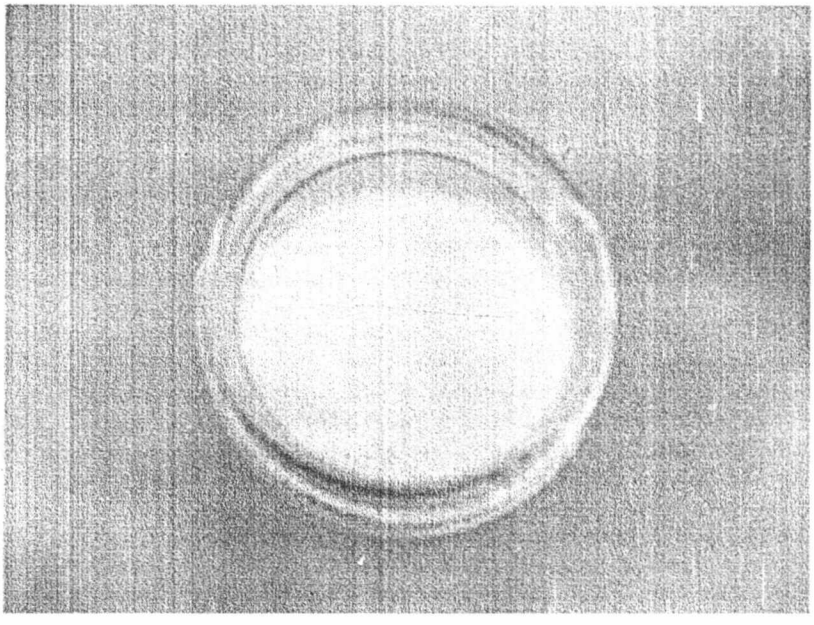
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.485.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.
b Alpha = .05.

ภาคผนวก จ

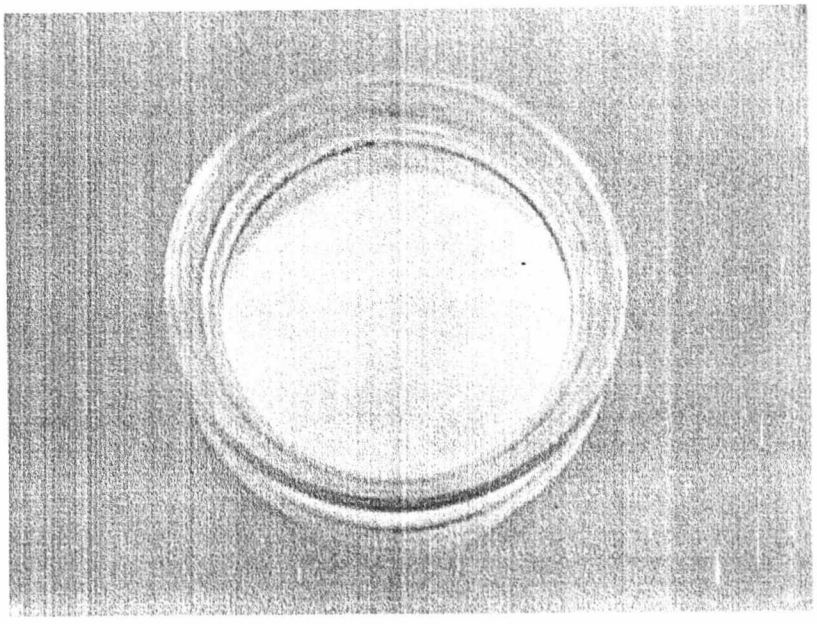
ภาพแสดงผลิตภัณฑ์ และเชื้อจุลินทรีย์



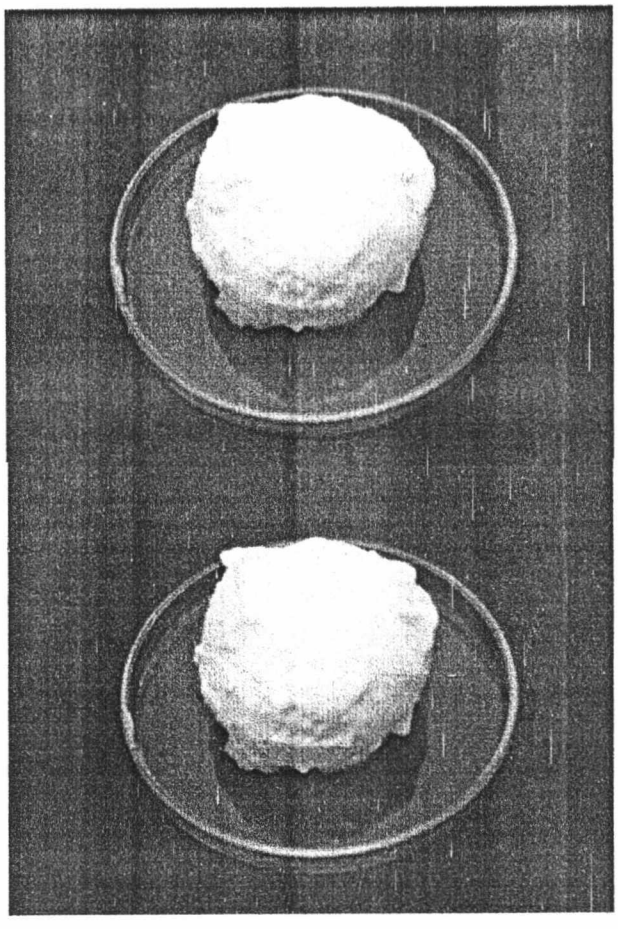
ภาพแสดงโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต



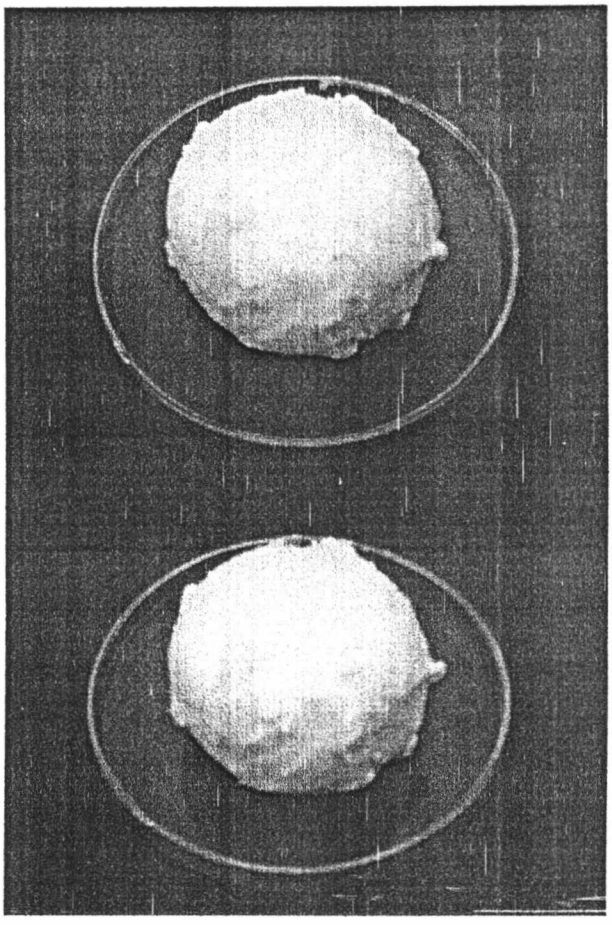
ภาพแสดงโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus*



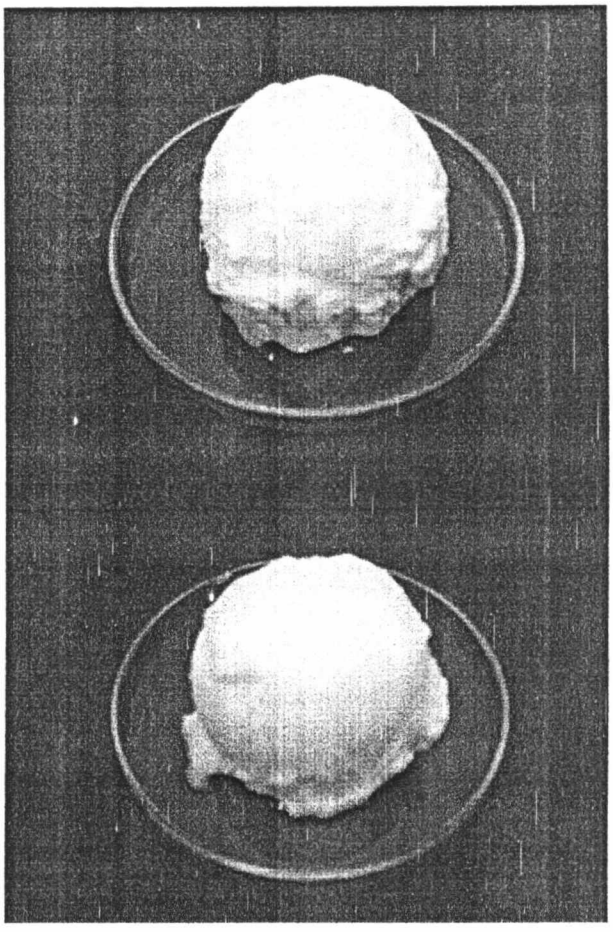
ภาพแสดงโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตร่วมกับ *Bifidobacterium bifidum*



ภาพแสดงไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

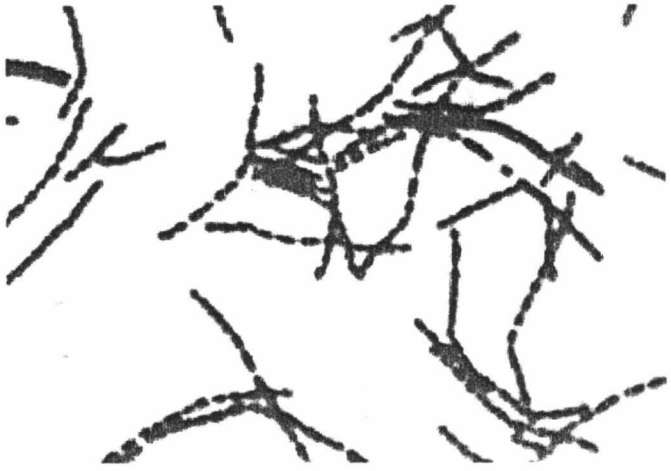


ภาพแสดงไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus* ที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



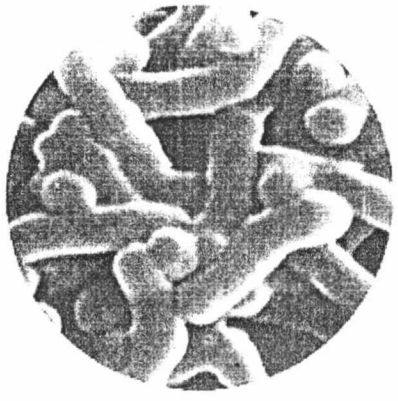
ภาพแสดงไอศกรีมโยเกิร์ตที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตร่วมกับ *Bifidobacterium bifidum* ที่ระดับไขมัน 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ภาพแสดงลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ *Streptococcus thermophillus*



ภาพแสดงลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus*

ภาพแสดงลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus*



ภาพแสดงลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ *Bifidobacterium bifidum*

ประวัติผู้เขียน

1. นางสาวณัฏฐา นิลจินดา
   เกิดเมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2525
   ภูมิลำเนา จังหวัด กรุงเทพมหานคร
   การศึกษา จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วุฒิวิทยาศาสตร์บัณฑิต ปี พ.ศ.2547
   จากโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. นายวิทวัช คูเมืองแมน
   เกิดเมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2524
   ภูมิลำเนา จังหวัด สมุทรปราการ
   การศึกษา จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วุฒิวิทยาศาสตร์บัณฑิต ปี พ.ศ.2547
   จากโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. นางสาววิภารัตน์ สังข์สุวรรณ์
   เกิดเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2525
   ภูมิลำเนา จังหวัด นราธิวาส
   การศึกษา จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วุฒิวิทยาศาสตร์บัณฑิต ปี พ.ศ.2547
   จากโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง