14603

ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท

Frozen Yoghurt Coated With Sherbet

T096737

นางสาวสุชาดา สังขพันธุ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

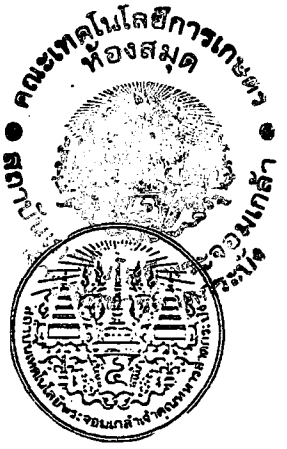
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2538

ปพ.
ส 7590
2538

สขพม.....
สขทะเบียน 96737
วัน.เดือน.ปี 5 JUN 2538

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ไอศกรีมนม เกิร์ด เคลือบชั้นด้วย เชอร์เบท

Frozen Yoghurt Coated With Sherbet

โดย

นางสาว สุชาดา สังขพันธุ์

รหัส 34417031

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....(ผศ. ดร. วรรณา ศิริเจริญชัย).....31/3/38..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ. วรรณา ศิริเจริญชัย)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ...31... เดือน...มีนาคม... พ.ศ. ...38...

ม.ก. ก 95 ๑๐ 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาดา สังขพันธุ์. 2537. : ผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท (Frozen Yoghurt Coated With Sherbet). ภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. วรรณา ตั้งเจริญชัย.

ผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบทนี้ เป็นการรวมผลิตภัณฑ์ไอศครีมสองชนิดเข้าไว้ด้วยกัน โดยในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ทำการศึกษาหาปริมาณ MSNF (Milk Solid Non Fat) ที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตแช่แข็ง และปริมาณเจลาติน (Gelatin) ที่ให้ลักษณะของเชอร์เบทที่ดีที่สุด เพื่อนำส่วนผสมที่ดีที่สุดของแต่ละผลิตภัณฑ์มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท และทำการทดสอบระดับการยอมรับของผู้บริโภคโดยผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแช่แข็งที่มีคุณภาพดีใช้ MSNF ในปริมาณ 10 % ซึ่งจะให้โยเกิร์ตแช่แข็งที่มีเนื้อสัมผัสเนียน มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และปริมาณเจลาตินที่เลือกใช้ในไอศครีมเชอร์เบทจะมีผลต่อความหนืด และคุณสมบัติในการละลายตัวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 0.5 % เจลาติน และเมื่อทำการทดสอบหาระดับการยอมรับในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Final Product) ด้วยวิธี Ratio Mean Profile Test (RMPT) พบว่าผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบทนี้มีค่าการยอมรับรวมเป็น 0.91 เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติของผู้บริโภคซึ่งกำหนดคะแนนค่าการยอมรับรวมเป็น 1.00

สุชาดา สังขพันธุ์	วรรณา ตั้งเจริญชัย	31 มีนาคม 38
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีการศึกษา 2537 โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรรณา ตั้งเจริญชัย กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาและข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ท่านอื่นๆในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือและกำลังใจจาก เพื่อนๆ รุ่นน้องที่น่ารัก และบุคคลากรทุกท่านในภาควิชาด้วย

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณสำหรับความกรุณาของอาจารย์ ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ และบุคคลากรทุกท่าน สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือ

และขอขอบคุณจากใจจริงสำหรับกำลังใจและน้ำใจที่ข้าพเจ้าได้รับอย่างเปี่ยมล้น จากครอบครัวและบุคคลอันเป็นที่รักของข้าพเจ้าทุกๆคน

สุชาดา สังขพันธุ์

มีนาคม 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญตาราง จ

สารบัญรูป ช

บทที่

1. บทนำ 1

2. วารสารปริทัศน์ 3

2.1 โยเกิร์ต 3

2.2 โยเกิร์ตแช่แข็ง 23

2.3 ไอศครีมเชอร์เบท 38

2.4 การควบคุมคุณภาพทางประสาทสัมผัส 49

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 61

3.1 วัตถุดิบ 61

3.2 อุปกรณ์ 61

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 62

4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 67

4.1 ผลการทดลอง 67

4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 83

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 86

5.1 สรุปผลการทดลอง 86

5.2 ข้อเสนอแนะ 89

เอกสารอ้างอิง 90

ภาคผนวก 93

ประวัติผู้เขียน 107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงมูลค่าการส่งออกและนำเข้านมและผลิตภัณฑ์นม	3
2	ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของ *S. thermophilus* และ *L.bulgaricus*	14
3	แสดงส่วนประกอบของนมสดและโยเกิร์ต	20
4	แสดงปริมาณวิตามินในนมสดและโยเกิร์ต	21
5	แสดงคุณค่าทางอาหารและปริมาณแคลอรี่ต่อโยเกิร์ต 100 กรัม	22
6	แสดงปริมาณแคลอรี่และน้ำตาลใน Plain Yoghurt และ Flavoured Yoghurt	22
7	องค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตแต่ละชนิด	23
8	Proximate analysis ของ Flavoured froozen yoghurt จำนวน 24 ชนิดที่ผลิตขึ้นในสหรัฐอเมริกา	24
9	แสดงปริมาณของส่วนประกอบคาร์บอนิล (ppm) ที่สร้างขึ้นจากหัวเชื้อโยเกิร์ต	51
10	แสดงความผิดปกติที่อาจเกิดกับกลิ่นรสของโยเกิร์ต	52
11	แสดงวิธีประเมินค่าทางประสาทสัมผัสวิธีต่างๆ	55
12	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของโยเกิร์ตแช่แข็ง	67
13	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของโยเกิร์ตแช่แข็ง	68
14	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของโยเกิร์ตแช่แข็ง	68
15	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตแช่แข็ง	69
16	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับรวมของโยเกิร์ตแช่แข็ง	70
17	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของ เชอร์เบทรสส้ม	71
18	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของ เชอร์เบทรสส้ม	72
19	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของ เชอร์เบทรสส้ม	73
20	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการละลายตัวของ เชอร์เบทรสส้ม	74
21	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสในปากของ เชอร์เบทรสส้ม	75
22	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับรวมของ เชอร์เบทรสส้ม	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความหนืดของเชอร์เบทรสส้ม	77
24	แสดงคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี RMPT	80
25	แสดงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส่วนโรเกิร์ตแข่แข็ง ที่ 10 % MSNF	82
26	แสดงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส่วนเชอร์เบท ที่ 0.5 % Gelatin	82

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการต่างๆที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตแต่ละชนิด	7
2	แสดงการผลิตกรดในน้ำนมโดย *L.bulgaricus* และ *S.thermophilus*	10
3	ลักษณะรูปร่างของ *S.thermoophilus*	11
4	ลักษณะรูปร่างของ *L.bulgaricus*	13
5	กระบวนการผลิตกรดแลคติคภายในเซลของแบคทีเรีย	15
6	แสดง Facial scale ในการทดสอบแบบ Hedonic Test	58
7	แสดงแผนภาพรูปโยแมงมุมสรุปผลการวิเคราะห์จากวิธี RMPT	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ไอศครีมคือผลิตภัณฑ์นมที่ถูกทำให้เย็นจัดและแข็งตัว ซึ่งประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์จากนม สารให้ความหวาน สเตบิไลเซอร์และอาจมีการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสและสีด้วย ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงส่วนประกอบต่างๆ ในส่วนผสมไอศครีมเพื่อให้ได้ไอศครีมที่มีลักษณะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง เรื่อยมาตั้งแต่เริ่มมีการผลิตไอศครีมเป็นอุตสาหกรรม ได้มีการแบ่งไอศครีมออกเป็นประเภทต่างๆมากมายตามส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิต ซึ่งในท้องที่ของกลุ่มผู้บริโภคที่แตกต่างกันก็จะนิยมในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันไปตาม ค่านิยม ความเชื่อ วัฒนธรรมและสภาพภูมิอากาศ

ผลิตภัณฑ์ไอศครีมรูปเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบทเป็นการรวมเอาผลิตภัณฑ์ไอศครีม 2 ชนิดเข้าไว้ด้วยกัน โดยในส่วนแรกจะเป็นไอศครีมรูปเกิร์ต (รูปเกิร์ตแช่แข็ง) และอีกส่วนหนึ่งก็จะเป็นไอศครีมเชอร์เบท ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้งสองส่วนนี้ก็มีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไปแต่ก็มีความลงตัวที่สามารถนำมาผสมกันเข้าเป็นผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวได้ นั่นคือเป็นผลิตภัณฑ์จากนมเช่นเดียวกันและยังมีรสชาติที่ค่อนข้างจะเปรี้ยวแหลมเช่นเดียวกันด้วย

คุณสมบัติเฉพาะตัวของไอศครีมรูปเกิร์ตที่แตกต่างไปจากไอศครีมทั่วไปก็คือ ไอศครีมรูปเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่ได้จากการนวัตกรรมวิธีในการทำรูปเกิร์ตและไอศครีมมาผสมสานกัน เนื่องจากอาศัยการหมักแลคโตสซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในนมให้กลายเป็นกรดแลคติค และสารอื่นๆ เช่น อัลดีไฮด์ (Aldehydes) และ Volatile acid ซึ่งจะช่วยสร้างกลิ่นรสที่เฉพาะตัวให้แก่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ผู้บริโภคยังสามารถบริโภคได้บ่อยกว่าไอศครีมทั่วไป เนื่องจากไอศครีมรูปเกิร์ตเป็นอาหารนมที่ให้คุณค่าทางอาหารสูงแต่ให้พลังงานต่ำ เพราะการผลิตไอศครีมรูปเกิร์ตนั้นจะไม่ใช้ส่วนผสมที่มีไขมันสูง เช่นดังการผลิตไอศครีม และน้ำนมที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักก็มักจะใช้นมพร่องมันเนยหรือนมขาดมันเนย การบริโภคไอศครีมรูปเกิร์ตจึงไม่สร้างปัญหาในการเพิ่มแคลอรี่ให้แก่ผู้บริโภคไอศครีม

สำหรับคุณสมบัติเฉพาะตัวในส่วนของไอศครีมเชอร์เบทที่แตกต่างจากไอศครีมทั่วไป เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ไอศครีมที่มีปริมาณไขมันต่ำและมีรสชาติเป็นผลไม้เมืองร้อนเป็นส่วนมากและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเฉพาะตัวที่พิเศษก็คือ เชอร์เบทนั้นจะให้ความรู้สึกเย็นและสดชื่นเมื่อรับประทานได้มากกว่าไอศครีมอื่นและยังมีรสชาติที่เปรี้ยวแหลมกว่าด้วย จึงเหมาะสำหรับตลาดไอศครีมบ้านเราซึ่งเป็นเมืองร้อน อีกทั้งประเทศไทยยังเป็นแหล่งวัตถุดิบจำพวกผลไม้ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของเชอร์เบทอีกด้วย

จากคุณสมบัติเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ไอศครีมรสเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท ซึ่งแยกอธิบายโดยสังเขปในแต่ละส่วนข้างต้น และข้อได้เปรียบในด้านวัตถุดิบ การศึกษาและวิจัยรวมทั้งการส่งเสริมให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อตลาดไอศครีมบ้านเราเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของโครงการปัญหาพิเศษในหัวข้อนี้ ได้แก่

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของหวานเย็นเช่ง (Frozen dessert) ของไอศครีมรสเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท
2. ศึกษาผลของปริมาณ Milk Solid Non Fat (MSNF) ต่อคุณภาพของไอศครีมรสเกิร์ตและการยอมรับของผู้บริโภค
3. ศึกษาผลของปริมาณ Gelatin ที่มีผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อไอศครีมเชอร์เบท
4. ตรวจสอบระดับการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศครีมรสเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

1. โยเกิร์ต (Yoghurt)

1.1 ปริมาณการผลิต / บริโภคน้ำนมสดและผลิตภัณฑ์

ปัจจุบันปริมาณการบริโภคน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทยสูงขึ้นมาก แต่ในขณะเดียวกันปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศ กล่าวคือในปี พ.ศ.2530 ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์นมคิดเป็นน้ำนมดิบปริมาณ $5.6*10^5$ ตัน ในขณะที่กำลังการผลิตในประเทศมีเพียง $8.5*10^4$ ตัน (พิษณุ, 2533) จึงจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงมูลค่าการส่งออกและนำเข้าน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม

รายการ		ส่งออก	นำเข้า	ผลิตได้	มูลค่าบริโภค
2525	ปริมาณ	10,674	34,296	26,425	50,047
	มูลค่า	207,258	1,649,732	180,200	1,622,674
2526	ปริมาณ	9,553	52,005	34,075	76,577
	มูลค่า	165,579	2,140,249	223,532	2,198,202
2527	ปริมาณ	7,234	54,061		
	มูลค่า	121,705	2,071,053		

ที่มา : วรรณาและวิบูลย์ศักดิ์, 2531

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : พันบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าจากข้อมูลในตารางที่ 1 ปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มลดลง เรื่อยๆ เนื่องจากปริมาณการบริโภคภายในประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างมากทำให้ปริมาณการนำเข้านำนมสูงตามไปด้วย เพราะเฉพาะกำลังการผลิตภายในประเทศไม่เพียงพอ

ด้วยเหตุนี้เองทำให้รัฐบาลส่งเสริมให้มีการเร่งพัฒนาการผลิตและการแปรรูปอาหารนม ตลอดจนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทนมเปรี้ยว ซึ่งได้จากปฏิกิริยาการหมักน้ำนมของเชื้อแบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดแลคติคได้ (Lactic acid Bacteria) เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ฯลฯ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ

1.2 **ชนิดของโยเกิร์ต (Types of Yoghurt)**

การแบ่งชนิดของโยเกิร์ตอาศัยหลักการต่อไปนี้

1.2.1 มาตรฐานตามกฎหมาย (Legals standards)

มาตรฐานตามกฎหมายของโยเกิร์ตขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น เปอร์เซนต์ไขมัน เปอร์เซนต์ของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (solid non fat หรือ SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ซึ่งเกณฑ์ต่างๆที่กำหนดขึ้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศแต่เกณฑ์ที่นิยมใช้กันทั่วไปในการแบ่งชนิดของโยเกิร์ตคือ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์โดยองค์การอาหารและเกษตร (Food and Agriculture Organization, FAO) และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization , WHO) ปี ค.ศ. 1973 ได้กำหนดไว้ดังนี้

1.2.1.1 Full fat yoghurt มีปริมาณไขมันมากกว่า 3.0 %

1.2.1.2 Medium fat yoghurt มีปริมาณไขมันระหว่าง 0.5-3.0 %

1.2.1.3 Low fat yoghurt มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5 %

ในบางประเทศ เช่น เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน และสหภาพโซเวียต ได้จำแนกโยเกิร์ตเป็นอีกชนิดหนึ่ง คือ Balkan yoghurt มีปริมาณไขมันระหว่าง 4.5-10.0 % (วราวุฒิ และ รุ่งนภา,2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (Flavor)

การเติมกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกต่างกันดังนี้ คือ

1.2.2.1 Natural or plain yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมสีหรือสารปรุงแต่งกลิ่นรสลงไปหลังจากการหมักเสร็จสิ้นลง

1.2.2.2 Fruit yoghurt เป็นโยเกิร์ตซึ่งมีการเติมผลไม้ และสารให้ความหวานลงไปใน plain yoghurt

1.2.2.3 Flavour yoghurt ได้จากการเติมสารแต่งกลิ่นรสและสารให้ความหวานลงไปใน plain yoghurt

1.2.3 วิธีการผลิต (Methods of production)

แบ่งโยเกิร์ตออกได้เป็น 2 ชนิดขึ้นกับ ระบบการผลิต และโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) ดังนี้

1.2.3.1 โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (Set type yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุ (สำหรับการจำหน่ายปลีก) ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นมวลเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว นิยมใช้วิธีนี้ในการผลิต Plain yoghurt ซึ่งจะเป็นลิ่มเนียนอยู่ตัว

1.2.3.2 โยเกิร์ตแบบบรรจุที่หลังหรือโยเกิร์ตชนิดคน (Stirred type yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว หลังจากเสร็จสิ้นการหมักจะกวนหรือคนโยเกิร์ตผสมกับกลิ่นรสหรือผลไม้ตามต้องการ จากนั้นจึงบรรจุลงภาชนะ มักใช้ในการผลิต Fruit yoghurt และ Flavor yoghurt

1.2.4 กระบวนการหลังการหมัก (Post-incubation processing)

แบ่งชนิดของโยเกิร์ตโดยอาศัยความแตกต่างของขั้นตอนหลังการหมัก ซึ่งโยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปผ่านขั้นตอนต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้เข้มข้น การทำแห้ง หรือวิธีการอื่นๆซึ่งสามารถแบ่งโยเกิร์ตออกเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้ คือ

1.2.4.1 พาสเจอร์ไรซ์โยเกิร์ต (Pasteurized yoghurt) มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้วิธีหนึ่ง โดยนำโยเกิร์ตไปผ่านการให้ความร้อนโดยขบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งวิธีนี้จุลินทรีย์ในโยเกิร์ตก็จะถูกทำลายไปด้วย ข้อเสียของโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทนี้คือ ทำให้คุณภาพเนื้อสัมผัส (Texture) ด้อยลงและยังสูญเสียกลิ่น (Aroma)ธรรมชาติของโยเกิร์ตไปด้วย (Robinson และ Tamine,1985)

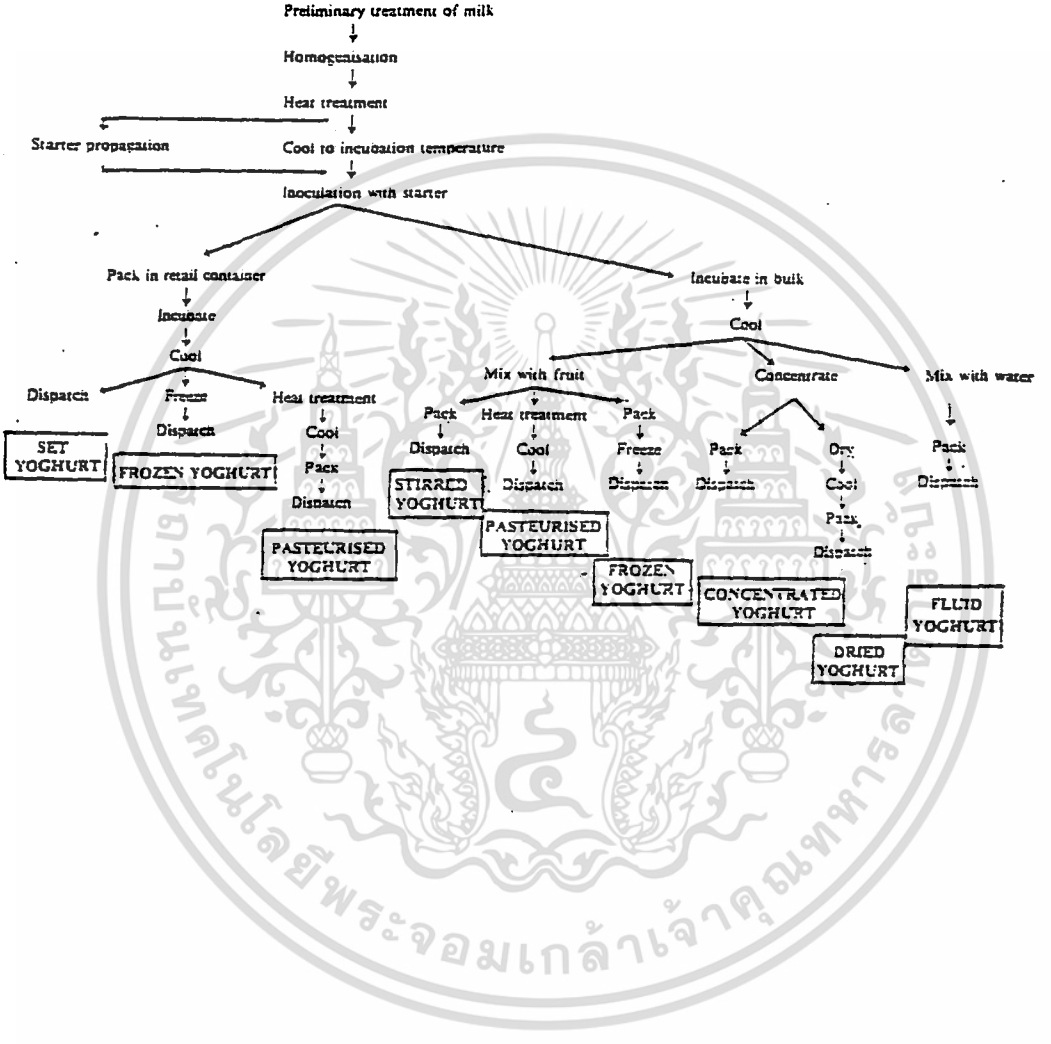
1.2.4.2 โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีลักษณะโครงสร้างทางกายภาพคล้ายไอศครีม แต่องค์ประกอบและวิธีการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงช่วงการบ่มคล้ายกับโยเกิร์ต ส่วนที่ต่างกันก็คือ มีการเพิ่มช่วงของการแช่แข็งและเพิ่มอากาศเข้าไปในผลิตภัณฑ์ในช่วงท้ายของการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายไอศครีม มีการเพิ่มสารให้ความหวานและสเตบิไลเซอร์ เพื่อให้เซลอากาศ (air cell) ในโครงสร้างมีความคงตัว

1.2.4.3 โยเกิร์ตเข้มข้น (Concentrated yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการระเหยของเหลวบางส่วนในโยเกิร์ตออกไป จนมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 24 %

1.2.4.4 โยเกิร์ตผง (Dried yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านขั้นตอนของขบวนการทำแห้งจนมีลักษณะเป็นผงและมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 90-94 % การอบแห้งอาจใช้วิธีการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ spray drying หรือ freeze drying ซึ่งอาจมีผลทำให้กลิ่นรสและเชื้อจุลินทรีย์บางส่วนถูกทำลายไป แต่ก็สามารถทำให้เก็บไว้ได้นานขึ้น เนื่องจากเปอร์เซนต์ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงจนจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

กระบวนการที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตที่จำแนกออกเป็นประเภทต่างๆข้างต้น แสดงดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 1</u> กระบวนการต่างๆที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตแต่ละชนิด

ที่มา : Robinson และ Tamine (1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประเภทของโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน

(ที่มา : Tamine และ Robinson , 1985)

1. โยเกิร์ตชนิดฆ่าเชื้อแล้วเก็บได้ชั่วคราว และเก็บได้นาน
   (Pasteurized / UHT / Long-life yoghurt)
2. โยเกิร์ตที่ประกอบด้วยไฮโดรไลซ์แลคโตส
   (Lactose hydrolysed yoghurt , LHY)
3. โยเกิร์ตชนิดดื่ม (Drinking yoghurt)
4. โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yoghurt)
5. โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Condensed yoghurt)
6. โยเกิร์ตชนิดอัดแก๊ซ (Carbonated yoghurt)
7. เครื่องดื่มประเภทโยเกิร์ต (Yoghurt beverages)
8. โยเกิร์ตผงพร้อมดื่ม (Dried or Instant yoghurt)
9. โยเกิร์ตสำหรับผู้ควบคุมอาหาร
   (Dietetic or Therapeutic yoghurt)
10. โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง (Soy-milk yoghurt)

จากการแบ่งประเภทของโยเกิร์ตที่มีวางจำหน่ายดังที่แสดงข้างต้นนั้น เป็นตลาดโยเกิร์ตในแถบอเมริกาและยุโรป แต่สำหรับในประเทศไทยนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตออกจำหน่ายนั้นมีเพียงประเภท Long-life Yoghurt (ชนิด UHT) โยเกิร์ตชนิดดื่ม (Drinking yoghurt) และ โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yoghurt) ซึ่ง 2 ประเภทแรกนั้นมีวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย ในขณะที่โยเกิร์ตแช่แข็งนั้นกำลังเริ่มมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เพิ่มมากขึ้นและเริ่มเป็นที่รู้จักและยอมรับจากผู้บริโภคซึ่งในช่วงแรกนี้กลุ่มผู้บริโภคส่วนมากจะเป็นนักเรียนและนักศึกษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะวางจำหน่ายตามศูนย์การค้าเป็นส่วนใหญ่และสำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตประเภทอื่นนั้นก็ได้มีผู้ที่กำลังศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง(Soy-milk yoghurt) เพราะวัตถุดิบหาได้ง่ายภายในท้องถิ่นและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 คุณภาพหรือมาตรฐานของโยเกิร์ต

ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานของโยเกิร์ตที่เป็นข้อกำหนดสากล แต่จะเป็นมาตรฐานที่ยอมรับกันในแต่ละท้องที่ที่มีการผลิตโยเกิร์ตเท่านั้น ซึ่งโดยรวมแล้วผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องมีปริมาณโปรตีนประกอบอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ห้ามใช้วัตถุกันเสียและวัตถุให้ความหวาน (sweetener) ตัวอื่นที่ไม่ใช่น้ำตาล ส่วนในเรื่องของจุลินทรีย์นั้น จะต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ สำหรับจุลินทรีย์ประเภท *E.coli* จะต้องไม่มีการตรวจพบเลยในอาหาร 1 กรัม

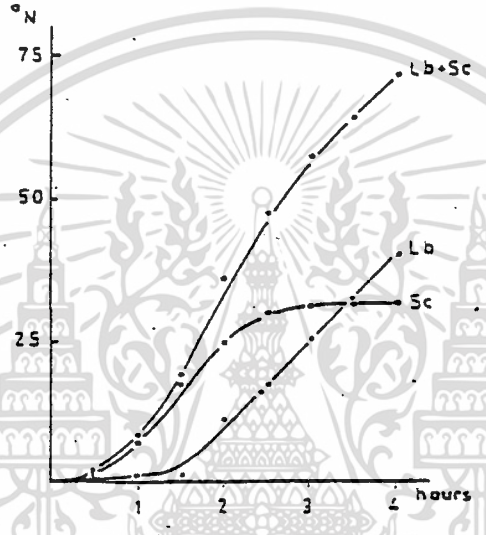
1.5 บทบาทของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ต

หัวเชื้อ (culture) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ลักษณะที่ต้องการของหัวเชื้อ คือ ปลอดจากการปนเปื้อน เจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้โยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสที่ต้องการ และมีโครงสร้างลักษณะเนื้อที่ดี ต้านทานต่อ phage และสารปฏิชีวนะ ซึ่งต้องใช้หัวเชื้อที่มีเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophilus* ผสมกันในอัตราส่วนที่เท่ากัน (วราวุฒิ และ รุ่งนภา,2531)

เชื้อทั้งสองชนิดอาจจะเพาะแยกกันก่อนที่จะถ่ายเชื้อลงในน้ำนมที่ใช้ทำโยเกิร์ต หรืออาจเพาะรวมกันตั้งแต่ต้น โดยเชื้อทั้งสองชนิดเมื่ออยู่รวมกันจะดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยกันซึ่งจะช่วยกันย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในนมและทำให้เวลาในการตกตะกอนโปรตีนในนมเร็วขึ้นกว่าการใช้เชื้อตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น การผลิตกรดไม่ได้เกิดจากการหมักน้ำตาลแลคโตสโดยตรง แต่เกิดจากแบคทีเรีย *L.bulgaricus* ผลิตเอนไซม์เบต้า-กาแลคโตซิเดส (β-Galactosidase) เพื่อทำการย่อยโปรตีนนมได้เป็นกรดอะมิโน เช่น ฮีสติดีน (Histidine) ไกลซีน (Glyciine) และวาลีน (Valine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่สำคัญต่อการเจริญของ *S.thermophilus* ในขณะเดียวกัน การเจริญของ *S.thermophilus* ก็จะมีการสร้างกรดฟอร์มิก (Formic acid) เป็นผลให้ pH ของนมเหลือประมาณ 5.0 ซึ่งเป็น pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวมันเอง การสร้างกรดของ *L.bulgaricus* ทำให้ระดับ pH ลดลงอีกจนถึง 4.0-4.5 ซึ่งใกล้เคียงกับ isoelectric point ของเคซีนในน้ำนมคือที่ pH 4.6-4.7 เคซีนในนมถูกดีเนเจอร์ (denature) จับตัวตกตะกอนลงมา (ภาวิณี ,2531) จึงกล่าวได้ว่า การอยู่ร่วมกันของเชื้อทั้งสองเป็นความสัมพันธ์แบบได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน (Symbiosis) ซึ่งการเจริญ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมกันดังกล่าวดังได้สรุปไว้ในภาพที่ 2 ซึ่งมีผลทำให้การสร้างกรดแลคติคของแบคทีเรียเป็นไปได้ดีขึ้น



ภาพที่ 2 แสดงการผลิตกรดในน้ำนมโดย *L.bulgaricus* และ *S.thermophilus*

ที่มา : Rasic และ Kurman ,1978

อัตราส่วนของ *S.thermophilus* และ *L.bulgaricus* ที่ใช้คือ 1:1 ถึง 2:1 ในการใช้เชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้ควรจะอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยคือ 2-5 % ของปริมาณน้ำนมที่ใช้ (กิตติและอรนุช,2532)

S.thermophilus เป็นแบคทีเรียรูปร่างกลม (Spherical or ovoid cells) เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7-0.9 ไมครอน จะอยู่เป็นคู่หรือเป็นสายยาวๆ ดังภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 ลักษณะรูปร่างของ *S. thermophilus* บน plate

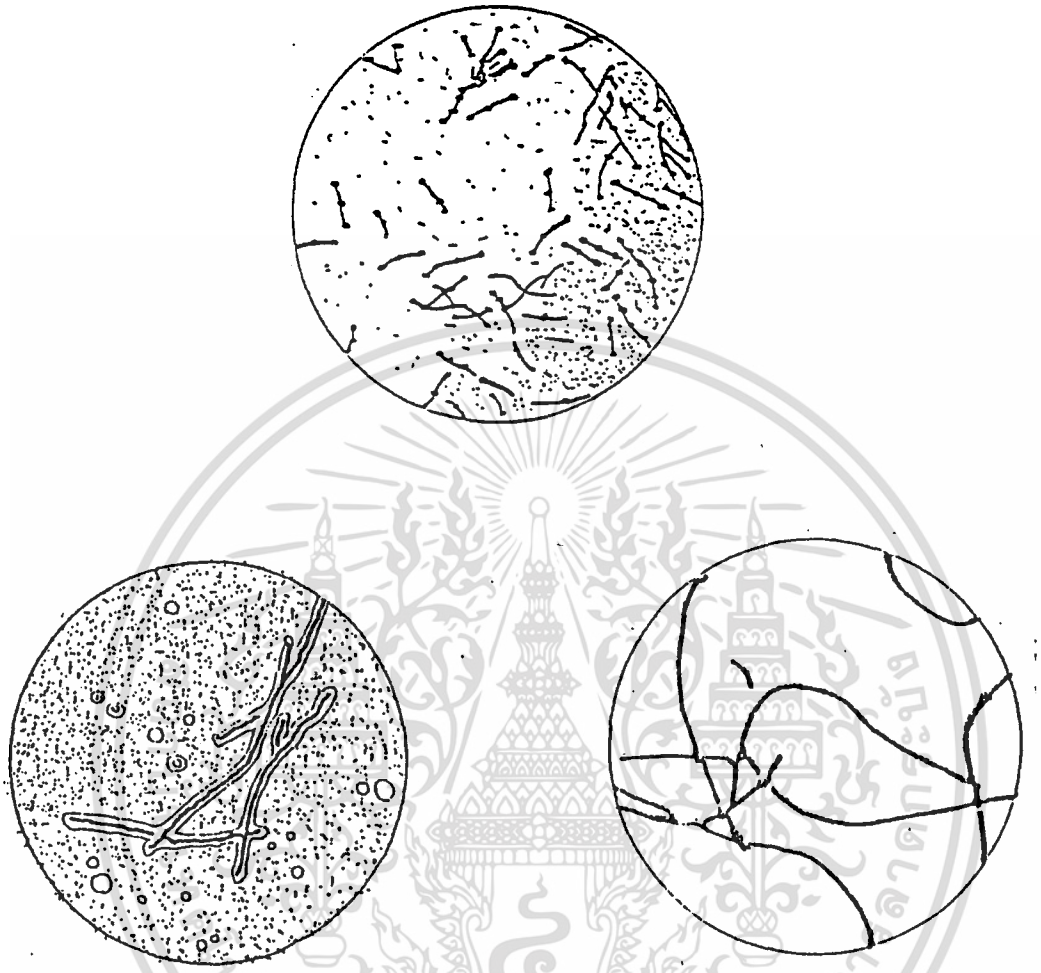
ที่มา : Rasic และ Kurmann, 1978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S.thermophilus มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 40-45 c และอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่เจริญได้คือ 20 c และ 50 c ตามลำดับ เป็นแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคเพียงอย่างเดียว (Homofermentative lactic acid bacteria) โดยจะสร้างกรดได้ถึง 0.7-0.8 % หรือบางสายพันธุ์อาจสร้างกรดได้ถึง 1 % นอกจากนี้ยังสร้าง volatile acid เช่น กรดฟอร์มิค กรดบิวทีริค กรดโปรปิโอนิค กรดอะซิติค ฯลฯ แต่การย่อยสลายโปรตีนของ *S.thermophilus* ไม่ดีนัก (Rasic และ Kurmann,1978)

L.bulgaricus เป็นแบคทีเรียรูปร่างเป็นท่อนสั้นๆ ส่วนหัวและส่วนท้ายกลม (Rods with rounded end) จะอยู่เป็นเซลเดี่ยวๆหรือเป็นสายยาว ดังภาพที่ 4 *L.bulgaricus* จะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 40-43 c และอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่จะสามารถเจริญได้คือ 22 c และ 52.5 c ตามลำดับ *L.bulgaricus* ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ความเข้มข้น 2 % เช่นเดียวกับ *S.thermophilus* ซึ่ง *L.bulgaricus* ก็เป็นแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคเพียงอย่างเดียว โดยจะผลิตกรดในช่วง 1.5-2.0 % *L.bulgaricus* มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายโปรตีนเป็นกรดอะมิโนชนิดต่างๆได้ดี (Rasic และ Kurmann,1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ลักษณะรูปร่างของ *L.bulgaricus* บน plate

ที่มา : Rasic และ Kurmann, 1978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะและคุณสมบัติของ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus*

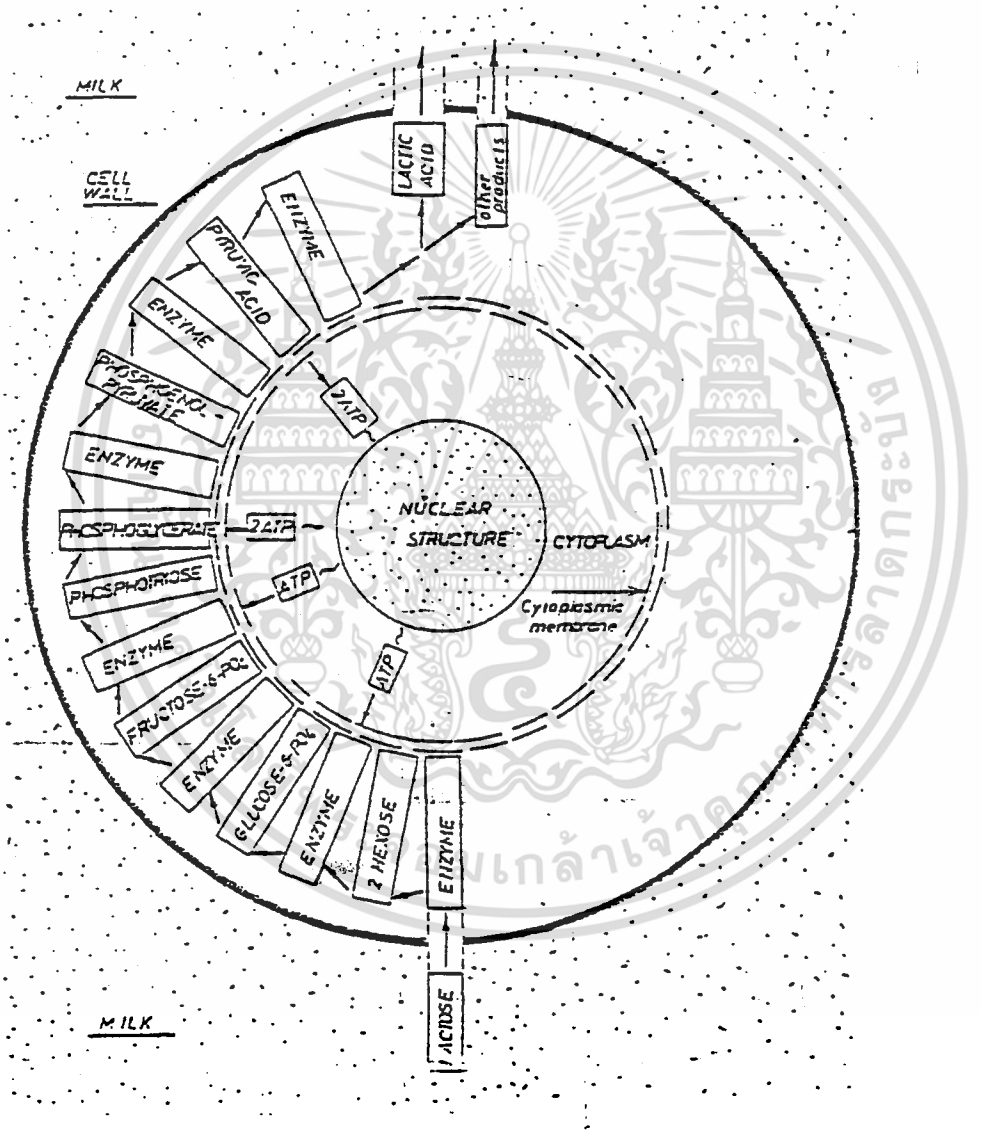
ลักษณะและคุณสมบัติ	*S. thermophilus*	*L. bulgaricus*
รูปร่าง	กลม	ท่อนสั้น ๆ หัวท้ายกลม
การติดสี Gram's stain	แกรมบวก	แกรมบวก
ลักษณะโคโลนี	เป็นคู่ๆ หรือเป็นสายยาว	เป็นเซลเดี่ยวๆ หรือเป็นสายยาว
การใช้อากาศ	ใช้ O_2 หรือไม่ก็ได้	ไม่ใช้ O_2 ใช้ O_2 หรือไม่ก็ได้
อุณหภูมิที่เหมาะสม	40 - 45 c	40 - 43 c
การผลิตกรดแลคติค	L(+)-Lactate	D(-)-Lactate
การทนเกลือ NaCl	2 %	2 %
การสร้างสปอร์	ไม่สร้างสปอร์	ไม่สร้างสปอร์
ปริมาณกรดที่สร้าง	0.8 - 1.0 %	1.5 - 2.0 %

ที่มา : Rasic และ Kurmann, 1978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 การสร้างกรดแลคติค (Production of lactic acid)

การสร้างกรดแลคติคของเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดโดยการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสเกิดขึ้นโดยกลไก Emden - Meyerhof pathway ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตกรดแลคติคภายในเซลแบคทีเรีย

ที่มา : Rasic และ Kurmann, 1978

เอกสารนี้ มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเชื้อ *S.thermophilus* และ *L.bulgaricus* จะย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมให้เป็นน้ำตาลกลูโคสและกาแลคโตสก่อนจะเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติค ดังสมการ

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \text{ ---------> } 2\,(C_6H_{10}O_6) \text{ --------> } 4\,C_3H_6O_3$$

lactose น้ำ glucose & galactose lactic acid

กรดแลคติคที่ได้จากปฏิกิริยาจะเป็นองค์ประกอบสำคัญของการผลิตโยเกิร์ต ดังนี้

1. กรดแลคติคทำให้ casein micelles เปลี่ยนสภาพจากสารแขวนลอยซึ่งอยู่ในรูป calcium caseinate phosphate complex (CCPC) แตกตัวไปเป็น casein complex calcium lactate และ calcium phosphate ดังสมการ

CCPC + lactic acid ----------> calcium complex + calcium lactate + monocalcium phosphate

ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาจะอยู่ในรูปสารละลายที่เป็นส่วนประกอบของน้ำนมเมื่อปริมาณกรดแลคติคเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้น casein micelles ก็จะค่อยๆสูญเสียธาตุแคลเซียมไปเรื่อยๆจนทำให้เสียสมดุลย์ของธาตุแคลเซียมใน casein micelles และเมื่อถึง pH 4.6-4.7 casein จะเสียสมดุลย์จนทำให้เกิดการตกตะกอนของ casein และเกิดเป็นลิ่ม (curd) ขึ้น (วรนาถ, 2536)

2. กรดแลคติคทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะเฉพาะตัวในเรื่องรสชาติ คือมีรสเปรี้ยวและแหลม (sharp and acid test) และมีกลิ่นหอม เชื้อแลคติคจะมีเอนไซม์แลคเตสดีไฮโดรจีเนส (Lactase dehydrogenase enzyme, LDH) สำหรับสร้างกรดแลคติคจากกรดไพรูวิคที่ได้ในระหว่างการหมักนม กรดแลคติคที่ได้จะมี isomer ที่ต่างกัน คือ เป็น L(+) หรือ D(-) โดยทั่วไปโยเกิร์ตมักมีกรดแลคติคในรูป L(+) ประมาณ 45-60 % และกรดแลคติคในรูป D(-) ประมาณ 40-55 % ซึ่งอัตราส่วนของ L(+) : D(-) จะใช้ในการประเมินคุณภาพของโยเกิร์ต ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่ามีค่า L(+) : D(-) ตั้งแต่ 0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เปรี้ยวมาก) ถึง 8.25(กรดแลคติคในรูป L(+)เด่น) แต่โยเกิร์ตที่ดีควรมีอัตราส่วน L(+) : D(-) เท่ากับ 2 อย่างไรก็ตามการประเมินคุณภาพด้วยวิธีนี้ก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่นด้วย (สุพัตรา, 2535)

1.7 สารให้กลิ่นหอมในโยเกิร์ต (Aromatic compound)

สารให้กลิ่นหอมในโยเกิร์ต แบ่งออกได้เป็น 4 พวก คือ

1. กรดที่ระเหยไม่ได้ เช่น กรดแลคติค (lactic acid) กรดไพรูวิค (pyruvic acid) กรดซัคซินิค (succinic acid) และ กรดออกซาลิค (oxalic acid)

2. กรดที่ระเหยได้ เช่น กรดฟอร์มิค (formic acid) กรดอะซิติค (acitic acid) กรดโปรปิโอนิค (Propionic acid) และ กรอบิวทีริค (butyric acid)

3. สารประกอบพวกคาร์บอนิล (Carbonyl compounds) เช่น อะเซตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) อะซีโตน (acetone) อะเซทโตอิน (acetoin) และไดอะเซทติล (diacetyl)

4. สารประกอบอื่นๆ เช่น กรดอะมิโนบางชนิด ไขมัน แลคโตส เป็นต้น

สารให้กลิ่นหอมในโยเกิร์ตนั้นเป็นผลมาจากมีกรดแลคติคและสารประกอบพวกคาร์บอนิล ในระหว่างการหมัก acetyldehyde จะถูกสร้างขึ้นเมื่อ pH 5.0 จะถึงจุดสูงสุดที่ pH 4.2 และจะคงที่เมื่อ pH 4.0 เราสามารเพิ่มระดับของ acetydehyde ให้สูงขึ้นโดยการเติมธาตุอาหารนมไม่รวมไขมัน (MSNF) ให้มากขึ้น หรือการใช้ความร้อนในระหว่างการต้มนมให้เหมาะสม เมื่อนำโยเกิร์ตไปเก็บที่อุณหภูมิต่ำนาน 24 ชั่วโมงระดับของ acetyldehyde จะลดลง แต่ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการทำโยเกิร์ต เช่น ถ้าใช้นมสดล้วนๆ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หางนมผง (อวยพร, 2532)

จะเห็นได้ว่า ส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตก็คือ เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักแลคโตสในน้ำนมให้เป็นกรดแลคติคนั่นเอง เพราะจะทำให้โยเกิร์ตเกิดคุณสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งได้แก่ รสชาติที่เปรี้ยวแหลมจากกรดแลคติค ลักษณะเนื้อสัมผัสเนียนเรียบซึ่งเกิดจากการตกตะกอนและจับตัวกันของเคซีนในน้ำนมและในระหว่างขบวนการหมัก นอกจากจะได้กรดแลคติคแล้วยังมีการสร้างสารประกอบอื่นๆที่มีผลต่อกลิ่นหอมของโยเกิร์ตด้วยดังที่แสดงในหัวข้อข้างต้น ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96737

ในการผลิตโยเกิร์ตจึงควรที่จะต้องทำการคัดเลือกหัวเชื้อ (culture) ที่สามารถให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด รวมทั้งปริมาณของหัวเชื้อที่จะใช้ด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติเราอาจจะใช้โยเกิร์ตชนิด plain yoghurt เป็นหัวเชื้อแทนก็ได้ เพราะเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้ก็ยังคงมีเชื้อที่ active อยู่และก็เป็นเชื้อที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้ว แต่อาจจะต้องใช้ในปริมาณเปอร์เซนต์ที่สูงกว่าการใช้หัวเชื้อผง (dried culture) เพราะเนื่องจากใน plain yoghurt นั้นอาจจะมีการเติมน้ำตาลเพื่อการยอมรับของผู้บริโภค ทำให้เกิดแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ทำให้ความสามารถของหัวเชื้อลดลง ปริมาณของ plain yoghurt ที่ใช้ คือประมาณ 5-10 % ของปริมาณน้ำนมที่เป็นวัตถุดิบ

1.8 วัตถุดิบสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต (ธนาคารกสิกรไทย,2533)

1.8.1 น้ำนมดิบ

น้ำนมดิบจะต้องเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นผิดปกติ ไม่มียาปฏิชีวนะที่ใช้กับแม่โคตกค้างเจือปนมากับน้ำนม เพราะยาปฏิชีวนะเหล่านี้จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่ลงไปทำให้นมแข็งตัวช้า นอกจากนี้น้ำนมที่ใช้ควรจะมีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่า 3 % และมีค่าความเป็นกรด (acidity) ที่ pH 6.6

1.8.2 นมผง

โดยทั่วไปน้ำนมจะมี solid non fat(MSNF) อยู่ประมาณ 9-10 % ซึ่งเมื่อนำมาทำเป็นโยเกิร์ตแล้วจะมีลักษณะเละ และอาจเกิดปรากฏการณ์แยกตัวของเวย์ (Wheying off) คือส่วนที่เป็นน้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นลิ่ม อันเป็นลักษณะที่ไม่ดีของโยเกิร์ต ปัญหานี้แก้ได้โดยเติมนมผงขาดมันเนย เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ SNF ให้ถึง 14 %

1.8.3 น้ำตาล

วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำตาลก็เพื่อเพิ่ม SNF ในขณะเดียวกันรสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบรสเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป

1.8.4 เชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้มักใช้ส่วนผสมของเชื้อ *L.bulgaricus* และเชื้อ *S.thermophilus* ซึ่งได้กล่าวผ่านมาแล้ว โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อแต่ละขั้นตอนคือนมผงพร่องมันเนยละลายน้ำอุ่นให้มีความเข้มข้น 14 % โดยน้ำหนักหรือใช้นมผงพร่องมันเนย UHT ฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 121 c 15 นาที ก่อนแล้วจึงนำไปเพาะเชื้อปริมาณที่จะใส่ขึ้นกับปริมาณโยเกิร์ตที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะผลิต โดยให้มีเชื้อทั้งหมด 2-7 % และอัตราส่วนของเชื้อทั้ง 2 คือ 1:1

1.8.5 สเตบิไลเซอร์ (Stabilizer)

สเตบิไลเซอร์ (Stabilizer) เป็นสารที่ช่วยให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดและคงตัวตามต้องการปกติ หากกรมวิธีการผลิตถูกต้องและองค์ประกอบสำคัญ คือ น้ำนมมีคุณภาพดีก็ไม่จำเป็นต้องใช้สเตบิไลเซอร์ โดยปกติจะใช้สารนี้ในกรณีโยเกิร์ตผสมผลไม้ที่มีเพกติน (pectin)ต่ำ เพื่อช่วยให้ผลไม้กระจายตัวได้ดีขึ้น

1.8.6 ผลไม้

การเติมผลไม้ลงในโยเกิร์ตเป็นการช่วยเพิ่มรสชาติของโยเกิร์ต ทำให้น่ารับประทานและช่วยจูงใจให้ซื้อ ผลไม้ที่ใช้อาจเป็นผลไม้สดซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อหรือผลไม้บรรจุน้ำเชื่อม โดยผลไม้ต้องสะอาดปราศจากยีสต์และรา ไม่มีสารแปลกปลอม

1.8.7 สีและกลิ่น (Colour & Flavour)

ใส่เพื่อปรุงแต่งโยเกิร์ตให้ชวนรับประทานมากขึ้น โดยพยายามให้เหมือนกับธรรมชาติ โดยใช้สีหรือกลิ่นที่ได้จากธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์

1.9 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้ค่าปริมาณแคลอรี่ในปริมาณต่ำมากแต่มีสารอาหารครบถ้วน (ตารางที่ 3-6 แสดงส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต) ทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและวิตามินต่างๆอยู่ครบถ้วน และก็จะเห็นว่ามีปริมาณไขมันต่ำ ดังนั้นจึงเหมาะที่จะเป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนัก และสำหรับผู้บริโภคทั่วๆไปนั้น โยเกิร์ตนับว่าเป็นอาหารที่ให้ประโยชน์สูงมาก จากตารางแสดงให้เห็นว่ามีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และเสริมสร้างความแข็งแรงให้กระดูกและฟันอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าในน้ำนมสด นั่นคือ แคลเซียม โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งแร่ธาตุดังกล่าวยังมีบทบาทในการบำรุงระบบประสาทร่วมกับกลุ่มวิตามินบี (vitamin B) อีกด้วย ดังนั้นจึงมีบรากฏว่าผู้ที่บริโภคโยเกิร์ตเป็นประจำจะมีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง อายุยืน นอกจากนี้กรดแลคติคในโยเกิร์ตยังจะไปช่วยเพิ่มปริมาณกรดในกระเพาะทำให้ระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่ายทำงานได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในผู้สูงอายุซึ่งกรดในกระเพาะจะลดน้อยลงเรื่อยๆ (สุวรรณา, 2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบของนมสดและโยเกิร์ต

Constituent (unit/100 g)	Milk		Yoghurt		
	Whole	Skim	Full fat	Low fat	Fruit
Calories	67.5	36	72	64	98
Protein (%)	3.5	3.3	3.9	4.5	5.0
Fat (%)	4.25	0.13	3.4	1.6	1.25
Carbohydrate (%)	4.75	5.1	4.9	6.5	18.6
Calcium (ppm)	1190	1210	1450	1500	1760
Phosphorus (ppm)	940	950	1140	1180	1530
Sodium (ppm)	500	520	470	510	-
Potassium (ppm)	1520	1450	1860	1920	2540

ที่มา : ดัดแปลงจาก Deeth and Tamine, 1981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14603

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณของวิตามินในนมสดและโยเกิร์ต

Vitamin	Milk		Yoghurt	
(unit/100 g)	Whole	Skim	Full fat	Low fat
Vitamin A (IU)	148	-	140	70
Thiamine (B_1) (ppm)	370	400	300	420
Riboflavin (B_2)(ppm)	1600	1800	1900	2000
Pyridoxine (B_6)(ppm)	$4.6*10^5$	$4.2*10^5$	$4.6*10^5$	$4.6*10^5$
Cyanocobalamine (B_{12},ppm)	$3.9*10^3$	$4.0*10^3$	-	$2.3*10^3$
Vitamin C (ppm)	15	10	-	7
Vitamin D (IU)	1.2	-	-	-
Vitamin E (IU)	0.13	-	-	-
Folic acid (ppm)	$2.5*10^3$	-	-	$4.1*10^4$
Nicotinic acid (ppm)	$4.8*10^6$	-	-	$1.25*10^6$
Pantothenic acid (ppm)	$3.7*10^6$	$3.7*10^6$	-	$3.81*10^6$
Biotin (ppm)	$3.4*10^4$	$1.6*10^4$	$1.2*10^4$	$2.6*10^4$
Choline (ppm)	121	48	-	6

ที่มา : ดัดแปลงจาก Deeth และ Tamine, 1981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 5 แสดงคุณค่าทางอาหารและปริมาณแคลอรี่ ต่อโยเกิร์ต 100 กรัม

น้ำหนัก (กรัม) ต่อโยเกิร์ต 100 กรัม			แคลอรี่ต่อโยเกิร์ต 100 กรัม
โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	
3.3	2.1	5.0	52

ที่มา : อาไพพรรณ, 2534

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณแคลอรี่และน้ำตาลใน Plain yoghurt และ Flavoured yoghurt

Type	Carlories		Carbohydrate or Sugar (%)
	per 8-oz	per 100 g	
Plain	112.0	49.3	5.15
Vanilla	185.4	81.74	13.71
Orange	171.8	75.76	12.18
Strewberry	223.6	98.57	19.24
Prune	226.7	99.99	20.16

ที่มา : Frank V. Kosikowski, 1982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen Yoghurt)

2.1 ประเภทของโยเกิร์ตแช่แข็ง

โยเกิร์ตแช่แข็งถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (ดังตารางที่ 7) ตามกรรมวิธีการผลิต เนื้อสัมผัส และความฟู (overrun) ของผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

2.1.1 Soft frozen yoghurt ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียนนุ่ม ความฟู (overrun) ของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างต่ำ คือ 50-60 % ผลิตภัณฑ์จะละลายเร็ว การบรรจุและจำหน่ายจะทำทันทีหลังจากการปั่นผลิตภัณฑ์ในเครื่องปั่นไอศครีมที่อุณหภูมิ -6 c โดยไม่ผ่านขั้นตอนการทำให้แข็งตัว (Hardening)

2.1.2 Hard frozen yoghurt ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะแข็งและแห้ง ละลายช้า ความฟู (overrun) ประมาณ 70-80 % เมื่อผ่านเครื่องปั่นไอศครีมจะบรรจุและนำเข้าขบวนการทำให้แข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณ -25 c เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัวก่อนจำหน่าย

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของ Yoghurt แต่ละชนิด

องค์ประกอบ	Soft frozen yoghurt	Hard frozen yoghurt
ไขมัน	2-6	2-6
MSNF[a]	5-10	5-14
น้ำตาล	8-20	8-16
Stabilizer	0.2-1.0	0.2-1.0

ที่มา : Robinson และ Tamine, 1985.

a : Milk solid non fat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลาดของโยเกิร์ตแช่แข็งภายในประเทศไทยเริ่มจากโยเกิร์ตแช่แข็งประเภท Soft frozen yoghurt และจำหน่ายอย่างแพร่หลายโดยได้รับความนิยมค่อนข้างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการ Hardening เหมือนกับการผลิต Hard frozen yoghurt ซึ่งจะต้องลงทุนเพิ่มค่าใช้จ่ายในส่วนนี้อีก แต่ถ้าหากความนิยมในการบริโภคโยเกิร์ตแช่แข็งเพิ่มมากขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในรูปแบบ Hard frozen yoghurt ก็จะเป็นทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งของผู้บริโภคได้เช่นกัน

2.2 มาตรฐานของโยเกิร์ตแช่แข็ง

องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) กำหนดมาตรฐานของโยเกิร์ตแช่แข็งไว้ว่า โยเกิร์ตแช่แข็งจะต้องมีค่าความเป็นกรด (Titratable acidity as lactic acid) ไม่น้อยกว่า 0.5 % อย่างไรก็ตามไม่มีการกำหนดองค์ประกอบทางเคมีไว้ ดังนั้นการผลิตโยเกิร์ตแช่แข็งที่ผลิตโดยบริษัทต่างๆในสหรัฐอเมริกา สามารถสรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายทั่วไปได้ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 Proximate analysis ของ Flavour frozen yoghurt จำนวน 24 ชนิดที่ผลิตขึ้นในสหรัฐอเมริกา[a]

องค์ประกอบที่วิเคราะห์ (%)	ค่าเฉลี่ย	ช่วงเปอร์เซนต์ที่วิเคราะห์ได้
ไขมัน	1.4	0.8 - 2.5
โปรตีน	4.0	1.7 - 4.5
ของแข็งทั้งหมด	30.9	23.6 - 38.9
เถ้า	0.9	0.7 - 1.2
คาร์โบไฮเดรตและอื่นๆ[b]	27.8	17.5 - 34.0

ที่มา : Kosikowski, 1980

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a : จากผู้ผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา 10 ราย

b : คาร์โบไฮเดรต รวมไปถึง สเตบิไลเซอร์ และกรดแลคติค

นอกจากนี้พบว่า ความเป็นกรดของโยเกิร์ตแช่แข็ง 34 ชนิด ที่วางจำหน่ายในสหรัฐอเมริกาอยู่ในช่วง 0.31-1.35 และค่า pH อยู่ระหว่าง 4.0-6.5 (Kosikowski,1980)

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า โยเกิร์ตแช่แข็งเป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ คือ มีทั้งไขมัน คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าถึงแม้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแช่แข็งจะมีลักษณะภายนอกที่คล้ายไอศครีม และมีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกัน แต่การบริโภคโยเกิร์ตแช่แข็งไม่ทำให้ร่างกายมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นดังเช่นการบริโภคไอศครีมเนื่องจากมีปริมาณไขมันต่ำกว่าไอศครีมมาก จึงเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการลดความอ้วน และจากการที่ไม่ได้มีการกำหนดค่าองค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตแช่แข็งนี้ไว้เป็นค่าสากล ดังนั้นในการที่จะผลิตโยเกิร์ตแช่แข็งนั้นก็ควรที่จะเลือกใช้ค่าองค์ประกอบต่างๆในช่วงค่าที่เหมาะสม และควรจะทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคก่อนวางจำหน่ายด้วย เนื่องจากความชอบและค่านิยมของผู้บริโภคในแต่ละพื้นที่ก็จะแตกต่างกันไป

2.3 องค์ประกอบในการผลิตโยเกิร์ตแช่แข็ง

2.3.1 <u>ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของหัวเชื้อโยเกิร์ต</u> (Yoghurt starter)

จุลินทรีย์ที่สำคัญของโยเกิร์ตแช่แข็งซึ่งไม่แตกต่างจากหัวเชื้อของโยเกิร์ตโดยทั่วไป คือ แบคทีเรีย 2 ชนิด ซึ่งได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งจะต้องปลอดการปนเปื้อน โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อทั้งสองชนิดในอัตราส่วนที่เท่ากัน (จำนวนเซล) แบคทีเรียทั้งสองชนิดจะมีความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) โดยปกติจะให้เชื้อทั้งสองเจริญร่วมกันภายใต้สภาวะที่ควบคุมเพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีสมดุลที่ถูกต้อง (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

ในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเชื้อสายพันธุ์ผสมจะเท่ากับ 40-42 c เนื่องจากอุณหภูมินี้หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผสมกันสามารถมีกิจกรรมร่วมกันได้สูงสุด เนื่องจากหัวเชื้อทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิการหมัก เป็น 45 c จะเหมาะสมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อ *L.bulgaricus* และที่ 39 c จะเหมาะสมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อ *S.thermophilus* ดังนั้นเพื่อให้สัดส่วนของหัวเชื้อทั้งสองเป็น 1:1 จึงควรจะเลือกใช้อุณหภูมิการหมักเป็น 42 c (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2531)

นอกจากนี้การเจริญร่วมกันของเชื้อทั้งสองนี้ยังสร้าง Acetaldehyde ซึ่งจะต้องมีปริมาณอย่างน้อย 8 มิลลิกรัม/ลิตร จึงจะเพียงพอที่ทำให้เกิดกลิ่นรส และการทำงานของ *L.bulgaricus* นอกจากจะทำให้ระดับ pH ลดลงจนถึง 4.0-4.5 แล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้เกิด Acetaldehyde ในปริมาณที่สูงเกินไปอีกด้วย

2.3.2 <u>ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของไอศครีม</u> ได้แก่

2.3.2.1 ไขมันนม (Milk fat)

ไขมันนมเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและราคาแพงช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสนุ่มและให้โครงสร้างที่คงตัว ต้านทานการละลาย ถ้าในผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน กลิ่นและรสชาติก็จะต่างกันด้วย ดังนั้นโยเกิร์ตแช่แข็งซึ่งมีลักษณะคล้ายไอศครีมประเภทเชอร์เบท (Sherbet) เนื่องจากมีปริมาณไขมันต่ำ แต่ถ้าหากมีปริมาณไขมันมากเกินไปจะทำให้รสชาติมันจนเลี่ยน บางครั้งไขมันจับตัวเป็นก้อน แหล่งของไขมันที่ดีที่สุดคือ น้ำนม

Lundstedt และ Corbin (1983) ได้ทำการศึกษาผลของไขมันต่อปริมาณของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค พบว่าถ้าปริมาณไขมันในโยเกิร์ตแช่แข็งมีอยู่ต่ำจะมีแนวโน้มการลดลงของแบคทีเรียช้ากว่าโยเกิร์ตแช่แข็งที่มีไขมันอยู่สูง

2.3.2.2 ของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม (Milk solid non fat,MSNF)

MSNF ประกอบด้วยน้ำตาลแลคโตส โปรตีนและเกลือแร่หลายชนิด แลคโตสจะช่วยให้เกิดรสหวานและมีจุดเยือกแข็งต่ำลง แต่ถ้าใช้แลคโตสมากเกินไปจะทำให้เกิดลักษณะทรายปนเป็นเนื้อทราย (sandiness) เนื่องจากการตกผลึกของแลคโตสหรืออาจเกิดจากอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาไม่สม่ำเสมอ ขึ้นๆลงๆ ทำให้ผลึกน้ำแข็งละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกลับแข็งตัวใหม่อีกครั้งซึ่งเรียกว่า HEAT SHOCK นอกจากนี้ยังทำให้เกิด cooked flavour ด้วย

สำหรับโปรตีนนั้นจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ทำให้รสชาติดีขึ้น เพิ่มความคงตัว ดูดซึมน้ำ รวมทั้งช่วยให้เนื้อสัมผัสเนียนและแน่นขึ้น MSNF เพิ่มความข้นหนืดและป้องกันไม่ให้ผลึกน้ำแข็งละลายเร็ว แหล่งของ MSNF ได้แก่ non fat dry milk หรือ นมผงขาดมันเนย

โดยทั่วไปปริมาณของแข็งในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตยิ่งสูง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะมีความหนืดมากขึ้นตามไปด้วย ท โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีได้จากนมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid, TS) เท่ากับ 15-16 % ซึ่งจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มี TS 14-15%อย่างไรก็ตาม ถ้า TS ในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตสูงกว่า 25 % ขึ้นไปจะทำให้ความข้นลดลงและมีผลให้กิจกรรมของเชื้อลดลงด้วย การเพิ่มปริมาณของแข็งอาจกระทำได้โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความเข้มข้น การเติมนมผง เคซีน whey powder หรือ buttermilk powder เป็นต้น

2.3.2.3 สเตบิไลเซอร์ (Stabilizer)

สเตบิไลเซอร์เป็นสารประกอบที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์นม เช่น ไอศครีม โยเกิร์ต เพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสที่เนียนและรวมเป็นเนื้อเดียวกัน การเติมสเตบิไลเซอร์ลงในส่วนผสมของไอศครีมหรือโยเกิร์ตแช่แข็ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไอศครีม จะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration)และการสร้างโครงสร้างเจลขึ้น เนื่องจากสเตบิไลเซอร์เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolliod) ซึ่งแขวนลอยในน้ำนม โดยยึดเกาะกับผิวเม็ดไขมันนมด้วยหมู่ไฮโดรโฟบิค (Hydrophobic group) และหมู่ไฮโดรฟิลิค (Hydrophilic) จะยึดเกาะกับส่วนที่เป็นน้ำ (aqueous) การยึดเกาะระหว่างเฟส (phase) ทำให้มีการอุ้มน้ำและเกิดไฮเดรชั่น กระบวนการโฮโมจีไนเซชั่น (Homogenization) ระหว่างผลิตจะช่วยให้การอุ้มน้ำดีขึ้น ส่วนการสร้างโครงสร้างเจลช่วยเพิ่มความหนืด (viscosity) ของส่วนผสม (ศิวาพร, 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สเตบิไลเซอร์ในผลิตภัณฑ์เข่แข็งจะช่วยให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความเสถียร เพิ่มความหนืด มีผลต่อความฟู (overrun) ของผลิตภัณฑ์ ป้องกันไม่ให้ขนาดของผลึกน้ำแข็ง เปลี่ยนไปด้วยการลดอัตราการละลายของผลิตภัณฑ์และยังช่วยไม่ให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ เนื่องจากมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง (Water-holding capacity) ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความเนียน นอกจากนั้นสเตบิไลเซอร์ยังป้องกันไม่ให้เนื้อสัมผัสหยาบเนื่องจากความไม่แน่นอนของอุณหภูมิ (ภาวิณี, 2531)

สเตบิไลเซอร์ที่เลือกใช้จะต้องสามารถรวมตัวกับส่วนผสมได้เป็นอย่างดีไม่มีการจับตัวเป็นก้อน มีรสชาติที่เป็นธรรมชาติ มีคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณที่ใช้ควรพิจารณาให้เหมาะม ไม่ควรใช้เพิ่มความหนืดของส่วนผม เพราะจะทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนอื่นโดยเฉพาะการทำให้เข็งตัวจะช้า เพิ่มเวลาในการปั่น และมีผลต่อการลดความฟู ที่สำคัญจะต้องหาง่ายและราคาถูก

ซึ่งสารตัวที่นำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้ คือ แป้งข้าวโพด (corn strach)

2.3.2.3.1 <u>แป้งข้าวโพด</u> (corn starch) เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตมีองค์ประกอบของ amylose 22 % และ amylopectin 18 % การที่จะทำให้แป้งข้าวโพดเกิดการสร้างเจลจะต้องใช้อุณหภูมิสูง โดยจะทำให้อาหารเกิดคุณสมบัติที่เหนียวข้น (thickening) ดังนั้นจึงยากต่อการทำให้เย็น (cooling) โดยความเข้มข้นที่ใช้จะต้องมีปริมาณที่จำกัด คือประมาณ 3.5 % ซึ่งถ้าใช้น้อยกว่านี้จะทำให้ความคงตัวมีน้อยลง หรือไม่มีเลย เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์ยุบตัวง่าย (ศิวาพร, 2529)

อย่างไรก็ตามการใช้สารช่วยในการคงตัวก็อาจก่อให้เกิดผลเสียกับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ ถ้าใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น

- Crumbly body เป็นลักษณะที่เกิดการสูญเสียแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลผลิตภัณฑ์อุ้มน้ำได้น้อย เนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำลง ทำให้ความคงตัวน้อย ความฟู (overrun) สูงเกินไป และแรงดันที่ใช้ในการโฮโมจีไนเซชั่นต่ำไป ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะไม่รวม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกันเป็นก้อน ร่วน ทยาบ การแก้ไขจะทำได้โดยเพิ่มปริมาณของสเตบิไลเซอร์ให้มากขึ้น

- Soggy body เกิดจากการใช้ปริมาณสเตบิไลเซอร์มากเกินไป ทำให้ไอศครีมเนื้อแน่นเหนียวและละลายช้า เวลารับประทานจึงแก้ไขได้โดยลดปริมาณสเตบิไลเซอร์ลง

- Coarse หรือ Icy texture ลักษณะของผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่หรือใหญ่บ้างเล็กบ้าง หรือมีเซลอากาศขนาดใหญ่เกินไป เนื่องจากใช้สเตบิไลเซอร์น้อยเกินไป อัตราการทำให้ส่วนผสมแข็งตัวเป็นไปอย่างช้าๆ และเกิดการไฮเดรชั่นของโปรตีนได้น้อย การแก้ไขจึงควรหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิสูงในการปั่น และการแช่แข็งควรเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมด รวมทั้งเพิ่มปริมาณสเตบิไลเซอร์ที่ใช้ (ภาวิณี, 2531)

2.3.2.3 สารให้ความหวาน (Sweetener)

ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ประเภทโยเกิร์ตจะมีคุณค่าทางอาหารสูงและมีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก แต่ผู้บริโภคทั่วไปมักไม่ชอบรับรสชาติโดยธรรมชาติของโยเกิร์ต เนื่องจากมีรสเปรี้ยวจัด จึงได้มีการศึกษาและทดลองปรับปรุงรสชาติของโยเกิร์ตโดยใช้สารให้ความหวาน หน้าที่หลักของสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ประเภทโยเกิร์ต ก็คือการให้ความหวาน นอกจากนั้นสารให้ความหวานยังเป็นตัวช่วยให้ความหนืดแก่ผลิตภัณฑ์ และเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) ในผลิตภัณฑ์อีกด้วย ประเภทของสารให้ความหวานที่นิยมกันมากที่สุดที่ใช้ในโยเกิร์ตแช่แข็งก็คือ น้ำตาลซูโครส (sucrose) หรือน้ำตาลทรายนั่นเอง (สุพัตรา และอาไพพรรณ, 2535)

น้ำตาลซูโครส มีสูตรเคมี คือ $C_6H_{12}O_6$ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีรสหวาน หลอมตัวที่อุณหภูมิ 54 c ปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตควรอยู่ในช่วง 10-18 % สำหรับ Flavour yoghurt และ 12.5 % สำหรับ Fruit yoghurt (จอมขวัญ, 2531) เนื่องจากปริมาณน้ำตาลช่วงนี้จะทำให้เกิดลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดี กล่าวคือ น้ำตาลจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและเพิ่มรสชาติที่ดี ถ้าใช้น้ำตาลทรายในปริมาณที่มากเกินไปรสชาติของผลิตภัณฑ์จะหวานจัดเกินไปลดอัตราการตีขึ้นฟูของโยเกิร์ตแช่แข็ง นอกจากนี้ยังต้องใช้เวลาในการปั่นนานและต้องใช้อุณหภูมิต่ำๆ ในขั้นตอนการทำให้แข็งตัว (Hardening) (วรรณา, 2531) การเติมน้ำตาลในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจะเติมในช่วงก่อนการหมัก หรือหลังจากการหมักเสร็จสิ้นแล้วก็ได้ ถ้าเติมซูโครสในช่วงก่อนการบ่ม โดยเฉพาะก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพาสเจอร์ไรซ์นม จะช่วยทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบางชนิดได้ แต่ถ้าเติมหลังจากการบ่มแล้วจะลดความแข็งแรงของ body ของผลิตภัณฑ์ น้ำตาลอาจไม่ค่อยกระจายตัว นอกจากนี้พบว่า น้ำตาลซูโครสมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียในการสร้างกรดแลคติคโดยนมที่มีของแข็งทั้งหมด 16.5 % และน้ำตาล 12 % การสร้างกรดของหัวเชื้อผสมจะลดลง (ภาวิณี, 2531) ซึ่งการลดลงของการสร้างกรดอาจเกิดจากแรงดันออสโมติค (osmotic pressure) ของน้ำตาลในนม

2.3.2.4 สารที่ทำให้ส่วนผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน (Emulsifier)

สารที่มีคุณสมบัติเป็น Emulsifier จะช่วยให้เกิดความคงตัวของไขมันในน้ำ (oil in water stability) ในส่วนผสม โดยในโมเลกุลจะประกอบด้วยหมู่ที่ชอบน้ำ (hydrophilic) และหมู่ที่ชอบน้ำมัน (lipophilic) ซึ่งจะเป็นตัวลดแรงตึงผิว (surface tension) ระหว่างน้ำกับไขมัน ช่วยคงสภาพความเป็นเนื้อเดียวกัน (Emulsion) สารนี้จะไปจับไขมัน (coat fat) ทำให้ไม่รวมตัวกับโปรตีน ลดแรงตึงผิวระหว่างของเหลวและอากาศ ช่วยทำให้เกิดฟองอากาศเล็กๆ ในระหว่างกระบวนการทำให้เย็น (Freezing process) เป็นการเพิ่มความสามารถในการฟูตัว (overrun) และทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์เรียบ อ่อนนุ่ม แห้ง และละลายช้า

ในน้ำนมธรรมชาติ จะมีสารช่วยให้เป็นเนื้อเดียวกันอยู่แล้ว (emulsifier) คือ เลซิทิน (Lecithin) สารประกอบฟอสฟาไทด์ (Phosphatides) ในไข่แดง (Egg yolk) จะมีปริมาณเลซิทินอยู่สูงแต่ไม่นิยมใช้ เนื่องจากมีราคาแพงและจะให้กลิ่นที่ผิดปกติ (off flavour) ถ้าใช้ในปริมาณสูง ในทางการค้ามีการผลิตเลซิทินขึ้นมาเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้

เลซิทินมีชื่อทางเคมีว่า ฟอสฟาติดิล โคลีน (Phosphatidyl Choline) เป็นสารประกอบฟอสฟาไทด์ชนิดหนึ่ง ที่พบทั้งในเหล่งที่มีไขมันและน้ำมัน เช่น สมอง ตับ ไข่แดง เมล็ดพืช ปัจจุบันจะผลิตเลซิทินจากถั่วเหลือง เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีปริมาณเลซิทินในปริมาณสูง ดังนั้นเลซิทินจึงเป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันพืชโดยได้จากขั้นตอนการกำจัดสารเหนียว (Degumming) ซึ่งรวมถึงฟอสฟาไทด์ก็จะถูกกำจัดออกไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากโมเลกุลของสารพวกฟอสฟาไทด์มีส่วนประกอบที่เป็นทั้ง Polar group ซึ่งได้แก่ ส่วนของเอสเทอร์ระหว่างกรดฟอสฟอริคกับไนโตรจีนัสเบสหรือแอลกอฮอล์ เป็นส่วนที่รวมกับน้ำได้ดี (Hydrophilic group) กับส่วนของกรดไขมัน (Lipophilic group) ทั้งสองส่วนมีความสำคัญทำให้เลซิทินมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวช่วยให้สารสองชนิดที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันผสมกันได้ดีขึ้น โดยจะเข้าเรียงตัวระหว่างสารสองชนิดในอาหาร นอกจากนี้เลซิทินยังมีส่วนช่วยควบคุมความหนืด ลดความเหนียว ควบคุมการตกผลึก และเป็นสารกันหืน (antioxidant) ทำหน้าที่ยับยั้งการออกซิเดชั่นของไขมัน (จันทนา, 2521 และ ศุภรัตน์, 2530)

2.4 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตแช่แข็ง

ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตแช่แข็งนี้ จะรวมกรรมวิธีในการทำโยเกิร์ตและไอศครีมเข้าไว้ด้วยกัน โดยสามารถแยกอธิบายได้เป็นขั้นตอน ดังนี้

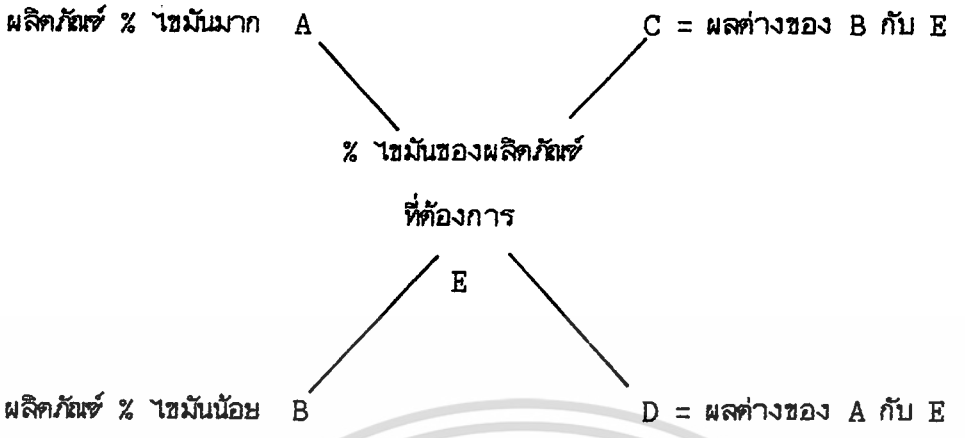
2.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ส่วนผสมของโยเกิร์ตแช่แข็งจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นของเหลวและส่วนที่เป็นของแข็ง ส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำนม ซึ่งต้องผ่านการปรับมาตรฐานไขมัน (Standardization of fat content in milk) ก่อนที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบตัวหนึ่งในการผลิต วิธีการปรับมาตรฐานไขมันมี 3 วิธี คือ

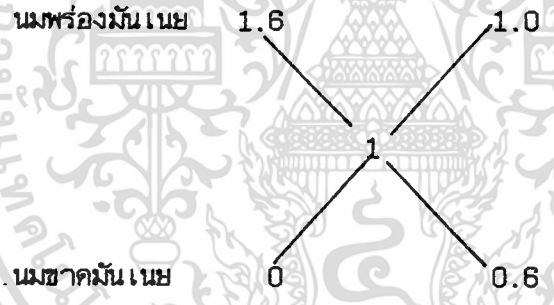
1. แยกปริมาณไขมันบางส่วนออกจากน้ำนม
2. ผสมครีมที่มีไขมันเต็ม (40 % Fat full cream milk) กับนมขาดมันเนย (Skim milk)
3. เติมครีมลงในนมสดที่ยังไม่ผ่านการแยกไขมันนมหรือนมขาดมันเนย

โดยสัดส่วนขององค์ประกอบในการปรับมาตรฐานไขมัน สามารถคำนวณได้จากวิธี เพียร์สัน สแควร์ (Pearson's square method) โดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขึ้น เขียนเปอร์เซนต์ไขมันที่ต้องการตรงกลางของรูปสี่เหลี่ยม มุมซ้ายทั้งสองจะเขียนเปอร์เซนต์ไขมันนมที่จะนำมาปรับให้ได้มาตรฐาน และไขมันของนม ครีมหรือหางนม ก็จะใช้เป็นตัวปรับเปอร์เซนต์ไขมันนม (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณของนมพร่องมันเนยที่มีไขมัน 1.6 % ปรับปริมาณไขมันให้ลดลงเหลือ 1.0 % ได้ด้วยนมขาดมันเนยที่มีไขมัน 0 % ดังนี้



ผลของนมสดที่ผ่านการปรับมาตรฐานไขมันจำนวน 500 ml. หรือ กรัม ได้ดังนี้

ปริมาณนมพร่องมันเนยที่ต้องการ = (1*500)/1.6 = 312.5 ml./g.

ปริมาณนมขาดมันเนยที่ต้องการ = (0.6*500)/1.6 = 187.5 ml./g.

ส่วนประกอบที่เหลือจะเป็นส่วนของแข็ง ได้แก่ สารให้ความหวาน นมผงขาดมันเนยและสเตบิไลเซอร์จะถูกผสมให้เข้ากันก่อน (dry mix) ก่อนที่จะนำไปผสมกับน้ำนม เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของส่วนนี้ โดยเฉพาะสเตบิไลเซอร์ และยังช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายให้ดีขึ้น สารให้ความหวานบางชนิด เช่น กลูโคสไซรับมีลักษณะเป็นของเหลวความหนืดสูง จะผสมกับนมที่อุ่นก่อนการผสมส่วนผสมแห้ง (dry mix) ลงไป เพื่อให้ละลายได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การผสม (Mixing)

นำองค์ประกอบส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำนมที่ผ่านการปรับมาตรฐานไขมันแล้ว มาให้ความร้อนแล้วจึงเติมส่วนประกอบที่เป็นของแข็ง ได้แก่ นมผงขาดมันเนย (skim milk powder) น้ำตาล และสเตบิไลเซอร์/อิมัลซิไฟเออร์ ลงในน้ำนมก่อนที่อุณหภูมิจะถึง 60 c (Frandsen และ Arbuckle, 1961) และคนส่วนผสมให้ให้ละลายเข้ากันทันที

2.4.3 การโฮโมจีไนเซชั่น (Homogenization)

เป็นการนำส่วนผสมที่ยังอุ่นจากข้อ 2 ผ่านช่องเปิดขนาดเล็กด้วยอัตราเร็วและความดันสูงด้วยเครื่อง Homogenizer มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง (มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2 ไมครอน) เพื่อที่จะได้แทรกตัวเข้าไปในเนื้อผลิตภัณฑ์ได้อย่างสม่ำเสมอ โดยไม่แยกเป็นชั้นไขมันออกมาในขณะทำให้แข็งและเย็นจัด (Freezing) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีเนื้อเนียน ละเอียด และเพิ่มความสารถในการปั่นให้ขึ้นฟูได้ง่าย และช่วยลดเวลาที่จะทำให้แข็งตัว (Frandsen, 1961)

ในการโฮโมจีไนซ์นี้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ อุณหภูมิของส่วนผสมและความดันที่ใช้ โดยอุณหภูมิจะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ (Off flavour) จากไขมันในนมได้ เนื่องจากเม็ดไขมัน (fat globule) ถูกทำให้เล็กลง พื้นที่ผิวจะเพิ่มขึ้นเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) โดยเอนไซม์เกิดเป็นสารพวกเปอร์ออกไซด์ที่ทำให้กลิ่นผิดปกติได้ง่ายการป้องกันปฏิกิริยานี้ สามารถทำได้โดยใช้อุณหภูมิสูงทำลายเอนไซม์ก่อนการโฮโมจีไนเซชั่น ซึ่งในกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมแข่แข็งนี้ ส่วนผสมควรจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 60-70 c เนื่องจากเพียงพอที่จะทำลายเอนไซม์ดังกล่าวได้ ซึ่งถ้าใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้จะทำให้ไขมันจับตัวกัน เพิ่มความหนืด เป็นสาเหตุให้ต้องใช้เวลาในการทำให้ส่วนผสมแข็งตัว (Freezing time)นานขึ้น ส่วนในระบบพาสเจอร์ไรซ์แบบ Batch ซึ่งจะทำการพาสเจอร์ไรซ์ก่อนการโฮโมจีไนเซชั่น ส่วนผสมจะมีอุณหภูมิประมาณ 80-85 c ดังนั้นจึงต้องลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 65 c ก่อนเข้ากระบวนการโฮโมจีไนเซชั่นและถ้าพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิต่ำ คือประมาณ 63 c ก็ควรจะเพิ่มอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 71-78 c เสียก่อน (Frandsen, 1961)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนความดันที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความหนืด องค์ประกอบของส่วนผสม ความคงตัว อุณหภูมิที่ใช้และโครงสร้างของเครื่อง โดยจะใช้ความดันในช่วง 2,000-2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้วในขั้นที่หนึ่ง (First stage) และ 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้วในขั้นที่สอง (Second stage) การใช้ Two stage homogenization นี้ เพื่อป้องกันการจับตัวของเม็ดไขมัน เมื่อผ่านการโฮโมจีไนเซชั่นขั้นแรก เนื่องจากพื้นที่ผิวของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการรวมตัวกันของเม็ดไขมันได้ง่าย

2.4.4 การพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization)

หลังจากผ่านการโฮโมจีไนเซชั่นจะนำส่วนผสมมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 80-85 c นาน 30 นาที (Lang, 1979) อุณหภูมิที่ใช้เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับโยเกิร์ตแข็งและผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตอื่นๆ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลต่อคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ จะสูญเสียวิตามินบางชนิดไป องค์ประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคหมดไป และอาจเกิดกลิ่นนมต้ม (cooked flavour) ได้

วัตถุประสงค์ในการให้ความร้อนกับส่วนผสมในการผลิตโยเกิร์ต ก็เพื่อเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมาในขั้นต้น และเป็นการปรับสภาพของน้ำนมดิบให้มีคุณสมบัติเหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์แลคติค ก็คือ เป็นการไล่อากาศในน้ำนม ทำให้องค์ประกอบบางอย่างในน้ำนมแตกตัว และชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีซึ่งมีประโยชน์ต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ อันได้แก่ สารประกอบพวก Sulphydryl และทำให้เกิดสภาพไม่มีอากาศ นอกจากนี้ความร้อนจะทำให้โปรตีนอัลบูมิน (Albumin) และ กลอบูลิน (Globulin) ตกตะกอน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความหนืดและความคงตัวให้แก่ผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอทั้งเนื้อสัมผัสและโครงสร้าง กลิ่นรสดีและยังช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อีกด้วย (Frandsen และ Arbuckle, 1961)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ต (Inoculation)

เมื่อพาสเจอร์ไรซ์เรียบร้อยแล้ว ส่วนผสมจะถูกทำให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 40–45 c เพื่อให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย การถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตลงในส่วนผสมจะต้องทำด้วยวิธีการปลอดเชื้อ (Aseptic technique) โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตจาก Starter culture 5–10 %

ปริมาณ Stater culture ที่ใช้ค่อนข้างสูง เนื่องมาจาก Stater culture ดังกล่าวได้มาจากการบ่มเชื้อโยเกิร์ตที่ขายตามท้องตลาด (Commercial plain yoghurt) ซึ่งประสิทธิภาพจะลดลงจากเชื้อบริสุทธิ์ (Pure culture) นอกจากนี้สาเหตุที่ต้องใช้ Stater culture ในปริมาณสูงก็เนื่องจากองค์ประกอบของส่วนผสม คือ น้ำตาลซูโครสในระดับ 8–20 % จะเพิ่มความดันออสโมติก ซึ่งทำให้อัตราการเจริญของเชื้อลดลง (Tramer, 1973)

2.4.6 การบ่ม (Incubation)

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ *S.thermophilus* และ *L.bulgaricus* คือ 40–45 c การบ่มจะมี 2 วิธี คือ

ก. วิธีบ่มระยะสั้น (Short incubation method) บ่มที่ 40–45 c นาน 2–8 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเชื้อที่ใช้ด้วย

ข. วิธีบ่มระยะนาน (Long incubation method) ใช้เวลาประมาณ 16–18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 c หรือสูงกว่าจนได้ปริมาณกรดที่ต้องการ

ในช่วงการบ่มนี้ แบคทีเรียจะทำการย่อยน้ำตาลแลคโตสในส่วนผสมและสร้างกรดแลคติคขึ้นทำให้โมเลกุลของเคซีน (casein) เกิดการรวมตัวกันและเกิดเป็น curd ขึ้นที่ pH 4.6–4.7 ซึ่งเป็นจุด isoelectric point ของน้ำนม หลังจากนั้นจะบ่มต่อเพื่อให้pH ลดลงอีกประมาณ 4.2–4.4 หรือเปอร์เซนต์กรดแลคติคประมาณ 0.8–1.0 % โดยใช้เวลาประมาณ 6–8 ชั่วโมง ลักษณะ curd ที่ดีจะเรียบเนียน ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำเวย์ (whey) ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 การบ่มไนที่เย็น (Aging)

เป็นการหยุดยั้งปฏิกิริยาการสร้างกรดแลคติคโดยแบคทีเรีย เมื่อค่า pH และเปอร์เซนต์กรดแลคติคในผลิตภัณฑ์ได้ตามต้องการแล้ว โดยการทำให้เย็นลงอย่างช้าๆ และยังเป็นการป้องกันการหดตัวของ curd ในระหว่างการบ่มที่เย็น ส่วนผสมจะมีความหนืดสูงขึ้น สเตบิไลเซอร์ในส่วนผสมจะมีโครงสร้างเจลที่แข็งแรงขึ้น และเม็ดไขมันจะกลายเป็นไขมันแข็ง (Solid fat) (วรรณา, 2531) เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตแช่แข็งที่ได้จะมีความนุ่มไม่เหลวตัวง่ายหลังจากผ่านขั้นตอนการบ่มไนที่เย็นที่อุณหภูมิ 4-8 c เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

2.4.8 การนำส่วนผสมมาปั่นในเครื่องปั่นไอศครีม (Freezing)

เครื่องปั่นไอศครีมที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องปั่นไอศครีมชนิดต่อเนื่อง (Continuous Freezer) และชนิดที่ทำงานเป็นกะ (Batch Freezer) ซึ่งชนิดที่เลือกใช้จะเป็นเครื่องสำหรับปั่นไอศครีมซึ่งเป็นแบบ Batch freezer มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก มีเครื่องทำความเย็นอยู่โดยรอบ ภายในมีเครื่องกวนและใบมีดขูดในช่วงของการปั่นไอศครีม นอกจากเพื่อให้เกิดผลึกน้ำแข็งแล้วยังเป็นขั้นตอนที่ให้อากาศเข้าไปผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์อีกด้วย การปั่นจะสิ้นสุดลง เมื่อผลิตภัณฑ์มีความข้นและเหนียวหรือเมื่อพบว่ามีปริมาณอากาศและผลึกน้ำแข็งที่มากเพียงพอแล้ว โครงสร้างทางกายภาพของโยเกิร์ตแช่แข็งที่ได้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลว อากาศ และของแข็ง หรือ Three - phase system โดยเซลอากาศกระจัดกระจายอยู่ในชั้นของของเหลว (Continuous liquid phase) ซึ่งประกอบไปด้วย ผลึกน้ำแข็ง ไขมันแข็ง โปรตีนนม ผลึกแลคโตส สเตบิไลเซอร์ ซูโครส เกลือที่ละลายและไม่ละลายน้ำ

เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการปั่นจะแตกต่างกันไปตามชนิดของเครื่อง หากใช้เวลาน้อยผลิตภัณฑ์จะมีเนื้อนุ่ม (smooth) ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำจะเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก แต่ถ้าใช้เวลานานจะได้ผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่แทน เครื่อง Continuous freezer จะใช้เวลาไม่กี่นาที ในขณะที่ Batch freezer ใช้เวลาประมาณ 6-10 นาที เครื่องปั่นไอศครีมที่ใช้ในการทดลองจะมีอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ -6 ถึง -9 c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้หากนำไปบรรจุ และจำหน่ายทันทีจะได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า Soft serve frozen yoghurt

2.4.9 การทำให้แข็งตัว (Hardening)

Soft frozen yoghurt ที่ได้จะมีลักษณะค่อนข้างเหลว เนื่องจากมีส่วนประกอบของน้ำในสภาพของเหลวประมาณ 30-50 % ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดและการทำงานของเครื่องปั่นไอศครีมในแต่ละชนิด ซึ่งผลิตภัณฑ์จะมีรูปร่างไม่แน่นอน จำเป็นต้องนำมาแช่แข็ง (โดยไม่ต้องคนหรือปั่น) จนมีอุณหภูมิ -17 c หรือต่ำกว่า (ส่วนมากจะทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ -26 c) ในเวลาสั้นที่สุด เพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่จนเกิดลักษณะเนื้อทราย เวลาที่ใช้จะแตกต่างกันไป แต่โดยทั่วไปจะใช้เวลาที่ทำให้จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ในภาชนะเย็นลงถึงอุณหภูมิ -17 c ยิ่งใช้เวลาน้อยเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะยิ่งนุ่มขึ้นเท่านั้น โดยมักจะใช้เวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจจำหน่ายทันที หรือเก็บไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ บางครั้งก็สามารถใช้ห้องแช่แข็งเป็นห้องเก็บผลิตภัณฑ์ได้เลย แต่ส่วนมากแล้วโรงงานมักจะสร้างห้องเก็บแยกต่างหาก ซึ่งจะมีอุณหภูมิสูงกว่าห้องแช่แข็ง สิ่งสำคัญก็คือ อุณหภูมิของห้องเก็บต้องคงที่ในช่วง -23 ถึง -17 c และภาชนะควรวางเรียงติดกัน (วรรณา, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไอศครีมเชอร์เบท (Sherbet)

3.1 องค์ประกอบของเชอร์เบท

ไอศครีมสามารถมีส่วนผสมหรือองค์ประกอบที่แตกต่างกันไป เพื่อให้ได้ไอศครีมชนิดต่างๆตามลักษณะขององค์ประกอบ สามารถจำแนกไอศครีมออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้

Plain Ice Cream : คือ ไอศครีมที่กลิ่นรสเพียง 1 ชนิด โดยทั่วไปแล้ว หมายถึง ไอศครีมวานิลา

Fruit Ice Cream : คือ ไอศครีมที่เติมผลไม้หรือน้ำผลไม้

Nut Ice Cream : คือ ไอศครีมที่เติมเนื้อพวก nut หรือถั่วต่างๆ

French Ice Cream : คือ ไอศครีมที่มีไขมันอยู่สูงและเติม 1.5-3 % egg yolk solid

Custard Ice Cream : โดยทั่วๆไปแล้วเป็นชนิดเดียวกับไอศครีม pudding วิธีการคือเอาส่วนผสมของนมและไข่ที่ทำให้สุกแล้วใส่ในส่วนผสมไอศครีม แล้วทำให้เย็น มีไขมันมากกว่า 10 %

Ice Cream pudding : คือไอศครีมผลไม้ที่ใส่ไข่หรือไข่แดงตามความต้องการ

Parfait : เป็นไอศครีมที่ไขมันสูงจะมีผลไม้,nut ต่างๆ และไข่แดง

Mousse : เป็นขนมหวานแช่แข็งชนิดหนึ่ง (frozen confection) ทำจาก whipped cream น้ำตาลและสารปรุงแต่งกลิ่นรส

Soft Ice Cream : เป็นไอศครีมที่ผู้บริโภครับประทานได้เลยทันที เมื่อนำออกจาก freezer ที่อุณหภูมิ 18-20 F

Sherbet : คือ ไอศครีมที่ทำจากน้ำ น้ำตาล milk solid จำนวนเล็กน้อย กรด กลิ่นรสผลไม้และสี ใช้สเตบิไลเซอร์ในปริมาณค่อนข้างมาก เพื่อให้เกิดสภาพที่เป็นเจลอ่อนๆที่อุณหภูมิห้อง กรดที่นิยมใช้คือ กรดซิตริค โดยทั่วไปสภาพความเป็นกรดของ sherbet จะไม่ต่ำกว่า 0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอศครีมเชอร์เบทจะมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไอศครีมประเภทอื่นๆ ตามองค์ประกอบต่อไปนี้ (ดัดแปลงจาก วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531. และ Arbuckle, 1977)

	ไอศครีมทั่วไป	เชอร์เบท
ไขมัน	8-20 %	< 2 %
MSNF	8-15 %	3-5 %
น้ำตาล	13-20 %	25-35 %
Stabilizer-emulsifier	0-0.7 %	0.4-0.6 %
% overrun	80-100 %	25-45 %

นอกจากองค์ประกอบข้างต้นแล้ว เชอร์เบทยังมีกรดผลไม้ (fruit acid) ประกอบอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าไอศครีมทั่วไปอยู่มาก คือประมาณ 0.3-0.5 % ในรูปของสารละลายกรดซิตริค 50 % จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติเปรี้ยวแหลมมากกว่าและจากองค์ประกอบที่ต่างไปจากไอศครีมทั่วไปดังข้างต้นก็เป็นเหตุให้เชอร์เบทมีคุณสมบัติต่างจากไอศครีมชนิดอื่น ดังนี้ คือมีปริมาณน้ำตาลในส่วนผสมมาก เป็นเหตุให้เชอร์เบทมีจุดเยือกแข็งต่ำกว่า และจะมีเนื้อสัมผัสที่หยาบกว่า มีผลให้เชอร์เบทมีคุณสมบัติในการละลายในปากที่ดีกว่า คือจะให้ความรู้สึกที่สดชื่นเมื่อรับประทานมากกว่าและเนื่องจากมีไขมันนมเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยมาก ทำให้เชอร์เบทมีความข้นมันน้อยกว่าไอศครีมทั่วไปอย่างเห็นได้ชัด เชอร์เบทจึงเป็นไอศครีมที่เหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมแคลอรี่

จะได้กล่าวถึงรายละเอียดขององค์ประกอบแต่ละชนิด ดังต่อไปนี้

3.1.1 <u>ไขมัน</u> ไขมันที่เป็นส่วนประกอบของไอศครีมอาจได้มาจาก น้ำนมสด ครีม มันเนย นมผง หรือนมข้นก็ได้ และในบางครั้งอาจใช้ไขมันจากน้ำมันพืช เช่น น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันมะพร้าว หรือน้ำมันปาล์ม เป็นต้น ไขมันจะเป็นตัวช่วยทำให้ไอศครีมมีกลิ่นรสดี มีลักษณะเนื้อและ texture ที่ดี นอกจากนี้ยังเป็นสารอาหารที่ให้พลังงาน ทำให้ไอศครีมเป็นอาหารที่มีพลังงานสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 Milk Solid Non Fat (MSNF) ปริมาณไขมันนมในไอศครีมจะต้องสมดุลย์กับปริมาณ MSNF ด้วย การที่มีปริมาณ MSNF มากเกินไปจะทำให้น้ำตาลแลคโตสตกผลึกเนื้อไอศครีมจะมีลักษณะหยาบคล้ายเม็ดทราย โปรตีนนมซึ่งเป็น MSNF มีคุณสมบัติช่วยอุ้มน้ำทำให้ลักษณะเนื้อของไอศครีมดีขึ้น MSNF จะช่วยเพิ่มความหนืดของส่วนผสม ทำให้มี % overrun สูงขึ้นโดยไม่ทำให้ลักษณะเนื้อไอศครีมเสีย และช่วยให้ไอศครีมละลายช้าลงด้วย (นิธิยา, 2527)

3.1.3 น้ำตาล เชอร์เบทจะใช้ปริมาณน้ำตาลมากกว่าในไอศกรีมทั่วไปเกือบสองเท่าตัว คือประมาณ 25-35 % โดยน้ำตาลที่นิยมใช้ ได้แก่ น้ำตาลทราย เดกโตรส หรือ กลูโคสจาก corn syrup inverted sugar maltose syrup น้ำผึ้ง หรือ ซอร์บิทอล ในการผลิตไอศครีมอาจใช้น้ำตาลมากกว่าหนึ่งชนิดก็ได้ เช่นอาจใช้ corn syrup หรือ inverted sugar ร่วมกับน้ำตาลทรายเพื่อลดปัญหาการแตกบริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ส่วนซอร์บิทอลเป็นสารให้ความหวานในการผลิตไอศครีมสำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวาน (Arbuckle, 1977)

น้ำตาลนอกจากจะให้ความหวานแล้ว ยังช่วยลดจุดเยือกแข็งของส่วนผสมให้ต่ำลง ทำให้ไอศครีมแข็งตัวที่จุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำมาก ซึ่งปริมาณและชนิดของน้ำตาลที่เลือกใช้จะมีผลต่อจุดเยือกแข็งของไอศครีม (นิธิยา, 2527)

3.1.4 สเตบิไลเซอร์ การเลือกใช้เตบิไลเซอร์ในเชอร์เบท มีความจำเป็นและต้องพิถีพิถัน รวมทั้งปริมาณที่ใช้ก็ต้องมากกว่าในผลิตภัณฑ์ไอศครีมทั่วไปมาก เนื่องจากมีน้ำตาลอยู่มากแต่ไขมันนมต่ำจึงมีโอกาสเกิดการแยกตัวของผลึกน้ำตาลได้ง่ายจำเป็นต้องใช้สเตบิไลเซอร์ช่วยลดปัญหาเหล่านี้ คุณสมบัติของสเตบิไลเซอร์ที่ดีจะต้องเป็นตัวช่วยดูดน้ำและเพิ่มความหนืด ทำให้มี mobility ของ free water น้อยลง ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ในระหว่างการทำให้ไอศครีมแข็งตัว เนื่องจากสเตบิไลเซอร์มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ไอศครีมที่ได้จะมีลักษณะแห้ง ไม่หยาบ ไม่ละลายง่าย คงตัวในรูปทรงที่ต้องการในขณะเสิร์ฟ สเตบิไลเซอร์ตัวที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เชอร์เบท ได้แก่ เพคติน (pectin) และเจลาติน (gelatin) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เจลาตินเป็นสเตบิไลเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.1 <u>เจลาติน</u> (Gelatin) เป็นสเตบิไลเซอร์ที่นิยมใช้กันมากในไอศครีม พบว่ามีการเริ่มใช้เจลาตินในปี ค.ศ. 1905 เจลาตินเป็นสารที่ช่วยในการสร้างเจล (gelling agent) และเป็นสารประเภท hydrocolloid ที่สำคัญที่ไม่ได้มีส่วนประกอบของโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) แต่เป็นโปรตีนสัตว์ที่สกัดจากหนังสัตว์และกระดูกสัตว์ โดยการสกัดด้วยกรดหรือด่าง และเนื่องจากเป็นโปรตีน จึงมีกรดอะมิโนบางชนิดที่ให้คุณค่าทางอาหารไม่มากก็น้อย ทั้งยังสามารถดูดซึมน้ำได้อย่างรวดเร็วช่วยให้เบคทีเรียเจริญได้ง่าย ดังนั้นจึงควรเก็บไว้ในที่เห้งและป้องกันไม่ให้เกิดการบนเปื้อน

คุณสมบัติของเจลาตินสามารถละลายน้ำได้ดีในน้ำเดือดและคืนตัวเมื่อถูกทำให้เย็นลงประมาณ 14 c โดยจะสร้างเจลที่เนียน (smooth) เบา (shimmery) จับตัวกันแน่น (firmness) และ นุ่ม(tender) เจลาตินจะไม่ทำให้ส่วนผสมมีความหนืดสูงมาก แต่จะต้องการเวลาในการดูดซึม (absorb) น้ำให้มากที่สุด เพื่อสร้างความคงตัวที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำการบ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 c เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง ก่อนการทำให้ส่วนผสมเย็นจัดใน Ice cream freezer (Arbuckle, 1966) และหลังจากการทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัวในกระบวนการ Hardening โครงสร้างเจลที่สร้างขึ้นจะป้องกันไม่ให้น้ำฟอร์มตัวเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่

ทางด้านการละลายโครงสร้างเจลที่สร้างขึ้นจะสามารถละลายได้ที่อุณหภูมิร่างกาย ดังนั้นโครงสร้างเจลที่แข็งตัวอยู่นั้นจะละลายทันทีที่รับประทาน ทำให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้กลิ่นรสได้อย่างรวดเร็ว และสามารถสัมผัสเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เนียนนุ่มมากยิ่งขึ้น เจลที่สร้างขึ้นมีแนวโน้มที่จะละลายที่อุณหภูมิประมาณ 25 c จึงควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่เย็นตลอดเวลา คุณสมบัติอีกข้อหนึ่งของเจลาตินคือ จะไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ pH และ ionic strength ของผลิตภัณฑ์ (ดัดแปลงจาก ภาวิณี, 2532)

3.1.5 <u>กลิ่นรสและสี</u> กลิ่นรสและสีในเชอร์เบทมีผสมมาจากองค์ประกอบต่อไปนี้

3.1.5.1 น้ำผลไม้ ตามปกติแล้วอัตราส่วนน้ำผลไม้ที่ใช้ในการผลิตเชอร์เบทจะแตกต่างกันไปตามความนิยมและองค์ประกอบของสูตรนั้นๆ แต่ควรที่จะหลีกเลี่ยงที่จะใช้น้ำผลไม้ในปริมาณที่มากเกินไป เพราะนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดกลิ่นรสที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดปกติได้ด้วย โดยที่น้ำผลไม้ที่ใช้นั้นอาจเป็นน้ำผลไม้สดหรือน้ำผลไม้เข้มข้นก็ได้

3.1.5.2 กลิ่น (Flavour) การใช้กลิ่นในเชอร์เบทนั้นไม่ได้เป็นการใช้เพื่อทดแทนน้ำผลไม้ทั้งน้ำผลไม้สดและน้ำผลไม้เข้มข้น แต่เป็นการควบคุมให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่คงที่เนื่องจากกลิ่นสังเคราะห์ที่เลือกใช้สามารถควบคุมได้

3.1.5.3 สี (Colour) สีที่ใช้อาจเป็นสีที่สกัดจากธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ก็ได้ซึ่งจุดประสงค์ในการใช้สีในการผลิตเชอร์เบทรวมทั้งไอศครีมทั่วไปก็เช่นเดียวกับการใช้กลิ่นคือ เพื่อควบคุมผลิตภัณฑ์ให้มีสีที่คงที่ในทุกครั้งของการผลิต

3.1.5.4 สารละลายกรดซิตริค (Citric acid solution)ในการผลิตเชอร์เบทจะใช้กรดผลไม้เพื่อเพิ่มรสชาติที่เปรี้ยวแหลม ซึ่งอาจจะใช้กรดซิตริคหรือกรดทาทาริคก็ได้ แต่ที่นิยมใช้จะอยู่ในรูปของสารละลายกรดซิตริค 50 % ซึ่งเตรียมได้จาก น้ำและผลึกกรดซิตริคในอัตราส่วน 1:1 ค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่ควรต่ำกว่า 0.35 % และไม่ควรเกิน 0.5 %

3.2 กรรมวิธีการผลิต

เนื่องจากเชอร์เบทเป็นผลิตภัณฑ์ไอศครีมประเภทหนึ่ง ดังนั้นกรรมวิธีการผลิตโดยรวมแล้วจึงมีกระบวนการเช่นเดียวกับการผลิตไอศครีมประเภทอื่นๆ ดังจะสามารถอธิบายได้เป็นขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การเตรียมส่วนผสมไอศครีม (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

การเตรียมส่วนผสม ได้แก่ การลดเสียงวัตถุดิบจากกรุดัง การชั่งหรือตวง การผสมส่วนผสมต่างๆเข้าด้วยกัน

3.2.2 การลำดับประเภทของวัตถุดิบก่อนการผสม

วัตถุดิบที่เป็นของเหลว เช่น ครีม นม นมข้น น้ำเชื่อมและอื่นๆ จะผสมในถัง (vat หรือ mixing tang) โดยทำให้ส่วนผสมร้อน พร้อมกับคนไปเรื่อยๆ ส่วนวัตถุดิบแห้ง เช่น MSNF ไข่ผง โกโก้ น้ำตาลและสเตบิไลเซอร์ จะเติมลงในส่วนที่เป็นของเหลวก่อนที่อุณหภูมิจะสูงถึง 120 F วิธีป้องกันไม่ให้ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อนมีดังนี้

ก. ผสมวัตถุดิบแห้งทั้งหมดเข้ากับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้าๆพร้อมกับคนไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ร่อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลว เช่น MSNF โกโก้ โดยที่ของเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่า 80 F หากใช้เจลาตินเป็นสเตบิไลเซอร์ ควรผสมเจลาตินกับน้ำตาลในปริมาตรเท่ากันแล้วจึงเติมลงในของเหลวก่อนอุณหภูมิจะสูงถึง 120 F หรืออาจโรยไปบนผิวหน้าของของเหลวขณะยังเย็นแล้วจึงทำให้ค่อยๆร้อนขึ้นอย่างช้าๆ อีกวิธีหนึ่งก็คือ การผสมเจลาตินในน้ำอุ่นจนละลายได้หมดก่อนผสมลงในของเหลวที่อุ่น (100-120 F)

ค. ครีมแช่แข็ง (frozen cream) เนย หรือผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่จะใช้ในส่วนผสมไอศครีมควรตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ

ง. สีและกลิ่น จะเติมในส่วนผสมเป็นลำดับสุดท้ายก่อนนำส่วนผสมไปปั่น

3.2.3 โฮโมจีไนเซชั่น (Homogenization)

การโฮโมจีไนซ์ส่วนผสมไอศครีม นอกจากจะทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง ซึ่งเป็นการป้องกันการแยกชั้นของครีมแล้วยังช่วยทำให้ไอศครีมมีเนื้อนุ่ม และทำให้การปั่นส่วนผสมเป็นไปได้โดยง่าย รวดเร็ว ใช้เวลาปั่นส่วนผสมไม่นานนัก นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณสเตบิไลเซอร์ที่ใช้ให้น้อยลงได้

อุณหภูมิของส่วนผสมขณะโฮโมจีไนซ์ประมาณ 145-170 F ซึ่งหากที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ เม็ดไขมันจะจับตัวเป็นก้อน มีความหนืดสูงและต้องใช้เวลาในการปั่นส่วนผสมนาน

3.2.4 การพาสเจอไรเซชั่น

จุดประสงค์ในการพาสเจอไรซ์ส่วนผสมไอศครีมก็เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค สภาวะที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์แตกต่างกันดังนี้

ก.	Batch method	155 F นานไม่น้อยกว่า 30 วินาที
ข.	Continous methd (HTST)	175 F นานไม่น้อยกว่า 25 วินาที
ค.	UHT	210-265 F นาน 40 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การบ่ม (Aging) ส่วนผสมไอศครีม

ส่วนผสมที่โฮโมจีไนซ์แล้วจะถูกทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 32-40 F และนำไปบ่มด้วยการเก็บส่วนผสมที่ห้องที่มีอุณหภูมิเย็น 36-40 F ซึ่งในระหว่างการบ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนผสม ดังนี้

ก. เม็ดไขมันในส่วนผสมจะกลายเป็นไขมันแข็ง (solid fat)

ข. เจลาตินที่ใช้เป็นสเตบิไลเซอร์จะอมน้ำและพองตัว

ค. ความหนืดของส่วนผสมจะเพิ่มขึ้น

จุดประสงค์ของการบ่มส่วนผสมก็เพื่อทำให้เนื้อไอศครีมมีความนุ่ม ไม่เหลวตัวง่าย และทำให้การตีปั่นง่ายขึ้น เวลาที่ใช้ในการบ่มประมาณ 24 ชั่วโมง

3.2.6 การปั่นไอศครีม

การปั่นไอศครีมเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของการผลิตไอศครีม กรรมวิธีการปั่นไอศครีมแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน คือ (ก) นำส่วนผสมบรรจุลงเครื่องปั่น(freezer)ที่มีการอัดอากาศ และคนส่วนผสมจนกระทั่งการเป็นของแข็ง หรือเยือกแข็ง (frozen) ซึ่งประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก (ข) เมื่อส่วนผสมกลายเป็นของแข็ง หรือส่วนผสมมีความเหนียวแล้ว บรรจุในภาชนะก่อนการนำไปแช่แข็งในห้องเย็นเพื่อให้เนื้อไอศครีมทั้งหมดแข็งตัว ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรรมวิธีการปั่นโดยรวมนั้นเหมือนกับในขั้นตอนการปั่นโฮเกิร์ตแช่แข็ง

3.2.7 การแช่แข็ง (Hardening)

ไอศครีมที่ได้จากเครื่องปั่นจะมีลักษณะค่อนข้างเหลวมีรูปร่างไม่แน่นอน จำเป็นต้องนำมาแช่แข็ง (โดยไม่ต้องคนหรือปั่น) จนมีอุณหภูมิ 0 F หรือต่ำกว่า (ส่วนมากจะทำให้เย็นลงถึง -15 F) ในเวลาที่สั้นที่สุดเพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่

3.3 ลักษณะที่ไม่ดีของผลิตภัณฑ์

การ Wheying off คือ น้ำสีเหลืองที่แยกตัวออกมาในขณะที่ไอศครีมละลาย ซึ่งมีสาเหตุจากสเตบิไลเซอร์ทำปฏิกิริยากับโปรตีนในนม หรือเนื่องจากมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมาก ถ้ามีลักษณะรวมตัวกันเป็นลิ่มเล็กๆ (curdy particles) อาจเนื่องจากการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตบิไลเซอร์ที่ไม่เหมาะสม หรือขบวนการโฮโมจีไนซ์ไม่เหมาะสม ส่วนลักษณะเกล็ดแห้งๆบนผิวของไอศครีมที่ละลายอาจเกิดจากการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นานเกินไป หรือเกิดจากการสูญเสียความคงตัว (destabilization) ของโปรตีนในนมขณะทำให้ส่วนผสมแข็งตัว

ส่วนไอศครีมที่ภายหลังการละลายแล้วมีฟองเกิดขึ้น ก็เนื่องจากมีการอัดอากาศมากเกินไป (excessive overrun) ซึ่งก็สืบเนื่องมาจากการใช้สเตบิไลเซอร์มากเกินไป ทำให้ส่วนผสมมีความเหนียวข้นมาก (high viscosity) (นภาศรี, 2526)

การหดตัวของไอศครีม (Shrinkage) การหดตัวของไอศครีมมีสาเหตุจากการสูญเสียฟองอากาศ ทำให้ปริมาตรไอศครีมลดลง สาเหตุของการยุบตัวอาจเนื่องมาจากไอศครีมมีฟองอากาศมากเกินไป (excessive overrun) ไอศครีมที่มีนมผงมากจะยุบตัวน้อยกว่าไอศครีมที่มีนมผงน้อย (total solid) ถ้าอุณหภูมิที่เก็บไอศครีมสูงขึ้นก็อาจทำให้ไอศครีมยุบตัว เช่น ไฟฟ้าดับนานเกินไป ไอศครีมจะละลายและยุบตัว การพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 c จะช่วยการยุบตัวได้ สาเหตุอื่นที่ทำให้ไอศครีมยุบตัวคือการใช้นมข้นหวานทำไอศครีม และการมีกรดไขมันอิสระในไขมันนม การถูกไอน้ำแข็งแห้งก็เร่งการยุบตัวของไอศครีม เพราะไอศครีมจะดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้โครงสร้างของไอศครีมเปลี่ยนแปลง อากาศจะถูกไล่ออกจากไอศครีมเมื่อถ่ายไอศครีมจากภาชนะบรรจุหนึ่งไปยังภาชนะอื่นๆ (ประกาย, 2526)

ไอศครีมเนื้อทราย (Sandy Ice Cream) การตกผลึกของน้ำตาลนมในไอศครีมมักจะทำให้เกิดความผิดปกติของไอศครีมที่เรียกว่า Sandy Ice Cream มักพบเมื่อใช้นมผงมากกว่า 11 % การละลายตัวของไอศครีมและการทำให้เย็นใหม่ซ้ำแล้วซ้ำอีกมักจะเป็นส่วนหนึ่งของการทำให้เกิดการตกผลึก ซึ่งเรียกว่า Heat shock จะไม่เห็นผลึกดังกล่าวด้วยตาเปล่าแต่เมื่อไอศครีมละลายในปากจะรู้สึกเหมือนมีทรายอยู่ในปาก

สามารถป้องกันการตกผลึกนี้ได้โดยการเติมน้ำตาลแลคโตสลงในส่วนผสมไอศครีม ซึ่งเรียกว่า seeding การใส่แลคโตสต้องทำก่อนไอศครีมจะแข็งตัวอาจใช้นมผงใส่ลงไปโดยตรงเลยก็ได้ ผลึกแลคโตสที่ใส่ลงไปนี้จะเป็นแกนให้น้ำตาลแลคโตสในไอศครีมตกผลึกขนาดเล็กมากมาย ซึ่งถ้าไม่ทำ seeding ผลึกแลคโตสที่เกิดขึ้นจะมีขนาดใหญ่จนสามารถรู้สึกได้เมื่อทานไอศครีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนอีกวิธีหนึ่งก็คือ ย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมด้วยเอนไซม์ก่อนแล้วจึงนำมาผลิตไอศครีม (ประกาย, 2526)

รสชมที่เกิดจากน้ำผลไม้ ในการผลิตเชอร์เบทในระดับอุตสาหกรรมแล้วมักจะไม่พบปัญหาในข้อนี้ เนื่องจากมักจะใช้น้ำผลไม้เข้มข้นเป็นวัตถุดิบ แต่สำหรับการทำไอศครีมเชอร์เบทในครัวเรือนซึ่งมักจะนิยมใช้น้ำผลไม้สดโดยเฉพาะผลไม้ตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว ซึ่งผลไม้จำพวกนี้จะมีสารประกอบ limonin และ naringin ซึ่งเป็นสารที่ให้รสชม โดยหากใช้น้ำผลไม้ที่คั้นใหม่ๆก็จะไม่มีปัญหาเรื่องรสชมแต่ถ้าหากตั้งทิ้งไว้นานๆ หรือได้รับความร้อนจะเกิดรสชมทันที แต่ในกระบวนการทำเชอร์เบทจะต้องมีการให้ความร้อนแก่ส่วนผสมซึ่งรวมถึงน้ำผลไม้ดังกล่าวด้วย ดังนั้นเชอร์เบทที่ได้อาจมีรสชมบ้างเล็กน้อย ซึ่งตามปกติในการบริโภคน้ำผลไม้คั้นผู้บริโภคจะสามารถยอมรับรสชมดังกล่าวได้ในระดับหนึ่งแต่ถ้าหากมีมากเกินไปย่อมไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เราอาจลดปัญหาดังกล่าวได้โดยการไม่คั้นน้ำผลไม้ตั้งทิ้งไว้นานเกินไป และหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงๆเป็นเวลานานเกินไปด้วย (อรพิน, 2534)

3.4 สูตรในการผลิตเชอร์เบท

ในการทำเชอร์เบทนั้นสามารถเลือกใช้สูตรใดก็ได้ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งในแต่ละกลุ่มของผู้บริโภคก็มีความนิยมแตกต่างกันไป แต่ในกรรมวิธีการผลิตนั้นก็จะมีหลักเกณฑ์ต่างๆเหมือนๆกันโดยเราจะสามารถแบ่งส่วนผสมออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนผสมแห้ง (dry mix) และส่วนผสมที่เป็นของเหลว (wet mix) ส่วนขั้นตอนการผลิตก็ดังเช่นในหัวข้อข้างต้นที่เสนอไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 1 การทำเชอร์เบทโดยใช้นมสด (ดัดแปลงจาก Arbuckle, 1977)

ส่วนผสม	ปริมาณ
น้ำตาลทราย	16.0 lb.
น้ำตาลกลูโคส	10.0 lb.
น้ำนมสด	32.0 lb.
สเตบิไลเซอร์	0.4 lb.
น้ำผลไม้,สี,สารละลายกรดซิตริค	41.6 lb.
รวม	100.0 lb.

สูตรที่ 2 การทำเชอร์เบทโดยใช้หางนมผง (ดัดแปลงจาก Arbuckle, 1977)

ส่วนผสม	ปริมาณ
น้ำตาลทราย	16.0 lb.
น้ำตาลกลูโคส	10.0 lb.
หางนมผง	45.0 lb.
สเตบิไลเซอร์	0.4 lb.
น้ำผลไม้,สี,สารละลายกรดซิตริค	28.6 lb.
รวม	100.0 lb.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 3 การทำเชอร์เบทรสส้ม (ดัดแปลงจาก ประกาย, 2526)

ส่วนผสม	ปริมาณ
เจลาติน	1 ช้อนชา
น้ำตาลทราย	1 ถ้วยตวง
ไข่ไก่	1 ฟอง
น้ำมะนาว	1/2 ถ้วยตวง
น้ำส้มคั้น	3/4 ถ้วยตวง
ผิวส้มขูด	1 ลูก
น้ำ	1 ถ้วยตวง

สูตรที่ 4 การทำเชอร์เบทรสส้มสูตรอเมริกา (ดัดแปลงจาก ทองยศ, 2531)

ส่วนผสม	ปริมาณ
นมสด (หรือนมขาดมันเนย)	50 ปอนด์
น้ำตาลทราย	20 ปอนด์
น้ำมะนาว	1 ควือท
น้ำส้มคั้น	4 ควือท
เจลาติน	2 ออนซ์
ไข่ขาว (ไข่ไก่)	6 ฟอง
สีผสมอาหาร	พอเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การควบคุมคุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.1 คุณลักษณะของคุณภาพพวกที่ปรากฏหรือแสดงออก

ปัจจัยคุณภาพกลุ่มนี้สามารถแบ่งออกได้ตามการแสดงออกของคุณภาพต่อผู้บริโภค ได้ 3 ประเภท ดังนี้คือ

- ประเภทที่มองเห็นหรือแสดงออกให้เห็นได้ด้วยตา (appearanced quality factrs or eye appeal) ได้แก่ สี ความเลื่อมมัน ขนาด รูปร่าง ตำหนิ ความหนืดและความคงตัว

- ประเภทที่สัมผัสได้ด้วยมือหรือปาก (hand and mouth feel) ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (texture)

- ประเภทที่มีกลิ่นรส (taste or smell)

ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะเป็นปัจจัยหลักที่ผู้บริโภคจะนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่กำลังศึกษาอยู่ในขณะนี้คือ

เนื้อสัมผัสของอาหาร (Food texture)

เนื้อสัมผัสของอาหารมีความสำคัญต่อการยอมรับในคุณภาพอาหารของผู้บริโภค ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับความรู้สึกทางปากหรือจากการรับประทาน เริ่มจากกัดอาหาร (bite) ครั้งแรกความรู้สึกเมื่อเคี้ยวอาหาร (chewing) และความรู้สึกเมื่อบดอาหารในปาก (mastication) การรับความรู้สึกในเนื้อสัมผัสอาหารนี้เป็นการรับความรู้สึกทั้งทางกายภาพและทางสรีรวิทยาร่วมกัน ในด้านสรีรวิทยานี้มีประสาทสัมผัสอื่นๆของร่างกายเข้ามามีส่วนร่วมในการรับความรู้สึกเนื้อสัมผัสอาหารด้วย คือ การเห็น การสัมผัส และการได้ยิน ทำให้มีการร่วมรับความรู้สึกซับซ้อนขึ้นจากประสาทสัมผัสเหล่านี้ การวัดวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารเป็นการทดสอบถึงคุณสมบัติของอาหารที่ทำให้เกิดความรู้สึกสัมผัสในปาก (mouth feel)รวมถึงตัวอาหาร (body) และความคงตัวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่นรส (Flavour)

กลิ่นรสในที่นี้จะรวมปัจจัยคุณภาพไว้ 2 ประเภท คือ ปัจจัยคุณภาพของรส (Flavour) และ กลิ่น (Odor or Olfaction) กลิ่นรสเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคสามารถสังเกตได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังมีอิทธิพลของนิสัยการบริโภคอาหาร (food habit) และอิทธิพลจากขนบธรรมเนียมประเพณี (food tradition) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ทำให้เกิดการยอมรับและไม่ยอมรับในเรื่องกลิ่นรสแตกต่างกัน ปัจจัยคุณภาพเรื่องกลิ่นรสมีความสำคัญในการเลือกผลิตภัณฑ์ในครั้งต่อๆไป ดังนั้นจึงมีความสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมเกษตรที่จะต้องทำการควบคุมคุณภาพของกลิ่นรสให้อยู่ในระดับที่ต้องการของตลาดตลอดไป

รส : รสแบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ รสหวาน (sweet) รสเปรี้ยว (sour) รสเค็ม (salt) และรสฝาดหรือรสขม (bitter) ซึ่งในการยอมรับในเรื่องรสนั้น ผู้บริโภคอาจต้องการรสกลมกล่อม ซึ่งประกอบด้วยรสหลายรส อาจเป็นสองหรือสามปนกันอยู่หรือมีรสทั้งสี่รสปนอยู่ โดยเฉพาะรสอาหารซึ่งมีรสหลายรสปนกันอยู่โดยมีความเข้มของรสแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมเกษตรบางชนิดมีรสกลมกล่อมในอัตราส่วนที่พอเหมาะ ทำให้กลายเป็นลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้น

กลิ่น : กลิ่นเป็นสิ่งที่มนุษย์ได้รับความรู้สึกได้ไวมากกว่าปัจจัยคุณภาพอื่นๆที่ได้รับโดยประสาทสัมผัส ซึ่งในวงการอุตสาหกรรมอาหาร กลิ่นเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งในการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค เพราะกลิ่นจะไปทำให้เกิดความต้องการอาหารชนิดนั้นๆ และผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดก็จะมีกลิ่นที่เฉพาะตัวของแต่ละชนิดเช่นกัน

ตัวอย่างกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทโยเกิร์ต (Yoghurt)

กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ประเภทโยเกิร์ตนั้นเกิดจากสารประกอบที่สร้างขึ้นจากหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เลือกใช้ โดยสามารถแยกออกได้เป็น 4 กลุ่มหลักได้ดังนี้คือ (ก) กลุ่มกรดที่ไม่ระเหย ได้แก่ กรดแลคติค กรดไพรูวิค กรดออกซาลิค (ข) กลุ่มกรดระเหย ได้แก่ กรดฟอร์มิค กรออะซิติคและกรดบิวทีริค (ค) กลุ่มสารประกอบคาร์บอนิล ได้แก่ acetaldehyde อะซีโตนและ diacetyl (ง) กลุ่มสารประกอบย่อยๆตัวอื่น เช่นกรดอะมิโน,ไขมันและแลคโตส ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะร่วมกันสร้างกลิ่นรสที่มีลักษณะเฉพาะตัวของโยเกิร์ตที่จะมีกลิ่นเปรี้ยวแหลม โดยสารหลักที่พิจารณาก็คือ acetaldahyde diacetyl และกรดแลคติค (Tamine และ Robinson, 1985) ปริมาณของสารประกอบกลุ่มนี้จะต้องเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอถึงระดับหนึ่งจึงจะให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตที่ต้องการได้ เช่น โยเกิร์ตที่มี acetaldehyde เพียง 7 ppm. ไม่เพียงพอต่อการให้กลิ่นรสของโยเกิร์ต ซึ่งปริมาณ acetaldehyde ที่มีในโยเกิร์ตจะขึ้นกับชนิดของน้ำนมที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตโยเกิร์ต (เช่น นมพร้อมไขมันหรือนมพร่องไขมัน)การให้ความร้อน และชนิดของนมที่ได้จากสัตว์ต่างๆกัน โดยนมวัวจะให้ปริมาณของ acetaldehyde มากที่สุด นอกจากนี้หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เลือกใช้ก็มีส่วนสำคัญด้วย โดยพบว่าหากใช้ในรูปของหัวเชื้อผสมแล้วระดับของ acetaldehyde ในโยเกิร์ตก็จะสูงขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณของสารประกอบคาร์บอนิล (ppm.) ที่สร้างขึ้นจากหัวเชื้อโยเกิร์ต

Organism	Acetadehyde	Acetone	Acetoin	Diacetyl
S. thermophilus	1.0 - 8.3	0.2-5.2	1.5-7.0	0.1-13.0
L. bugaricus	1.4 - 12.2	0.3-3.2	trace-2.0	0.5-13.0
Mixed cuture	2.0 - 41.0	1.3-4.0	2.2-5.7	

ที่มา : Tamine และ Robinson, 1985

นอกจากนี้หากมีความผิดพลาดในกระบวนการผลิตก็อาจก่อให้เกิดความผิดปกติต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ตได้ ดังแสดงในตารางที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงความผิดปกติที่อาจเกิดกับกลิ่นรสของโยเกิร์ต

กลิ่นรสที่ผิดปกติ	ทางแก้ไข
กลิ่นรสที่จืดชืด (insipid)	- ลดปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ลง - เพิ่มเวลาในการบ่มหัวเชื้อ
กลิ่นที่ไม่สะอาด (unclean)	- เพิ่มปริมาณหัวเชื้อ - ลดเวลาในการบ่ม - ตรวจดูการปนเปื้อนจากแบคทีเรียกลุ่ม coliform
กลิ่นรสขม (bitter)	- ลดปริมาณหัวเชื้อลง - เปลี่ยนชนิดของหัวเชื้อที่ใช้
กลิ่นรสที่เปรี้ยวแหลมมากเกินไป (sour)	- ลดปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ลง - ตรวจดูระยะเวลาในการเก็บ
กลิ่นเชื้อราและยีสต์ (Malty/yeasty)	- คาดว่าจะมีการปนเปื้อนจากราและยีสต์
กลิ่นเหม็นหืน (rancid)	- ตรวจดูคุณภาพของนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Tamine และ Robinson,1985.

4.2 จุดประสงค์และการเลือกวิธีประเมินค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จุดประสงค์ของการประเมินค่าคุณภาพทางประสามสัมผัสแบ่งออกได้ 3 ประการด้วยกันคือ เพื่อประเมินค่าเพื่อสืบหาความแตกต่างของสิตภัณฑ์ (Detection of difference or discriminatory) จุดประสงค์ประการที่สองได้แก่ การประเมินค่าเชิงพรรณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Description) และประการสุดท้ายได้แก่ การประเมินค่าเพื่อหาความชอบ หรือการยอมรับในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Preference or Acceptance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การประเมินค่าเพื่อสืบหาความแตกต่าง

การประเมินค่าเพื่อสืบหาความแตกต่างของคุณภาพเป็นการประเมินค่าหรือการทดสอบเพื่อหาว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่แต่อย่างเดียว ไม่ต้องการให้ความรู้สึกชอบเข้ามาเกี่ยวข้องหรือมีอิทธิพลในการประเมินค่า การประเมินค่าเปรียบเทียบหาว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่นี้ จะเน้นเฉพาะปัจจัยคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือจะเป็นคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ก็ได้ โดยปกติจะตั้งสมมติฐานไว้ว่าตัวอย่างนั้นแตกต่างกัน ผลของการประเมินค่าจะปรากฏว่า เป็นจริงหรือถูกต้องหรือไม่ ผู้ตัดสินจะต้องเป็นผู้ที่ได้ผ่านการอบรมมาแล้วและมีความสามารถสูงที่เรียกว่าผู้เชี่ยวชาญ (expert) จึงใช้ผู้ตัดสินจำนวนน้อยเพียงสามถึงห้าคน แต่ต้องไม่น้อยกว่าสามคน และเพื่อความแน่นอนของผลการประเมินค่าจะต้องมีการทำการประเมินซ้ำหลายๆครั้ง การประเมินค่าประเภทนี้นิยมใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงที่อยู่เสมอ ดังนั้นจึงมักจะต้องมีตัวอย่างที่เป็นส่วนควบคุม (control) (นฤดม, 2524)

4.2.2 การประเมินค่าเชิงพรรณาคุณภาพ

การประเมินค่าเชิงพรรณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือ การทดสอบเชิงพรรณา (Descriptive sensory analysis) นั้นเป็นวิธีที่ให้รายละเอียดถึงคุณลักษณะของปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสพวกใดพวกหนึ่ง ที่นิยมใช้มีอยู่สองวิธี ได้แก่

4.2.2.1 วิธีหาเรื่องราวของกลิ่นรส (Flavour profile method)วิธีนี้ให้รายละเอียดและอธิบายคุณลักษณะกลิ่นรสของตัวอย่างทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพพร้อมทั้งบันทึกผลการวิเคราะห์ตามลักษณะกลิ่นรสที่สังเกตได้ ผู้ตัดสินจะต้องเป็นผู้ที่ผ่านการอบรมมาแล้วหรือเป็นผู้เชี่ยวชาญในกลิ่นรสนั้น สถานที่ประเมินนิยมจัดเป็นโต๊ะกลมเพื่อการประเมินแบบวิเคราะห์และวิจารณ์เป็นกลุ่ม ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับกลิ่นรสได้กว้างขวางและละเอียดยิ่งขึ้น แต่จำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญสูงและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ทั้งยังต้องเสียเวลาในการประเมินค่ามากด้วย

4.2.2.2 วิธีสืบหาเรื่องราวของเนื้อสัมผัส (Texture profile method) เป็นวิธีวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารโดยใช้ประสาทสัมผัส (sensory food texture analysis) ตั้งแต่เริ่มกัดอาหารครั้งแรกจนกระทั่งเคี้ยวอาหารหมด เนื่องจากเนื้อสัมผัสของอาหาร (food texture) เป็นความรู้สึกทางประสาทสัมผัสเกี่ยวกับส่วนประกอบของรูปร่าง โครงสร้างภายในของอาหาร คุณสมบัติของอาหารที่ทำให้เกิดความรู้สึกสัมผัสในปาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(mouth feel) ความรู้สึกเมื่อจับต้อง (hand feel) รวมถึงตัวของผลิตภัณฑ์ (body) และความคงตัว (consistency) ด้วย (นาคม, 2524)

4.2.3 การประเมินค่าความชอบ หรือการยอมรับ

เป็นการประเมินค่าคุณภาพเพื่อหาความชอบ หรือการยอมรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค โดยจะวัดค่าความชอบหรือสัดส่วนของความชอบจากการประเมินค่าของผู้คัดสินซึ่งไม่ได้ผ่านการฝึกมาก่อนหรือแจ้งให้ผู้คัดสินทราบล่วงหน้าก่อนจึงจำเป็นต้องใช้ผู้คัดสินเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงใช้วิธีวัดค่าความชอบด้วยการให้ผู้บริโภคเป็นผู้ประเมินค่า หรือใช้วิธีหาประชามติในความนิยมของผลิตภัณฑ์ ต้องการผู้คัดสินมากที่สุดเท่าที่จะหาได้ ผลการประเมินค่าที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ควรเป็นผลการประเมินค่าโดยผู้คัดสิน 1,000 คนขึ้นไป ตัวอย่างที่ต้องการประเมินค่าควรมีเพียงหนึ่ง หรือ สอง และนำไปประเมินค่าในสภาพแวดล้อมตามปกติของการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ พยายามให้สภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการประเมินค่าอยู่ในสภาพปกติ ตัวอย่าง เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารควรนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารนั้นไปให้ผู้คัดสินประเมินค่าที่บ้านในเวลารับประทานอาหารของผู้คัดสินตามปกติ ซึ่งการประเมินค่าโดยวิธีนี้นิยมใช้ในเหตุการณ์ที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นใหม่และต้องการตรวจสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยมีวิธีการประเมินค่าอยู่ด้วยกันหลายวิธี ดังจะยกมาเป็นตัวอย่างในหัวข้อต่อไป

4.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในขณะกำลังพัฒนา

ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่สำคัญ ได้แก่

1. ลักษณะที่มองเห็นได้ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี ตำหนิ
2. ลักษณะที่สัมผัสได้โดยกล้ามเนื้อ เช่น มือ ปาก ลิ้น ได้แก่ ความนุ่ม ความแข็ง ความชุ่มชำ ความมันเลี่ยน ความร่วน ความเหนียว
3. ลักษณะที่รู้สึกได้ด้วยกลิ่นรส ได้แก่รสต่างๆ กลิ่นหอม กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นหืน ความซ่า ความร้อน ความเผ็ด

วิธีการที่สามารถใช้ประเมินค่าคุณภาพเหล่านี้ได้มีด้วยกันหลายวิธี โดยที่แต่ละวิธีก็จะมีความเหมาะสมแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะทดสอบ ดังสามารถแยกออกได้เป็นตารางดังตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงวิธีการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสวิธีต่างๆ

จุดประสงค์ของการทดสอบ	จำนวนผู้ทดสอบ	ประเภทการทดสอบ	สถานที่
1.คุณภาพเฉพาะของผลิตภัณฑ์	5-10 คน	- Profile Test - อภิปรายกลุ่ม - Scaling Test	Lab
2.การปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์	10-20 คน	- สัมภาษณ์	Home
3.การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ 2-3 ชนิด	20-30 คน	- Ranking Test - Hedonic Test - Scaling Test - Paired Com.	Lab / Home
4.การเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์มาตรฐาน	30-50 คน	- สัมภาษณ์ - Monadic Test - Hedonic Test - Scaling Test	Home
5.การยอมรับผลิตภัณฑ์	50-300 คน	- Hedonic Test - Profile Test	Home

ที่มา : ดัดแปลงจาก เอกสารประกอบการสอนวิชา การวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเกษตร โดย อาจารย์ รวิพิมพ์ ฉวีสุข (2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จุดประสงค์ในการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสเมื่อผลิตภัณฑ์สมบูรณ์แล้วก็คือ การประเมินค่าการยอมรับในผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค โดยมีวิธีการที่สามารถเลือกใช้ได้ 2 วิธี คือ Hedonic Test และ Profile Test ซึ่งจะอธิบายหลักการโดยย่อของทั้งสองวิธีดังต่อไปนี้

4.3.1 Hedonic Test

วิธีการนี้เป็นวิธีการทดสอบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับความชอบจากผู้บริโภคในระดับใดโดยที่ผู้ทดสอบจะประเมินผลิตภัณฑ์ที่ได้รับแล้วแสดงถึงระดับความชอบหรือไม่ชอบตามระดับคะแนน (scale) ที่กำหนดไว้ ซึ่งลักษณะของ scale ที่ใช้นิยมใช้ scale ที่มีความสมดุลคือจะต้องมีระดับคะแนนตรงกลางสำหรับความรู้สึกที่ตัดสินใจไม่ได้หรือความรู้สึกเฉยๆ ระดับคะแนน (scale) ที่นิยมใช้การทดสอบมีดังนี้

ตัวอย่างระดับคะแนน (scale) สำหรับ Hedonic Test

แบบที่ 1 5-Point			แบบที่ 2 7-Point		
1	:	ไม่ชอบมาก	1	:	ไม่ชอบมาก
2	:	ไม่ชอบ	2	:	ไม่ชอบ
3	:	เฉยๆ	3	:	ค่อนข้างไม่ชอบ
4	:	ชอบ	4	:	เฉยๆ
5	:	ชอบมาก	5	:	ค่อนข้างชอบ
			6	:	ชอบ
			7	:	ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3 9-Point

1 : ไม่ชอบมากที่สุด

2 : ไม่ชอบมาก

3 : ไม่ชอบ

4 : ค่อนข้างไม่ชอบ

5 : เฉยๆ

6 : ค่อนข้างชอบ

7 : ชอบ

8 : ชอบมาก

9 : ชอบมากที่สุด

นอกจากนี้ในการให้คะแนนในการทดสอบเพื่อประเมินการยอมรับแบบ Hedonic Test นี้ สามารถใช้ Facial scale ในการแบ่งระดับคะแนนได้ดังแสดงในภาพที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดง Facial scale ในการทดสอบแบบ Hedonic Test

ที่มา : Meilgard, 1987.

จำนวนของผู้ทดสอบนั้นไม่ควรน้อยกว่า 10 คน เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและมีการกระจายทางสถิติจากนั้นจึงนำค่าคะแนนที่ได้ของผลิตภัณฑ์มาคิดคำนวณทางสถิติ หากมีการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์มากกว่าหนึ่งตัวอย่างก็จะตรวจสอบหาความแตกต่างในระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคและจะสามารถหาผลิตภัณฑ์ตัวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดได้ โดยดูจากระดับคะแนนที่สูงสุด วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบได้แก่ วิธี Analysis of Variance Appearance (ANOVA) และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยที่ในแบบสอบถามอาจเพิ่มเติมในส่วนข้อเสนอแนะให้ผู้บริโภคได้วิจารณ์ผลิตภัณฑ์ในเชิงพรรณาด้วย

นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการนำเอาวิธีการ Hedonic Test มาใช้ทดสอบระดับความมากน้อยของปัจจัยคุณภาพต่างๆด้วย เช่น อาจจะให้ผู้บริโภคให้คะแนนในเรื่องกลิ่นรส เนื้อสัมผัส หรือลักษณะปรากฏ จากนั้นจึงจะสอบถามระดับการยอมรับรวมก็ได้ ดัง เช่นตัวอย่างแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอบถามสำหรับ Hedonic Test ในภาคผนวก (ข)

4.3.2 Profile Test : Ratio Profile Test (RPT)

วิธีนี้เป็นการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสำหรับงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงเค้าโครงที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ได้ (Optimum Location Profile)

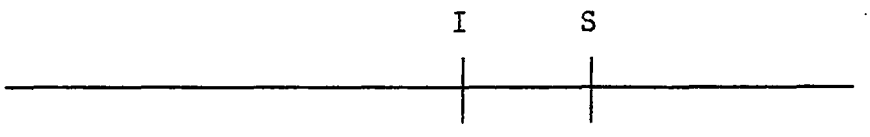
หลักการของ RPT

- หาเค้าโครงลักษณะที่เหมาะสมโดยใช้เส้นเป็นเครื่องวัดค่าลักษณะทางประสาทสัมผัส
- จะต้องกำหนดเค้าโครงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่คิดว่าควรจะเป็นหรือดีเลิศ (Ideal Product Profile) สำหรับผู้บริโภคก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนากับลักษณะที่คิดว่าควรจะเป็น (ideal)
- ค่าที่ใช้เปรียบเทียบเป็นผลหารระหว่างตัวเลขคะแนนของลักษณะผลิตภัณฑ์กับคะแนนของลักษณะที่คิดว่าควรจะเป็น (ideal)
- ผลหารที่ได้หรือค่าเรโช (Ratio) จะบอกให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะใกล้เคียงหรือห่างไกลจากลักษณะที่ควรจะเป็นมากน้อยแค่ไหนและอย่างไร

การวัดลักษณะทางประสาทสัมผัสของ RPT

เครื่องวัดที่ใช้เป็น Linear scaling คือ เส้นตรง (ความยาวกำหนดไว้ เช่น 10 cm.) ที่มีคำบอกลักษณะทางประสาทสัมผัสตอนหัวของเส้น และผู้ทดสอบแต่ละคนจะให้คะแนนความมากน้อยของลักษณะแต่ละอย่างโดยขีดเส้นตรงลงตรงจุดที่เห็นว่าเหมาะสมตรงกับความรู้สึกของตน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

รสหวาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การให้คะแนน</u> : ค่าที่ใช้ในการให้คะแนน ได้แก่

1. Sample score (S) คือ ความยาวเป็น cm. จากตอนหัวของเส้นตรงมายังจุดที่ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายแสดงความมากน้อยของลักษณะดังกล่าวของผลิตภัณฑ์

2. Ideal score (I) มีความหมายคล้าย S แต่ใช้บอกความมากน้อยของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้ชิมคิดว่าน่าจะเป็นหรือที่ผู้ทดสอบชอบและต้องการให้เป็น

การวิเคราะห์ข้อมูลและการตีความ

การคำนวณต้องหาผลหารระหว่าง S/I ของผู้ทดสอบแต่ละคนและของแต่ละลักษณะ (Ratio Mean Score) และจะนำมาเปรียบเทียบกับเค้าโครงลักษณะที่ต้องการ (Ratio Score = 1) เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพต่อไป

ความหมายของค่าเฉลี่ยของค่า S/I มีดังนี้

ก. ถ้า S/I = 1.0 : ไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงสำหรับลักษณะที่ศึกษานั้นๆ

ข. ถ้า S/I > 1.0 : จำเป็นต้องลดความเข้มหรือความแรงของลักษณะนั้นๆ

ค. ถ้า S/I < 1.0 : จำเป็นต้องเพิ่มความเข้มหรือความแรงของลักษณะนั้นๆ

ความหมายของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ก. ถ้า S.D. = 0 : ผู้ทดสอบมีความเห็นพ้องต้องกัน

ข. ถ้า S.D <= 0.5 : ผู้ทดสอบมีความเห็นแตกต่างกันบ้าง

ค. ถ้า S.D > 0.5 : ผู้ทดสอบมีความเห็นแตกต่างกันมาก

Ratio Mean Score อาจนำไปวิเคราะห์หานัยสำคัญทางสถิติ เช่น t-test หรือ ANOVA เพื่อการตีความที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ภาพรวมจาก Ratio Mean Score ของแต่ละลักษณะเรียกว่า "Numerical Product Profile" ซึ่งสามารถแสดงเป็นรูปคล้ายใยแมงมุมได้บนกระดาษกราฟ จึงเรียกว่าเป็น "Graphical Product Profile" ได้เช่นกัน ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการทดสอบและตัวอย่างผลการให้คะแนนและการแสดงผลในรูปกราฟใยแมงมุมแสดงไว้ในภาคผนวก (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ

1.1 นมสดพร่องมันเนย UHT (Foremost)

1.2 นมผงขาดมันเนย (Skim milk powder) หรือหางนมผง

1.3 หัวเชื้อโยเกิร์ต (Plain yoghurt)

1.4 น้ำตาลทราย

1.5 น้ำผลไม้ (น้ำผลไม้สด)

1.6 เจลาติน (gelatin), แป้งข้าวโพด

1.7 กรดซิตริค

1.8 ไข่ขาว(ไข่ไก่)

1.9 น้ำ

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องบ่มโยเกิร์ต (Yoghurt-fix Severin)

2.2 Brookfield Viscometer

2.3 เครื่องปั่น (Blender)

2.4 Reflactometer 0.32 B

2.5 Thermometer (0-100 c)

2.6 pH meter

2.7 Water bath (100 c)

2.8 ตู้แช่เย็นสำหรับบ่มส่วนผสม (5 c)

2.9 ตู้แช่แข็ง (-4-(-25) c)

2.10 เครื่องชั่ง

2.11 เครื่องปั่นไอศครีมชนิด Batch freezer ตรา Cattabriga

2.12 Beaker Stainless

2.13 พิมพ์ไอศครีม

2.14 Aluminium foil

2.15 Spetular

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.1 คำนวณส่วนผสมสำหรับ Frozen yoghurt

3.1.1 องค์ประกอบของ yoghurt เริ่มต้น ซึ่งดัดแปลงจาก McGREGOR and WHITE (1986) เป็นดังนี้

MSNF	8	%
น้ำตาล	10	%
stabilizer	0.4	%
น้ำ	81.6	%

3.1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้

นมผงขาดมันเนย ประกอบด้วย

MSNF	97.0	%
น้ำ	3.0	%

3.1.3 คำนวณปริมาณของวัตถุดิบ โดยวิธีทางพีชคณิต เมื่อต้องการเตรียมส่วนผสม 500 กรัม

MSNF	8	%	ในส่วนผสม 500 กรัม	=	40	กรัม
น้ำตาล	10	%	ในส่วนผสม 500 กรัม	=	50	กรัม
stabilizer	0.4	%	ในส่วนผสม 500 กรัม	=	2	กรัม

กำหนดให้ A = น้ำหนักนมผงขาดมันเนย

MSNF : 0.97 A = 40

สามารถคำนวณค่าของ A ได้ดังนี้

A = 41.2 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 Proof sheet

Ingredients	น้ำหนักวัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบที่คำนวณได้ (กรัม)			
		MSNF	sugar	STB.	TS.
นมผงขาดมันเนย	41.2	40	-	-	40
น้ำตาล	50.0	-	50	-	50
สเตบิไลเซอร์	2.0	-	-	2	-
น้ำ	406.8	-	-	-	-
น้ำหนักรวม	500.0	40	50	2	90

3.2 <u>วิธีการผลิต Frozen Yoghurt</u>

ทำการละลายนมผงขาดมันเนยด้วยน้ำอุ่นเพื่อให้ได้เป็นน้ำนมที่มี % MSNF ตามที่ต้องการ จากนั้นนำส่วนผสมแห้ง(น้ำตาล และ stabilizer) ในปริมาณที่ระบุตามสัดส่วนที่คำนวณได้ละลายในน้ำนมอุ่น (50-60 c) ประมาณ 10-15 นาที จนส่วนผสมละลายหมดและมีอุณหภูมิ 65 c นำไปปั่นด้วย Food Blender นาน 2-2.5 นาที เพื่อทำการลดขนาดอนุภาคในส่วนผสม จากนั้นนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80-85 c นาน30 นาที นำส่วนผสมไปทำให้เย็นลงโดยเร็วที่อุณหภูมิ 42-45 c ก่อนเติมหัวเชื้อโยเกิร์ต(10 % Plain yoghurt) โดยวิธีการปลอดเชื้อ ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิ 42-45 c เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จะได้ลิ่มของโยเกิร์ตที่เข็งแรง นำออกไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 c นาน 24-28 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำผลไม้ที่ผ่านการ Pasteurize แล้ว ปริมาณ 20 % ของโยเกิร์ตที่ ก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศครีม แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้เข้าไปทำให้เข็งตัวยิ่งขึ้นในตู้แช่แข็งใช้เวลาประมาณ 4-5 ชั่วโมง (ดัดแปลงจากสุพัตราและอาไพพรรณ, 2535.)

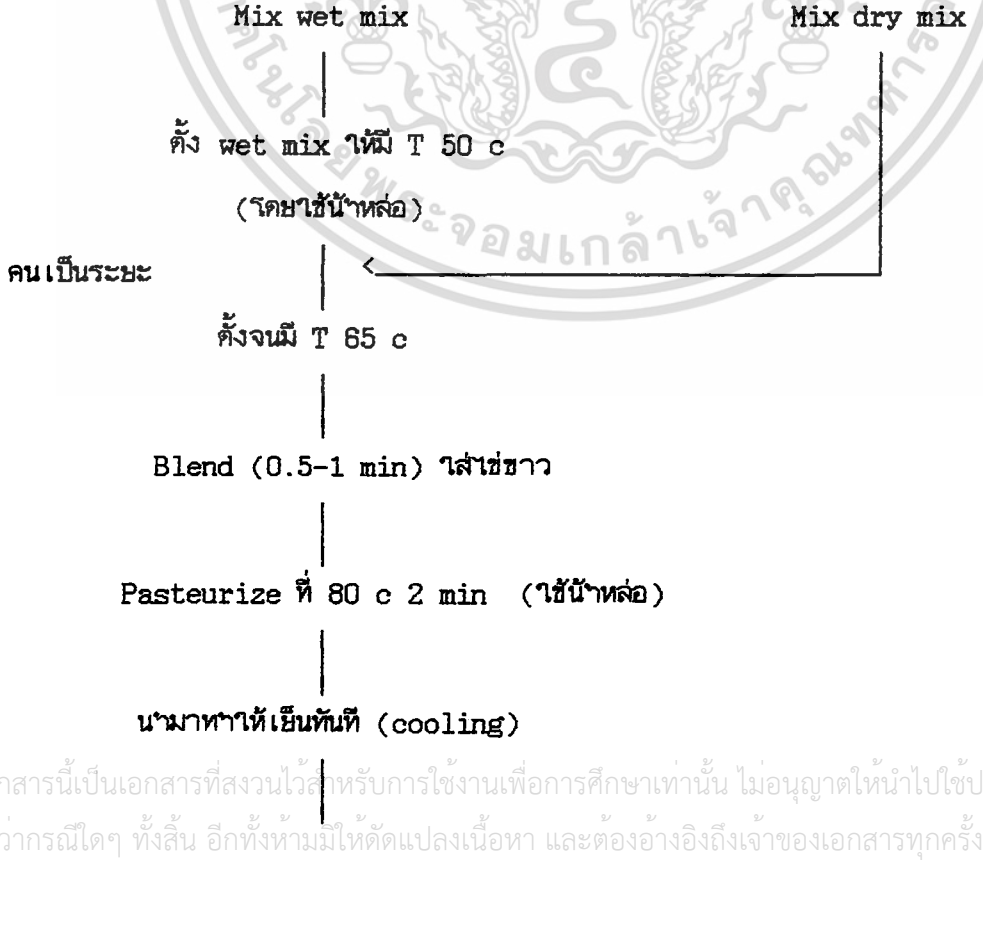
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนของ Sherbet

3.3.1 เตรียมส่วนผสม Sherbet ดังนี้ (ดัดแปลงจาก ทองยศ,2531)

- น้ำส้มคั้น	410	gm.	41 %
- น้ำมะนาวคั้น	50	gm.	5 %
- น้ำตาลทราย	180	gm.	18 %
- นมสด (อาจพร่องมันเนย)	180	gm.	18 %
- gelatin	4.5	gm.	0.45 %
- สารละลายกรดซิตริค	5.0	gm.	0.5 %
- น้ำ	173.6	gm.	17.36 %
- ไข่ขาว	trace		
รวม	1000.0	gm.	100.0 %

3.3.2 ขั้นตอนการผลิตไอศครีม Sherbet



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิ้งไว้ในตู้เย็น 1 คืน (Aging)

|

นำเข้าเครื่องปั่นไอศครีม (freezing) ————> เข้าตู้แช่แข็ง (Hardening)

3.4 ศึกษาผลของปริมาณ MSNF (Milk Solid Non Fat) ต่อคุณภาพของ Frozen Yoghurt

3.4.1 เตรียม Frozen Yoghurt เช่นเดียวกับข้อ 2 โดยเลือกใช้ MSNF ในสูตรเป็น 5 % 8 % 10 % และ 12 % ตามลำดับ

3.4.2 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ นำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลทางสถิติ เพื่อหาปริมาณ MSNF ที่ให้ผลิตภัณฑ์ Frozen Yoghurt ที่เป็นที่ยอมรับมากที่สุด ด้วย Hedonic Test

3.5 ศึกษาผลของปริมาณ Gelatin ต่อคุณภาพของเชอร์เบทรสส้ม

3.5.1 เตรียม Sherbet ดังแสดงในข้อ 3 โดยเลือกใช้ Gelatin ในสูตรเป็น 0.4 % 0.45 % 0.5 % และ 0.6 % ตามลำดับ

3.5.2 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับ นำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลทางสถิติ เพื่อหาปริมาณ Gelatin ที่ให้ผลิตภัณฑ์เชอร์เบทรสส้มที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ด้วย Hedonic Test

3.6 การเคลือบผลิตภัณฑ์

3.6.1 เตรียม Frozen yoghurt ตามสัดส่วนข้างต้น โดยเลือกปริมาณ MSNF ที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ใส่ในพิมพ์รูปแท่งหลังขั้นตอนการปั่น (เลือกใช้พิมพ์ขนาดเล็ก) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไอศครีมประเภท Stick (แบบแท่งมีไม้เสียบ) จากนั้นจึงนำไปแช่แข็งในตู้แช่แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 เตรียม Sherbet ในสูตรที่แสดงไว้ข้างต้น โดยเลือกปริมาณ Gelatin ที่เหมาะสมที่สุด และเมื่อออกจากเครื่องปั่นไอศครีมแล้วให้นำมาใส่พิมพ์ไอศครีมที่มีขนาดใหญ่กว่าพิมพ์ของ Frozen Yoghurt ประมาณ 0.5 cm. โดยที่ทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้เลย

3.6.3 นำผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ได้ มาทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์ แล้วตรวจสอบระดับการยอมรับของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติด้วยวิธี Ratio Mean Profile Test (RMPT)

ภาพแสดงวัตถุดิบและเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไอศครีมรสเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท รวมทั้งภาพแสดงผลิตภัณฑ์สุดท้าย ได้แสดงไว้ในภาคผนวก (ก)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการทดลอง

1.1 ผลของปริมาณ MSNF ที่มีต่อคุณภาพของโยเกิร์ตแช่แข็ง

1.1.1 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ

กำหนดให้ A = 5 % MSNF B = 8 % MSNF

C = 10 % MSNF D = 12 % MSNF

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของโยเกิร์ตแช่แข็ง

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	24.68	8.23	10.54	2.96 (3,27)
Between Judge	9	3.23	0.36	0.46	2.25 (9,27)
Error	27	21.08	0.78		
Total	39	48.98			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านรสชาติ โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

D C B A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของโยเกิร์ตแช่แข็ง

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	7.68	2.59	2.36	2.96 (3,27)
Between Judge	9	7.73	0.86	0.78	2.25 (9,27)
Error	27	29.58	1.10		
Total	39	44.98			

ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของโยเกิร์ตแช่แข็ง

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	10.10	3.37	5.52	2.96 (3,27)
Between Judge	9	7.40	0.82	1.34	2.25 (9,27)
Error	27	16.40	0.61		
Total	39	33.90			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ โดยวิธี Duncan´s new multiple range test (DMRT)

D C A B

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสในปากของโยเกิร์ตแช่แข็ง

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	35.40	11.80	36.88	2.96 (3,27)
Between Judge	9	9.60	1.07	3.34	2.25 (9,27)
Error	27	8.60	0.32		
Total	39	53.60			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสในปาก โดยวิธี Duncan´s new multiple range test (DMRT)

D C B A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับรวมของรสเกิร์ตแช่แข็ง

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	31.47	10.49	23.31	2.96 (3,27)
Between Judge	9	8.63	0.95	2.11	2.25 (9,27)
Error	27	12.27	0.45		
Total	39	52.37			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านการยอมรับรวม โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

D C B A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ผลของปริมาณ Gelatin ที่มีต่อคุณภาพของ เชอร์เบทรสส้ม

1.2.1 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ

กำหนดให้ A = 0.4 % gelatin B = 0.45 % gelatin

C = 0.5 % gelatin D = 0.6 % gelatin

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของ เชอร์เบทรสส้ม

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	2.10	0.70	0.68	2.96 (3,27)
Between Judge	9	14.25	1.58	1.54	2.25 (9,27)
Error	27	27.65	1.02		
Total	39	44.00			

ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเชอร์เบทรสส้ม

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	26.90	8.96	9.84	2.96 (3,27)
Between Judge	9	6.40	0.71	0.78	2.25 (9,27)
Error	27	24.67	0.91		
Total	39	57.90			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านกลิ่น โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

C B D A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของ เชอร์เบทรสส้ม

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	4.87	1.62	3.06	2.96 (3,27)
Between Judge	9	9.12	1.01	1.91	2.25 (9,27)
Error	27	14.38	0.53		
Total	39	28.37			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

A C B D

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการละลายตัวของ เชอร์เบทรสส้ม

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	26.4	8.80	21.46	2.96 (3,27)
Between Judge	9	6.10	0.67	1.65	2.25 (9,27)
Error	27	11.10	0.41		
Total	39	43.60			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านการละลายตัว โดยวิธี Duncan´s new multiple range test (DMRT)

D C B A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติ เกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสในปากของ เชอร์เบทรสส้ม

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	14.80	4.93	6.67	2.96 (3,27)
Between Judge	9	5.25	0.58	0.78	2.25 (9,27)
Error	27	19.95	0.74		
Total	39	40.00			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสในปาก โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

D C B A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับรวมของ เชอร์เบทรสส้ม

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	16.70	5.56	5.68	2.96 (3,27)
Between Judge	9	4.75	0.53	0.53	2.25 (9,27)
Error	27	26.55	0.98		
Total	39	48.00			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสในปาก โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

C D B A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านความหนืด (Viscosity)

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความหนืดของเชอร์เบทรสส้ม

Source of variation	df.	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Between Sample	3	890.0	296.6	158.2	3.49 (3,12)
Between Judge	4	7.50	1.88	0.53	2.25 (4,12)
Error	12	22.50	1.88		
Total	19	920.0			

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

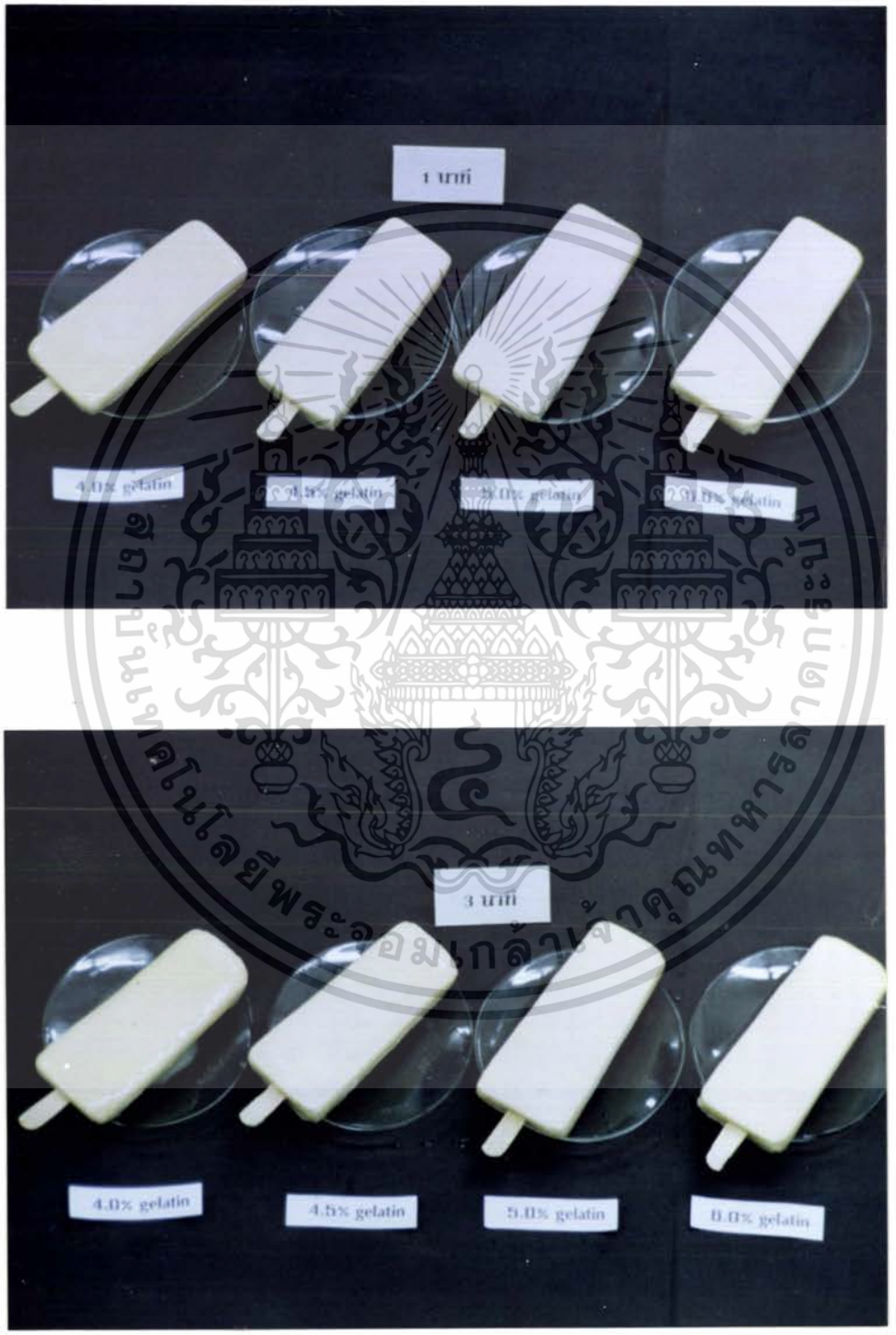
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบในคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสในปาก โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

D C B A

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

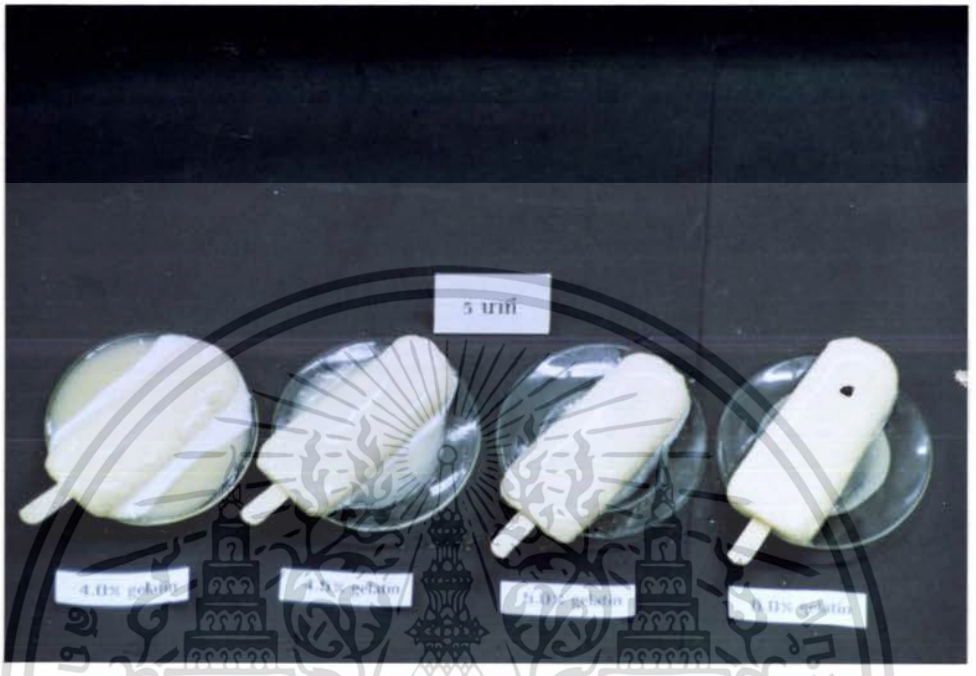
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 ภาพแสดงผลของปริมาณของ Gelatin ต่อคุณสมบัติด้านการละลายตัวของเชอร์เบทรสส้ม



หมายเหตุ แก้ไขค่า % Gelatin ในภาพแสดงเป็น 0.4 % 0.45 % 0.5 % และ 0.6 % จากซ้ายไปขวาตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์

1.3.1 แสดงผลการทดสอบระดับการยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธี RMPT

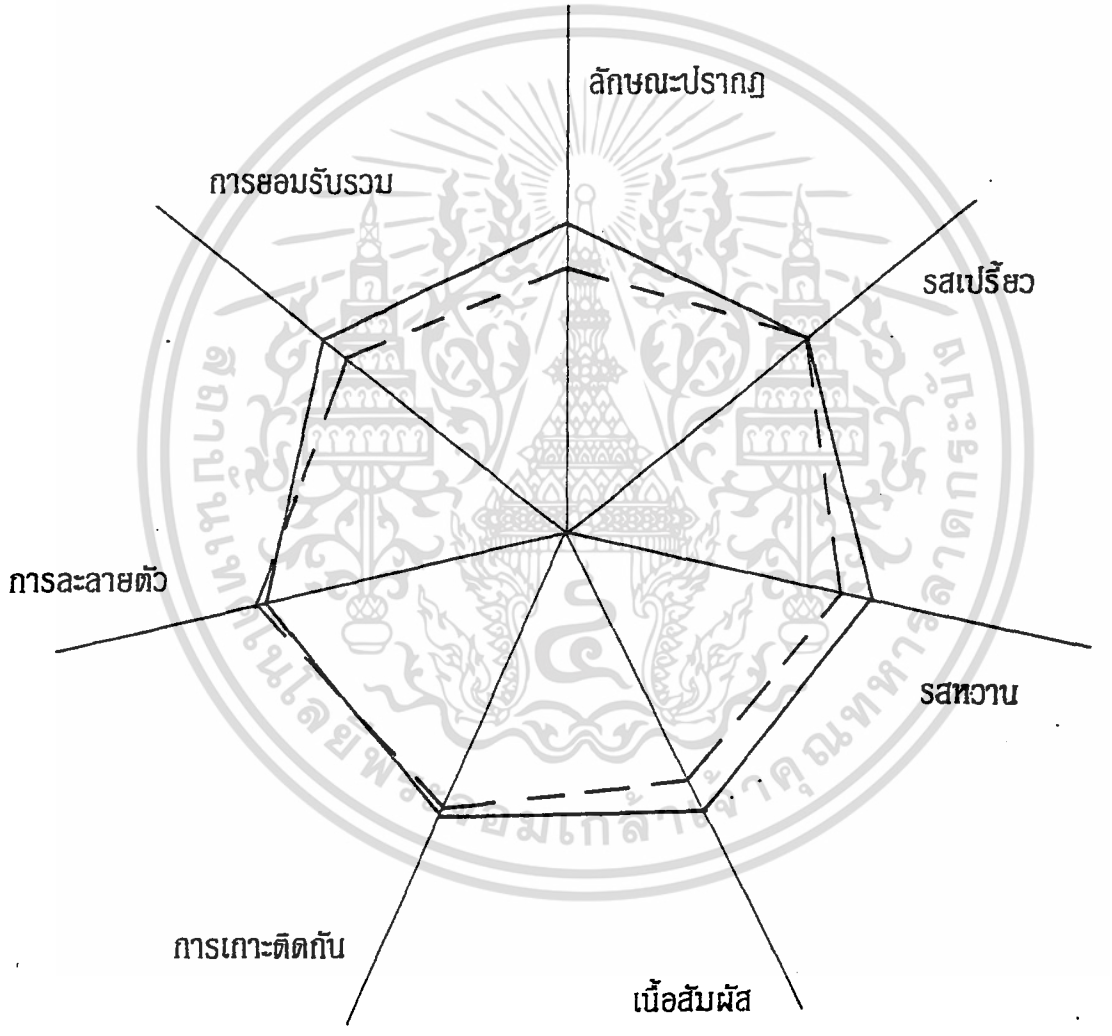
ตารางที่ 24 แสดงคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Ratio Mean Profile Test

Attributes	Ideal		Sample		Ratio	
	x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.
1. ลักษณะปรากฏ	7.9	1.1	6.6	1.6	0.84	0.19
2. รสชาติ :						
- เปรี้ยว	5.8	1.5	5.8	2.1	1.00	0.33
- หวาน	5.4	1.1	5.0	1.4	0.91	0.14
3. เนื้อสัมผัส	6.7	1.3	5.8	1.7	0.88	0.27
4. การเกาะติดกัน	6.4	1.3	5.9	1.7	0.98	0.45
5. การละลายตัว	5.7	1.2	5.6	2.0	1.03	0.24
6. การยอมรับรวม	8.2	1.1	7.3	1.2	0.91	0.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 แสดงแผนภาพรูปใยแมงมุมสรุปผลการวิเคราะห์จากวิธี RMPT

แผนภาพใยแมงมุม สรุปผลการทดสอบ
โดยวิธี
Ratio Mean Profile Test



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 การตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์

1.4.1 แสดงการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ส่วนโยเกิร์ตแช่แข็ง ที่ 10 % MSNF

ตารางที่ 25 แสดงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส่วนโยเกิร์ตแช่แข็ง ที่ 10 % MSNF

คุณภาพ	ค่าที่ได้
pH	4.28
Total Solid	18.80
Viscosity	734 mPa.s
Overrun	29.81

หมายเหตุ mPa.s ใช้เป็นหน่วยวัดค่าความหนืด

1.4.2 แสดงการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ส่วนเชอร์เบท ที่ 0.5 % Gelatin

ตารางที่ 26 แสดงคุณภาพผลิตภัณฑ์ส่วนเชอร์เบท ที่ 0.5 % Gelatin

คุณภาพ	ค่าที่ได้
pH	3.45
Total Solid	24.00
Viscosity	30 mPa.s
Overrun	25.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิจารณ์ผลการทดลอง

1. จากการทดลองหาปริมาณ Milk Solid Non Fat (MSNF) ที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตแช่แข็ง โดยใช้นมผงขาดมันเนยในการปรับปริมาณ MSNF ที่ 5% 8% 10% และ 12% ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าที่ระดับ 12 % MSNF ให้ผลการยอมรับในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของ รสชาติ กลิ่น ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสในปาก และการยอมรับรวมมากที่สุด แต่ในการพิจารณาเลือกใช้ปริมาณ MSNF ที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตแช่แข็งนั้นได้เลือกใช้ที่ 10 % MSNF เนื่องจากเมื่อทำการตรวจสอบทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับที่ 12 % MSNF (ดังแสดงตามตารางที่ 12-16) เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ที่ 12 % นั้นผู้ทดสอบบางท่านยังให้ข้อเสนอแนะว่าให้กลิ่นของนมมากกว่ากลิ่นเฉพาะตัวของโยเกิร์ตอีกด้วยซึ่งปริมาณ MSNF ที่เหมาะสมในการผลิตไอศครีมอยู่ในช่วง 8-15 % (วรรณาและวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

2. เมื่อใช้ Gelatin เป็นสเตบิไลเซอร์ในเซอร์เบท โดยปริมาณ Gelatin ที่ทำการศึกษา คือ ที่ 0.4 % 0.45 % 0.5% และ 0.6 % พบว่าปริมาณ Gelatin ที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความหนืดของส่วนผสมก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศครีมซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการละลายตัวของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสควบคู่กันไปด้วยแล้ว พบว่าที่ 0.5 % Gelatin ให้ลักษณะโดยรวมของไอศครีมเซอร์เบทเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด อีกทั้งยังมีความสามารถในการละลายตัวที่เหมาะสมต่อเวลาในการบริโภค คือไม่ละลายเร็วเกินไปและให้เนื้อสัมผัสที่ดี ซึ่งปริมาณ Gelatin ที่เหมาะสมต่อการผลิตเซอร์เบทอยู่ในช่วง 0.4-0.6 % (Arbuckle, 1977)

3. เมื่อนำสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แต่ละส่วนมาทำการเคลือบติดกันเป็นผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเซอร์เบท โดยพิจารณาจากระดับการยอมรับรวมของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์แต่ละส่วนและความสามารถในการละลายตัวที่ดีของเซอร์เบทที่ 0.5 % Gelatin เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ส่วนชั้นนอก ความสามารถในการละลายตัวของเซอร์เบทจึงมีผลต่อการละลายตัวของผลิตภัณฑ์สุดท้ายด้วย จากนั้นจึงทำการทดสอบหาระดับการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Ratio Mean Profile Test แล้ว พบว่าเมื่อให้คะแนนของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal)ของผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริโภค เป็น 1.00 คะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เป็น 0.91 ซึ่งนับได้ว่าผลิตภัณฑ์ในการพัฒนาขั้นเริ่มแรกนี้ประสบผลสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ โดยอาจจะต้องมีการพัฒนาในคุณสมบัติบางอย่าง เช่น เพิ่มรสหวานให้มากกว่านี้และต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงในด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสด้วย

4. การตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท ได้ทำการตรวจวิเคราะห์แยกส่วนเป็น ส่วนโยเกิร์ตแช่แข็ง และไอศครีมเชอร์เบทได้ผลดังนี้ ในส่วนของโยเกิร์ตแช่แข็งได้ผลิตภัณฑ์ที่มี pH = 4.28 Total Solid = 18.80 Viscosity = 734 mPa.s และ Overrun = 28.81 % ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Huber (1987) ที่รายงานว่า Total Solid ของโยเกิร์ตแช่แข็งอยู่ในช่วง 18-43 และ pH 4.0-6.5 สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแช่แข็ง

5. ส่วนผลิตภัณฑ์ในส่วนของไอศครีมเชอร์เบทรสส้มนั้นมีคุณสมบัติดังนี้ pH = 3.45 Total Solid = 24.00 Viscosity = 30 mPa.s และ Overrun = 25.85 % ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าความเป็นกรดที่ค่อนข้างสูงมาก เนื่องจากมีส่วนประกอบของกรดผลไม้และสารละลายกรดซิตริคอยู่ในส่วนผสม และเป็นลักษณะเฉพาะตัวของเชอร์เบท Overrun ยังสอดคล้องกับมาตรฐานของเชอร์เบทตามที่ Arbuckle (1977) กำหนดไว้คือช่วง 25-45 %

6. จากขั้นตอนการทดลองศึกษาถึงผลของสเตบิไลเซอร์ที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะได้ว่า ในการผลิตไอศครีมนั้นจะต้องมีการควบคุมค่าความหนืดของส่วนผสมก่อนที่จะนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศครีม เนื่องจากความหนืดนั้นมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและความสามารถในการละลายตัวของผลิตภัณฑ์ ความหนืดของส่วนผสมใดๆจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของไอศครีมชนิดนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จากคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งพิจารณาได้จากคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สองส่วนที่ประกอบอยู่ จะเห็นได้ว่า ไอศครีมรสเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบทนี้เป็นผลิตภัณฑ์ไอศครีมที่มีค่าความเป็นกรดค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากส่วนประกอบที่เป็นกรดแลคติคในไอศครีมรสเกิร์ตและกรดผลไม้ในส่วนของเชอร์เบท ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติเปรี้ยวแหลม ไม่มันเลี่ยนจนเกินไป และสามารถให้ความสดชื่นได้มากกว่าไอศครีมชนิดอื่น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ค่า overrun ของผลิตภัณฑ์ทั้งสองส่วนนั้นมีค่าไม่สูงนัก เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทไอศครีมแท่ง ซึ่งไม่ต้องการความฟูตัวมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการทดลอง

1. ปริมาณ Milk Solid Non Fat (MSNF)ที่เหมาะสมในการทำส่วนผสมโยเกิร์ตแช่แข็ง คือ 10 % MSNF

2. สูตรที่เหมาะสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์ในส่วนของโยเกิร์ตแช่แข็ง ประกอบด้วย

นมผงขาดมันเนย	10	%
น้ำตาลทราย	10	%
แป้งข้าวโพด	0.4	%
น้ำ	79.6	%

โดยใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตเป็น Plain Yoghurt ปริมาณ 10 % ของส่วนผสมข้างต้น และใช้น้ำส้มคั้นเพื่อเป็น Flavour ปริมาณ 20 % ของส่วนผสมสุดท้ายก่อนนำไปปั่น

3. เมื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ผลดังนี้

คุณภาพ	ค่าที่ได้
pH	4.28
Total Solid	18.80
Viscosity	734 mPa.s
Overrun	29.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปริมาณ Gelatin ที่เหมาะสมในการผลิตไอศครีมเชอร์เบท คือ ที่ 0.5 % Gelatin

5. สูตรที่เหมาะสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์ในส่วนของ เชอร์เบทรสส้ม ประกอบด้วย

น้ำส้มคั้น	410	กรัม
น้ำมะนาว	50	กรัม
นมสดพร่องมันเนย	180	กรัม
สารละลายกรดซิตริค	5	กรัม
น้ำตาลทราย	180	กรัม
Gelatin	5	กรัม
น้ำ	180	กรัม

6. เมื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ผลดังนี้

คุณภาพ	ค่าที่ได้
pH	3.45
Total Solid	24.00
Viscosity	30 mPa.s
Overrun	25.85

7. จากการตรวจสอบระดับการยอมรับของผู้บริโภคในลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ไอศครีมรสเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบทเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติของผู้บริโภค เมื่อให้ผลิตภัณฑ์ในอุดมคติมีคะแนนเป็น 1.00 ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนนของ ลักษณะปรากฏ = 0.84

ระดับคะแนนของ รสเปรี้ยว = 1.00

ระดับคะแนนของ รสหวาน = 0.91

ระดับคะแนนของ เนื้อสัมผัส = 0.88

ระดับคะแนนของ การเกาะติดกัน = 0.98

ระดับคะแนนของ การละลายตัว = 1.03

ระดับคะแนนของ การยอมรับรวม = 0.91

8. เมื่อทำการประมาณต้นทุนในการผลิตไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบทนี้ สามารถประมาณได้ว่า มีต้นทุนในการผลิตต่อ 1 แท่ง ประมาณ 7 บาท (1 แท่ง มีน้ำหนักประมาณ 130 กรัม)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการยอมรับในผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท ซึ่งตรวจสอบโดยวิธี Ratio Mean Profile Test นั้นจะพบว่าลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสเป็นสิ่งที่ควรได้รับการพัฒนาและปรับปรุงมากที่สุด ซึ่งจากปัญหาที่พบในระหว่างการทดลอง อาจจะกล่าวได้ว่าลักษณะดังกล่าวอาจได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นหากทำการผลิตเป็นระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเกิดเนื่องมาจากเทคนิคและรูปแบบของการบรรจุลงพิมพ์ไอศครีมและประสิทธิภาพที่มีจำกัดของตู้แช่แข็งที่ใช้ในการทดลอง

2. ควรมีการทดลองใช้สเตบิไลเซอร์ชนิดอื่นในการผลิตผลิตภัณฑ์ในส่วนของไอศครีมโยเกิร์ต เช่น Guar gum Locust bean gum หรือ Carragenan เนื่องจากแป้งข้าวโพดจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งเกินไปเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นานเกินไป ซึ่งสเตบิไลเซอร์ที่เลือกใช้ควรให้ความคงตัวในเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเมื่อเคลือบติดกับส่วนของเชอร์เบทด้วย

3. ในการทดลองนี้ได้ใช้น้ำผลไม้คั้นสดเป็นวัตถุดิบ ดังนั้นจึงควรที่จะคัดเลือกวัตถุดิบให้มีความสม่ำเสมอในการทดลองแต่ละครั้ง เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ นอกจากนี้น้ำผลไม้ที่คั้นแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำส้ม ไม่ควรที่จะตั้งทิ้งไว้นานเกินไป เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับอากาศทำให้น้ำผลไม้เกิดรสขมซึ่งไม่เป็นที่ต้องการได้และในขั้นตอนการคั้นน้ำก็ควรหลีกเลี่ยงการคั้นพร้อมเปลือก เนื่องจากเปลือกผลไม้จะมีสารที่ให้รสขมอยู่ซึ่งจะทำให้น้ำผลไม้มีรสขมเช่นกัน (กิตติพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติ หวังวิวัฒนศิลป์ และ อรนุช ท่อรัตนาเรือง. 2531. **ไอศกรีมโยเกิร์ต**. ปัญหาพิเศษ ระดับปริญญาตรี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. **ผักและผลไม้**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

จอมขวัญ พลยะเดช. 2531. **พัฒนาการของสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต**. รายงานสัมมนา ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

จันทนา ธรรมวงศ์สกุล. 2521. **การสกัดเลซิทินจากเมล็ดพืชน้ำมัน**. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

จินตนา อุปติสสกุล. 2524. **เทคนิคในการควบคุมคุณภาพอาหาร**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ทองยศ อเนกะเวียง. 2531. **ผลิตภัณฑ์นมในครัวเรือน**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ธนาคารกสิกรไทย. 2533. โยเกิร์ต. **เอกสารวิชาการ เรื่องอาหารเสริมสุขภาพ**. 11(1): 171-195.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2527. **เคมีนมและผลิตภัณฑ์นม**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ กรุงเทพฯ.

นภาศรี ไวศยะนันท์. 2526. **ผลิตภัณฑ์นม**. ภาควิชาวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นาคม บุญหลง. 2532. **การควบคุมคุณภาพอุตสาหกรรมเกษตร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ประกาย จิตรกร. 2526. **นมและผลิตภัณฑ์นม**. สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.

พิษณุ วิเชียรสวรรค์. 2533. **เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีของนมและผลิตภัณฑ์นม**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

ภาวิณี บุรพลชัย. 2531. **โยเกิร์ตแช่แข็ง**. ปัญหาพิเศษ ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวิณี บุรพลชัย. 2531. **สเตบิไลเซอร์ในไอศกรีม**. รายงานสัมมนา ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

วรนาถ อรุณดิลก และ แสงเดือน โชคเจริญทรัพย์. 2536. **การทดสอบแบบ Extrusion เพื่อวัดเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต**. ปัญหาพิเศษ ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. **นมและผลิตภัณฑ์นม**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิตย์. 2531. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.

ศุภรัตน์ แสงจันทร์. 2530. **ผลของกรรมวิธีการแยกไขมันและการฟอกสีต่อการผลิต**. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

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

สุพัตรา โปรณานันท์ และ อาไพพรรณ อมรวิวัฒน์. 2535. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแช่แข็ง**. ปัญหาพิเศษ ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

สุวรรณา สุภิมารส. 2524. นมเปรี้ยวหรือโยเกิร์ต. **วารสารเคมีวิศวกรรมเทคโนโลยีทางอาหารและเชื้อเพลิง**. 3(2) : 55-66.

อรพิน ชัยประสพ. 2534. การกำจัดรสขมในน้ำผลไม้จากพืชตระกูลส้ม. **อาหาร**. 21(2): 87-93

อวยพร สัตถาภรณ์. 2354. **โยเกิร์ตจากน้ำนมวัวผสมน้ำนมราชิ้าว**. ปัญหาพิเศษ ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเกษตร. โดย อาจารย์ รวิพิมพ์ ฉวีสุข. ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

อาไพพรรณ อมรวิวัฒน์. 2534. **ผลิตภัณฑ์นมแคลอรี่ต่ำ**. รายงานสัมมนา ระดับปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arbuckle, W.S. 1977. **Ice Cream**. Westport, Connecticut. AVI Publishing.

Judkins, H.F. 1960. **Milk productin and processing**" USA.

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

Huber, C.S. 1987. **Soft-serve Frozen Yoghurt Mixes**. United States Patent. 4,737,374.

Kosikowski, F.V. 1980. Properties of Commercial Flavoured Frozen Yoghurts. **Journal of Food Protection**> 44(11). 853- 856 p.

Kosikowski, F.V. 1980. Properties of Commercial Flavoured Frozen Yoghurts. **Journal of Food Protection**. 44(11). 853- 856 p.

Kosikowski, F.V. 1982. **Cheese and fermented milk foods**. Edward & Brothers, Inc., Ann arbor, Michigan.

Lang, F. 1979. Recent developments in frozen yoghurt 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 [En].

Meilgaard, M. ,Giville, G.V. and Carr, B.T. 1987. **Sensory Evaluation Techniques**. vol.II. CRC Press,Inc., Florida.

Rasic, Lj. and A. Kurmann. 1978. **Yoghurt**. Technical Dairy Publishing House. Jullingevej.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ก)

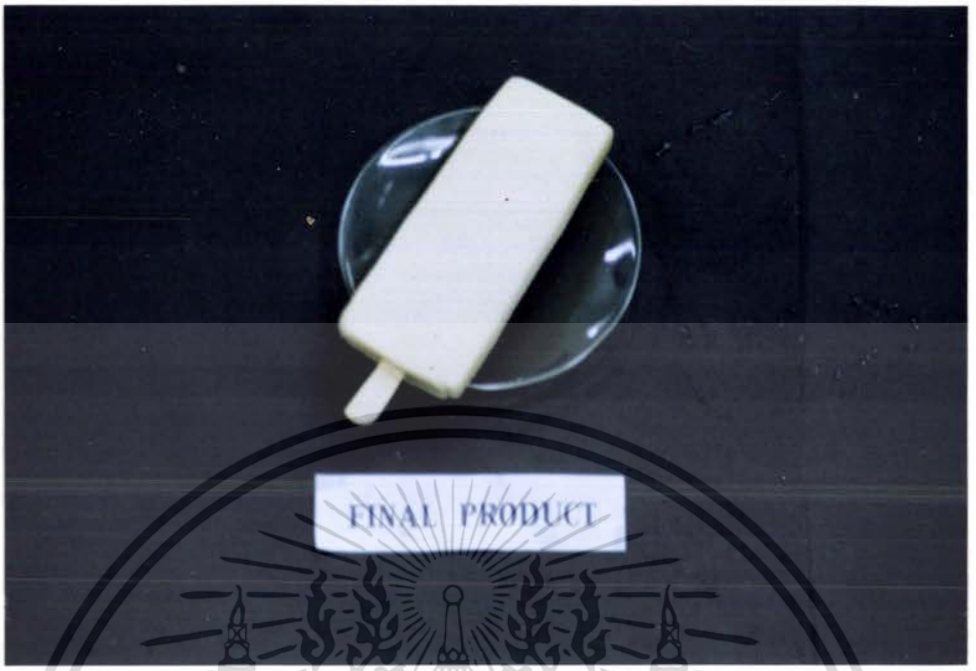
แสดง

ก.1 ผลิตภัณฑ์ไอศครีมรสเกรียดเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท

ก.2 วัตถุดิบในการผลิต

ก.3 เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.1 ผลิตภัณฑ์ไอศครีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2 วัตถุดิบในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก .3 เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ข)

แสดงตัวอย่างแบบสอบถามสำหรับ Hedonic Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

วันที่ _____

ผู้ทดสอบ เพศ _____ อายุ _____ ปี

ชื่อผลิตภัณฑ์ ไอศครีม Sherbet รสส้ม

คำสั่ง ผู้ทดสอบจะได้รับผลิตภัณฑ์ ไอศครีม Sherbet รสส้ม สิ่งที่ต้องการให้ทดสอบ คือ รสชาติ กลิ่น ลักษณะปรากฏ การละลายตัวของผลิตภัณฑ์ เนื้อสัมผัสเมื่อรับประทานและการยอมรับรวม โดยให้คะแนนตามระดับความชอบของท่าน ตามที่กำหนดให้ดังนี้

คะแนน

1 ----------

2 ----------

3 ----------

4 ----------

5 ----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการให้คะแนน

รหัสตัวอย่าง	คะแนน					
	รสชาติ	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ	การละลายตัว	เนื้อสัมผัสในปาก	การยอมรับรวม

ท่านรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ตัวใดมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (Detect odor) บ้าง,อย่างไร ?

_____

_____

ข้อเสนอแนะ _____

_____

ขอบคุณมากค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ค)

แสดง

ค.1 ตัวอย่างแบบสอบถามสำหรับ Ratio Profile Test

ค.2 ตัวอย่างผลการให้คะแนนและผลการคำนวณจากการทดสอบแบบ Ratio Profile Test

ค.3 ตัวอย่างการแสดงผลในรูปกราฟใยแมงมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.1

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมรสเกิร์ตเคลือบเชอร์เบทรสส้ม

คำสั่ง ผู้ทดสอบจะได้รับผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมรสเกิร์ตเคลือบเชอร์เบทรสส้ม และกาเครื่องหมาย I ลงบนเส้นในแต่ละปัจจัยคุณภาพตามที่ท่านคิดว่าน่าจะเป็นหรือต้องการให้เป็น จากนั้นกาเครื่องหมาย X สำหรับแต่ละปัจจัยคุณภาพตามที่ตรงกับความรู้สึกของท่านหลังจากที่ท่านได้ทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์แล้ว

1. ลักษณะปรากฏ (ความน่ารับประทาน)

   น้อย _____ มาก

2. รสเปรี้ยว

   น้อย _____ มาก

3. รสหวาน

   น้อย _____ มาก

4. เนื้อสัมผัส

   น้อย _____ มาก

5. การเกาะติดกันของผลิตภัณฑ์

   น้อย _____ มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การละลายตัวของผลิตภัณฑ์

น้อย _____ มาก

7. การยอมรับรวม

น้อย _____ มาก

ข้อเสนอแนะ _____

_____

_____

ขอบคุณมากค่ะ

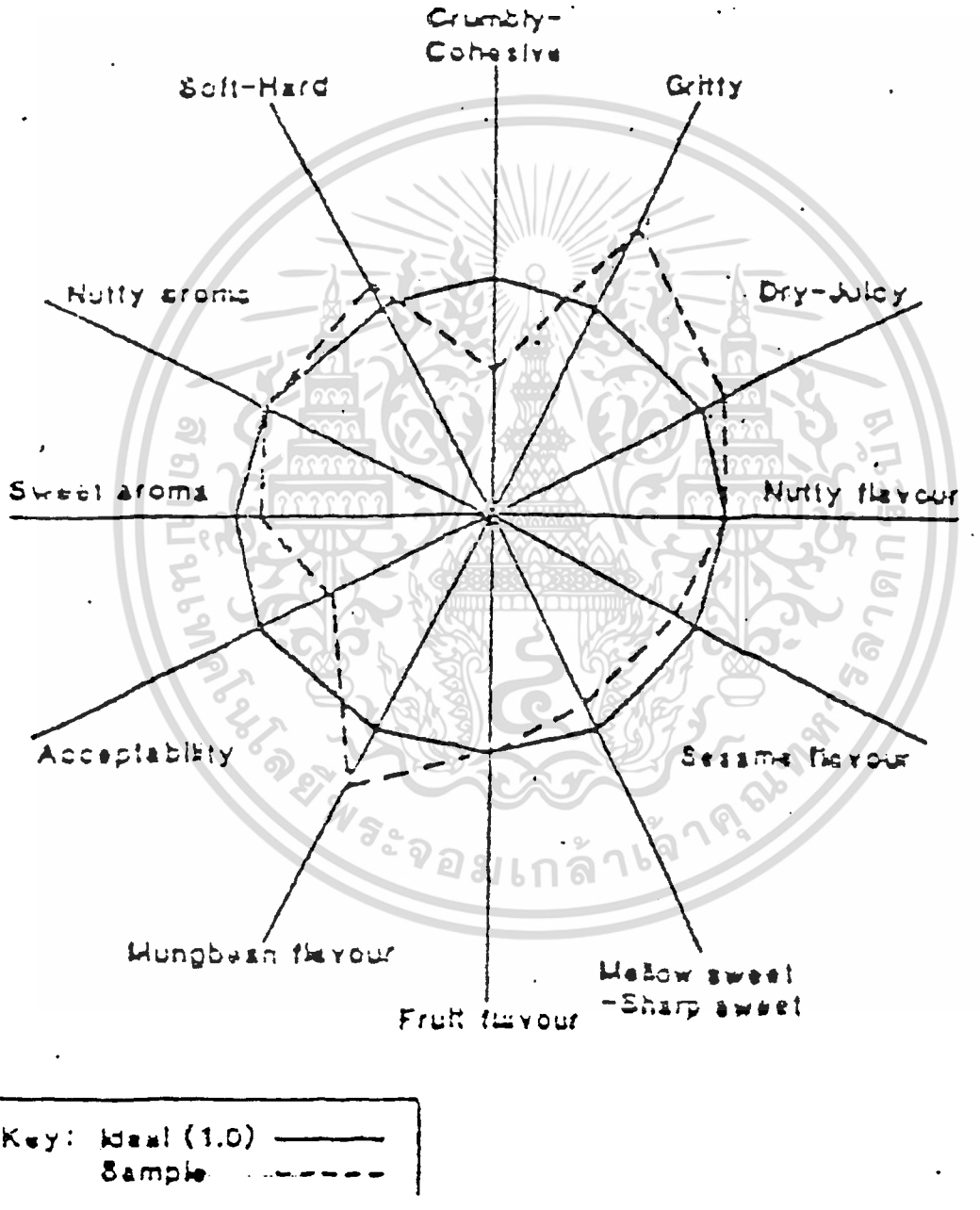
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.2 ตัวอย่างผลการให้คะแนนและผลการคำนวณจากการทดสอบแบบ RMPT

Attributes	Ideal		Sample		Ratio	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
Odour:						
Sweet aroma	5.2	1.2	4.5	1.5	0.9	0.3
Nutty aroma	5.1	1.4	5.1	1.8	1.0	0.4
Texture:						
Soft-Hard	4.9	1.5	4.5	2.2	1.1	0.7
Crumbly-Cohesive	6.1	1.4	3.5	1.2	0.6	0.2
Gritty	4.1	1.2	5.8	1.9	1.4	0.4
Dry-Juicy	5.8	1.9	6.1	1.3	1.1	0.3
Flavour:						
Nutty flavour	6.3	2.0	5.8	2.9	1.0	0.4
Sesame flavour	5.6	0.9	5.0	2.5	0.9	0.4
Mellow sweet-sharp sweet	4.4	1.4	4.1	1.5	0.9	0.1
Fruit flavour	3.6	1.7	1.6	1.6	1.0	1.5
Mungbean flavour	5.2	1.7	6.6	2.8	1.3	0.7
Acceptability score	7.0	0.0	5.2	0.8	0.7	0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.3 ตัวอย่างการแสดงผลในรูปกราฟใยแมงมุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาว สุชาดา สังขพันธุ์ เกิดเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2516 ภูมิลำเนาอยู่ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวิทยา เมื่อปี พ.ศ. 2534 และระดับปริญญาตรีจากภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีพ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้