580

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง โยเกิร์ตแช่แข็ง

(FROZEN YOGHURT)

โดย

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..... 31/มี.ค./32 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(นางสาวเยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

..... 31/มี.ค./31 กรรมการของภาควิชา
(นางอนงค์ วรอุไร)

..... 31/มี.ค./32 กรรมการของภาควิชา
(นางระติพร หาเรือนกิจ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(นางสาวเยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 31 เดือน มี.ค. พ.ศ. 32

ปจง.
ภ 4799
2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13667

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

โยเกิร์ตแช่แข็ง

(FROZEN YOGHURT)

T096601

โดย

ภาวิณี บุรพลชัย

ปพ.
ภ479ย
2531

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....T096601
วัน.เดือน.ปี.....

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

บทคัดย่อ

เรื่อง
โยเกิร์ตแช่แข็ง
(FROZEN YOGHURT)

FROZEN YOGHURT เป็นผลิตภัณฑ์ที่รวมลักษณะของ FERMENTATION PRODUCT และ FROZEN DESSERT เข้าไว้ด้วยกัน เนื่องจากอาศัยแบคทีเรีย คือ Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus ในการหมักและสร้างกรดแลคติก ผสมผสานกับกรรมวิธีและองค์ประกอบในการผลิตไอศกรีม

การศึกษาปัจจัยเพื่อพัฒนาการผลิต FROZEN YOGHURT ด้วยพฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 45 °C ทั้งในนมสด UHT และส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ปริมาณนมผงขาดมันเนย (MILK SOLID NOT FAT, MSNF) 14%, 15%, และ 16% ตามลำดับ และชนิดของสเตบิไลเซอร์อิมัลซิไฟเออร์ 5 ชนิด คือ COMMERCIAL LECITHIN, HYDROLYSE LECITHIN, แป้งข้าวโพด, เจลาติน และ COMMERCIAL STABILIZER

ผลการทดลองพบว่า อัตราการสร้างกรดแลคติกในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT จะช้ากว่าในนม UHT ซึ่งแสดงว่า การเจริญของแบคทีเรียในส่วนผสม FROZEN YOGHURT ช้ากว่าเนื่องจาก องค์ประกอบของ FROZEN YOGHURT คือ น้ำตาลซูโครส มีอิทธิพลต่อการเพิ่มความดันออสโมติคของตัวถูกละลายในนม เป็นสาเหตุให้อัตราการเจริญของแบคทีเรียลดลง

ในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พิจารณาปริมาณ MSNF ที่ระดับ 14%, 15%, และ16% ตามลำดับ พบว่า ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลการตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า COMMERCIAL STABILIZER และ แป้งข้าวโพด ให้ผลไม่แตกต่างกัน และ ให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นลำดับที่หนึ่งและลำดับที่สอง ตามลำดับ ดังนั้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต FROZEN YOGHURT จึงควรเลือกปริมาณ MSNF 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งข้าวโพดเป็นสเตบิไลเซอร์ เนื่องจาก นมผงขาดมันเนยที่ใช้เป็นวัตถุดิบและ COMMERCIAL STABILIZER มีราคาแพง พร้อมกันนั้นการตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัสยังให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ณ จุดนี้ ...ข้าพเจ้าจึงได้ก้าวมาถึงจุดแห่งความสำเร็จ ซึ่งการจะก้าวขึ้นมายืน ณ จุดนี้จะทำไม่ได้หากขาดผู้มีอุปการะคุณ คือ อาจารย์มิตร นำเจริญ ผู้ที่ได้จุดประกายความคิดให้แก่ข้าพเจ้า อาจารย์วรรณา ตั้งเจริญชัย ซึ่งเป็นผู้ที่ให้คำปรึกษาและอุปกรณ์ในการดำเนินงาน จนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการตรวจเอกสาร รวมทั้ง อาจารย์พอใจ ลิ้มพันธ์อุดม ที่กรุณาชี้แนะวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาคอุตสาหกรรมเกษตร สจ.ล.ทุกท่าน และผู้ที่ให้ความสนับสนุน ได้แก่ คุณสุธาทิพย์, คุณอาคม, คุณวิโรจน์ (เอื้อเฟื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ และ เสบียง) คุณสมพร, คุณกฤษณ์ (เอื้อเฟื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ และ ช่วยจัดข้อมูล) และ เพื่อน ๆ กลุ่มเด็กต้อยโอกาสและทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ภาวิณี บุรพลชัย

มีนาคม 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
สารบาญตารางผนวก	(4)
สารบาญภาพผนวก	(5)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	32
สรุปผลการทดลอง	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	43

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	SOME TYPICAL VITAMIN CONTENT OF MILK AND YOGHURT	3
2	แสดงลักษณะพื้นฐานของแบคทีเรียที่ใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ต	7
3	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของส่วนผสมในการผลิต FROZEN YOGHURT	16
4	แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในนมสด UHT โดยหัวเชื้อโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 45 °C	32
5	แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT โดยหัวเชื้อโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 45 °C	33
6	แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของ FROZEN YOGHURT	37
7	แสดงผลการตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียและปริมาณโคลิฟอร์ม	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะรูปร่างของ S. thermophilus และ L. bulgaricus	6
2	แสดงพฤติกรรมของ SINGLE & MIXED STRAIN YOGHURT CULTURE ที่อุณหภูมิแตกต่างกันใน SKIM MILK (10% TS) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและปริมาณหัวเชื้อ 2%	8
3	แสดงสูตรโครงสร้างของ PHOSPHATIDYL ETHANOLAMINE (CEPHALIN)	14
4	แสดงสูตรโครงสร้างของ PHOSPHATIDYL INOSITOL	14
5	แสดงสูตรโครงสร้างของ PHOSPHATIDYL CHOLINE (LECITHIN)	14
6	โครงสร้างภายในของไอศกรีม	22
7	FROZEN YOGHURT	30
8	แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกกับเวลาในนมสด UHT ที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง	34
9	แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกกับเวลาในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ง.1	คะแนนการสอบถามยอมรับลักษณะต่าง ๆ ของ FROZEN YOGHURT ปริมาณ MSNF และ STABILIZER/EMULSIFIER แต่ละชนิด	53
ง.2	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ FROZEN YOGHURT	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
ก.1	วัตถุดิบ	44
ก.2	JOGHURT-FIX SEVERIN	45
ก.3	เครื่องปั่นไอศกรีมชนิด BATCH FREEZER	46
ก.4	ตู้แช่แข็ง	47

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในราวกลางปี ค.ศ.1977 อุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์นม (DAIRY INDUSTRY) ได้ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์นมชนิดหนึ่ง ผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น คือ FROZEN YOGHURT ทั้งในอเมริกาและยุโรป FROZEN YOGHURT เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค โดยเฉพาะในบุคคลที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาหารที่มีปริมาณไขมันสูงหรือต้องการลดความอ้วน

จากการสำรวจพบว่าผู้ผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต 109 แห่งในสหรัฐ มีผู้ผลิต FROZEN YOGHURT ออกวางจำหน่ายมากกว่า 75% (LANG, 1979)

FROZEN YOGHURT เป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็ง (FROZEN DESSERT) ชนิดหนึ่ง ที่ได้รวมเอาศิลปะในการทำไอศกรีมและโยเกิร์ตเข้าด้วยกัน ที่กล่าวเช่นนี้ เนื่องจากในกรรมวิธีการผลิตจะต้องอาศัยส่วนผสมที่สมดุลของไอศกรีม อันได้แก่ ไขมัน ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน (MILK SOLID NOT FAT) หรือ MSNF น้ำตาล สารที่ให้ความคงตัวหรือสเตบิไลเซอร์ (STABILIZER) และ สารที่ช่วยให้ส่วนผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน หรือ อิมัลซิไฟเออร์ (EMULSIFIER) ร่วมกับหัวเชื้อโยเกิร์ต (STARTER CULTURE) ซึ่งประกอบด้วยแบคทีเรียสำคัญ 2 ชนิด คือ Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus ที่มีส่วนในการเพิ่มกลิ่นรส (FLAVOR) ให้กับผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในส่วนผสม ทำการสร้างสาร NON-VOLATILE ACID ที่สำคัญนั่น คือ กรดแลคติก รวมทั้งกรดไพรูวิค (PYRUVIC ACID) นอกจากนี้ยังสังเคราะห์สารจำพวก VOLATILE ACID ที่มีผลทางด้านประสาทสัมผัส เช่น FORMIC ACID, ACETIC ACID เป็นต้น และสารประกอบคาร์บอนิล (CARBONYL COMPOUNDS) เช่น ACETALDEHYDE, ACETONE, ACETOIN และ DIACETYL (TAMINE AND ROBINSON, 1985) เป็นต้น (โดยจะต้องมี ACETALDEHYDE อย่างน้อย 8 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจะให้กลิ่นรสที่เพียงพอได้)

นอกจากนี้ FROZEN YOGHURT ยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ โดยจากการวิเคราะห์และตรวจสอบพบว่า จากส่วนผสมที่ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ครีมที่มีไขมันนม 10%	131.7 ปอนด์
2. นมขาดมันเนย (SKIMMED MILK)	526.5 ปอนด์
3. นมผงขาดมันเนย (SKIMMED MILK POWDER)	36.0 ปอนด์
4. สเตบิไลเซอร์ (STABILIZER)	4.0 ปอนด์
5. น้ำตาลซูโครส	72.0 ปอนด์
6. หัวเชื้อโยเกิร์ต (STARTER CULTURE)	28.8 ปอนด์
7. ผลไม้เชื่อม	20.0 ปอนด์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย (KOSIKOWSKI, F.V และ FRANCIS LANG, 1979)

1. ไขมัน 1.5% ซึ่งต่ำกว่าปริมาณไขมันในไอศกรีมโดยทั่วไปมาก
2. โปรตีน 3.4%
3. แลคโตส 5.2%
4. คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 24%
5. ปริมาณพลังงานที่ให้ประมาณ 75 kcal/100 g.

ส่วนเชื้อ Lactobacillus bulgaricus และ S. thermophilus ที่ใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ตในอัตราส่วนของปริมาณเชื้อทั้งสองชนิดเป็น 1:1 นั้น ยังมีคุณสมบัติในการสร้างกรดแลคติก ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ประเภทที่ทำให้เกิดการบูดเน่าและเป็นโทษต่อร่างกาย เนื่องจาก ร่างกายไม่มีเอ็นไซม์แลคเตส (LACTASE) ในการย่อยน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมทำให้ระบบการย่อยอาหารทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ผู้ที่รับประทานผลิตภัณฑ์ประเภท FERMENTED MILK จะไม่เกิดอาการท้องเสีย และยังเหมาะกับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก

พร้อมทั้งพบว่า YOGHURT STARTER BACTERIA ที่ได้รับการบ่ม ณ อุณหภูมิที่เหมาะสม (42 °c) จะสามารถสังเคราะห์วิตามินบางชนิดได้ในปริมาณสูง เช่น RIBOFLAVIN (B_2), FOLIC ACID, NIACIN ดังแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1 SOME TYPICAL VITAMIN CONTENT OF MILK AND YOGHURT

	MILK		YOGHURT	
VITAMIN (UNIT/100G.)	WHOLE	SKIM	WHOLE	SKIM
VITAMIN A (IU)	148	-	140	70
THIAMIN (B_1) (µg)	37	40	30	42
RIBOFLAVIN (B_2) (µg)	160	180	190	200
PYRIDOXINE (B_6) (µg)	46	42	46	
CYANOCOBALAMINE (B_{12}) (µg)	0.39	0.4	-	0.23
VITAMIN C (mg)	1.5	1.0	-	0.7
VITAMIN D (IU)	1.2			
VITAMIN E (IU)	0.13	-	-	TRACE
FOLIC ACID (µg)	0.25	-	-	4.1
NICOTINIC ACID (µg)	480	-	-	125
PANTOTHENIC ACID (µg)	371	370	-	381
BIOTIN (µg)	3.4	1.6	1.2	2.6
CHOLINE (mg)	12.1	4.8	-	0.6

ที่มา TAMINE AND ROBINSON, 1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วจะพบว่า ในแง่โภชนาการ FROZEN YOGHURT เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะคุณค่าทางด้านโปรตีน (FOOD ENGINEERING INTERNATIONAL, 1978) ในด้านลักษณะปรากฏยังคล้ายกับไอศกรีมมาก ทำให้เป็นที่นิยมของผู้บริโภคและไม่เป็นการยากเลยที่จะคิดริเริ่มผลิต FROZEN YOGHURT ออกสู่ตลาดผู้บริโภคภายในประเทศไทย

การศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับ FROZEN YOGHURT มีการพัฒนากันอย่างกว้างขวางมากในต่างประเทศ แต่ในประเทศไทยยังมีการศึกษาอยู่ในวงจำกัด ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้แก่ผู้บริโภคและเพื่อเป็นการแพร่หลายให้แก่ผู้ผลิต จึงเป็นมูลเหตุจูงใจให้ข้าพเจ้าศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภคในประเทศไทย

<u>วัตถุประสงค์ในการทำปัญหาพิเศษ</u>

1. การศึกษาพฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต (STARTER CULTURE) 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% และ 7% ตามลำดับในนม UHT และ 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10% และ 11% ในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่อุณหภูมิ 45 °C

2. ศึกษาปริมาณ MILK SOLID NOT FAT (MSNF) ที่มีผลต่อคุณภาพของ FROZEN YOGHURT

3. ศึกษาชนิดของ STABILIZER และ EMULSIFIER ที่เหมาะสมกับ FROZEN YOGHURT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

FROZEN YOGHURT (FY) หรือทางยุโรปเรียกว่า YOGGLACE เป็นผลิตภัณฑ์ที่รวมลักษณะของ FERMENTATION PRODUCT และ FROZEN DESSERT เข้าด้วยกัน เนื่องจากอาศัยแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus ในการหมักและสร้างกรดแลคติก ผสมผสานกับกรรมวิธีและองค์ประกอบในการผลิตไอศกรีม

FROZEN YOGHURT เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันประมาณ 2-6% และเมื่อเปรียบเทียบกับ PLAIN YOGHURT จะมีปริมาณน้ำตาลและสเตบิไลเซอร์ / อิมัลซิไฟเออร์ ในระดับที่สูงกว่า เชื้อแบคทีเรียประมาณ 50-200 ล้านตัว / ซ.ม^3 (FOOD ENGINEERING INTERNATIONAL, 1978)

สำหรับมาตรฐานของ FROZEN YOGHURT ยังมิได้ถูกประกาศขึ้น แม้ว่าจะมีการผลิตตั้งแต่ปี ค.ศ. 1977 เนื่องจากข้อกำหนดเกี่ยวกับ FROZEN YOGHURT ในแต่ละประเทศแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความยอมรับของผู้บริโภค

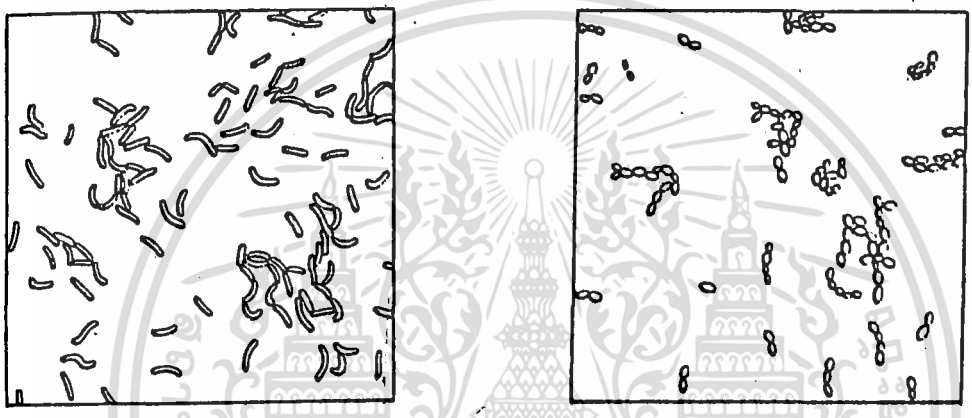
ประเภทของ FROZEN YOGHURT

ROBINSON และ TAMINE (1985) ได้แยกประเภทของ FROZEN YOGHURT เป็น 2 ประเภท คือ

1. SOFT FROZEN YOGHURT ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเนียนนุ่ม % OVERRUN ค่อนข้างต่ำ คือ 50-60% ละลายเร็ว และหลังจากปั่นเป็นผลิตภัณฑ์ในเครื่องทำไอศกรีมให้เย็นจัด จะมีอุณหภูมิประมาณ -6 °C บรรจุและจำหน่ายทันทีโดยไม่ผ่านการทำให้แข็งตัว (HARDENING)

2. HARD FROZEN YOGHURT ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะแข็งและแห้ง ละลายช้า % OVERRUN สูงประมาณ 70-80% เมื่อผ่านเครื่องทำไอศกรีมให้เย็นจัด จะบรรจุและนำเข้าขบวนการ HARDENING ที่อุณหภูมิ -25 °C เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัวก่อนออกจำหน่าย

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามนำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น เจ้าของลิขสิทธิ์ยินดีให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น



S. thermophilus L. bulgaricus

ภาพที่ 1 ลักษณะรูปร่างของ S. thermophilus และ L. bulgaricus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญขององค์ประกอบในการผลิต FROZEN YOGHURT

1. ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของหัวเชื้อโยเกิร์ต (YOGHURT STARTER)

จุลินทรีย์ที่สำคัญของ FROZEN YOGHURT คือ แบคทีเรีย 2 ชนิด คือ Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus โดยลักษณะพื้นฐานของเรียทั้งสองได้แสดงไว้ในตารางที่2

ตารางที่2 แสดงลักษณะพื้นฐานของแบทีเรียที่ใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ต

S. thermophilus	L. bulgaricus
GRAM + COCCUS (ภาพที่ 1)	GRAM + ROD ; MEDIUM ; LONG
NO GROWTH AT 10 °C	NO GROWTH AT 10 °C
OPT. GROWTH AT 45 °C	OPT. GROWTH AT 45 ° C
ACID FORMATION 0.8-1.0%	ACID FORMATION 1.5-2.0%
PRODUCED L(+) - LACTATE	PRODUCED D(-) - LACTATE
SALT TOLERANCE 2.0%	SALT TOLERANCE 2.0%
NO SPORE	NO SPORE
THERMODURIC	THERMODURIC

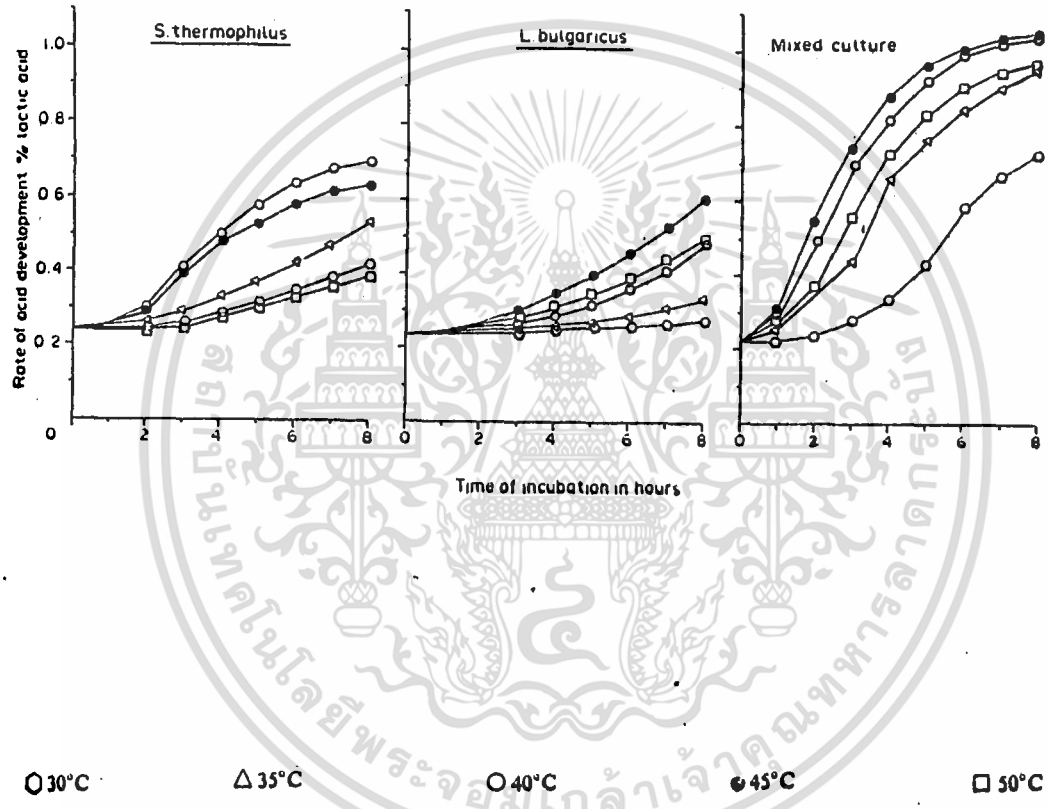
ที่มา: ALFA LAVAL. 1980; BENNER, J. 1975; KOSIKOWSKI, F.V 1966.

เชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดมักพบในน้ำนมธรรมชาติ หรือเติมในลักษณะของเชื้อบริสุทธิ์ อัตราส่วน 1:1 เพื่อเร่งการสร้างกรดแลคติก

ลักษณะการเจริญเติบโตร่วมกัน โดยมีความสัมพันธ์แบบ SYMBIOSIS ดังแสดงผลการสร้างกรดของเชื้อแบคทีเรีย ที่อุณหภูมิต่างกันในเมฆขาดมันเนย (10% TS) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปริมาณหัวเชื้อ 2% (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงพฤติกรรมของ SINGLE & MIXED STRIAN YOGHURT CULTURE ที่อุณหภูมิแตกต่างกันใน SKIM MILK (10%TS) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและปริมาณหัวเชื้อ 2%

การผลิตกรดแลคติกมิใช่ได้จากการหมักน้ำตาลแลคโตสโดยตรง หากเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ชื่อ L. bulgaricus ผลิตเอ็นไซม์เบต้า-กาแลคโตซิเดส (β-GALACTOSIDASE) (WALSTRA และ คณะ, 1954) เพื่อไฮโดรไลซ์โปรตีนเสีย ได้การดอะมิโนหลายตัวโดยเฉพาะ

อย่างยิ่ง VALINE ซึ่งจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของ S. thermophilus ให้สร้างกรดฟอร์มิก เป็นผลให้ pH ของนมลดลงเหลือประมาณ 5.0 ซึ่งเป็นช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของ L. bulgaricus มากที่สุด กรดฟอร์มิกจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของ L. bulgaricus เช่นกัน การเจริญเติบโตของ L. bulgaricus จะสร้างกรดแลคติกออกมาและทำให้ระดับออกซิเจนลดลง ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวมันเอง การสร้างกรดแลคติกออกมาของ L. bulgaricus ทำให้ระดับ pH ลดลงอีกจนถึง 4.0-4.5 ใกล้เคียงกับ ISOELECTRIC POINT (PI) ของเคซีนในนม (pH ประมาณ 4.6) ทำให้เคซีนซึ่งเป็นโปรตีนที่สำคัญในนม สูญเสียสภาพธรรมชาติจับตัวตกตะกอนลงมา กลายเป็นก้อนลิ่มในที่สุด

นอกจากนี้ การเจริญร่วมกันของ S. thermophilus และ L. bulgaricus ยังสร้าง ACETALDEHYDE ซึ่งจะต้องมีปริมาณอย่างน้อย 8 มิลลิกรัม/ลิตร จึงเพียงพอที่ทำให้เกิดกลิ่นรสและการทำงานของ L. bulgaricus นอกจากทำให้ระดับ pH ลงจนถึง 4.0-4.5 แล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้เกิด ACETALDEHYDE ปริมาณสูงเกินไป

2. ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของไอศกรีม ได้แก่

2.1 ไขมันนม (MILK FAT)

ไขมันนมเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและราคาแพงช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสนุ่ม และ โครงสร้างที่คงตัว ต้านทานการละลาย ถ้าในผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันต่างกัน กลิ่นและรสชาติก็จะแตกต่างกันด้วย ดังนั้น FROZEN YOGHURT ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับไอศกรีมประเภทเชอร์เบท (SHERBET) เนื่องจากมีปริมาณไขมันต่ำ แต่ถ้าหากมีปริมาณไขมันมากเกินไป จะทำให้รสชาติมันจนเลี่ยน บางครั้งไขมันจับตัวเป็นก้อน

แหล่งของไขมันที่ดีที่สุด คือ น้ำนม และ LUNDSTEDT,E. และคณะ (1983) ได้ทำการศึกษาผลของไขมันต่อปริมาณของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก พบว่าถ้าปริมาณไขมันใน FROZEN YOGHURT มีอยู่ต่ำ จะมีแนวโน้มของแบคทีเรียลดลงได้ช้ากว่า FROZEN YOGHURT ที่มีปริมาณไขมันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม (MILK SOLID NOT FAT, MSNF)

MSMF ประกอบด้วยน้ำตาลแลคโตส (LACTOSE) โปรตีนและเกลือแร่หลายชนิด แลคโตสจะช่วยให้เกิดรสหวานและมีจุดเยือกแข็งต่ำลง แต่ถ้าใช้แลคโตสมากเกินไปจะทำให้เกิดลักษณะหยาบร่วนเป็นเนื้อทราย (SANDINESS) เนื่องจากการตกผลึกของแลคโตสหรืออาจเกิดจากอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาไม่สม่ำเสมอขึ้น ๆ ลง ๆ ทำให้ผลึกน้ำแข็งละลายและกลับแข็งตัวใหม่อีกครั้งซึ่งเรียกว่า HEAT SHOCK นอกจากนี้ยังทำให้เกิด COOKED FLAVOR ด้วย

สำหรับโปรตีนนั้นจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ทำให้รสชาติดีขึ้น เพิ่มความคงตัว ดูดซึมน้ำ รวมทั้งช่วยให้เนื้อสัมผัสเนียนและแน่นขึ้น MSNF เพิ่มความข้นหนืดและไม่ให้ผลึกน้ำแข็งละลายเร็ว แหล่งของ MSNF ได้แก่ NON FAT DRY MILK หรือ นมผงขาดมันเนย

2.3 สารที่ให้ความหวาน (SWEETENER)

สารที่ให้ความหวานที่ใช้ส่วนใหญ่คือ น้ำตาล และยังเป็นเวตมุดิบที่ราคาถูกที่สุดโดย หน้าที่หลักของน้ำตาล คือ ให้ความหวาน เพิ่มรสชาติ ถ้าขาดไป FROZEN YOGHURT จะรสชาติเปรี้ยวจัด ถ้ามากไปจะให้รสหวานจัด ลดอัตราการตีขึ้นฟู ทำให้ใช้เวลาในการปั่นให้แข็งตัวนานขึ้นและต้องใช้อุณหภูมิต่ำยิ่งขึ้นในขั้นตอน "HARDENING" ถ้าเก็บรักษาไม่ดีจะเป็นผลึกขนาดใหญ่ นอกจากน้ำตาลจะช่วยเพิ่มพลังงานแล้วยังเพิ่มความหนืด เพิ่ม TOTAL SOLID แต่น้ำตาลจะมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียในการสร้างกรดแลคติกด้วย

จากรายงานของ TRAMER(1973) พบว่าการสร้างกรดของ S. thermophilus และ L. bulgaricus ในนมข้นที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 16.5% และ น้ำตาล 12% ลดลงเมื่อทำการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาพบว่า

ประการแรก S. thermophilus สามารถทนความเข้มข้นของน้ำตาลสูงได้มากกว่า L. bulgaricus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประการที่สอง ลักษณะรูปร่างของเซลจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป เกิดการพองตัวและไม่แข็งแรง จึงสันนิษฐานว่า การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อาจเกิดเนื่องจากอิทธิพลของความดันออสโมติคของตัวถูกละลายน้ำตาลในนม

2.4 สารที่ให้ความคงตัว (STABILIZER)

คุณสมบัติของสารที่ให้ความคงตัวหรือสเตบิไลเซอร์ คือ สามารถแพร่กระจายเข้าไปในเฟสของของเหลวหรือน้ำและยึดจับกับโมเลกุลของน้ำ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ไฮเดรชั่น (HYDRATION) จากนั้นสเตบิไลเซอร์จะฟอร์มโครงร่างตาข่าย (NETWORK) เพื่อดูดซึมน้ำเข้าไว้ให้เหลือน้ำอิสระที่จะเกิดเป็นเกล็ดหรือผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด มีผลให้เนื้อสัมผัสเนียน โครงสร้าง (BODY) มีความคงตัว เพิ่มความหนืด ควบคุมอัตราการขึ้นฟูไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็ง ป้องกันการฟอร์มผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ ขณะที่อุณหภูมิของตู้แช่ไม่คงที่ หรือป้องกันการเกิด HEAT SHOCK เนื่องจากสเตบิไลเซอร์มี WATER-HOLDING CAPACITY หรือ ความสามารถในการอุ้มน้ำสูง

สเตบิไลเซอร์ที่นิยมใช้ทางการค้า เรียกว่า COMMERCIAL STABILIZER IGOF, R.S ได้ทำการศึกษาถึงองค์ประกอบของสเตบิไลเซอร์ที่ใช้ในการทำ SOFT และ HARD FROZEN YOGHURT ประกอบด้วย

โพรพิลีน ไกลคอล อัลจิเนต (PROPYLENE GLYCOL ALGINATE)	45-60%
โซเดียม อัลจิเนต (SODIUM ALGINATE)	15-35%
การ์กัม (GUAR GUM)	10-20%
คาร์ราจีแนน (CARRAGEENAN)	2-10%
อิมัลซิไฟเออร์ (MONO/DIGGLYCERIDE, POLYSORBATE 80)	

สารชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับสเตบิไลเซอร์ และนำมาศึกษากับผลิตภัณฑ์ คือ เจลาติน (GELATIN) และ แป้งข้าวโพด (CORN STARCH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เจลาติน (GELATIN) เป็นสเตบิไลเซอร์ที่นิยมใช้กันมากในไอศกรีม พบว่ามีการใช้เจลาตินในปี ค.ศ. 1905 (HYDE, 1973) เจลาตินเป็นสารที่ช่วยสร้างเจล (GELLING AGENT) และเป็นสารประเภท HYDROCOLLOID ที่สำคัญ ที่มิได้มีส่วนประกอบของโพลีแซคคาไรด์ (POLYSACCHARIDE) แต่เป็นสารที่สกัดจากหนังสัตว์ และกระดูกสัตว์ โดยใช้กรด เรียกว่า ACID EXTRACTION หรือใช้ด่าง เรียกว่า LIME EXTRACTION (PLOWRYGHT, 1963; AMES, 1949) ดังนั้น เจลาตินจึงมีองค์ประกอบของโปรตีน และกรดอะมิโนบางชนิดที่มีส่วนเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ทั้งยังสามารถดูดซึมน้ำได้อย่ารวดเร็ว ทำให้แบคทีเรียสามารถเจริญได้ง่าย จึงควรเก็บรักษาไว้ในที่แห้งและป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อน

คุณสมบัติของเจลาตินสามารถละลายได้ดีในน้ำเดือดและคืนตัวได้เมื่อถูกทำให้เย็นลงประมาณ 14 °C โดยจะสร้างเจลที่เนียน (SMOOTH), นุ่ม (SHIMMERY), จับตัวกันแน่น (FIRMNESS) และหนืด (TENDER) เจลาตินจะไม่ทำให้ส่วนผสมมีความหนืดสูงมาก แต่จะต้องการเวลาในการดูดซึม (ABSORB) น้ำให้มากที่สุด เพื่อสร้างความคงตัวที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ด้วยเหตุนี้ จึงต้องทำการบ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง ก่อนการทำให้ส่วนผสมเย็นจัดใน ICE CREAM FREEZER (HYDE, 1973 ; ARBUCKLE, 1966) และหลังจากการทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัวในขบวนการ HARDENING โครงสร้างเจลที่สร้างขึ้นจะป้องกันไม่ให้น้ำเกิดการฟอร์มเป็นผลึกขนาดใหญ่

ทางด้านการละลาย โครงสร้างเจลที่สร้างขึ้นจะสามารถละลายได้ที่อุณหภูมิร่างกาย ดังนั้น โครงสร้างเจลที่แข็งตัวอยู่นั้นจะละลายทันทีที่รับประทาน ทำให้ผู้รับประทานสามารถรับรู้กลิ่นรสได้อย่างรวดเร็ว และสามารถสัมผัสเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เนียนนุ่มมากยิ่งขึ้น เจลที่สร้างขึ้นมีแนวโน้มที่จะละลายที่อุณหภูมิประมาณ 25 °C จึงควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่เย็นตลอดเวลา คุณสมบัติอีกข้อหนึ่งของเจลาติน คือ จะไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ pH และ IONIC STRENGTH ของผลิตภัณฑ์ (M. SLICKMAN, 1979)

ปริมาณของเจลาตินที่ใช้อยู่ในช่วง 0.25-0.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แป้งข้าวโพด (CORN STARCH) เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต มีองค์ประกอบของ AMYLOSE 22% และ AMYLOPECTIN 18% (LEONARD MARTIN, 1963) การที่จะทำให้แป้งข้าวโพดเกิดการสร้างเจลจะต้องใช้อุณหภูมิสูง โดยจะทำให้อาหารเกิดคุณสมบัติที่เหนียวข้น (THICKENING) ดังนั้น จึงยากต่อการทำให้เย็น (COOLING) โดยความเข้มข้นที่ใช้จะต้องมีปริมาณที่จำกัดประมาณ 3.5% ถ้าใช้น้อยกว่านี้โมเลกุลของแป้งจะแตกออก เนื่องจากเอ็นไซม์ที่ย่อยแป้ง ทำให้ความคงตัวมีน้อยลงหรือไม่มีเลย เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์ยุบตัวง่าย (ศิวาพร, 2529)

2.5 สารที่ทำให้ส่วนผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน (EMULSIFIER)

สารที่มีคุณสมบัติเป็น EMULSIFIER จะช่วยให้เกิดความคงตัวของไขมันในน้ำ (OIL IN WATER STABILITY) ในส่วนผสม โดยในโมเลกุลจะประกอบด้วยหมู่ที่ชอบน้ำ (HYDROPHILIC) และหมู่ที่ชอบน้ำมัน (LIPOPHILIC) ซึ่งจะเป็นตัวลดแรงตึงผิว (SURFACE TENSION) ระหว่างไขมันและน้ำ ช่วยคงสภาพของความเป็นเนื้อเดียวกัน (EMULSION) สารนี้จะไปจับไขมัน (COAT FAT) ทำให้ไม่รวมกับโปรตีน ลดแรงตึงผิวระหว่างของเหลวและอากาศ ช่วยทำให้เกิดฟองอากาศเล็ก ๆ ในระหว่างขบวนการทำให้เย็น (FREEZING PROCESS) เป็นการเพิ่มความสามารถในการฟูตัว (WHIPPING ABILITY) และทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์เรียบ อ่อนนุ่ม แห้ง และมีการละลายช้า

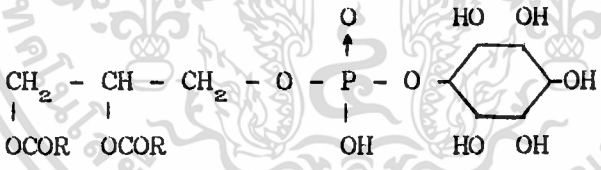
ในน้ำนมตามธรรมชาติ จะมีสารที่ช่วยให้เป็นเนื้อเดียวกันอยู่แล้ว คือ เลซิทิน (LECITHIN) สารประกอบฟอสฟาไทด์ (PHOSPHATIDES) ในไข่แดง (EGG YOLK) จะมีปริมาณเลซิทินอยู่สูงแต่ไม่นิยมใช้ เนื่องจาก มีราคาแพงและจะให้กลิ่นที่ผิดปกติ (OFF FLAVOR) ถ้าใช้ในปริมาณสูง ในทางการค้าจะมีการผลิตเลซิทินขึ้นมาใช้เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้

เลซิทินมีชื่อทางเคมีว่า ฟอสฟาติดิล โคลีน (PHOSPHATIDYL CHOLINE) เป็นสารประกอบฟอสฟาไทด์ชนิดหนึ่ง ที่พบทั้งในแหล่งที่มีไขมันและน้ำมัน เช่น สมอง ตับ ไข่แดง และเมล็ดพืช ปัจจุบันจะผลิตเลซิทินจากถั่วเหลืองเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีปริมาณเลซิทินในปริมาณสูง ดังนั้น เลซิทินจึงเป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันพืช โดยได้จากขั้นตอน

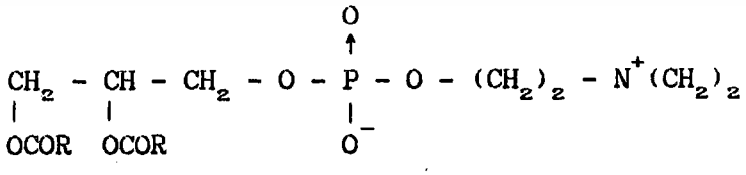
การกำจัดสารเหนียว (DEGUMMING) ซึ่งรวมถึงฟอสฟาไทด์ก็จะถูกกำจัดออกไปด้วย

เลซิทินที่ผลิตทางการค้า "COMMERCIAL LECITHIN" ไม่ใช่สารบริสุทธิ์ มีองค์ประกอบของฟอสฟาไทด์ที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ฟอสฟาติดิล เอททาโนลามีน (PHOSPHATIDYL ETHANOLAMINE, PE) (ภาพที่ 3); ฟอสฟาติดิล อินโนซิตอล (PHOSPHATIDYL INOSITOL, PI) (ภาพที่ 4); และ ฟอสฟาติดิล โคลีน (PHOSPHATIDYL CHOLINE, PC) หรือ เลซิทิน (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 3 แสดงสูตรโครงสร้างของ PHOSPHATIDYL ETHANOLAMINE (CEPHALIN)



ภาพที่ 4 แสดงสูตรโครงสร้าง PHOSPHATIDYL INOSITAL



ภาพที่ 5 แสดงสูตรโครงสร้างของ PHOSPHATIDYL CHOLINE (LEITHIN)

ที่มา: WEBB, B.H. (1978). FUNDAMNTALS OF DAIRY CHEMISTRY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบทางเคมีของ COMMERCIAL LECITHIN คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักดังนี้ ส่วนที่เป็นน้ำมันร้อยละ 35 PC และ PE มีจำนวนเท่ากัน คือประมาณร้อยละ 19 PIและฟอสฟาไทด์ชนิดอื่นร้อยละ 21 ความชื้นร้อยละ 1 และคาร์โบไฮเดรตกับส่วนประกอบอื่น ๆ อีกร้อยละ 5

อัตราส่วนของฟอสฟาไทด์เหล่านี้ มีความสำคัญเกี่ยวกับสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ เช่น เมื่อนำเลซิทินแยกส่วนที่มี PC สูง จะให้ผลดีในอิมัลชั่นประเภทน้ำมันในน้ำ (OIL IN WATER EMULSION, O/W) ในขณะที่ส่วนที่มี PI สูง จะให้ผลดีในอิมัลชั่นประเภทน้ำในน้ำมัน (WATER IN OIL EMULTION, W/O) (SZUHAJ, 1983)

เนื่องจากโมเลกุลของสารพวกฟอสฟาไทด์มีส่วนประกอบที่เป็นทั้ง POLAR GROUP ซึ่ง ได้แก่ ส่วนของเอสเทอร์ระหว่างกรดฟอสฟอริคกับไนโตรจีนัสเบสหรือแอลกอฮอล์ เป็นส่วนที่รวมกับน้ำได้ดี (HYDROPHILIC GROUP) กับส่วนของกรดไขมัน (LIPOPHILIC GROUP) ทั้งสองส่วนมีความสำคัญทำให้เลซิทินมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว ช่วยให้สารสองชนิดที่ไม่รวมกันผสมกันได้ดีขึ้น โดยจะเข้าเรียงตัวระหว่างสารสองชนิดในอาหาร นอกจากนี้ เลซิทินยังมีส่วนช่วยควบคุมความหนืด ลดความเหนียว ควบคุมการตกผลึก และเป็นสารกันหืน (ANTIOXIDANT) ทำหน้าที่ยับยั้งการออกซิเดชั่นของไขมัน (จันทนา, 2521; ศุภรัตน์, 2530)

กระทรวงสาธารณสุข (2522) อนุญาตให้ในอาหารไม่จำกัดปริมาณซึ่ง SZUHAJ (1983) ได้สรุปว่ามีการใช้เลซิทินระหว่าง 0.1-2.0%

<u>กรรมวิธีในการผลิต FROZEN YOGHURT</u>

ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ จะรวมกรรมวิธีในการทำโยเกิร์ตและไอศกรีมเข้าไว้ด้วยกัน เนื่องจากภายในขั้นตอนการผลิต อาศัยเชื้อแบคทีเรียในการกระทำผลิตภัณฑ์ ดังนั้นขั้นตอนในช่วงการถ่ายเชื้อ จึงต้องอาศัยวิธีการปลอดเชื้อ กรรมวิธีการผลิต มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเตรียมวัตถุดิบ ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นของเหลว และส่วนที่เป็นของแข็ง ซึ่ง TAMINE และ ROBINSON (1985) ได้แสดงองค์ประกอบทางเคมีของส่วนผสมในการผลิต FROZEN YOEHURT ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของส่วนผสมในการผลิต FROZEN YOGHURT

INGREDIENTS	SOFT FROZEN YOGHURT	HARD FROZEN YOGHURT
FAT	2-6	2-6
MILK SOLID-NOT-FAT	5-10	5-14
SUGAR	8-20	8-16
STABILTZER/EMULSIFIER	0.2-1.0	0.2-1.0
% OVERRUN	50-60	70-80

ADAPTED FROM : ANON (1977C, E), MITTEN (1977), COLLINS (1977), BRADLEY AND WINDER (1977), ANON (1978).

ที่มา : TAMINE และ ROBINSON (1985)

จากตารางที่ 3 จะพบว่าในน้ำนมที่นำมาใช้ในการผลิตจะต้องผ่านการปรับมาตรฐานไขมัน (STANDARDISATION OF FAT CONTENT IN MILK) วิธีการปรับมาตรฐานไขมันมี 3 วิธี คือ

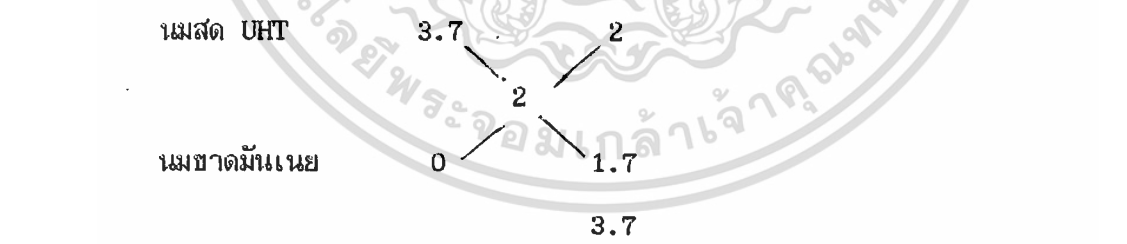
1. แยกปริมาณไขมันบางส่วนออกจากน้ำนม
2. ผสมครีมที่มีไขมันเต็ม (40% FAT FULL CREAM MILK) กับนมขาดมันเนย (SKIM MILK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เติมครีมลงในนมสดที่ยังไม่ผ่านการแยกไขมันนม หรือนมขาดมันเนยโดยสัดส่วนขององค์ประกอบในการปรับมาตรฐานไขมัน จะสามารถคำนวณหาได้จากวิธี เปียร์สัน สแควร์ (PEARSONS SQUARE METHOD)

การคำนวณหาปริมาณของนมสด UHT ที่มีไขมัน 3.7% ปรับปริมาณไขมันนมให้ลดลงเหลือ 2% ด้วยนมจากมันเนยที่มีไขมัน 0%

ผลนมสดที่ผ่านการปรับมาตรฐานแล้วจำนวน 500 มล. จะได้ว่า



ปริมาณนมสด UHT ที่ต้องการ = (2 * 500)/3.7 = 270 มล. หรือ กรัม

ปริมาณนมขาดมันเนยที่ต้องการ = (1.7 * 500)/3.7 = 230 มล. หรือ กรัม

ส่วนองค์ประกอบที่เป็นของแข็ง คือ น้ำตาล นมผงขาดมันเนยและสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์จะถูกผสมให้เข้ากันก่อนที่จะนำไปผสมในน้ำนม หรือองค์ประกอบที่เป็นของเหลวเพื่อช่วยให้นมผงขาดมันเนยและสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ จับกับน้ำตาล ทำให้เพิ่มความสามารถในการละลายได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

93601

2. การผสม (MIXING) นำองค์ประกอบที่เป็นของเหลวได้แก่ นมสด UHT ที่ผ่านการปรับมาตฐานไขมันได้แล้ว มาให้ความร้อน แล้วจึงเติมองค์ประกอบที่เป็นของแข็ง ได้แก่ นมผงขาดมันเนย (SLIM MILK POWDER) น้ำตาล และ สเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ ลงในนมก่อนที่อุณหภูมิจะถึง 60 °C (FRANDSEN, 1961) และคนส่วนผสมให้ละลายเข้าทันที

3. การฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรซ์ (PASTEURIZATION) เมื่อส่วนผสมละลายเข้ากันดีจึงเพิ่มอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 80-85 °C และทำการพาสเจอร์ไรซ์เป็นเวลา 30 นาที (LANG, 1979) อุณหภูมิที่ใช้เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับ FROZEN YOGHURT และผลิตภัณฑ์โยเกิรต์ ถ้าอุณภูมิสูงเกินไปจะมีผลทำให้วิตามินบางชนิด หรือองค์ประกอบในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำนมถูกทำลายและเกิดกลิ่นนมต้ม (COOKED FLAVOUR)

การใช้ความร้อนกับน้ำนมในการผลิต FROZEN YOGHURT มีวัตถุประสงค์ คือ

3.1 เพื่อทำลายจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิมในน้ำนม

3.2 เป็นการไล่อากาศทำให้น้ำนมมีสภาพเหมาะสมต่อ แลคติคแอซิคแบคทีเรีย (LACTIC ACID BACTERIA)

3.3 ทำให้องค์ประกอบบางอย่างของน้ำนมแตกตัวและชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีบางอย่าง ซึ่งช่วยให้เกิดปัจจัยการเจริญเติบโต แก่ Lactobacilus sp. ได้แก่ สารประกอบพวก SULPHYDRYL และทำให้เกิดสภาพไม่มีอากาศ

3.4 ความร้อนจะทำให้ ALBUMIN และ GLOBULIN (โปรตีนซึ่งมีในน้ำนม) จะตกตะกอนซึ่งช่วยเพิ่มความคงตัว และความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์

3.5 ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอทั้งเนื้อสัมผัสและโครงสร้าง กลิ่นรสดี และยังช่วยลดจำนวนจุลิตทรีย์ในผลิตภัณฑ์อีกด้วย (FRANDSEN, 1961)

4. โฮโมจีไนเซชั่น (HOMOGENIZATION) เป็นการผ่านส่วนผสมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์เข้าไปในช่องเปิดขนาดเล็กด้วย อัตราเร็ว สูง และความดันสูง เครื่องมือที่ใช้ เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOMOGENIZER จุดประสงค์ คือ ช่วยให้เม็ดไขมันที่มีขนาดเล็กลงให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่เกิน 2 ไมครอน ไขมันจะแทรกเข้าไปในเนื้อผลิตภัณฑ์โดยสม่ำเสมอ ทำให้เนื้อสัมผัสเนียนป้องกันไม่ให้ไขมันแยกตัวออกในขณะทำให้แข็งและเย็นจัด (FREEZING) เพิ่มความสามารถในการตีให้ขึ้นฟู (WHIPPING ABILITY) ช่วยลดเวลาที่จะทำให้แข็งตัว (FRANDSEN, 1961; ประกาย, 2526; สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์, 2526)

ปัจจัยที่มีผลต่อขบวนการโฮโมจีไนซ์ คือ อุณหภูมิของส่วนผสมและความดันของเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ โดยอุณหภูมิของส่วนผสมควรประมาณ 60-70 °C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะทำให้ไขมันจับตัวกัน เพิ่มความหนืด เป็นเหตุให้ใช้เวลาในการทำให้ส่วนผสมแข็งตัวสูงขึ้น (FREEZING TIME) ในระบบพาสเจอร์ไรซ์แบบ BATCH ส่วนผสมจะมีอุณหภูมิประมาณ 80-85 °C ดังนั้น จึงต้องลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 65 °C ก่อนเข้าขบวนการโฮโมจีไนซ์ ถ้าพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิต่ำคือ ประมาณ 63 °C ก็ควรจะเพิ่มอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 71-78 °C เสียก่อน (FRANDSEN, 1961)

ส่วนความดันจะขึ้นอยู่กับความหนืด องค์ประกอบของส่วนผสม ความคงตัว อุณหภูมิที่ใช้และโครงสร้างของเครื่อง โดยความดันที่ใช้จะอยู่ในช่วง 2000-2500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขั้นที่หนึ่ง (FIRST STAGE) และ 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขั้นที่สอง (SECOND STAGE) การใช้ถังสองตัวเพื่อช่วยลดการจับตัวของเม็ดไขมันเมื่อนมผ่านระยะที่หนึ่ง เนื่องจากพื้นที่ผิวของเม็ดไขมันมีมากขึ้นจะทำให้แนวโน้มในการรวมตัวของเม็ดไขมันสูง

5. การถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ต (INOCULATION) ส่วนผสมที่ได้จะถูกทำให้เย็นลงเพื่อให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย คือประมาณ 45 °C การถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตจาก STARTER CULTURE ลงในส่วนผสมจะต้องทำโดยวิธีการปลอดเชื้อโดยปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ใช้คือ 10% สาเหตุที่ต้องใช้ในปริมาณสูง เนื่องจาก STARTER CULTURE ที่ใช้ได้มาจาก PLAIN YOGHURT ที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งประสิทธิภาพของเชื้อจะต่ำลง และองค์ประกอบของส่วนผสม คือน้ำตาลซูโครสจะทำให้เพิ่มความดันของออสโมติค ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

6. การบ่ม (INCUBATION) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ S.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

thermophilus และ L. bulgaricus คือประมาณ 40-45 °C โดยวิธีบ่มจะมี 2 วิธีคือ

6.1 บ่มในระยะเวลาสั้น (SHORT INCUBATION METGOD) ประมาณ 2-5 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 45 °C ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเชื้อด้วย

6.2 บ่มในระยะเวลานาน (LONGER INCUBATION METHOD) ใช้เวลาประมาณ 18 ชั่วโมงโดยบ่มที่อุณหภูมิ 30 °C หรือจนได้ปริมาณกรดที่ต้องการ

หัวเชื้อโยเกิร์ตจะทำการย่อยน้ำตาลแลคโตสในส่วนผสมและสร้างกรดแลคติคทำให้โมเลกุลของเคซีน (CSEIN) เกิดการรวมตัวกัน (AGGREEAIE) และเกิดเป็น CURD ขึ้นที่ pH ประมาณ 4.6-4.7 ซึ่งเป็นจุด ISOELECTRIC POINT ของน้ำนม หลังจากนั้นจะบ่มต่อเพื่อให้ pH ลดลงอีกประมาณ 4.2-4.4 หรือเปอร์เซนต์กรดแลคติคประมาณ 0.8-1.0 % โดยใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง ลักษณะ CURD ที่ดีจะเนียนเรียบ และไม่เกิดการแยกตัวของน้ำเวย์ (WHEY) ออกมา

7. การบ่มในที่เย็น (AGING) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมเมตาบอลิซึมของหัวเชื้อโยเกิร์ตและเอ็นไซม์ การทำให้เย็นอย่างช้า ๆ ภายหลังการบ่มจะเป็นการหยุดการผลิตกรดจึงสามารถควบคุมปริมาณกรดได้ ทั้งยังป้องกันมิให้ CURD แตกตัว ในระหว่างการทำให้เย็นไม่ควรทำให้ CURD เกิดความกระทบกระเทือน มากนักเพราะอาจเป็นสาเหตุให้น้ำเวย์แยกตัวออกมาได้ ในระหว่างการบ่มมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนผสม ดังนี้

7.1 เม็ดไขมันในส่วนผสมจะกลายเป็นไขมันแข็ง (SOLID FAT)

7.2 มีส่วนช่วยให้สเตบิไลเซอร์/อิมัลซ์ไฟเออร์เกิดการฟอร์มโครงสร้างเจลที่แข็งแรงอีกด้วย

7.3 ความหนืดของส่วนผสมจะสูงขึ้น

จุดประสงค์ของการบ่มส่วนผสมก็เพื่อทำให้เนื้อสัมผัสของ FROZEN YOGHURT มีความนุ่มไม่เหลวตัวง่าย และทำให้การตีปั่นง่ายขึ้น โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่ม คือ 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

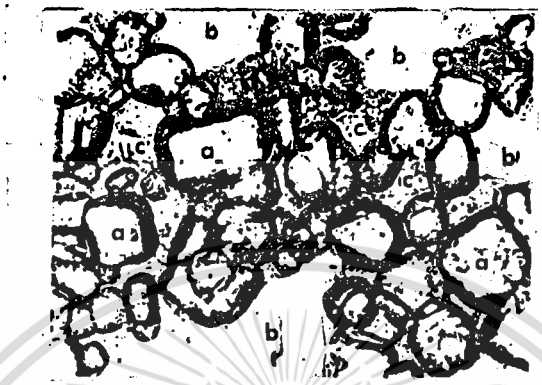
8. การทำให้ส่วนผสมเย็นจัด (FREEZING) เครื่องมือที่ใช้จะเป็นเครื่องสำหรับปั่นไอศกรีมซึ่งเป็นแบบ BATCH FREEZER ลักษณะจะเป็นถังทรงกระบอก มีเครื่องทำความเย็นอยู่โดยรอบภายในมีเครื่องกวนและใบมีดขูดในช่วงของการปั่นไอศกรีม นอกจากเพื่อให้เกิดผลึกน้ำแข็งแล้วยังเป็นขั้นตอนที่ให้อากาศเข้าไปผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วย การปั่นจะสิ้นสุดลงเมื่อผลิตภัณฑ์มีความข้น-เหนียว หรือ เมื่อพบว่า มีปริมาณอากาศและผลึกน้ำแข็งที่มากเพียงพอแล้ว โครงสร้างทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจะซับซ้อน เซลอากาศจะกระจัดกระจายอยู่ในชั้นของของเหลว (CONTINUOUS LIQUID PHASE) ซึ่งในของเหลวยังประกอบด้วยผลึกน้ำแข็ง ไขมันแข็ง โปรตีนนม ผลึกแลคโตส สเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ ซูโครส เกลือที่ละลายและไม่ละลาย จึงเรียกได้ว่าผลิตภัณฑ์ไอศกรีมประกอบด้วยของเหลว อากาศและของแข็ง หรือ THREE-PHASE SYSTEM (ภาพที่ 6) (ภาวิณี, 2531)

เวลาที่ใช้ในการปั่นหากใช้เวลาน้อยเท่าไหร่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อนุ่ม (SMOOTH) ทั้งนี้ เนื่องจากโมเลกุลของน้ำจะเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก แต่ถ้าใช้เวลานานจะได้ผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่แทนเครื่อง CONTINUOUS FREEZER จะใช้เวลาไม่กี่นาที ในขณะที่ BATCH FREEZER ใช้เวลาประมาณ 6-10 นาที ดังนั้น ทั้งเวลาและอุณหภูมิจะแตกต่างไปตามชนิดของเครื่องปั่น เครื่องปั่นไอศกรีมที่ใช้ในการทดลองจะมีอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ -6 ถึง -9 °C

9. การแช่แข็ง FROZEN YOGHURT (HARDENING) ผลิตภัณฑ์จะเป็น SOFT FROZEN YOGHURT มีลักษณะค่อนข้างเหลว มีรูปร่างที่ไม่แน่นอนจำเป็นต้องนำมาแช่แข็ง (โดยไม่ต้องคนหรือปั่น) จนมีอุณหภูมิ -17 °C หรือต่ำกว่า (ส่วนมากจะทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ -26 °C) ในเวลาสั้นที่สุด เพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่จนเกิดลักษณะเนื้อทราย เวลาที่ใช้จะแตกต่างกันไป แต่โดยทั่วไปจะใช้เวลาที่ทำให้จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ในภาชนะเย็นลงถึงอุณหภูมิ -17 °C ใช้เวลาน้อยเพียงไรจะทำให้เนื้อสัมผัสนุ่มขึ้นเท่านั้น โดยมักจะใช้เวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจจำหน่ายทันที หรือ เก็บไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ บางครั้งก็สามารถใช้ห้องแช่แข็งเป็นห้องเก็บผลิตภัณฑ์ได้เลย ส่วนมากแล้วในโรงงานมักจะสร้างห้องเก็บแยกต่างหาก ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าห้องแช่แข็ง สิ่งสำคัญก็คืออุณหภูมิของห้องเก็บต้องคงที่ในช่วง -23 ถึง -17 °C และภาชนะควรวางเรียงติดกัน (วรรณา, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 6 โครงสร้างภายในของไอศกรีม

a. คือ ผลึกน้ำแข็ง

b. คือ เซลอากาศ

c. คือ ส่วนที่ไม่แข็งตัว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบและเคมีภัณฑ์

1.1 วัตถุดิบ (ภาคผนวก ก.1)

1.1.1 นมสด UHT 3.7% FAT

1.1.2 หางนมผง หรือ นมผงขาดมันเนย (SKIM MILK POWDER)

1.1.3 น้ำตาล

1.1.4 หัวเชื้อโยเกิร์ต (PLAIN YOGHURT ตรา FORMOST)

1.1.5 COMMERCIAL LECITHIN

1.1.6 HYDROLYSED LECITHIN

1.1.7 แป้งข้าวโพด (CORN STARCH)

1.1.8 เจลาติน (GELATIN)

1.1.9 COMMERCIAL STABILIZER

1.2 เคมีภัณฑ์

1.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N

1.2.2 ฟีนอล์ฟทาลีน (PHENOPTHALEIN)

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องบ่มโยเกิร์ต (YOGHURT - FIX SEVERIN)

2.2 ตู้อบ (OVEN)

2.3 เครื่องปั่น (BLENDER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 RGFLACTOMETER ขนาด 0.32 °B

2.5 เทอร์โมมิเตอร์ (THERMOMETER)

2.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์

2.7 WATER BATH

2.8 ตู้แช่เย็น

2.9 ตู้แช่แข็ง

2.10 เครื่องชั่ง

2.11 เครื่องปั่นไอศกรีมชนิด BATCH FREEZER ตรา CATTABRIGA

2.12 อลูมิเนียมฟอยด์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. ศึกษาพฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต (STARTER CULTURE) ในนมสด UHT และ FROZEN YOGHURT ที่อุณหภูมิ 45 °C

1.1 ศึกษาพฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต ปริมาณ 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% และ 7% ตามลำดับ ในนมสด UHT มีขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 เตรียมขวดโยเกิร์ต (YOGHURT-FIX SEVERIN)(ภาคผนวก ก.2) จำนวน 7 ขวด นำไปลวกในน้ำเดือด เป็นเวลา 1 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค

1.1.2 นำนมสด UHT มาตัดปากกล่อง และเทลงขวด ๆ ละ 100 มล. โดยวิธีการปลอดเชื้อ (ASEPTIC TECHNIQUE)

1.1.3 ถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตลงในแต่ละขวดด้วยปริมาณแตกต่างกัน ตั้งแต่ 1% จนถึง 7% ตามลำดับ โดยวิธีการปลอดเชื้อ นำไปบ่มในเครื่อง YOGHURT-FIX SEVERIN

1.1.4 เก็บตัวอย่างมาตรวจสอบเปอร์เซนต์กรดแลคติก โดยการไตเตรทกับ 0.1 N NaOH ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (ภาคผนวก ข.1) ที่เวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง และเขียนกราฟระหว่างเปอร์เซนต์กรดแลคติกกับเวลา

1.2 ศึกษาพฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต ปริมาณ 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10% และ 11% ในส่วนผสมของ FORZEN YOGHURT มีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 เตรียมขวดโยเกิร์ต เช่นเดียวกับข้อ 1.1.1 จำนวน 7 ขวด

1.2.2 เตรียมวัตถุดิบในการทำ FROZEN YOGHURT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT

ก. องค์ประกอบของ FROZEN YOGHURT

ไขมันนม	2 %
MSNF	15 %
น้ำตาล	16 %
สเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์(STB/EMUL)	0.4 %
น้ำ	66.6 %

ข. นำสารอาหารมาพิจารณาองค์ประกอบ ดังนี้

INGREDIENTS	FAT (%)	MSNF (%)	SUGAR (%)	STB/EMUL (%)	WATER (%)
นมสด UHT	3.7	8.8	-	-	87.5
นมผงขาดมันเนย	-	97.0	-	-	3.0
น้ำตาล	-	-	15.0	-	-
STB/EMUL	-	-	-	0.4	-

ค. การคำนวณโดยใช้สมการทางพีชคณิต ดังนี้

ไขมันนม	2% ของส่วนผสม 700 กรัม	มีค่าเท่ากับ	14	กรัม
MSNF	15% ของส่วนผสม 700 กรัม	มีค่าเท่ากับ	105	กรัม
น้ำตาล	16% ของส่วนผสม 700 กรัม	มีค่าเท่ากับ	112	กรัม
STB/EMUL	0.4% ของส่วนผสม 700 กรัม	มีค่าเท่ากับ	2.8	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ A = น้ำหนักของนมสด UHT

B = น้ำหนักของนมผงขาดมันเนย

คำนวณไขมัน 0.037 A = 14.....(1)

คำนวณ MSNF 0.088 A + 0.97 B = 105.....(2)

ทดสอบการหาค่าของ A และ B ได้ดังนี้

A = 378 กรัม , B = 73.9 กรัม

PROOF SHEET สำหรับบันทึกน้ำหนักของวัตถุดิบที่คำนวณได้

PROOF SHEET

INGREDIENTS	น้ำหนักวัตถุดิบที่คำนวณได้(กรัม)					
	น้ำหนัก	FAT	MSNF	SUGAR	STB/EMUL	TS
นมสด UHT	378.0	14	33.3	-	-	47.3
นมผงขาดมันเนย	73.9	-	71.7	-	-	71.7
น้ำตาล	112.0	-	-	112.0	-	112.0
STB/EMUL	2.8	-	-	-	2.8	2.8
น้ำ	133.3	-	-	-	-	-
น้ำหนักรวม	700.0	14	105	112.0	2.8	233.8
เปอร์เซนต์	-	2	15	16	0.4	33.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 กรรมวิธีการผลิต FROZEN YOGHURT

1.2.3.1) เตรียมวัตถุดิบที่เป็นของเหลวและที่เป็นของแข็ง โดยการชั่งตาม PROOF SHEET ในข้อ 1.2.2.ค

1.2.3.2) นำวัตถุดิบที่เป็นของเหลวได้แก่นมสด UHT และ นำใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 มล. ให้ความร้อนกับส่วนผสม พร้อมกับคนไปเรื่อย ๆ นำวัตถุดิบที่เป็นของแข็ง ได้แก่ น้ำตาล นมผงขาดมันเนย และสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ ผสมให้เข้ากันเสียก่อนจึงค่อย ๆ เติมลงในส่วนที่เป็นของเหลวก่อนที่อุณหภูมิสูงถึง 80-85 °C ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 30 นาที จึงทำการหล่อเย็นเพื่อลดอุณหภูมิลงให้อยู่ในช่วง 60-70 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการโฮโมจีไนเซชั่นนำส่วนผสมที่ได้ไหลผ่านการโฮโมจีไนซ์ในเครื่องปั่น (BLENDER) เป็นเวลา 2 นาที จึงบรรจุลงในขวดโยเกิร์ตขวดละ 100 มล. ทำการลดอุณหภูมิส่วนผสมอีกครั้ง ให้อุณหภูมิประมาณ 45 °C

1.2.3.3) ถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตลงในแต่ละขวด ด้วยปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 5% ถึง 11% ตามลำดับโดยวิธีการปลอดเชื้อ นำไปบ่มในเครื่องJOGHURT-FIX SEVERIN

1.2.3.4) เก็บตัวอย่างมาตรวจสอบเปอร์เซนต์กรดแลคติก โดยการไตเตรทกับ 0.1 N NaOH ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ที่เวลา 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ชั่วโมง นำผลการทดลองมาเขียนกราฟระหว่างเปอร์เซนต์กรดแลคติกกับเวลา

2. ศึกษาปริมาณ MSNF และสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ ในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT โดยการศึกษาปริมาณ MSNF 14, 15 และ 16% ในส่วนผสมที่มีสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ต่างกันจำนวน 5 ชนิด คือ COMMERCIAL LECITHIN, HYDROLYSED LECITHIN, แป้งข้าวโพด, เจลาติน และ COMMERCIAL STBILIZER

2.1 เตรียมวัตถุดิบในการทำ FROZEN YOGHURT สำหรับ 500 กรัม โดยคำนวณส่วนผสมของ FROZEN YOHGURT เช่นเดียวกับข้อ 1.2.2 วัตถุดิบที่ใช้มี ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมสด UHT			270.0	กรัม
นมผงขาดมันเนยสำหรับส่วนผสมที่มี	MSNF	14%	47.7	กรัม
		15%	52.8	กรัม
		16%	58.0	กรัม
น้ำตาล			80.0	กรัม
สเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์			2.0	กรัม
น้ำกลั่น สำหรับส่วนผสมที่มี	MSNF	14%	100.3	กรัม
		15%	95.2	กรัม
		16%	90.0	กรัม

เตรียมวัตถุดิบสำหรับสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ ทั้ง 5 ชนิด คือ COMMERCIAL LECITHIN, HYDROLYSED LECITHIN, แป้งข้าวโพด, COMMERCIAL STABILIZER และเจลาติน ที่ MSNF 14, 15 และ 16% ตามลำดับ คิดเป็นตัวอย่างจำนวน 15 ตัวอย่าง

2.2 นำตัวอย่างมาผ่านกรรมวิธีการทำ FROZEN YOGHURT เช่นเดียวกับ ข้อ 1.2.3.2 แต่บรรจุส่วนผสมใน FLASK ขนาด 500 มล. (ผ่านการสเตอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิประมาณ 120 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงในตู้อบ) ด้วยวิธีปลอดเชื้อแล้วจึงค่อยลดอุณหภูมิลงประมาณ 45 °C

2.3 ถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตลงใน FLASK ๆ ละ 50 มล. หรือ กรัม (โดยใช้ปิเปตที่ผ่านการสเตอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในตู้อบ) เขย่า FLASK เบา ๆ ให้หัวเชื้อโยเกิร์ตกระจายไปทั่วส่วนผสม ขั้นตอนนี้ควรทำโดยวิธีการปลอดเชื้อ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45 °C ในตู้อบเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ให้ pH ของผลิตภัณฑ์ประมาณ 3.9-4.2 หรือเปอร์เซนต์กรดแลคติกประมาณ 0.8-0.1%

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการแล้วจึงนำไปบ่ม (AGING) ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 °C เพื่อทำให้ส่วนผสมเย็นลงอย่างช้า ๆ ใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง จึงนำไปปั่นเป็นไอศกรีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การปั่นส่วนผสมด้วย BATCH FREEZER (ภาคผนวก ก.3)

2.4.1 เตรียมเครื่องปั่นโดยการล้างให้สะอาด ถ้าต้องการฆ่าเชื้อควรใช้น้ำร้อนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 °C แล้วตามด้วยน้ำเย็นอีกครั้ง

2.4.2 คนส่วนผสมซึ่งมีลักษณะเป็นเลิ่มให้เข้ากัน จึงบรรจุลงในถังปั่นหมุนปุ่มตั้งเวลาประมาณ 10 นาที สำหรับส่วนผสม 500 มล. (ถ้าส่วนผสมมากขึ้นจะใช้เวลาสูงขึ้น) จากนั้นจึงหมุนสวิทช์เปิด เมื่อครบเวลาที่กำหนดเครื่องจะให้สัญญาณเป็นเสียงกริ่ง จึงหมุนสวิทช์กลับที่เดิมเพื่อปิดเครื่อง แล้วนำผลิตภัณฑ์บรรจุลงในภาชนะที่ทนอุณหภูมิต่ำ (-20 °C) จึงค่อยนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 °C ในตู้แช่แข็ง (ภาคผนวก ก.4) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อทำให้ FROZEN YOGHURT ทั้งหมดแข็งตัว (ภาพที่ 7)

ภาพที่ 7 FROZEN YOGHURT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การตรวจวิเคราะห์

3.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเชิญนักศึกษาภาคอุตสาหกรรมเกษตร สจ.ล. เป็นผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ทำการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณ MSNF และ STB/EMUL ทั้ง 5 ชนิด โดยแบบสอบถามชนิด NUMERICLE TEST (ภาคผนวก ค) แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้แผนการทดสอบแบบ TWO-FACTORIAL DESIGN เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผู้บริโภค โดยวิธี DUNCAN'S NEW MULTIPLE RANGE TEST

3.2 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี TOTAL PLATE COUNT ใช้ TYPTONE GLUCOSE EXTRACT AGAR (ภาคผนวก ข.2) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อและตรวจหา COLIFORM BACTERIA โดยวิธี COLIFROM TEST (ภาคผนวก ข.3)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

1. พฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต

เมื่อศึกษาพฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ตจาก PLAIN YOGHURT ตรา FORMOST ปริมาณ 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% และ 7% ตามลำดับ ในนมสด UHT ที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) นำผลการทดลองมาเขียนกราฟแสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกกับเวลา (ภาพที่ 8) ปรากฏว่าเส้นกราฟทั้ง 7 เส้นมีความลาดเอียงใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4 แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในนมสด UHT โดยหัวเชื้อโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 45 °C

INOCULUM (%)	เปอร์เซนต์ TITRATARLE ACIDITY หลัง				
	OHR	2HR	4HR	6HR	8HR
1	0.20	0.25	0.54	0.72	0.83
2	0.20	0.29	0.63	0.85	0.94
3	0.20	0.38	0.69	0.90	1.14
4	0.20	0.25	0.79	0.85	1.07
5	0.20	0.34	0.83	1.03	1.29
6	0.20	0.34	0.88	0.99	1.19
7	0.20	0.37	0.99	1.19	1.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

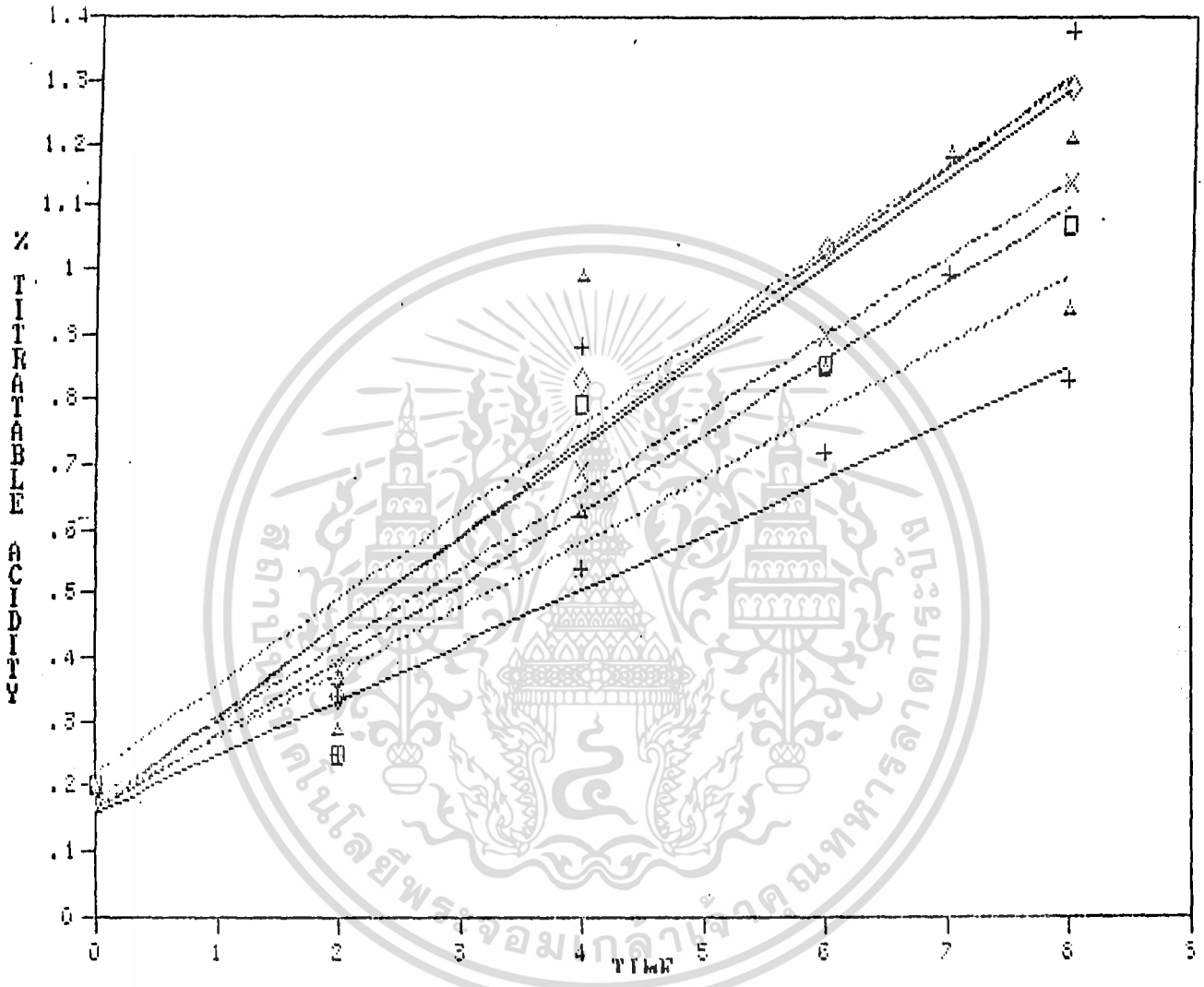
ผลการทดลองศึกษาพฤติกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต ในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ปริมาณ 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10% และ 11% ตามลำดับ ที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 10 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) นำผลการทดลองมาเขียนกราฟแสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกกับเวลา (ภาพที่ 9)

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติคในส่วนผสม FROZEN YOGHURT โดยหัวเชื้อโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 45 °C

INOCULUM (%)	เปอร์เซนต์ TITRATABLE ACIDITY หลัง					
	OHR	2HR	4HR	6HR	8HR	10HR
5	0.22	0.45	0.58	0.63	0.67	0.99
6	0.22	0.49	0.58	0.76	0.76	1.03
7	0.22	0.58	0.67	0.81	0.81	1.03
8	0.22	0.58	0.61	0.85	0.94	1.08
9	0.22	0.67	0.72	0.93	0.99	1.03
10	0.22	0.63	0.81	0.86	0.90	1.17
11	0.22	0.81	0.86	0.90	1.12	1.14

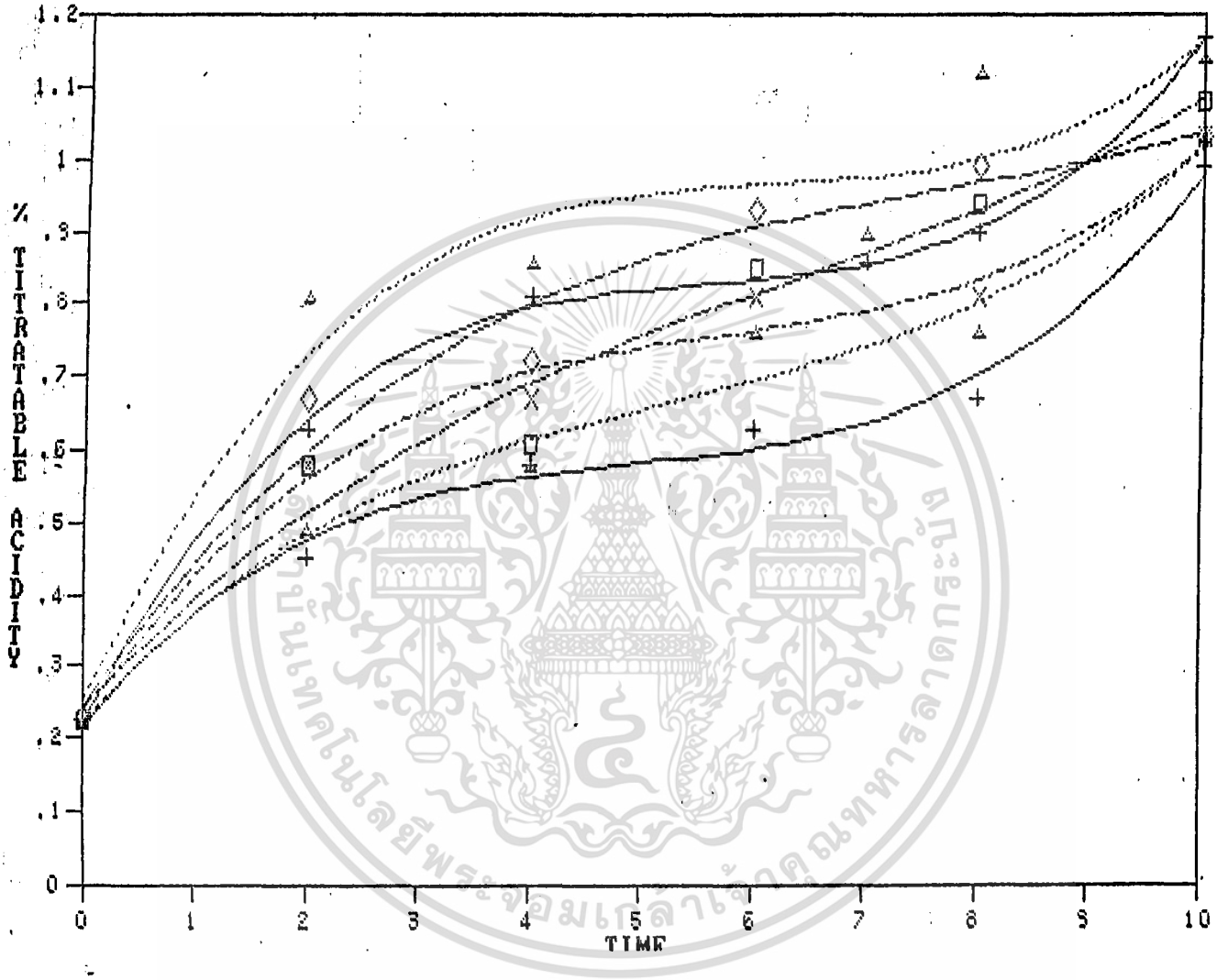
เมื่อเปรียบเทียบภาพที่ 8 และ ภาพที่ 9 จะสามารถสังเกตได้ว่า การผลิตกรดแลคติกของหัวเชื้อโยเกิร์ตในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT จะมีอัตราการเพิ่มช้ากว่าในนมสด UHT และ หลังจาก 8 ชั่วโมง อัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ก็เริ่มมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำตาลซูโครสมีอยู่ในปริมาณสูง ทำให้เพิ่มความดันออสโมติคของตัวถูกละลายในนม เชื้อแบคทีเรียจึงใช้เวลาในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเป็นเวลานานขึ้น ช่วง LAG PHASE ของวงจรการเจริญเติบโตจึงนานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกกับเวลาในนม UHT ที่อุณหภูมิ 45 °ซ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 แสดงอัตราการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกกับเวลาในส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่อุณหภูมิ 45 °ซ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย เมื่อเชื้อสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้จึงทำการผลิตกรดแลคติกต่อไป ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ TRAMER (1973) คือ การสร้างกรดของ S. thermophilus และ L. bulgaricus ในเมฆันที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 16.5% และน้ำตาล 12% จะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

จากตารางภาคผนวก ง.2 พบว่าปริมาณของนมผงขาดมันเนย หรือ MSNF 14%, 15%, 16% ตามลำดับ ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 6 พบว่า COMMERCIAL STABILIZER มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับสูงสุด รองลงมา คือ แป้งข้าวโพด, HYDROLYSED LECITHIN, เจลาตินและ COMMERCIAL LECITHIN มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับต่ำสุด

นอกจากนี้ผลจากการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี DUNCAN 'S NEW MULTIPLE RANGE TEST ยังให้ผลว่าแป้งข้าวโพดให้ผลทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับ COMMERCIAL STABILIZER อีกด้วย

ตารางที่ 6 แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของ FROZEN YOGHURT

ชนิดของ STB/EMUL	เปอร์เซนต์ของ MSNF 14	15	16
COMMERCIAL LECITHIN	15.1[a]	14.8[b]	15.9[b]
HYDROLYSED LECITHIN	18.2[c]	18.2[b]	18.6[c]
แป้งข้าวโพด	18.9[ac]	19.6[a]	20.1[a]
เจลาติน	15.8[b]	16.7[b]	16.4[b]
COMMERCIAL STABILIZER	20.1[a]	20.7[a]	20.5[a]

* หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การตรวจสอบทางด้านชีววิทยา

ผลการตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียและปริมาณโคลิฟอร์ม แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียและปริมาณโคลิฟอร์ม

ชนิดของ STB/EMUL	ปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบ ในผลิตภัณฑ์ (โคโลนี/มล.)	ปริมาณโคลิฟอร์มที่ตรวจพบ ในผลิตภัณฑ์ (โคโลนี/มล.)
COMMERCIAL LECITHIN	$30.0 * 10^3$	-
HYDROLYSED LECITHIN	$18.0 * 10^3$	-
แป้งข้าวโพด	$4.6 * 10^3$	-
เจลาติน	$11.0 * 10^3$	-
COMMERCIAL STABILIZER	$3.5 * 10^3$	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาพฤติรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ต พบว่าปริมาณของน้ำตาลซูโครสมีผลเพิ่มความดันออสโมติคทำให้เชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง จึงต้องใช้ปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นปริมาณสูงถึง 10% เพื่อให้เชื้อมีปริมาณสูงเพียงพอที่จะปรับสภาพให้เหมาะสม และสามารถผลิตกรดได้ในปริมาณที่กรดแลคติกที่ต้องการ คือ 0.8-1.0% ภายใน 6-8 ชั่วโมง

2. ในด้านปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณ MSNF ที่เพิ่มขึ้น ไม่บ่งบอกถึงคุณภาพที่แตกต่างกันในด้านประสาทสัมผัส ดังนั้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากนมผงขาดมันเนยมีราคาแพง จึงควรเลือกใช้ปริมาณ MSNF 14% สำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้

ส่วนชนิดของสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ ทั้ง 5 ชนิด ที่ทำการศึกษาพบว่าแป้งข้าวโพด และ COMMERCIAL STABILIZER อยู่ในช่ายที่ควรเลือกใช้ เนื่องจากให้ผลทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการผลิต ควรเลือกใช้แป้งข้าวโพดจะเหมาะสมกว่าเนื่องจากมีราคาถูกหาซื้อได้ง่าย และทางด้านการยอมรับของผู้บริโภคยังให้ผลเป็นลำดับสองรองจาก COMMERCIAL STABILIZER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 18 เรื่อง การใช้วัตถุเจือปนในอาหารและฉลากสำหรับอาหารที่มีวัตถุเจือปนอาหาร. กรุงเทพฯ.

จันทนา ธรรมวงศ์สกุล. 2521. การสกัดเลซิทินจากเมล็ดพืชน้ำมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จอมขวัญ พลยะเดช. 2531. สัมมนาเรื่อง พัฒนาการของสารให้ความหวายในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ภาวิณี บุรพลชัย. 2531. สัมมนาเรื่อง สเตบิไลเซอร์ในไอศกรีม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2528. นมและผลิตภัณฑ์นม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 236 น.

ศุภรัตน์ แสงจันทร์. 2530. ผลของกรรมวิธีการแยกกัมและการฟอกสีต่อการผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิวาพร ศิวะเวชช. 2529. วัตถุเจือปนในอาหาร เล่ม 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ เชียงใหม่. 2526. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเกี่ยวกับ "เทคโนโลยีอาหารนม" ชุดที่ 3 การผลิตผลิตภัณฑ์นมและการจัดการ. ศูนย์พัฒนาฝึกอบรมและวิจัยด้านโคนมแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Alfa Laval. 1980. Dairy Handbook. Lund, Sweden.

Ames, W.M. 1949. Journal of the Society of Leather Trades Chemists, 33, 407.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arbuckle, W.S. 1966. Ice cream. Westport, connecticut, AVI Publishing. 403 p.

Benner, J. 1975. Production of D and L-lactose in yoghurt, culture milk and kefir. Thesis, Hanover, German.

Food Engineering International. 1978. Yogglace, the wonder yogurt.. conquers European markets. 3(2) 24-25.

Frandsen, J.H. and W.S. Arbuckle. 1961. Ice cream and related products. Westport, connecticut. AVI Publishing. 372 p.

Glicksman, M. 1979. Polysaccharides in food. Easter school in agricultural science, 27th, University of Nottingham, Press Ltd., Fakenham, Norfotk.

Hyde, K.A. and R. Edinburgh. 1973. Ice cream. Churchill Livingstone. 264 p.

Igof, R.S. 1979. Compositions for stabilizing soft serve and hard frozen yoghurt. United State Patent. 4 178 390.

Kosikowski, F.V. 1966. Cheese and fermented milk foods. Cornell Univ. Ithaca, New York.

Kosikowski, F.V. 1977. The evolution and technology of frozen yoghurt. Dairy & Ice cream Field. 160(8) 84, 84A, 84F.

Lang, F. 1979. Recent developments in frozen yogurt and icecream manufacture. The milk industry, 81(5) 7.

Lundstedt, E. and E.A. Corbin. 1983. Method of preparing cultured dairy product. United State Patent. 416 905]Enl.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mitten, H.L. 1977. Hard freezing yoghurt mixes. American Dairy Review. 39(6) 23-24, 26.

Plowright, D.G. 1963. Food manufacture. 38, 182.

Robinson, R.K. and A.Y. Tamine. 1985. Yoghurt science and technology. Oxford, Pergamon Press, New York. 431 p.

Szuhaj, B.F. 1983. Lecithin production and utilization. J. Amer. Oil Chemist's Soc. 60:306-309.

Turnbow, G.D. 1947. The Icecream Industry. 2nd ed. J. Wiley & Sons, Inc., New York. 654 p.

Webb, B.H. 1978. Fundamentals of dairy chemistry, 2nd ed. Westport, connecticut, The AVI Publishing Co.,Inc. 929 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อุปกรณ์

ภาพผนวก ก.1 วัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ ก.2 JOGHURT- FIX SEVERIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ ก.3 เครื่องปั่นไอศกรีมชนิด BATCH FREEZER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ ก.4 ตู้แช่แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์

ภาคผนวก ข.1 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกโดยการไตเตรท

วัสดุและอุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ERLENMEYER FLASK ขนาด 250 มล.
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล
4. ฟีนอล์ฟทาลีน 1%

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างมา 2 กรัม ใส่ลงใน FLASK ขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่นประมาณ 25 มล. หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 2-3 หยด และไตเตร์ทด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน บันทึกปริมาตรของสารละลายด่างที่ใช้ คำนวณค่าความเป็นกรดในรูปกรดแลคติก

$$\text{ร้อยละกรดแลคติก} = \frac{\text{มล.ของNaOH} * \text{NของNaOH} * 90.0 * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} * 1000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี TOTAL PLATE COUNT

TRYPTONE GLUCOSE EXTRACT AGAR

BEEF EXTRACT	3	กรัม
TRYPTONE	5	กรัม
DEXTROSE	1	กรัม
AGAR	15	กรัม

DISTILLED WATER TO 1,000 ml. VOLUME

วัสดุและอุปกรณ์

1. STERILE PRTRI DISH
2. STERILE PIPETTE ขนาด 1.0 มล.
3. TRYPTONE GLUCOSE EXTRACT AGAR ที่ต้มให้เดือดจนละลายดี บรรจุขวดปิดฝาแล้วนำไป AUTOCLAVE ที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ 15 นาทีและทำให้เย็นที่ 45 °C

วิธีการ

1. วางแผนทำ DILUTION ในกรณีของไอศกรีมควรทำ 3 DILUTION คือ 1:10, 1:100 และ 1:1000
2. ดูดตัวอย่าง 1.0 มล. ลงใน STERILE PETRI DISH
3. เท AGAR MEDIA ประมาณ 15 มล. ผสมให้เข้ากัน ปล่อยให้วุ้นแข็งตัว
4. คว่ำจานเลี้ยงเชื้อและนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. นำมาตรวจนับโคโลนีแล้วคูณกับตัวเลขของอัตราการเจือจาง (DILUTION) ก็เป็นจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียต่อนม 1 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.3 การตรวจวิเคราะห์ COLIFROM BACTERIA โดยวิธี COLIFROM TEST

COLIFROM TEST WITH SOLID MEDIUM

อาหารวุ้นสำหรับโคลิฟอร์ม เรียกว่า VIOLET BILE AGAR ประกอบด้วย

1. YEAST EXTRACT	3	กรัม
2. PEPTONE	7	กรัม
3. BILE SALT	10	กรัม
4. LACTOSE	10	กรัม
5. SODIUM CHLORIDE	5	กรัม
6. NEUTRAL RED	0.03	กรัม
7. CRYSTRL VIOLET	0.002	กรัม
8. AGAR	15	กรัม

9. DISTILLED WATER TO 1,000 ml. VOLUME

COLIFROM TEST WITH LIQUID MEDIUM

LIQUID MEDIUM สำหรับ COLIFROM เรียกว่า BRILLIANT GREEN LACTOSE BILE BROTH 2% ประกอบด้วย

1. PEPTONE	10	กรัม
2. LACTOSE	10	กรัม
3. OXGALL	20	กรัม
4. BRILLIANT GREEN	0.0133	กรัม

5. DISTILLED WATER TO 1,000 มล. VOLUME

pH ของ LIQUID MEDIUM ประมาณ 7.0-7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุและอุปกรณ์

1. STERILE PETRI DISH

2. STERILE PIPETTE ขนาด 1.0 มล.

3. VIOLET BILE AGAR ที่ต้มให้เดือดจนละลายดี บรรจุขวดปิดฝาแล้วนำไป AUTOCLAVE ที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ 15 นาทีและทำให้เย็นที่ 45 °C

วิธีการ

1. วางแผนทำ DILUTION ในกรณีของไอศกรีมควรทำ 1:10

2. ดูดตัวอย่าง 1.0 มล. ลงใน STERILE PETRI DISH

3. เท SOLID MEDIUM ประมาณ 15 มล. ผสมให้เข้ากัน ปล่อยให้วุ้นแข็งประมาณ 10 นาที จึงเทวุ้นทับลงไปในจานเลี้ยงเชื้ออีก ประมาณ 3-4 มล. ให้เป็นฟิลม์บาง เพื่อป้องกันโคโลนีที่ผิวไม่ให้ถูกอากาศ เมื่อเย็นแล้วจึงคว่ำจานและนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 32 °C เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง

4. ตรวจนับโคโลนีที่มีลักษณะของโคโลนีแดงเข้ม มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.5 มล. ถ้าพบโคโลนีที่หนาแน่นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 0.5 มล. จำเป็นต้องตรวจสอบด้วย LIQUID MEDIUM

5. การตรวจสอบด้วย LIQUID MEDIUM:

เท LIQUID MEDIUM ลงในหลอดแก้วที่มี FERMENTATION TUBE คว่ำอยู่ก้นหลอด นำไป AUTOCLAVE ที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ 15 นาทีและทำให้เย็นลง

6. ดูดสารละลายตัวอย่างที่เจือจาง (1:10) 1.0 มล. ใส่ลงในหลอดที่มี LIQUID MEDIUM จำนวน 5 หลอด

7. นำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 32 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วนำหลอดทดสอบออกมาตรวจสอบแก๊สในหลอดจับแก๊ส ถ้าพบให้บันทึกผลเป็น

$$\frac{\text{จำนวนหลอดที่ตรวจพบแก๊ส}}{5} \quad 1 \text{ มล.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบสอบถามชนิด NUMERICLE TEST

DATE———————— NAME————————

PERFECT SCORE	CRITICISMS	SAMPLE NO.						
FLAVOR 10	CONTESTANT SCORE ➧							
	GRADE SCORE							
	COOKED							
	LACKS FLAVORING							
	TOO HIGH FLAVOR							
NO CRITICISM 10	UNNATURAL FLAVOR							
	HIGH ACID							
	LACKS FINE FLAVOR							
	LACKS FRESHNESS							
	METALLIC							
	OLD INGREDIENT							
NORMAL RANGE 1–10	OXIDIZED							
	RANCID							
	SALTY							
	STORAGE							
	LACKS SWEETNESS							
	SYRUP FLAVOR							
	TOO SWEET							
BODY AND TEXTURE 5	CONTESTANT SCORE ➧							
	GRADE SCORE							
NO CRITICISM 5	COARSE/ICY							
	CRUMBLY							
	FLUFFY							
NORMAL RANGE 1–5	GUMMY							
	SANDY							
	SOGGY							
	WEAK							
COLOR 5	ALLOWED PERFECT IN CONTEST ➧							
MELTING QUALITY 5	ALLOWED PERFECT IN CONTEST							
TOTAL 25	TOTAL SCORE OF EACH SAMPLE ➧							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางผนวกที่ ง.1 คะแนนการสอบถามยอมรับลักษณะต่าง ๆ ของ FROZEN YOGHURT ปริมาณ MSNF 14,15,16% ตามลำดับ และสเตบิไลเซอร์/อิมัลไฟเออร์แต่ละชนิด

ชนิดของ STABILIZER/EMULSIFIER	เปอร์เซนต์ MSNF		
	14	15	16
COMMERCIAL LECITHIN	15 14 15 17 15	14 12 15 18 14	18 14 16 18 16
	16 14 17 15 15	14 13 17 13 14	17 14 18 16 15
	17 13 14 15 14	18 12 16 17 14	18 14 17 18 16
	16 17 14 14 15	17 17 13 12 16	17 18 15 15 18
HYDROLYSE LECITHIN	21 21 17 14 18	19 21 17 15 19	22 19 19 15 18
	20 18 15 20 18	19 19 16 21 17	21 18 15 22 16
	20 21 15 20 18	18 20 16 21 18	19 21 16 21 16
	20 21 17 16 14	21 19 17 16 15	19 22 19 17 17
CORN STARCH	19 18 16 16 18	21 20 18 16 21	22 21 20 18 22
	23 19 20 18 22	20 17 19 21 17	21 17 21 19 19
	18 21 21 19 18	19 24 24 21 20	20 25 25 20 15
	19 20 18 20 16	20 19 20 18 17	21 20 19 19 18
GELATIN	16 16 20 14 15	15 20 20 20 20	18 20 17 15 14
	13 16 16 16 18	16 17 14 11 17	13 15 15 17 16
	16 16 15 17 16	17 14 17 18 18	16 15 18 15 15
	16 14 16 17 13	17 15 17 15 16	16 18 15 15 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของ STABILIZER/EMULSIFIER	เปอร์เซ็นต์ MSNF														
	14					15					16				
COMMERCIAL STABILIZER	17	19	19	20	19	16	17	20	23	20	17	18	18	24	20
	22	21	23	22	20	22	22	22	24	22	23	22	23	21	21
	19	20	19	21	20	20	23	20	23	22	18	19	22	22	21
	22	22	20	20	18	23	20	18	18	19	21	21	19	20	20

a_1 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่ใช้ COMMERCIAL LECITHIN เป็นEMULSIFIER

a_2 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่ใช้ HYDROLYSE LECITHIN เป็นEMULSIFIER

a_3 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่ใช้ CORN STARCH เป็น STABILIZER

a_4 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่ใช้ GELATIN เป็น STABILIZER

a_5 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่ใช้ COMMERCIAL STABILIZER เป็นSTABILIZER

b_1 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่มีปริมาณ MSNF 14%

b_2 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่มีปริมาณ MSNF 15%

b_3 = ส่วนผสมของ FROZEN YOGHURT ที่มีปริมาณ MSNF 16%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ง.2 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ FROZEN YOGHURT

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQOURES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F CALCULATED	F TABLE
TREATMENT A	1115.18	4	278.795	70.94**	2.37
TREATMENT B	21.84	2	10.92	2.78ns	3.00
A X B	35.36	8	4.42	1.13ns	1.94
ERROR	1121.50	285	3.93		
TOTAL	2293.88	299			

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns มีความแตกต่างอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย DUNCAN'S NEW MULTIPLE RANGE TEST จะได้ผลดังนี้

ที่ปริมาณ MSNF 14%	a_1b_1	a_4b_1	a_2b_1	a_3b_1	a_5b_1
	15.1	15.8	18.2	18.9	20.1
ที่ปริมาณ MSNF 15%	a_1b_2	a_4b_2	a_2b_2	a_3b_2	a_5b_2
	14.8	16.7	18.2	19.6	20.7
ที่ปริมาณ MSNF 16%	a_1b_3	a_4b_3	a_2b_3	a_3b_3	a_5b_3
	15.9	16.4	18.6	20.1	20.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้