21038

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

46

เรื่อง

ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

(Reduced Fat Coconut Ice cream)

T096502

จัดทำโดย

นางสาวกุมภา เกริกกิตติกุล

นางสาวปิติกุล พิสิษฐ์กุล

นางสาวมธุรส ลือศักดิ์วัฒนกุล

ปก
ก 192 ค
2548

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร วรรณา ตั้งเจริญชัย

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96502
วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

(Reduced Fat Coconut Ice cream)

จัดทำโดย

นางสาวกุมภา เกริกกิตติกุล

นางสาวปีติกุล พิสิษฐ์กุล

นางสาววมธุรส ลือศักดิ์วัฒนกุล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

...27.../...มี.ค...../...49..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวกุมภา เกริกกิตติกุล นางสาวปิติกุล พิสิษฐ์กุล และนางสาวมธุรส ลือศักดิ์วัฒนกุล 2548 : ไอศกรีมกะทิลดไขมัน (Reduced Fat Coconut Ice-cream). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิโดยวิธี Gerber เปรียบเทียบกับวิธี Mojonnier พบว่า วิธี Mojonnier สามารถให้ผลที่น่าเชื่อถือมากกว่า และไม่ต้องดัดแปลงตัวอย่างแต่วิธี Gerber ต้องเจือจางตัวอย่าง ศึกษาคุณสมบัติของสารให้ความคงตัวทางการค้า 4 ชนิดในไอศกรีมกะทิ ได้แก่ Riplex, Gemcol, Cremodan SE 734 และ Cremodan SE 709 ในระดับที่ต่างกัน(0.4, 0.5 และ0.6%) จากการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ประเมิน 26 คน สารให้ความคงตัวชนิด Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.5% ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเนื่องจากไอศกรีมมีความเรียบเนียนมากที่สุด ค่าโอเวอร์รัน 34.47% และค่าอัตราการละลายร้อยละ 1.7 ต่อนาที ศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ซิมเพลส-100 และเอ็น-ไลท์ ดี โดยลดปริมาณไขมันในไอศกรีมที่ระดับต่างกัน(2.5, 5 และ7.5%) ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมัน 7.5% โดยใช้ ซิมเพลส-100 เป็นสารทดแทนไขมัน ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเนื่องจากไอศกรีมมีความเรียบเนียนแตกต่างจากไอศกรีมสูตรอื่น ๆ และมีคะแนนความชอบมากที่สุด ค่าโอเวอร์รัน 55.38% และค่าอัตราการละลายร้อยละ 2.5 ต่อนาที และพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมันที่มีธัญพืชเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ลูกเดือย ถั่วแดง ข้าวโพด และถั่วเหลือง ในระดับที่ต่างกัน (2, 5 และ7%) ไอศกรีมที่มีถั่วแดง 2% ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดในทุกด้าน ค่าโอเวอร์รัน 50.66% และค่าอัตราการละลายร้อยละ 1.82 ต่อนาที

กุมภา เกริกกิตติกุล
ปิติกุล พิสิษฐ์กุล
มธุรส ลือศักดิ์วัฒนกุล

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

27 มี.ค. 49

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีทั้งนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้คำแนะนำและดูแลเอาใจใส่ รวมทั้งกรุณาสละเวลาตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง และขอขอบพระคุณ อ.สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา คณะกรรมการปัญหาพิเศษด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณพ่อ-แม่ และครอบครัวของคณะผู้จัดทำที่คอยให้กำลังทรัพย์และกำลังใจต่อสู้อุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณพี่ ๆ นักศึกษาปริญญาโท เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นักศึกษาปริญญาตรีที่สละเวลามาประเมินคุณสมบัติทางประประสาทสัมผัสของไอศกรีม และคอยให้กำลังใจตลอดมา และขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติการ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ธุรการในงานเอกสารต่าง ๆ ทำให้ปัญหาพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีอุปการคุณทุกท่าน

นางสาวกุมภา เกริกกิตติกุล
นางสาวปิติกุล พิสิษฐ์กุล
นางสาวมธุรส ลือศักดิ์วัฒนกุล
20 มีนาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ไอศกรีม	2
2.2 องค์ประกอบของไอศกรีม	4
2.3 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม	5
2.4 สารทดแทนไขมัน	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง	11
3.1 วัตถุดิบ	11
3.2 สารเคมี	11
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ	12
3.4 ขั้นตอนการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	16
4.1 ศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธี Mojonnier กับวิธี Gerber	16
4.2 ศึกษาคุณสมบัติของสารให้ความคงตัว 4 ชนิดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิสูตรควบคุม	17
4.3 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน	24
4.4 พัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยเพิ่มส่วนประกอบจำพวกธัญพืชในไอศกรีมกะทิลดไขมัน	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลินทรีย์	39
ภาคผนวก ข. องค์ประกอบและคุณสมบัติของสารให้ความคงตัว	43
ภาคผนวก ค. องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิ	46
ภาคผนวก ง. กรรมวิธีในการผลิตธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบในไอศกรีมกะทิ	58
ภาคผนวก จ. ภาพแสดงอุปกรณ์ และกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์ไอศกรีม	60
ภาคผนวก ฉ. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะทางกายภาพ	63
ภาคผนวก ช. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะโครงสร้างของไอศกรีมที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส	3
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารให้ความคงตัวกับความเร็วในการไหลของไอศกรีมมิกซ์	19
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารให้ความคงตัวกับค่าโอเวอร์รัน	19
4.3 อัตราการละลายของไอศกรีมกะทิที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	20
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ΔE กับปริมาณของสารให้ความคงตัว	21
4.5 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะทิ	24
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการไหลของไอศกรีมมิกซ์กับปริมาณไขมัน	25
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าโอเวอร์รันกับปริมาณไขมัน	25
4.8 อัตราการละลายของไอศกรีมกะทิลดไขมันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	26
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ΔE กับปริมาณไขมัน	27
4.10 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะลิลดไขมัน	28
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการไหลของไอศกรีมมิกซ์กับปริมาณธัญพืช	30
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโอเวอร์รันกับปริมาณธัญพืช	30
4.13 อัตราการละลายของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืชที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	31
4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ΔE กับปริมาณธัญพืช	32
4.15 แสดงสีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช	32
4.16 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะทิลดไขมันผสมธัญพืช	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบโครงสร้างไอศกรีมที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส	3
2.2 การแบ่งประเภทไอศกรีมโดยใช้ปริมาณไขมันเป็นหลักในการจัดจำแนก	4
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของวิธีการพาสเจอร์ไรส์แบบต่าง ๆ	6
4.1 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันระหว่างวิธี Mojonnier และ วิธี Gerber ในน้ำกะทิที่ได้จาก การผสม A:B	16
4.2 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันระหว่างวิธี Mojonnier และ วิธี Gerber ในน้ำ กะทิที่ได้จากการผสม C:D	17
4.3 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิ	18
4.4 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมกะทิ	21
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางกายภาพของไอศกรีมกะทิ	22
4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของไอศกรีมกะทิ	23
4.7 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน	24
4.8 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมกะทิลดไขมัน	26
4.9 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน	27
4.10 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะลิลดไขมัน	28
4.11 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน เสริมธัญพืช	29
4.12 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมกะทิลดไขมันผสมธัญพืช	31
4.13 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิ ลดไขมันเสริมธัญพืช	33
4.14 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช	34
4.15 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์รา โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* ของ ไอศกรีมกะทิลดไขมันผสมธัญพืช	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ไอศกรีมกะทิเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ได้รับความนิยมในการบริโภคสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย ไขมันในกะทิมีปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัวจำนวนมาก กรดไขมันชนิดอิ่มตัวนี้มีบทบาทต่อการเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือดซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้นจึงเลือกรับประทานอาหารที่มีปริมาณไขมันต่ำ และควบคุมน้ำหนักเพื่อป้องกันโรคต่าง ๆ อันมีสาเหตุมาจากโรคอ้วน ดังนั้นการลดปริมาณไขมันในไอศกรีมกะทิจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ จึงได้มีการพัฒนาไอศกรีมกะทิลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันและเพิ่มส่วนประกอบจำพวกธัญพืชต่าง ๆ ในไอศกรีมกะทิลดไขมัน เนื่องจากธัญพืชเป็นแหล่งที่มาของเส้นใยที่สำคัญซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้าน เช่น เพิ่มปริมาณกากอาหารทำให้ระบบขับถ่ายมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ช่วยยืดระยะเวลาในการย่อยอาหารเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก ช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือด ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอล และยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ สำหรับธัญพืชที่ใช้เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่หาได้ง่าย ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาความน่าเชื่อถือของวิธีการวิเคราะห์ไขมันในน้ำกะทิโดยวิธี GerberเปรียบเทียบกับวิธีMojonnier

1.2.2 ศึกษาคุณสมบัติของสารให้ความคงตัว 4 ชนิดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิสูตรควบคุม

1.2.3 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

1.2.4 พัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยเพิ่มส่วนประกอบจำพวกธัญพืชในไอศกรีมกะทิลดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

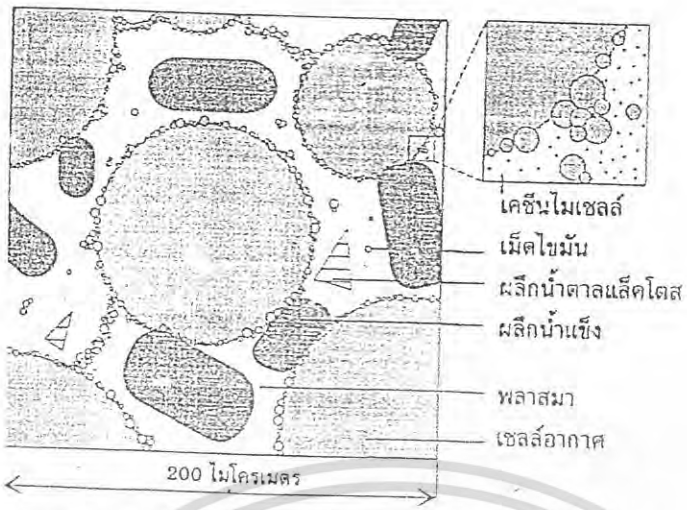
2.1 ไอศกรีม

ไอศกรีม คือ ของผสมแช่เยือกแข็งที่ประกอบไปด้วย นม สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว (stabilizer) อิมัลซิไฟเออร์(emulsifier) และอาจเติมส่วนผสมอื่น ๆ อาทิเช่น ผลิตภัณฑ์จากไข่ และสี ของผสมนี้เรียกว่า มิกซ์(mix) ซึ่งถูกนำไปผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์(pasteurization) และโฮโมจีไนซ์ (homogenization) ก่อนนำไปแช่แข็ง ซึ่งเป็นการดึงความร้อนออกอย่างรวดเร็วขณะเดียวกันกวนเพื่อตีอากาศเข้าเนื้อผลิตภัณฑ์ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเรียบเนียน(smoothness) และความนุ่ม(softness) ตามต้องการ (Marshall และArbuckle, 1996)

โครงสร้างทางกายภาพของไอศกรีมเป็นระบบที่มีความซับซ้อน โดยฟองอากาศ และผลึกน้ำแข็งกระจายตัวอยู่ในส่วนของเหลวที่ไม่แข็งตัว ฟองอากาศมีเม็ดไขมันที่เกิด flocculate ล้อมรอบ ทำให้ฟองอากาศคงตัว ในส่วนของเหลวที่ไม่แข็งตัวประกอบไปด้วย เม็ดไขมันที่แข็งตัว โปรตีนนม เกลือ ผลึกแลคโตส สารให้ความคงตัว และน้ำตาล เป็นต้น การที่ไอศกรีมประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลว ของแข็ง และอากาศ จึงกล่าวได้ว่าไอศกรีมมีลักษณะเป็นระบบ 3 เฟส(Marshall และArbuckle, 1996) ดังในภาพที่ 2.1 ซึ่งแสดงให้เห็นโครงสร้างภายในของไอศกรีม ผลึกน้ำแข็งและฟองอากาศมีขนาดเฉลี่ย 45-55 ไมครอน และ 110-185 ไมครอน ตามลำดับ ในส่วนของเหลวที่ไม่แข็งตัวมีระยะทางเฉลี่ยระหว่างผลึกน้ำแข็งและฟองอากาศ 6-8 ไมครอน ส่วนระยะทางเฉลี่ยระหว่างฟองอากาศ 100-150 ไมครอน (Berger และคณะ, 1972)

ไอศกรีมมีองค์ประกอบและขนาดของแต่ละองค์ประกอบ แสดงดังตารางที่ 2.1 และมีโครงสร้างแสดงดังภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของไอศกรีมที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส

ที่มา : Walstra, 1975

จากภาพที่ 2.1 สังเกตเห็นว่า เม็ดไขมันบางส่วนจะรวมตัวกันเป็นกลุ่ม (clump) ซึ่งส่งผลต่อการคงตัวของรูปร่าง และความแห้งที่เกิดขึ้นในไอศกรีม ไอศกรีมเกิดการคงตัวของรูปร่างได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเม็ดไขมันเกิดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ (Walstra, 1975)

องค์ประกอบของโครงสร้างของไอศกรีมดังแสดงในตารางที่2.1 ส่งผลให้ไอศกรีมมีลักษณะปรากฏที่ดี มีความแห้ง ให้ความรู้สึกทางปาก (mouthfell) ที่ดีและไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างระหว่างการเก็บรักษาซึ่งเรียกลักษณะการคงตัวนี้ว่า การคงตัวของรูปร่าง (shape retention)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบโครงสร้างไอศกรีมที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส

โครงสร้างสำคัญพื้นฐาน	ขนาดเฉลี่ย (ไมโครเมตร)
ผลึกน้ำแข็ง	50.0
ฟองอากาศ	100.0
เม็ดไขมัน	0.6
กลุ่มของเม็ดไขมัน	3.0
ผลึกน้ำตาลแลคโตส	15.0

ที่มา : Walstra, 1975

White และคณะ (1992) กล่าวว่า องค์การไอศกรีมสากล (The International Ice Cream Association) ได้เสนอมาตรฐานใหม่ในการจำแนกประเภทไอศกรีม โดยใช้ปริมาณไขมันเป็นหลักในการจำแนก ดังแสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การแบ่งประเภทไอศกรีมโดยใช้ปริมาณไขมันเป็นหลักในการจัดจำแนก

ประเภทไอศกรีม	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
ไอศกรีมทั่วไป	10
ไอศกรีมลดไขมัน (Reduced fat หรือ Light)	2-7
ไอศกรีมไขมันต่ำ (Low-fat)	0.5-2
ไอศกรีมปราศจากไขมัน (Nonfat)	น้อยกว่า 0.05

ที่มา : White *et al.*, 1992

2.2 องค์ประกอบของไอศกรีม

โดยทั่วไปส่วนผสมไอศกรีม(ice-cream mix) ประกอบด้วย ไขมันนม ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์ สารให้กลิ่นรส น้ำ และอากาศ ซึ่งส่วนผสมแต่ละชนิดมีหน้าที่แตกต่างกันไป ดังนี้

ไขมัน (fat) เป็นส่วนที่กระจายอยู่ในส่วนของน้ำ ในระหว่างการโฮโมจิไนเซชันและการฆ่าเชื้อของผสมที่ทำเป็นไอศกรีม โดยเม็ดไขมันจะแตกออกเป็นหยดเล็ก ๆ ขนาด 1-10 ไมครอน ไขมันจะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ไอศกรีมมีความเนียน ความมัน ไขมันจะเคลือบปากเพื่อลดความรู้สึกเย็นจัดของไอศกรีม ไขมันเนยจากนม ครีม เนย และไขมันปราศจากน้ำ (anhydrous milk fat) แหล่งของไขมันที่ใช้เป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีคุณภาพสูงจะใช้ครีมสด ลักษณะการละลายของไขมันในปากถือเป็นคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่สำคัญ (ภัทรา, 2540)

ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน (nonfat milk solid, NMS) เป็นของแข็งที่อยู่ในส่วนผสมของหางนม ประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 37 น้ำตาลแลคโตสร้อยละ 55 และแร่ธาตุร้อยละ 8 โดยทั่วไปไอศกรีมมีธาตุน้ำนมไม่รวมไขมันไม่เกินร้อยละ 15.6-18.5 ของของแข็งทั้งหมด (total solid, TS) ของส่วนผสมไอศกรีม เมื่อเพิ่มปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมไขมันในส่วนผสมไอศกรีมมากขึ้น จะทำให้ผลึกน้ำแข็ง อัตราการละลายและความรู้สึกเย็นลดลง แต่ช่วยเพิ่มความเป็นครีมและการเคลือบภายในปากสูงขึ้น (Stampononi Koeferli *et al.*, 1996) หากมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้ไอศกรีมมีรสเค็ม อาจมีกลิ่นนมต้ม (overcooked) กลิ่นนมข้น (condensed milk) และเสี่ยงต่อการเกิดผลึกแลคโตสในระหว่างการเก็บรักษา (Marshall and Arbuckle, 1996)

สารให้ความหวาน (sweeteners) มีหน้าที่ให้ความหวานในไอศกรีม เสริมกลิ่นรส และมีบทบาทในการป้องกันการเป็นน้ำแข็ง (anti-freeze) รวมทั้งใช้ในการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดของส่วนผสมให้เป็นไปตามที่ต้องการ การเพิ่มปริมาณสารให้ความหวานมากเกินไปจะทำให้จุดเยือกแข็งของส่วนผสมไอศกรีมลดต่ำลง ต้องใช้เวลานานในการปั่นเป็นไอศกรีม (Goff, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารให้ความคงตัว (stabilizers) เป็นส่วนผสมของสารจำพวกไฮโดรคอลลอยด์ เช่น โลคัสบีนกัม กัวร์กัม คาราจีแนน แอลจิเนท เพคติน และอื่น ๆ ซึ่งเป็นตัวช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของของหวานแช่แข็ง และป้องกันความเค้นเนื่องจากความร้อน (thermal stress) ในระหว่างการจัดจำหน่าย สารให้ความคงตัวยังช่วยเพิ่มความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม ความหนืดที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้อากาศเข้ามาแทรกตัวอยู่ด้วยได้มากขึ้น นอกจากนี้สารให้ความคงตัวยังช่วยเสริมเติมเนื้อไอศกรีมและปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีมให้ดีขึ้น สารให้ความคงตัวช่วยยับยั้งการยุบตัวและปรับปรุงความคงตัว โดยการทำให้ผลึกน้ำแข็งโตขึ้นอย่างช้า ๆ (Huang และ Platt, 1995)

อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifiers) โดยทั่วไปนิยมใช้โมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก อิมัลซิไฟเออร์มีส่วนสำคัญในการทำให้เกิดการสูญเสียความคงตัวของไขมัน (fat destabilization) ในระหว่างการปั่นไอศกรีม ทำให้เซลล์อากาศมีขนาดเล็กและกระจายตัวสม่ำเสมอในโครงสร้างไอศกรีมและลดระยะเวลาในการปั่นไอศกรีม นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความหนืดให้กับไอศกรีมไขมันต่ำ ทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กลงอีกด้วย ไอศกรีมที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี (Baer *et al.*,1997;Davies *et al.*,2000) หากใช้อิมัลซิไฟเออร์มากเกินไปจะทำให้ไอศกรีมละลายช้าและมีเนื้อสัมผัสไม่ดี (Marshall and Arbuckle, 1996)

สารให้กลิ่นรส (flavor) สารให้กลิ่นรสมีความสำคัญต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมของผู้บริโภค กลิ่นรสที่แพร่หลายและนิยมกันมากได้แก่ กลิ่นวานิลลา ช็อกโกแลต สตรอเบอร์รี่ กาแฟ เป็นต้น (Li *et al.*,1997;Marshall *et al.*,2003)

น้ำ (water) และอากาศ (air) มีผลต่อการควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลิตภัณฑ์ โดยน้ำในไอศกรีมอยู่ในสถานะของของเหลวและของแข็ง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่ขึ้น หากผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่กว่า 40-50 ไมครอน จะส่งผลให้ไอศกรีมมีเนื้อหยาบและเป็นเกล็ดน้ำแข็ง (Donhowe *et al.*,1991; Velez-Ruiz and Barbosa Canovas, 1997) ระหว่างการปั่นไอศกรีมมีการอัดอากาศเข้าไปในส่วนผสมประมาณร้อยละ 50 กระจายตัวอยู่ในส่วนของอิมัลชั่น โดยเซลล์อากาศมีขนาดเล็กประมาณ 50 ไมครอน และมักพบร่างแหของเม็ดไขมันที่บริเวณระหว่างน้ำและอากาศ (Andreasen and Nielsen, 1992; Marshall and Arbuckle, 1996)

2.3 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม

1. การเตรียมส่วนผสมไอศกรีม

1.1. ผสมวัตถุดิบแห้งทั้งหมดเข้ากัน ผสมวัตถุดิบแห้งทั้งหมดเข้ากับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้า ๆ พร้อมกับคนไปเรื่อย ๆ

1.2. ร่อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลว ร่อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลว เช่น ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยโกโก้ โดยที่ของเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่า 80 องศาฟาเรนไฮต์ หากใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมเจลาตินเข้ากับน้ำตาลในปริมาตรเท่า ๆ กัน แล้วจึงเติมในของเหลวก่อนที่อุณหภูมิจะสูงถึง 120 องศาฟาเรนไฮต์

1.3. ครีมแช่แข็ง เนย หรือผลิตภัณฑ์แช่แข็ง ที่จะใช้ในส่วนผสมไอศกรีมควรตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

1.4. การเติมสีและกลิ่น จะเติมในส่วนผสมเป็นลำดับสุดท้าย

2. การปั่นส่วนผสม (Blending)

ส่วนผสมพื้นฐานของไอศกรีม คือ ครีม นม น้ำตาล สารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์ ส่วนชนิดของไขมันและธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย ที่จะนำมาใช้อาจขึ้นกับ ต้นทุนและข้อกำหนดของกฎหมาย เมื่อทำการปั่นส่วนผสมไอศกรีมด้วยเครื่องปั่นซึ่งใช้แรงเฉือน มีผลให้ของแข็งจะกระจายในส่วนผสมที่เป็นของเหลว (Keeney, 1972)

3. การพาสเจอไรเซชั่น (Pasteurization)

การให้ความร้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้เกิดสภาพเป็นสารละลาย ช่วยในการผสมโดยละลายไขมันและลดความหนืด ปรับปรุงกลิ่นรสในไอศกรีมมิกซ์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาไอศกรีมมิกซ์ให้เพิ่มขึ้นจนถึง 2-3 สัปดาห์ และเพิ่มความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ วิธีการให้ความร้อนที่เหมาะสมนั้นควรให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดอย่างรวดเร็ว และคงที่ ณ อุณหภูมินั้นตามเวลาที่กำหนด แล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 ^{0}C (40 ^{0}F) (Arbuckle, 1986; Marshall และ Arbuckle,1996) เวลาและอุณหภูมิในการให้ความร้อนแก่ส่วนผสมไอศกรีม จะมีผลกระทบต่อโครงสร้างของโปรตีนและคุณสมบัติของโปรตีน และทำให้ น้ำตาล กัม หรือสารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์ละลาย (Kilara และ Sharkasi, 1986)

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของวิธีการพาสเจอร์ไรส์แบบต่าง ๆ

วิธีการ	เวลา	อุณหภูมิ (°C/°F)
Batch	30 นาที	69/155
HTST	25 วินาที	80/175
HHST	1-3 วินาที	90/194
UHT	2-4 วินาที	138/280

หมายเหตุ : HTST คือ high-temperature short-time

HHST คือ higher-heat shorter-time

UHT คือ ultra high temperature

ที่มา : Marshall และ Arbuckle (1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การโฮโมจิไนเซชั่น (Homogenization)

วัตถุประสงค์หลักของการโฮโมจิไนเซชั่น เพื่อให้ได้อิมัลชันที่คงที่ อุณหภูมิในการโฮโมจิไนเซชั่นจะใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรเซชั่น การโฮโมจิไนเซชั่นเป็นขบวนการที่ทำให้เม็ดไขมันแตกตัวเป็นเม็ดขนาดเล็กลง เครื่องโฮโมจิไนเซชั่นเป็นเครื่องมือที่อาศัยความดันจากปั๊มในการทำให้เม็ดไขมันแตกตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ และกระจายทั่วส่วนผสม (Keeney, 1972) โดยขนาดเม็ดไขมันประมาณ 1-2 ไมครอน ซึ่งจะป้องกันการแยกชั้นของครีมแล้ว ยังช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่มและทำให้การปั่นส่วนผสมเป็นไปได้ง่าย รวดเร็ว ใช้เวลาบ่มส่วนผสมไม่นานัก นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณสารให้ความคงตัวให้น้อยลง (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

5. การบ่ม (aging)

ควรทำที่อุณหภูมิไม่เกิน 4.4 ^{0}C เวลาของการบ่มซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปคือประมาณ 24 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในไอศกรีมมิกซ์ระหว่างการบ่ม คือไขมันเกิดการแข็งตัว การบ่มช่วยให้ไอศกรีมมีรูปร่างและเนื้อสัมผัสเรียบเนียน ต้านทานต่อการละลายและตีให้ขึ้นฟูได้ง่าย(Arbuckle, 1986) การบ่มต้องใช้เวลาระยะหนึ่งเนื่องจากการตกผลึกของไขมัน การดูดซับของโปรตีน และอิมัลซิไฟเออร์ที่เม็ดไขมัน รวมทั้งการ hydration ของโปรตีน และสารให้ความคงตัว ต้องใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว หากบ่มที่อุณหภูมิ 0-2 ^{0}C อัตราการตกผลึกของไขมันจะเพิ่มขึ้น ถังปั่นไอศกรีมมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและจำกัดการเจริญของจุลินทรีย์ในไอศกรีมมิกซ์ได้เกือบสมบูรณ์ (Marshall และ Arbuckle,1996)

ประโยชน์ของการบ่มส่วนผสมไอศกรีม คือ ทำให้โปรตีนล้อมรอบผิวเม็ดไขมันได้ดีขึ้นและการห่อหุ้มของโปรตีนรอบเม็ดไขมันจะเกิดขึ้นทันทีหลังการโฮโมจิไนเซชั่น ซึ่งต้องใช้เวลานานถึง 10 นาที ที่อุณหภูมิสูงสุด 70 องศาเซลเซียส หลังการโฮโมจิไนเซชั่นส่วนผสมไอศกรีมจะทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Berger, 1976)

6. การปั่น

ประกอบด้วยการเติมไอศกรีมมิกซ์ ที่ผ่านการแต่งสี กลิ่นแล้วลงในถังปั่นไอศกรีม และลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเพื่อให้ส่วนของน้ำในไอศกรีมมิกซ์แข็งตัวอย่างรวดเร็ว ผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดเล็ก ช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน ขณะเดียวกันมีการตีอากาศเพื่อให้ไอศกรีมขึ้นฟู การตีอากาศทำโดยกวนไอศกรีมมิกซ์อย่างเร็ว เป็นผลให้ความหนืดลดลง เนื่องจากโครงสร้างบางส่วนของเจลถูกทำลาย และกลุ่มของเม็ดไขมันแตกออก โครงสร้างของเจลบางส่วนอาจก่อตัวได้ใหม่ในระหว่างการ hardening ในช่วงการแช่แข็งนั้นปริมาณน้ำบางส่วนเท่านั้นที่เป็นผลึกโดยเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิขณะนำไอศกรีมออกจากถังปั่น ถ้าอุณหภูมิของไอศกรีมที่ออกจากถังปั่นอยู่ในช่วง -3.9 และ -8.3 ^{0}C ปริมาณน้ำที่แข็งตัวในไอศกรีมอยู่ในช่วงร้อยละ 33 และร้อยละ 67 ตามลำดับ ดังนั้นหลังจากออกจากถังปั่นไอศกรีม ไอศกรีมที่ได้จะมีปริมาณอากาศตามต้องการ แต่ปริมาณผลึกน้ำแข็งยังไม่เพียงพอ จึงต้องนำไปแช่แข็งต่อในช่วงการ hardening (Arbuckle, 1986; Marshall และ Arbuckle,1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การแช่แข็ง

คือการแช่แข็งไอศกรีม ที่ออกจากถังปั่นต่อโดยไม่มีการตีอากาศ เนื่องจากไอศกรีมที่ออกจากถังปั่นมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว ไม่สามารถคงรูปร่างได้ การ hardening ควรทำอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็ก ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน เวลาของการ hardening ประเมินจากเวลาที่ใช้ในการทำให้อุณหภูมิของไอศกรีม ณ ใจกลางภาชนะบรรจุลดลงเหลือ -18 ^{0}C อุณหภูมิของการ hardening อยู่ที่ -18 ^{0}C หรือต่ำกว่า แต่นิยมทำที่ -25 ถึง -30 ^{0}C ในขั้นตอนของการ hardening มีปริมาณน้ำที่แข็งตัวเพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำเพิ่มขึ้น จุดเยือกแข็งของไอศกรีมมิกซ์จึงลดลงอีกจนถึงจุดหนึ่งไม่มีผลึกน้ำแข็งเกิดขึ้นอีก ดังนั้นน้ำในไอศกรีมจึงไม่สามารถแข็งตัวได้หมด แม้ที่อุณหภูมิของการ hardening ในช่วงนี้มีปริมาณน้ำแข็งตัวเพิ่มขึ้นจากช่วงการแช่แข็งในถังปั่นอีกร้อยละ 23-57 ขึ้นกับอุณหภูมิที่ไอศกรีมออกจากถังปั่น (Marshall และ Arbuckle,1996)

8. การเก็บรักษา

หลังจากไอศกรีมถูก hardening อาจจำหน่ายทันทีหรือเก็บรักษาไว้ไม่เกิน 1-2 สัปดาห์ อาจใช้ห้อง hardening เป็นห้องเก็บรักษา หรือแยกไอศกรีมเก็บไว้ในห้องเก็บรักษาต่างหากเนื่องจากอุณหภูมิของห้องเก็บรักษาสูงกว่าห้อง hardening โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง -18 ถึง -23 ^{0}C (Arbuckle, 1986)

2.4 สารทดแทนไขมัน

สารทดแทนไขมัน (fat replacer) เป็นสารประกอบใด ๆ ที่สามารถใช้ทดแทนไขมันในอาหารหรือทำหน้าที่แทนไขมัน ให้รสชาติและความรู้สึกเหมือนไขมันในอาหาร แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่

1. fat mimetic หมายถึง สารประกอบที่ใช้ทดแทนหน้าที่ของไขมันในด้านความรู้สึกภายในปาก รูปร่าง และมวลของไขมัน มีความสามารถในการดูดน้ำหรือพองตัวได้เป็นจำนวนมาก สามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ คือ กลุ่มที่ได้จากแป้ง เซลลูโลส และโปรตีน กลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ เดกซ์ทริน โพลีเดกซ์โทรส เป็นต้น การใช้ fat mimetic แทนที่ไขมันในอาหารพลังงานต่ำ มักทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ขาดลักษณะบางประการเนื่องจากสารชนิดนี้ไม่สามารถแทนไขมันในลักษณะต่างๆ ได้ทั้งหมด (อดิศักดิ์, 2542)

2. fat substitute หมายถึง สารประกอบที่มีลักษณะทางกายภาพและเคมีใกล้เคียงกับไตรกลีเซอไรด์ มีความคงตัวต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองหรือปรุงอาหาร เช่น โอเลสตร้า(Olestra) ซึ่งเป็นซูโครสโพลีเอสเทอร์(sucrose polyester) ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย สามารถใช้แทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารหรือใช้แทนน้ำมันสำหรับทอดอาหารได้ดี (อดิศักดิ์, 2542)

สารทดแทนไขมันแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.4.1 สารทดแทนไขมันประเภทไขมัน (fat-based fat replacers) สารทดแทนไขมันประเภทนี้อาจเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่มีการดัดแปลงโครงสร้างให้มีพลังงานลดลง หรือไม่ให้พลังงานส่วนใหญ่มีการประยุกต์ใช้สารทดแทนไขมันประเภทนี้ในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว และแครกเกอร์ น้ำมันสำหรับปรุงอาหาร เป็นต้น (Giese, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน (protein-based fat replacers) สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนได้มาจากแหล่งต่าง ๆ เช่น นม ไข่ เวย์โปรตีน (whey protein) และโปรตีนจากพืช เช่น โปรตีนจากถั่วเหลือง (soy protein) โดยนำโปรตีนบางชนิดมาดัดแปรให้มีสมบัติคล้ายไขมันด้วยการทำให้เข้มข้น และตีปั่นให้มีขนาดอนุภาคเล็ก ๆ เมื่อรับประทานแล้วจะให้ความรู้สึกคล้ายกับไขมัน (อดิศักดิ์, 2542)

โปรตีน (Protein microparticles) ถูกนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในกรณีที่ต้องการเพิ่มกลิ่นรสให้อาหารที่มีไขมันต่ำ ซึ่งสารทดแทนไขมันที่มาจากโปรตีนนี้เมื่อถูกความร้อนโปรตีนจะเกิดการแตกตัวของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก เมื่อสัมผัสกับลิ้นจะรู้สึกเหมือนเป็นของเหลว เนื้อสัมผัสคล้ายครีม ไขมันหรือน้ำมัน ในปี ค.ศ. 1990 ได้มีการอนุญาตให้จำหน่ายสารทดแทนไขมันที่มาจากโปรตีนในตลาดเป็นครั้งแรก ซึ่งเรียกว่า " ซิมเพลส " ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากไข่ขาวหรือ หางนม (Skim milk) อนุภาคโปรตีนจะคล้ายกับซิมเพลส ซึ่งมีในอาหารอื่น ๆ ได้แก่ เคซีนในผลิตภัณฑ์นม แต่ซิมเพลสจะปลอดภัยและเหมาะสมกับคนที่ไม่แพ้ไข่และนม สำหรับคนที่แพ้จะต้องปรึกษาแพทย์ก่อนใช้ซิมเพลส ในปัจจุบันซิมเพลสที่สถาบัน GRAS (Generally Recognized as Safe) อนุญาตให้ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์ของหวานแช่แข็ง องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้กับผลิตภัณฑ์น้ำสลัด มายองเนส มาร์การีน โยเกิร์ต เนยแข็ง ครีมเปรี้ยว ซิมเพลสสามารถทดแทนไขมันได้ร้อยละ 30 (โยเกิร์ต) และร้อยละ 80 (มาร์การีน) ตัวอย่างสารทดแทนไขมันที่มาจากโปรตีน ได้แก่ Simplesse Trailblazer และ Finesse

ซิมเพลสที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ

1. ซิมเพลส-100 (Simplesse-100) มีลักษณะเป็นของเหลวชนิดธิโซโทรปิค(Thixotropic fluid) ที่ทำมาจากเวย์โปรตีนเข้มข้น(whey protein concentrate)

2. ซิมเพลส ดราย 100 (Simplesse dry 100) เป็นผง รวมกับน้ำได้ดี

3. ซิมเพลส 300 (Simplesse 300) เป็นสารที่ได้จากของผสมระหว่างไข่ขาวและโปรตีนนม กับเพกตินและน้ำตาล

2.4.3 สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate-based fat replacers) สารทดแทนไขมันประเภทนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เป็นสตาร์ชดัดแปร (modified starch) ซึ่งมีสมบัติทำให้อาหารข้นเมื่อสุกแล้วจะมีลักษณะลื่น เนื้อเนียนคล้ายไขมัน และกลุ่มที่เป็นเส้นใยอาหารและกัม สามารถเกิดเจล หรือนำมาผสมกับน้ำจะให้ความข้นและความมัน เนื้อเนียนคล้ายไขมัน มีการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์นม ไอศกรีม น้ำสลัด เป็นต้น (Giese, 1996)

สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ในไอศกรีมปราศจากไขมัน ช่วยเพิ่มความหนืดให้กับไอศกรีม โดยขัดขวางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลอื่น ๆ ในไอศกรีม คาร์โบไฮเดรตสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติการระเหยของสารให้กลิ่นรสได้ขึ้นกับว่าสารให้กลิ่นรสนั้นเป็นชนิดใด อย่างไรก็ตามไอศกรีมที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นสารทดแทนไขมันจะสูญเสียกลิ่นรสเร็วกว่าไอศกรีมที่มีไขมัน

Setser และ Specter (1994) กล่าวว่า การใช้เด็กซ์ตรินจากแป้งมันสำปะหลัง หรือ มอลโตเด็กซ์ตริน จากแป้งมันฝรั่งเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ของหวานแช่แข็ง (Frozen dessert) มีผลทำให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยาบ (Coarseness) และความเป็นน้ำ (Wateriness) เพิ่มขึ้น ส่วนความเนียน (Creaminess) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ลักษณะความเป็นแป้ง (Chalkiness) ในไอศกรีมที่ใช้เด็กซ์ตรินจากแป้งมันสำปะหลังเป็นสารทดแทนไขมันจะสูงกว่าไอศกรีมที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินจากแป้งมันฝรั่ง ส่วนลักษณะความเย็น (Coldness) ความเป็นยาง (Gumminess) และลักษณะการเคลือบปาก (Mouth coating) ของไอศกรีมทุกสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในการศึกษาคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ของหวานแช่แข็ง ซึ่งใช้สารทดแทนไขมันและสารทดแทนน้ำตาลทรายของ Setser และ Specter ปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความนุ่ม (Softness) ความหยาบ (Coarseness) ความเป็นน้ำ (Wateriness) ความเนียน (Creaminess) ความเป็นแป้ง (Chalkiness) และความรู้สึกเคลือบในปาก ปัจจัยคุณภาพทางกายภาพที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความหนืด (Viscosity) ความแข็งของไอศกรีม (Resistance to deformation) และอัตราการละลาย (Melting rate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการทดลอง

3.2 วัตถุดิบ

3.1.1 มะพร้าวขูดขาว

3.1.2 น้ำตาลทราย

3.1.2 สารให้ความคงตัว

- ไรเพล็กส์ ไอ เอฟ 22 [RIPLEX IF 22;The East Asiatic (Thailand) Public Company Limited]
- เจมโคล 645 เค [GEMCOL 645 K ;บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ สเปเชียลิตี้ส์ จำกัด]
- ครีโมแคน เอส อี 709 [CREMODAN SE 709 ;บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ สเปเชียลิตี้ส์ จำกัด]
- ครีโมแคน เอส อี 734 วี อี จี [CREMODAN SE 734 VEG ;บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ สเปเชียลิตี้ส์ จำกัด]

3.1.4 สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน ได้แก่ ซิมเพลส-100 [Simplesse-100, CP Kelco U.S., Lnc., USA ; บริษัท วินเนอร์ กรุ๊ป (ประเทศไทย) จำกัด]

3.1.5 สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ เอ็น-ไลท์ ดี [N-Lite D ;บริษัท เนชั่นแนล สตาร์ช แอนด์ เคมิคัล (ไทยแลนด์) จำกัด]

3.1.6 ธัญพืช (ถั่วแดง, ถั่วเหลือง, ลูกเดือย, ข้าวโพด)

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี Gerber

- เอมิลแอลกอฮอล์ (AR. Grade, Merck, Germany)
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น (AR. Grade, Merck, Germany)

3.2.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี Mojonnier

- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (AR. Grade, Merck, Germany)
- เอทธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (AR. Grade, Merck, Germany)
- ไดเอทธิลอีเทอร์ (AR. Grade, Merck, Germany)
- ปิโตรเลียมอีเทอร์ (AR. Grade, Merck, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 สารอาหารสำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)

- Tryptone (Oxoid L42, Australia)
- Dextrose (Merck, Germany)
- Yeast extract (Oxoid L42, Australia)
- Agar (SO-BI-GEL)

3.2.4 สารอาหารสำหรับวิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์ม

- Lauryl Sulfate Tryptose Broth (Merck, Germany)
- Brilliant Green Gile Broth (Scharlau, Europe)
- EC broth (Merck, Germany)
- Levine's Eosin Methylene Blue (Merck, Germany)
- Tryptone broth (Merck, Germany)
- MR-VP medium (Merck, Germany)
- Simmon citrate broth (Merck, Germany)

3.2.5 สารอาหารสำหรับวิเคราะห์เชื้อยีสต์และเชื้อรา

- มันฝรั่ง
- Agar (SO-BI-GEL)
- Dextrose (Merck, Germany)

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.1 เครื่องปั่นไอศกรีม (ความจุ 3 ลิตร บริษัท ฟอร์จูนเนท จำกัด)

3.3.2 เครื่องปั่นผสมอาหาร (บริษัท ฟิลิปส์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด)

3.3.3 ตู้เย็น (Sanyo Thailand)

3.3.4 ตู้แช่แข็ง (Sanyo Thailand)

3.3.5 Tray dryer (Super line, Mitsubishi electric corporation Japan)

3.3.6 เครื่องบด pin mill (Retsch ZM 1000)

3.3.7 รางไหล (Bostwick,CSC SCIENTIFIC CO.,INC)

3.3.8 เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter CR 300, Japan)

3.3.9 Hot Air Oven (Modell 400 ,Memeert Germany)

3.3.10 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer รุ่น HR 73)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

3.4.1 วิเคราะห์ไขมันในน้ำกะทิระหว่างวิธี Gerber และ วิธี Mojonnier

3.4.1.1 วิธีการคั้นกะทิ

- นำมะพร้าวขูดขาว และน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 65 °C ผสมกันกันในอัตราส่วนดังนี้
- อัตราส่วน A:B

A คือ หัวกะทิ คั้นได้จาก มะพร้าวขูด 100 กรัม ผสมน้ำ65°C 50 กรัม

B คือ หางกะทิ คั้นได้จากกากมะพร้าว(A) 100 กรัม ผสมน้ำ65°C 50 กรัม

- อัตราส่วน C:D

C คือ หัวกะทิ คั้นได้จาก มะพร้าวขูด 100 กรัม ผสมน้ำ65°C 100 กรัม

D คือ หางกะทิ คั้นได้จากกากมะพร้าว(C) 100 กรัม ผสมน้ำ65 °C 100 กรัม

3.4.1.2 วิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิโดยวิธี Gerber (Bradley *et al.*, 1992) แสดงในภาคผนวก ก.

3.4.1.3 วิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิโดยวิธี Mojonnier (ดัดแปลงจาก Bradley *et al.*, 1992) แสดงในภาคผนวก ก.

3.4.2 ผลิตไอศกรีมกะทิ

- คำนวณปริมาณส่วนผสมที่ใช้ดังภาคผนวก ค.และผลิตไอศกรีมดังนี้

- ผสมวัตถุดิบที่เป็นของแห้ง ได้แก่ น้ำตาลทราย สารให้ความคงตัว ให้เข้ากัน นำวัตถุดิบที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำกะทิตั้งไฟที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เติมส่วนผสมแห้งลงในน้ำกะทิพร้อมกับคนให้ละลายโดยเร็ว นำส่วนผสมที่ได้มาปั่นผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นผสมนาน 30 วินาที ก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นลดอุณหภูมิของส่วนผสมไอศกรีมลงให้เย็นโดยเร็ว จนส่วนผสมของไอศกรีมมีอุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส ก่อนนำส่วนผสมไปบ่มที่อุณหภูมิ 4–5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วปั่นไอศกรีมด้วยเครื่องปั่นไอศกรีมประมาณ 25-30 นาที บรรจุไอศกรีมในถ้วยพลาสติกมีฝาปิด นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำตัวอย่างไอศกรีมมาตรวจสอบคุณภาพ

3.4.3 ศึกษาคุณสมบัติของสารให้ความคงตัว 4 ชนิดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิสูตรควบคุม

3.4.3.1 ผลิตไอศกรีมกะทิ โดยผันแปรชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวของไอศกรีมกะทิซึ่งสารให้ความคงตัวที่ใช้มี 4 ชนิด ได้แก่ ไรเพล็กส์ ไอ เอฟ 22, เจมโคล 645 เค, ครีโมแดน เอส อี 709 และ ครีโมแดน เอส อี 734 วี อี จี และผันแปรปริมาณ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.3, 0.4 และ0.5 โดยใช้ไรเพล็กส์ ไอ เอฟ 22 ปริมาณ 0.47% เป็นสูตรควบคุม

3.4.3.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (4×3×3 Factorial Arrangement in Complete Ramdomized Design) โดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพซึ่งประกอบด้วย

- ความเร็วในการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดความเร็วในการไหลของไอศกรีมมิกซ์หลังผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้รางไหลวัดระยะทางที่ไอศกรีมมิกซ์เคลื่อนที่ไปได้ใน 1 วินาที ควบคุมอุณหภูมิไอศกรีมมิกซ์ที่ 25 องศาเซสเซียส

- ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมโดยกำหนดปริมาตรคงที่ (ดัดแปลงจาก Adapa *et al.*, 2000)

ชั่งน้ำหนักไอศกรีมมิกซ์ก่อนปั่นที่บรรจุในถ้วยพลาสติก บันทึกน้ำหนักของไอศกรีมมิกซ์ ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ปั่นได้ซึ่งบรรจุอยู่ในถ้วยพลาสติกที่มีปริมาตรเท่ากัน บันทึกค่าน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ คำนวณค่าโอเวอร์รันดังสมการต่อไปนี้

$$\text{โอเวอร์รัน (\%โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรไอศกรีมมิกซ์ - น.น.ต่อหน่วยปริมาตรไอศกรีม}}{\text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรไอศกรีม}} \times 100$$

- อัตราการละลาย (ดัดแปลงจาก Muse and Hartel, 2004)

นำตัวอย่างไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -25 องศาเซสเซียส ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -15±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดอัตราการละลายที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส โดยวางไอศกรีมบนตะแกรงสแตนเลสขนาด 6.3 ช่องต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายเทียบกับน้ำหนักไอศกรีม 100 กรัม เขียนกราฟระหว่างค่าที่ได้กับเวลา

- การวัดสีของไอศกรีม

วัดค่าสีและรายงานค่าสีในระบบ L, a, b และ ΔE ของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสีนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS, Version 13, 2004

3.4.3.3 ทดสอบทางคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive) และความชอบแบบ (Hedonic Scaling) โดยใช้แผนการทดลองสุ่มแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (Balanced Incomplete Block Design, BIB) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 26 คน ปัจจัยที่ทดสอบได้แก่ ความเรียบเนียน สี กลิ่นรสกะทิ ความหนืด การละลายในปาก และความชอบโดยรวม

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมSAS,1996 นำผลการวิเคราะห์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ซึ่งจะทราบชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวที่ผู้ทดสอบยอมรับมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.4.4 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

3.4.4.1 ผลิตไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยผันแปรปริมาณสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต (เอ็น-ไลท์ดี) และโปรตีน(ซิมเพลส-100) โดยมีปริมาณไขมันกะทิ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 7.0, 5.0 และ2.5 คำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ใช้และผลิตไอศกรีมตามข้อ 3.4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (3×2×3 Factorial Arrangement in Complete Ramdomized Design) และตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามข้อ 3.4.3.2

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS, Version 13, 2004

3.4.4.3 ทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองตามข้อ 3.4.3.3 ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 21 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมSAS,1996 นำผลการวิเคราะห์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ซึ่งจะทราบชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ผู้ทดสอบยอมรับมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.4.5 พัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยเพิ่มธัญพืชในไอศกรีมกะทิลดไขมัน

3.4.5.1 ผลิตไอศกรีมกะทิลดไขมันโดยเพิ่มธัญพืช ซึ่งผันแปรชนิดและปริมาณของธัญพืชแต่ละชนิดในไอศกรีมกะทิลดไขมัน ปริมาณที่ใช้ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2, 5 และ7 คำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ใช้และผลิตไอศกรีมตามข้อ 3.4.2

3.4.5.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (4×3×3 Factorial Arrangement in Complete Ramdomized Design) และตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามข้อ 3.4.3.2

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS, Version 13, 2004

3.4.5.3 ตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์

- วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Houghtby *et al.*, 1992) แสดงในภาคผนวก ก.
- วิเคราะห์เชื้อยีสต์และเชื้อรา (Frank *et al.*, 1992) แสดงในภาคผนวก ก.
- วิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Christen *et al.*, 1992) แสดงในภาคผนวก ก.

3.4.5.4 ทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองตามข้อ 3.4.3.3 ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 26 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมSAS,1996 นำผลการวิเคราะห์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ซึ่งจะทราบชนิดและปริมาณของธัญพืชที่ผู้ทดสอบยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธี Mojonnier กับวิธี Gerber

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิ เปรียบเทียบระหว่างวิธี Mojonnier กับวิธี Gerber แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันระหว่างวิธี Mojonnier และวิธี Gerber ในน้ำกะทิที่ได้จากการผสม A:B

อัตราส่วน A:B	ปริมาณไขมัน (%)	
	วิธี Mojonnier	วิธี Gerber
1:0	23.82± 0.54	อ่านค่าไม่ได้
1:1	16.83± 0.13	อ่านค่าไม่ได้
1:2	12.48± 0.42	อ่านค่าไม่ได้
1:3	10.87± 0.08	อ่านค่าไม่ได้
1:4	10.25± 0.07	อ่านค่าไม่ได้
1:4.5	10.09± 0.10	อ่านค่าไม่ได้
0:1	6.98± 0.15	อ่านค่าไม่ได้
0:0.5	3.58± 0.12	4.09± 0.40

หมายเหตุ : A คือ หัวกะทิ คั้นได้จากมะพร้าวขูด 100 กรัม ผสมน้ำ 50 กรัม

B คือ หางกะทิ คั้นได้จากกากมะพร้าว A 100 กรัม ผสมน้ำ 50 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันระหว่างวิธี Mojonnier และวิธี Gerber ในน้ำ กะทิที่ได้จากการผสม C:D

อัตราส่วน C:D	ปริมาณไขมัน (%)	
	วิธี Mojonnier	วิธี Gerber
1:0	14.45± 0.13	อ่านค่าไม่ได้
1:1	11.36± 0.11	อ่านค่าไม่ได้
1:1.5	9.76± 0.07	อ่านค่าไม่ได้
1:2	8.89± 0.22	27.00± 2.78
1:3	6.46± 0.21	22.10± 0.39
0:1	4.32± 0.30	3.97± 0.15
0:0.5	2.83± 0.12	3.58± 1.01

หมายเหตุ : C คือ หัวกะทิ คั้นได้จาก มะพร้าวขูด 100 กรัม ผสมน้ำ 100 กรัม

D คือ หางกะทิ คั้นได้จากกากมะพร้าว C 100 กรัม ผสมน้ำ 100 กรัม

จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิโดยวิธี Mojonnier และวิธี Gerber พบว่าวิธี Mojonnier นั้นสามารถหาปริมาณไขมันในอัตราส่วนต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ส่วนวิธี Gerber ไม่สามารถหาค่าได้แต่เมื่อเจือจางน้ำกะทิในปริมาณมากจะหาค่าได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิกล่องตราเอทิพย์ (ปริมาณไขมัน 20%) พบว่าวิธี Mojonnier สามารถอ่านค่าได้เท่ากับ 21.01% แต่วิธี Gerber อ่านค่าไม่ได้

4.2 ศึกษาคุณสมบัติของสารให้ความคงตัว 4 ชนิดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิสูตรควบคุม

จากการทำไอศกรีมกะทิโดยใช้สารให้ความคงตัว 4 ชนิดได้แก่ Riplex, Gemcol, Cremodan SE 734 และ Cremodan SE 709 ในปริมาณ 0.4, 0.5 และ0.6% โดยใช้ Riplex 0.47% เป็นสูตรควบคุม นำไอศกรีมกะทิมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพดังแสดงในตารางที่ 4.3 และทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36502

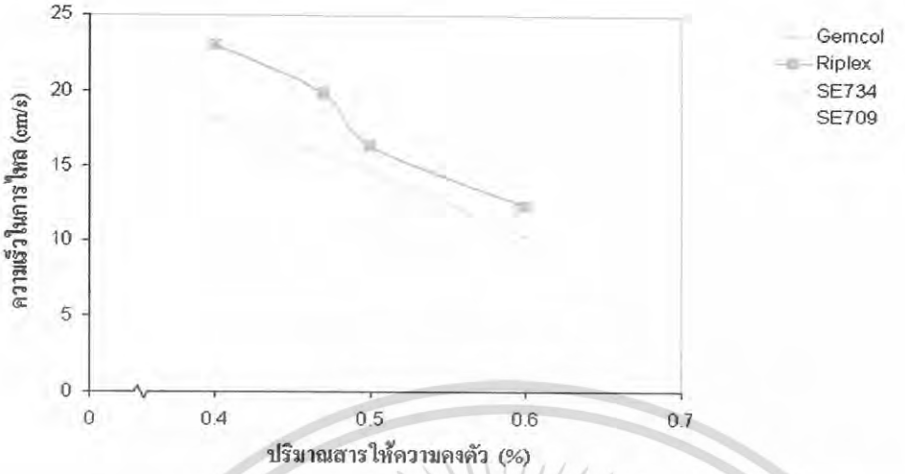
ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิ

สารให้ความคงตัว		ความเร็วการไหล (เซนติเมตร/วินาที)	โอเวอร์รัน (%)	อัตราการละลาย (ร้อยละ/นาที)
ชนิด	ปริมาณ (%)			
Gemcol	0.40	18.10 ± 0.60^{ef}	62.04 ± 1.45^{b}	1.67^{b}
	0.50	14.63 ± 0.51^{ef}	43.03 ± 3.01^{cd}	1.67^{b}
	0.60	10.34 ± 0.49^{ab}	34.27 ± 0.62^{d}	1.67^{b}
Riplex	0.40	23.03 ± 0.76^{g}	72.45 ± 0.46^{a}	1.82^{c}
	0.47(control)	19.80 ± 1.97^{f}	64.75 ± 0.80^{ab}	1.82^{c}
	0.50	16.33 ± 1.04^{de}	56.98 ± 1.16^{b}	1.82^{c}
	0.60	12.33 ± 0.83^{bc}	56.14 ± 0.46^{b}	1.82^{c}
Cremodan SE 734	0.40	18.73 ± 1.03^{ef}	64.10 ± 2.89^{b}	1.82^{c}
	0.50	10.77 ± 0.60^{bc}	37.47 ± 4.69^{c}	1.71^{b}
	0.60	8.40 ± 1.01^{a}	33.94 ± 0.19^{d}	1.54^{a}
Cremodan SE 709	0.40	23.37 ± 0.60^{g}	60.05 ± 1.08^{b}	1.82^{c}
	0.50	19.63 ± 0.77^{f}	54.81 ± 0.73^{b}	1.82^{c}
	0.60	18.87 ± 0.32^{ef}	42.42 ± 1.32^{cd}	1.82^{c}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

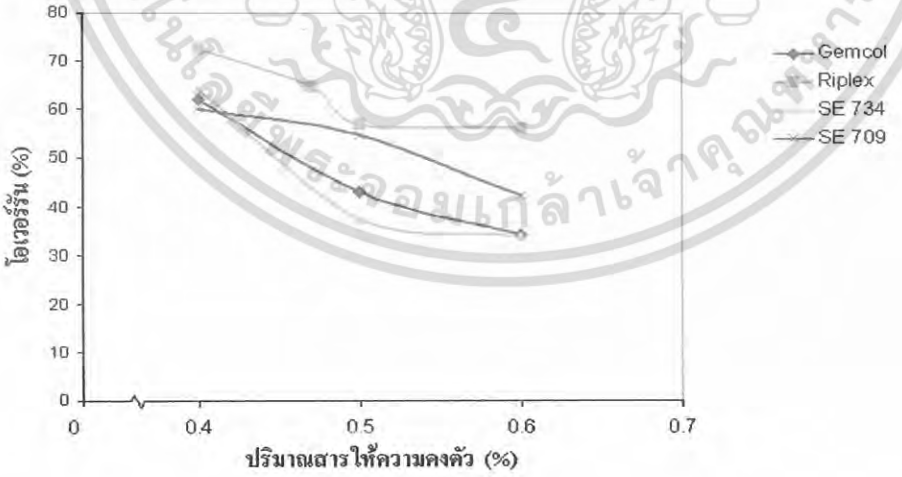
จากผลการวิเคราะห์ความเร็วในการไหลของส่วนผสมไอศกรีมกะทิ พบว่าCremodan SE 734 มีความเร็วในการไหลน้อยที่สุด ส่วน Gemcol, Riplex และCremodan SE 709 มีความเร็วในการไหลมากขึ้นตามลำดับ เมื่อสารให้ความคงตัวมีปริมาณเพิ่มขึ้นค่าความเร็วในการไหลมีแนวโน้มลดลง ค่าความเร็วในการไหลของส่วนผสมไอศกรีมแสดงถึงความหนืดของไอศกรีม ซึ่งค่าความเร็วในการไหลแปรผกผันกับความหนืดของไอศกรีม ดังแสดงในภาพที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการไหลของไอศกรีมมิกซ์กับปริมาณสารให้ความคงตัว

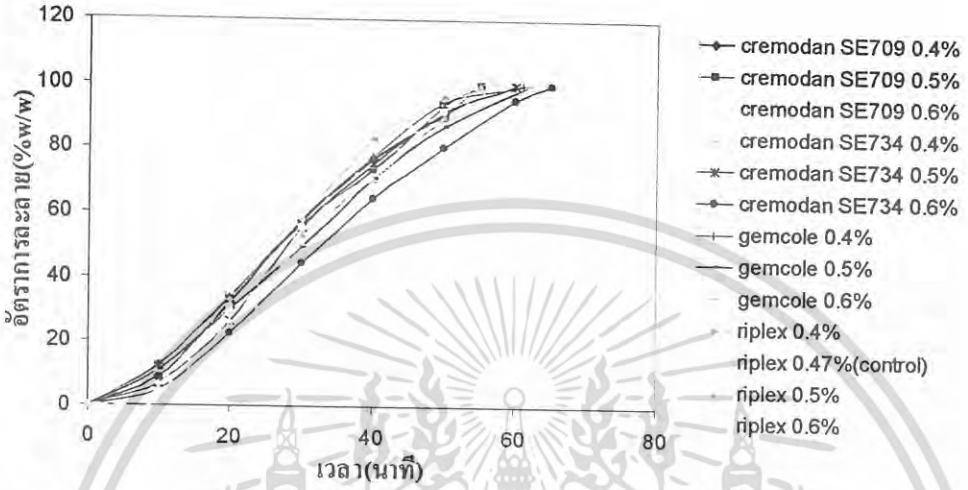
จากผลการวิเคราะห์ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมกะทิ พบว่า Cremodan SE 734 มีค่าโอเวอร์รันน้อยที่สุด ส่วน Gemcol, Cremodan SE 709 และRiplex มีค่าโอเวอร์รันมากขึ้นตามลำดับ เมื่อสารให้ความคงตัวมีปริมาณเพิ่มขึ้นค่าโอเวอร์รันมีแนวโน้มลดลง แสดงในภาพที่ 4.2 ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมแสดงถึงการขึ้นฟูของไอศกรีม ซึ่งค่าโอเวอร์รันแปรผันตามกับการขึ้นฟูของไอศกรีม



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโอเวอร์รันกับปริมาณสารให้ความคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์อัตราการละลายของไอศกรีมกะทิ พบว่า Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.6% มีอัตราการละลายช้าที่สุด ส่วนสูตรอื่น ๆ อัตราการละลายมีค่าใกล้เคียงกันโดยอัตราการละลายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 อัตราการละลายของไอศกรีมกะทิที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

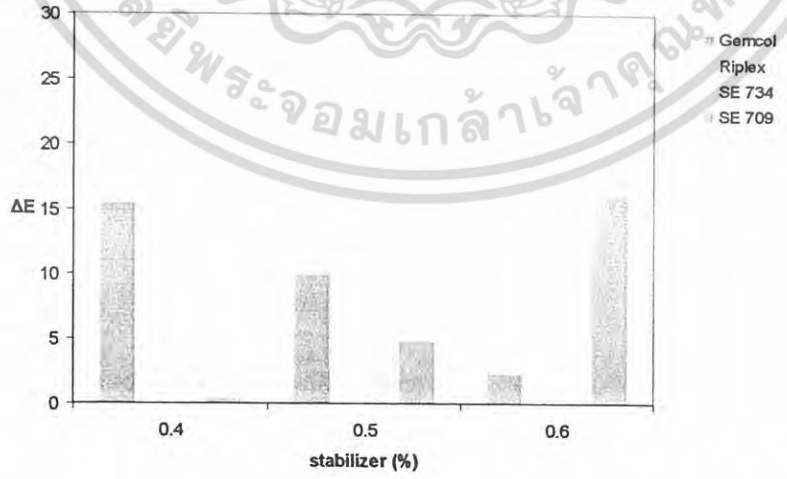
จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของไอศกรีมกะทิ ดังตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าสีของไอศกรีมแต่ละสูตรจะให้สีแตกต่างจากสูตรควบคุม โดย Cremodan SE 709,Cremodan SE 734 และRiplexจะให้ค่าสีแตกต่างจากสูตรควบคุม(Δ E) เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณของสารให้ความคงตัว ค่าความแตกต่างจากสูตรคุมคุม(Δ E)จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนGemcol เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้นจะมีแนวโน้มค่าความแตกต่างจากสูตรควบคุม (Δ E) ลดลง เนื่องจากปริมาณ Gemcol มากขึ้นค่าความสว่าง(L)จะลดลงใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ดังภาพที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21038

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมกะทิ

สารให้ความคงตัว		ค่าสีเฉลี่ย					
ชนิด	ปริมาณ (%)	L	a	b	C	h	Δ E
Gemcol	0.40	59.37	+0.21	+1.73	1.74	1.45	15.49
	0.50	53.85	+0.25	+2.18	2.19	1.46	9.96
	0.60	46.22	+0.32	+2.41	2.43	1.44	2.35
Riplex	0.40	47.12	+0.26	+2.30	2.37	1.46	3.24
	0.47 (control)	43.89	+0.52	+2.19	2.25	1.34	0
	0.50	41.40	+0.47	+2.21	2.26	1.36	2.49
	0.60	34.45	+0.91	+1.79	2.01	1.10	9.46
Cremodan SE 734	0.40	36.65	+0.48	+2.09	2.15	1.35	7.24
	0.50	34.38	+0.48	+1.68	1.75	1.29	9.52
	0.60	28.89	+0.49	+1.79	1.85	1.30	15.01
Cremodan SE 709	0.40	43.58	+0.34	+2.52	2.55	1.44	0.49
	0.50	39.05	+0.36	+1.73	1.77	1.37	4.86
	0.60	27.80	+0.41	+1.81	1.86	1.35	16.09



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Δ E กับปริมาณของสารให้ความคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
พัฒนาคุณภาพเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางกายภาพของไอศกรีมกะทิ พบว่าทางด้านสีผู้ทดสอบให้คะแนน Cremodan SE 709 ปริมาณ 0.6% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีสีขาวมาก ด้านกลิ่นรสกะทิผู้ทดสอบให้คะแนน Riplex ปริมาณ 0.4% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีกลิ่นรสกะทิมาก การละลายในปากผู้ทดสอบให้คะแนน Gemcol ปริมาณ 0.6% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีการละลายในปากช้า ส่วนด้านความเรียบเนียน และความเหนียวหนืด ผู้ทดสอบให้คะแนน Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.5% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีความเรียบเนียนและมีความเหนียวหนืดมากที่สุดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางกายภาพของไอศกรีมกะทิ

สูตร	ลักษณะปรากฏ				
	สี	กลิ่นรส	เรียบเนียน	ละลายในปาก	เหนียวหนืด
Gemcol (0.4%)	12.67 ± 2.15^{ab}	8.08 ± 2.37^{ab}	6.36 ± 3.65^{c}	5.14 ± 3.67^{bcd}	3.64 ± 4.33^{fgh}
Gemcol (0.5%)	13.21 ± 2.60^{a}	7.55 ± 4.17^{ab}	9.39 ± 2.86^{b}	6.58 ± 2.58^{abc}	6.57 ± 3.30^{cdef}
Gemcol (0.6%)	12.64 ± 1.86^{ab}	9.94 ± 2.94^{a}	10.02 ± 2.14^{ab}	9.66 ± 1.88^{a}	10.40 ± 1.46^{ab}
Riplex (0.4%)	12.95 ± 1.33^{ab}	10.63 ± 2.39^{a}	2.51 ± 0.62^{e}	2.01 ± 1.02^{d}	1.83 ± 0.51^{h}
Riplex (0.5%)	11.78 ± 3.01^{ab}	4.70 ± 3.38^{bc}	6.43 ± 2.54^{c}	8.09 ± 2.84^{ab}	6.00 ± 2.25^{def}
Riplex (0.47%)	11.08 ± 4.17^{ab}	6.80 ± 5.04^{abc}	9.20 ± 2.42^{b}	5.98 ± 3.38^{abc}	7.44 ± 3.44^{bcde}
Riplex (0.6%)	12.13 ± 3.32^{ab}	2.11 ± 2.08^{c}	11.13 ± 2.21^{ab}	6.77 ± 3.86^{abc}	8.94 ± 2.23^{abcd}
Cremodan SE 734(0.4%)	9.44 ± 3.53^{b}	5.00 ± 2.25^{bc}	5.22 ± 2.12^{cd}	6.17 ± 3.23^{abc}	5.47 ± 3.18^{efg}
Cremodan SE 734(0.5%)	12.38 ± 4.02^{ab}	3.98 ± 2.03^{bc}	12.35 ± 1.01^{a}	9.35 ± 2.28^{a}	11.64 ± 1.82^{a}
Cremodan SE 734(0.6%)	11.48 ± 1.84^{ab}	7.93 ± 2.72^{ab}	10.82 ± 2.02^{ab}	5.67 ± 3.81^{abcd}	10.59 ± 1.41^{ab}
Cremodan SE 709(0.4%)	12.68 ± 2.56^{ab}	7.01 ± 4.38^{ab}	3.27 ± 2.33^{de}	3.75 ± 3.65^{cd}	2.51 ± 2.50^{gh}
Cremodan SE709 (0.5%)	13.01 ± 1.22^{ab}	5.99 ± 5.19^{abc}	11.47 ± 1.51^{ab}	5.67 ± 1.55^{abcd}	10.30 ± 2.60^{ab}
Cremodan SE 709(0.6%)	13.68 ± 1.65^{a}	6.68 ± 4.81^{abc}	10.78 ± 1.30^{ab}	7.16 ± 3.02^{abc}	9.65 ± 2.14^{abc}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของไอศกรีมกะทิ พบว่าด้านสีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านกลิ่นรสกะทิผู้ทดสอบให้การยอมรับ Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.6% มากที่สุด ส่วนความเรียบเนียน, การละลายในปาก, ความเหนียวหนืด และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับ Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.5% มากที่สุด ดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 ดังนั้นจึงเลือก Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.5% เป็นสูตรควบคุมในการทดลองขั้นต่อไป

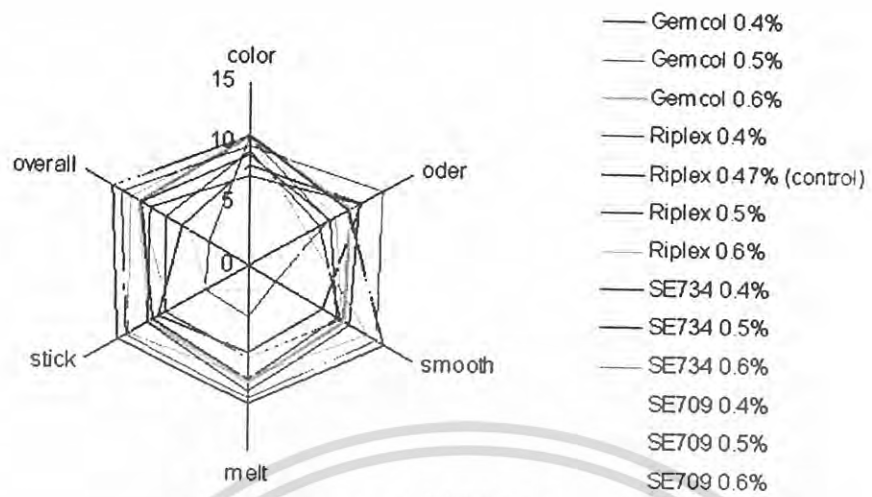
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของไอศกรีมกะทิ

สูตร	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ					
	สี^{ns}	กลิ่นรส	เรียบเนียน	ละลายในปาก	เหนียวหนืด	โดยรวม
Gemcol (0.4%)	8.17±1.49	10.28±1.98^{ab}	6.69±1.46^{d}	7.00±2.55^{cd}	8.24±1.84^{ab}	6.18±1.94^{de}
Gemcol (0.5%)	10.59±0.99	9.36±3.60^{abc}	8.65±5.31^{bcd}	9.50±3.40^{abc}	9.10±3.02^{ab}	9.97±2.18^{abc}
Gemcol (0.6%)	10.29±2.51	9.24±2.27^{abc}	9.83±2.28^{abcd}	8.63±3.27^{abc}	7.46±2.84^{bc}	10.27±2.47^{abc}
Riplex (0.4%)	10.42±1.79	7.34±4.30^{bc}	2.48±2.13^{e}	4.10±2.81^{de}	4.01±4.67^{c}	3.63±1.71^{e}
Riplex (0.5%)	9.34±2.32	6.39±3.41^{bc}	8.36±1.46^{cd}	7.38±1.63^{bcd}	7.60±2.24^{bc}	7.57±1.97^{cd}
Riplex (0.47%)	9.04±2.47	7.48±2.72^{bc}	8.10±3.19^{cd}	9.12±4.29^{abc}	8.65±3.18^{ab}	9.80±2.51^{abc}
Riplex (0.6%)	10.50±2.91	7.84±3.54^{abc}	8.64±1.84^{bcd}	7.36±4.42^{bcd}	7.26±3.90^{bc}	10.09±1.88^{abc}
Cremodan SE 734 (0.4%)	7.30±3.05	10.19±2.75^{ab}	9.34±3.38^{abcd}	10.14±1.77^{abc}	9.24±3.43^{ab}	9.14±3.21^{bc}
Cremodan SE 734 (0.5%)	10.51±3.12	9.19±1.88^{abc}	12.44±1.76^{a}	11.20±2.26^{a}	11.93±2.76^{a}	12.52±1.77^{a}
Cremodan SE 734 (0.6%)	9.74±3.49	12.13±1.49^{a}	11.72±1.10^{ab}	10.78±2.33^{ab}	11.24±1.72^{ab}	11.69±1.83^{ab}
Cremodan SE 709 (0.4%)	8.27±4.32	6.19±4.57^{bc}	3.05±2.14^{e}	1.96±1.85^{e}	3.82±3.48^{c}	5.36±2.88^{de}
Cremodan SE709 (0.5%)	10.73±1.96	5.34±5.52^{c}	10.85±1.75^{abc}	8.98±1.67^{abc}	10.99±1.77^{ab}	10.79±2.21^{ab}
Cremodan SE 709 (0.6%)	10.99±3.21	9.63±2.29^{abc}	11.91±1.46^{ab}	10.39±1.82^{abc}	10.93±2.67^{ab}	12.37±1.26^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะทิ

4.3 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

จากการทำไอศกรีมกะทิลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตได้แก่ ซิมเพลส-100 และเอ็น-ไลท์ ดี โดยลดปริมาณไขมันในไอศกรีมให้มีปริมาณ 2.5, 5.0 และ7.5% โดยใช้ Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.5% ซึ่งมีปริมาณไขมัน 10% เป็นสูตรควบคุม นำไอศกรีมกะทิมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพดังแสดงในตารางที่ 4.7 และทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.9

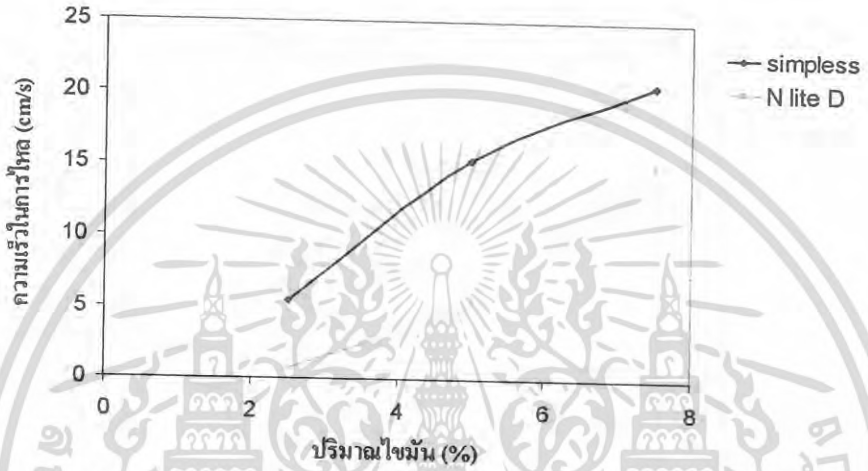
ตารางที่ 4.7 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน (%)	ความเร็วการไหล (เซนติเมตร/วินาที)	โอเวอร์รัน (%)	อัตราการละลาย (ร้อยละ/นาที)
ซิมเพลส-100	7.5	20.63 ± 1.04^{e}	55.38 ± 1.03^{a}	2.50^{e}
	5.0	15.37 ± 1.36^{d}	45.08 ± 0.78^{b}	2.00^{d}
	2.5	5.43 ± 0.74^{b}	31.72 ± 1.39^{d}	1.82^{c}
เอ็น-ไลท์ ดี	7.5	14.97 ± 0.99^{d}	31.12 ± 0.79^{d}	1.82^{c}
	5.0	5.48 ± 0.23^{b}	9.54 ± 0.38^{e}	1.54^{a}
	2.5	0.72 ± 0.08^{a}	9.21 ± 0.50^{e}	1.54^{a}
control	10.0	11.00 ± 1.15^{c}	39.23 ± 2.27^{c}	1.67^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

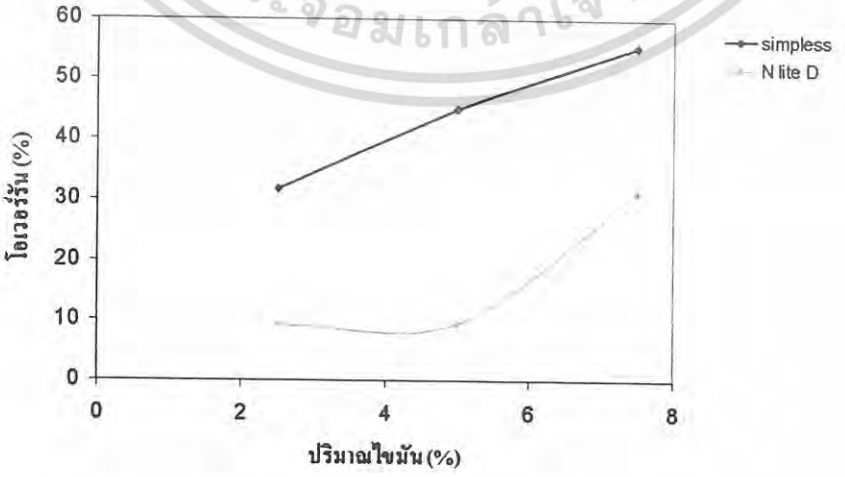
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์ความเร็วในการไหลของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมัน พบว่าเอ็น-ไลท์ ดี มีความเร็วในการไหลน้อยกว่าซิมเพลส-100 เนื่องจากเอ็น-ไลท์ ดี เป็นสารทดแทนประเภทคาร์โบไฮเดรตจึงทำให้มีความเร็วในการไหลน้อยกว่า เมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นค่าความเร็วในการไหลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะว่าปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น ปริมาณการใช้สารทดแทนไขมันลดลง ค่าความเร็วในการไหลจึงเพิ่มขึ้น ค่าความเร็วในการไหลของส่วนผสมไอศกรีมแสดงถึงความหนืดของไอศกรีม ซึ่งค่าความเร็วในการไหลแปรผกผันกับความหนืดของไอศกรีม ดังแสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการไหลของไอศกรีมมิกซ์กับปริมาณไขมัน

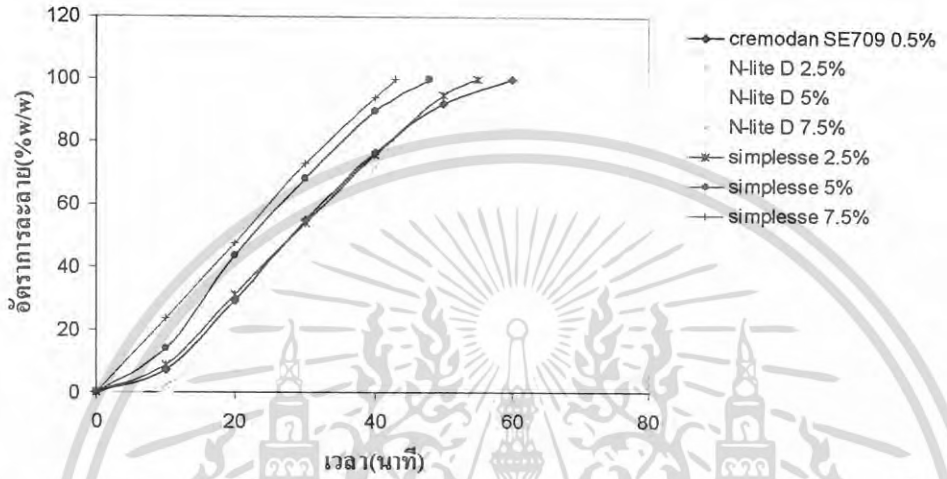
จากผลการวิเคราะห์ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมกะทิลดไขมัน พบว่าเอ็น-ไลท์ ดี มีค่าโอเวอร์รันน้อยกว่าซิมเพลส-100 เมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นค่าโอเวอร์รันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.7 ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมแสดงถึงการขึ้นฟูของไอศกรีม



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโอเวอร์รันกับปริมาณไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์ค่าอัตราการละลายของไอศกรีมกะทิลดไขมัน พบว่า ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมัน 2.5 และ5.0% โดยใช้เอ็น-ไลท์ ดี เป็นสารทดแทนไขมันมีอัตราการละลายช้าที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ อัตราการละลายแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อัตราการละลายมีค่าใกล้เคียงกันโดยอัตราการละลายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.8



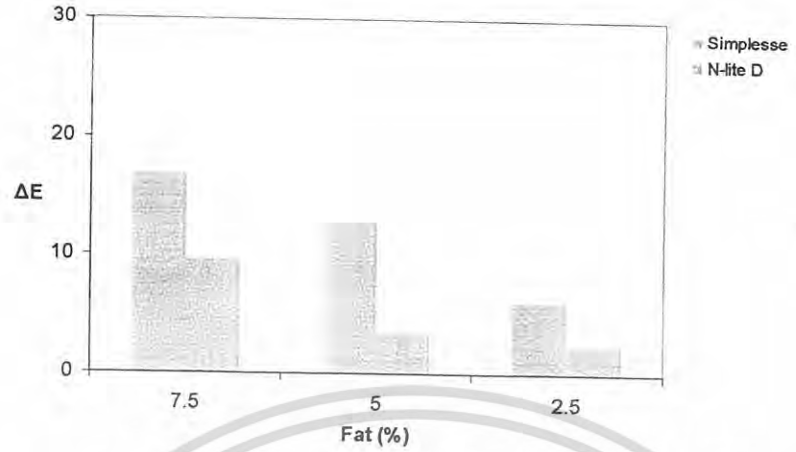
ภาพที่ 4.8 อัตราการละลายของไอศกรีมกะทิลดไขมันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

จากการวิเคราะห์ค่าสีดังแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าซิมเพลส-100 มีความแตกต่างจากสูตรคุมคุม (Δ E) มากกว่าเอ็น-ไลท์ ดี โดยซิมเพลส-100 จะมีสีอยู่ในทิศทิศสีเหลือง(b) มากกว่าเอ็น-ไลท์ ดี เนื่องจากมีปริมาณไรโบฟลาวิน(riboflavin) ที่มีอยู่ในเวย์โปรตีน (วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์,2531) เมื่อลดปริมาณของสารทดแทนไขมันค่าความแตกต่างจากสูตรคุมคุม(Δ E)จะมีแนวโน้มลดลง แสดงในภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมกะทิลดไขมัน

สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน (%)	ค่าสีเฉลี่ย					
		L	a	b	C	h	Δ E
ซิมเพลส-100	7.5	73.13	-1.33	+8.34	8.45	-1.41	16.90
	5.0	68.83	-1.31	+7.91	8.01	-1.41	12.88
	2.5	61.87	-1.33	+5.88	6.03	-1.35	6.17
เอ็น-ไลท์ ดี	7.5	67.18	-0.20	+3.54	3.54	-1.51	9.66
	5.0	60.88	-0.49	+2.98	3.02	-1.41	3.52
	2.5	55.25	-0.50	+1.93	1.99	-1.32	2.58
control	10.0	57.73	+0.11	+1.54	1.54	1.50	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Δ E กับปริมาณไขมัน

การทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกะทิลดไขมัน พบว่าทางด้านสีผู้ทดสอบให้การคะแนนสูตรควบคุมมากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีสีขาวมาก ด้านกลิ่นรสกะทิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านความเรียบเนียน และการละลายในปากผู้ทดสอบให้คะแนนเอ็น-ไลท์ ดี ปริมาณ 7.5% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีความเรียบเนียนมาก และมีการละลายในปากช้า ส่วนความเหนียวหนืด ผู้ทดสอบให้คะแนน เอ็น-ไลท์ ดี ปริมาณ 2.5% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีมีความเหนียวหนืดมากที่สุด ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

สูตร	ลักษณะปรากฏ				
	สี	กลิ่นรส^{ns}	เรียบเนียน	ละลายในปาก	เหนียวหนืด
control	13.00 ± 1.54^{a}	8.40 ± 4.36	8.34 ± 3.89^{ab}	5.58 ± 3.70^{ab}	6.02 ± 3.18^{bc}
ซิมเพลส-100 (7.5%)	6.73 ± 3.67^{b}	6.84 ± 5.21	7.83 ± 4.77^{ab}	5.03 ± 5.03^{b}	5.38 ± 3.47^{c}
ซิมเพลส-100 (5.0%)	4.56 ± 2.96^{b}	6.38 ± 4.12	9.30 ± 2.40^{a}	5.68 ± 1.56^{ab}	9.87 ± 1.59^{ab}
ซิมเพลส-100 (2.5%)	6.45 ± 3.88^{b}	7.13 ± 5.16	5.19 ± 2.57^{b}	5.31 ± 2.99^{ab}	7.70 ± 2.40^{bc}
เอ็น-ไลท์ ดี (7.5%)	11.58 ± 2.05^{a}	7.18 ± 3.57	11.26 ± 2.67^{a}	9.55 ± 2.34^{a}	9.67 ± 3.11^{ab}
เอ็น-ไลท์ ดี (5.0%)	11.11 ± 3.95^{a}	7.12 ± 3.81	10.48 ± 2.94^{a}	7.35 ± 3.84^{ab}	8.49 ± 4.38^{bc}
เอ็น-ไลท์ ดี (2.5%)	5.52 ± 1.91^{b}	7.01 ± 4.22	11.16 ± 0.76^{a}	7.95 ± 2.45^{ab}	11.68 ± 1.63^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

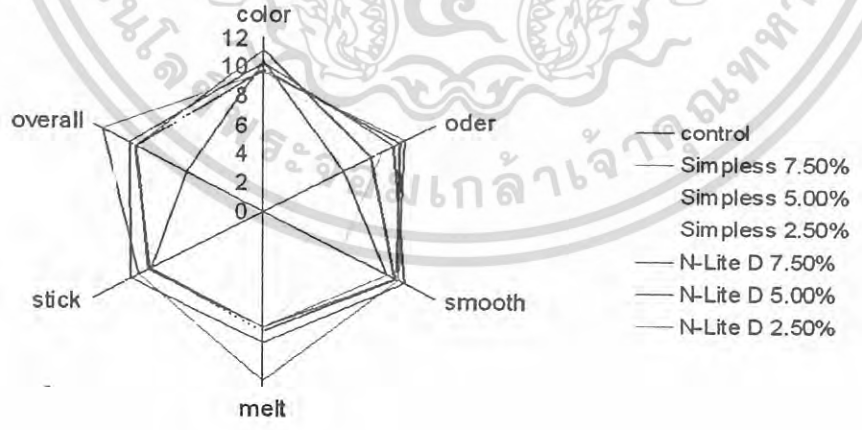
การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของไอศกรีมกะทิ พบว่าด้านสี กลิ่นรสกะทิ, การละลายในปาก และความเหนียวหนืด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$ ส่วนความเรียบเนียน และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับ ซิมเพลส-100 ปริมาณไขมัน 7.5% มากที่สุด ดังตารางที่4.10 และภาพที่ 4.10 ดังนั้นจึงเลือก ซิมเพลส-100 ปริมาณไขมัน 7.5% เป็นสูตรควบคุมในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะลิลดไขมัน

สูตร	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ					
	สี^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	เรียบเนียน	ละลายในปาก^{ns}	เหนียวหนืด^{ns}	โดยรวม
control	9.75±3.02	9.52±2.58	9.26±2.42^{a}	8.20±4.11	7.92±3.85	8.95±3.82^{ab}
ซิมเพลส-100 (7.5%)	9.58±2.77	9.87±5.21	9.42±4.17^{a}	11.62±3.31	8.71±4.85	11.35±2.15^{a}
ซิมเพลส-100 (5.0%)	9.88±1.56	7.84±3.27	9.33±3.21^{a}	10.36±1.71	9.72±2.40	10.74±2.77^{a}
ซิมเพลส-100 (2.5%)	9.48±2.48	8.34±3.35	5.39±1.78^{b}	8.23±3.48	7.79±1.64	9.12±3.34^{ab}
เอ็น-ไลท์ ดี (7.5%)	10.30±2.19	9.05±2.24	9.90±2.06^{a}	8.98±0.93	9.26±1.75	9.40±2.51^{ab}
เอ็น-ไลท์ ดี (5.0%)	11.14±2.11	7.41±4.14	9.23±1.99^{a}	7.91±4.19	8.03±4.57	8.90±4.13^{ab}
เอ็น-ไลท์ ดี (2.5%)	10.35±2.46	5.57±2.96	8.65±3.30^{ab}	7.96±3.06	7.83±3.37	5.35±3.20^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 4.10 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะลิลดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 พัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยเพิ่มส่วนประกอบจำพวกธัญพืชใน ไอศกรีมกะทิลดไขมัน

จากการทำไอศกรีมกะทิลดไขมันที่มีธัญพืชเป็นส่วนประกอบได้แก่ ลูกเดือย ถั่วแดง ข้าวโพด และถั่วเหลือง ในปริมาณ 2, 5 และ7% โดยใช้ ซิมเพลส-100 ที่ทำให้ไอศกรีมมีปริมาณไขมัน 7.5% เป็นสูตรควบคุม นำไอศกรีมกะทิมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพแสดงในตารางที่ 4.11 ทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.13 และตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์แสดงในตารางที่ 4.15

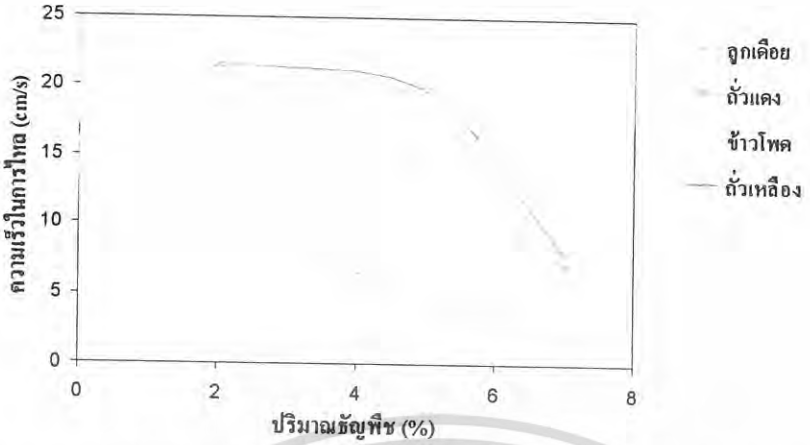
ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมันผสมธัญพืช

ชนิดธัญพืช	ปริมาณธัญพืช (%)	ความเร็วการไหล (เซนติเมตร/วินาที)	โอเวอร์รัน (%)	อัตราการละลาย (ร้อยละ/นาที)
ลูกเดือย	2	11.27±1.34^{d}	31.37±1.08^{h}	1.82^{c}
	5	4.53±0.45^{b}	26.99±1.17^{i}	1.67^{d}
	7	2.17±0.31^{a}	23.61±0.19^{k}	1.54^{e}
ถั่วแดง	2	21.20±0.75^{fg}	50.66±0.54^{de}	2.00^{a}
	5	14.50±0.91^{e}	44.71±0.60^{f}	1.82^{c}
	7	7.10±1.21^{c}	40.46±1.08^{g}	1.82^{c}
ข้าวโพด	2	23.27±0.70^{g}	63.28±0.08^{a}	2.00^{a}
	5	20.33±1.19^{f}	56.98±1.16^{b}	1.82^{c}
	7	11.00±1.15^{d}	49.19±1.06^{e}	1.82^{c}
ถั่วเหลือง	2	21.67±0.70^{fg}	51.36±0.79^{d}	2.00^{a}
	5	19.70±1.57^{f}	32.22±0.76^{h}	1.82^{c}
	7	7.93±2.75^{c}	25.25±1.22^{j}	1.82^{c}
control		21.00±1.11^{f}	54.81±0.73^{c}	2.50^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ความเร็วในการไหลของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช พบว่าลูกเดือยมีความเร็วในการไหลน้อยที่สุด ส่วนถั่วแดง, ถั่วเหลืองและข้าวโพด มีความเร็วในการไหลมากขึ้นตามลำดับ สาเหตุที่ลูกเดือยมีความหนืดมากสุดอาจเป็นเพราะว่าลูกเดือยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง และเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้นค่าความเร็วในการไหลมีแนวโน้มลดลง ค่าความเร็วในการไหลของส่วนผสมไอศกรีมแสดงถึงความหนืดของไอศกรีม ซึ่งค่าความเร็วในการไหลแปรผกผันกับความหนืดของไอศกรีม ดังแสดงในภาพที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



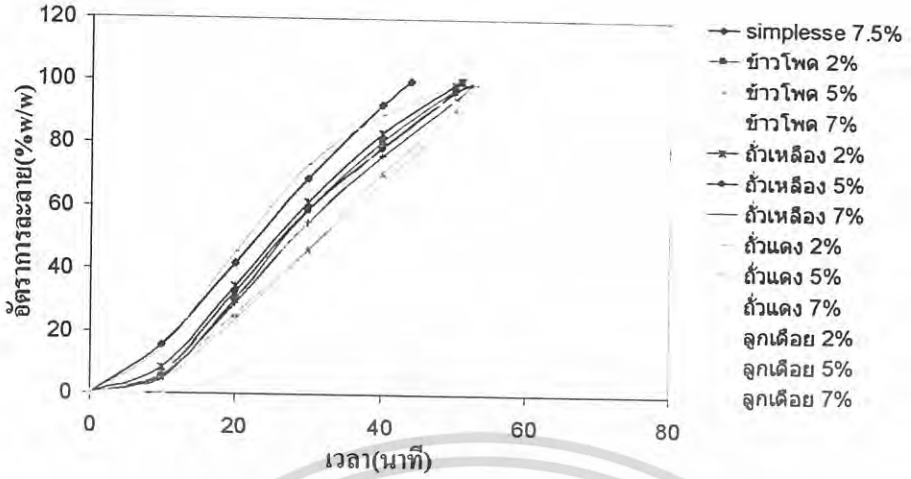
ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการไหลของไอศกรีมมิกซ์กับปริมาณธัญพืช

จากผลการวิเคราะห์ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมกะทิลดไขมัน พบว่า ลูกเดือยมีค่าโอเวอร์รันน้อยที่สุด ส่วนถั่วเหลือง, ถั่วแดงและข้าวโพด มีค่าโอเวอร์รันมากขึ้นตามลำดับ เมื่อปริมาณธัญพืชเพิ่มขึ้นค่าโอเวอร์รันมีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4.12 ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมแสดงถึงการขึ้นฟูของไอศกรีม ซึ่งค่าโอเวอร์รันแปรผันตามกับการขึ้นฟูของไอศกรีม

ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโอเวอร์รันกับปริมาณธัญพืช

จากผลการวิเคราะห์ค่าอัตราการละลายของไอศกรีมกะทิลดไขมัน พบว่า ไอศกรีมที่มีลูกเดือย ปริมาณ 7% มีอัตราการละลายช้าที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ อัตราการละลายมีค่าใกล้เคียงกัน โดยอัตราการละลายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



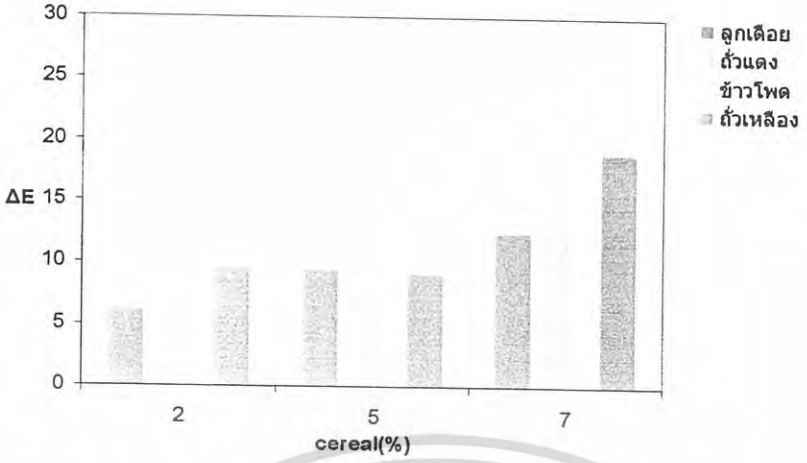
ภาพที่ 4.13 อัตราการละลายของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืชที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช

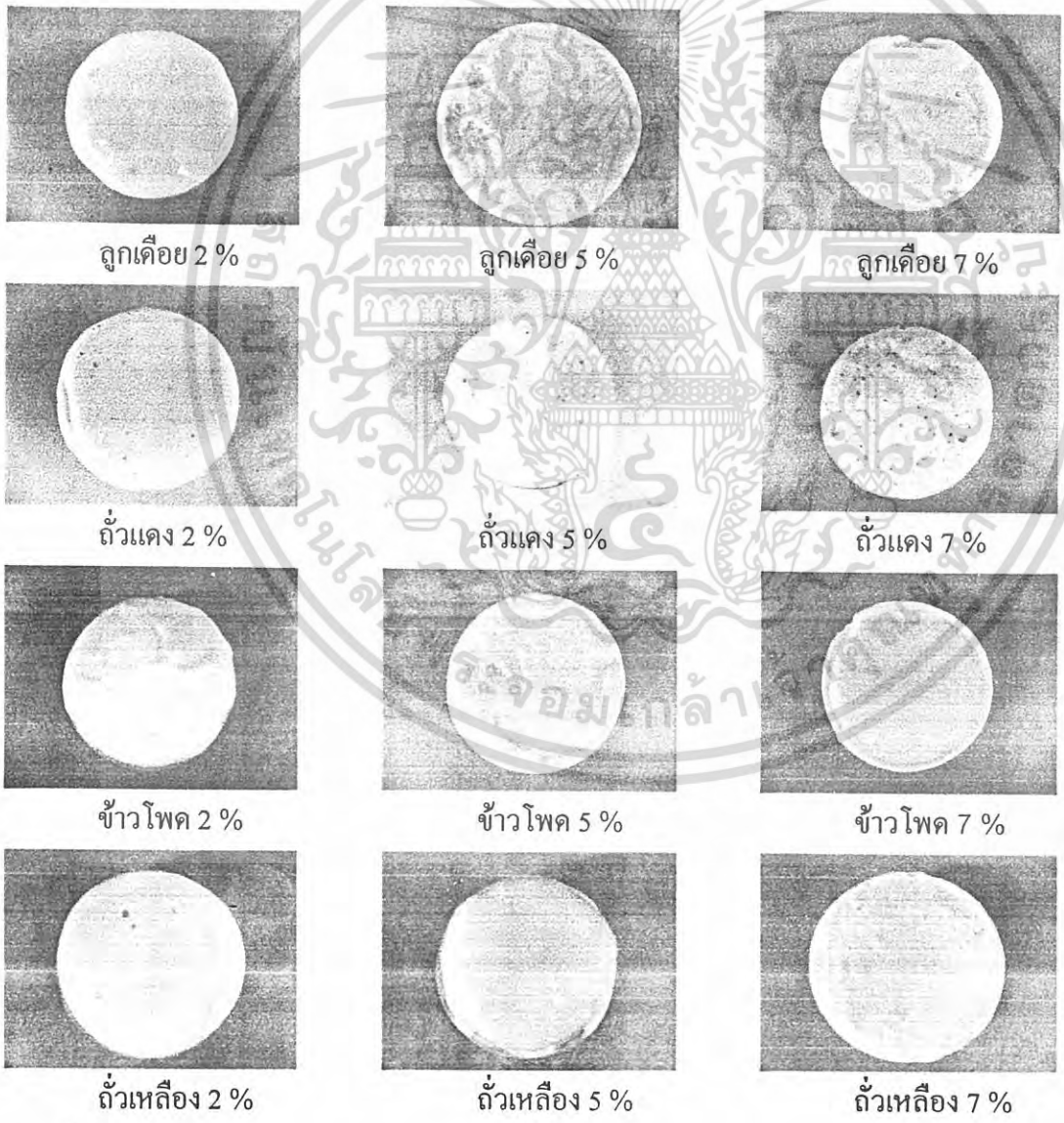
ชนิดธัญพืช	ปริมาณธัญพืช(%)	ค่าสีเฉลี่ย					
		L	a	b	C	h	Δ E
ลูกเดือย	2	52.57	-0.45	+4.54	4.57	-1.47	6.10
	5	48.92	+0.09	+3.48	3.48	1.54	9.47
	7	45.97	+0.15	+3.88	3.88	1.53	12.44
ถั่วแดง	2	43.51	+1.24	+3.16	3.39	1.20	14.91
	5	32.18	+2.07	+2.51	3.26	0.88	26.26
	7	34.79	+3.31	+2.76	4.31	0.70	23.80
ข้าวโพด	2	61.64	-1.37	+10.13	10.21	-1.44	8.28
	5	53.43	-1.71	+19.44	19.52	-1.48	17.58
	7	45.77	-1.62	+17.68	17.75	-1.48	19.67
ถั่วเหลือง	2	49.46	-0.89	+6.12	6.18	-1.43	9.58
	5	50.87	-1.08	+7.80	7.87	-1.43	9.14
	7	41.30	-1.18	+10.91	10.97	-1.46	18.98
control		58.35	-0.06	+2.64	2.64	-1.55	0

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีในตารางที่ 4.12 พบว่าถั่วแดง, ข้าวโพด, ถั่วเหลือง และลูกเดือย มีความแตกต่างจากสูตรคุมคุม (Δ E) เรียงจากมากไปน้อย โดยถั่วแดงจะมีสีอยู่ในทิศทิศสีแดง(a) ส่วนข้าวโพด, ถั่วเหลืองและลูกเดือยจะมีสีอยู่ในทิศทิศสีเหลือง(b) แต่ข้าวโพดจะแสดงสีเหลืองมากกว่าถั่วเหลือง และลูกเดือย ตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณของธัญพืช ค่าความแตกต่างจากสูตรคุมคุม(Δ E)จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Δ E กับปริมาณธัญพืช



ภาพที่ 4.15 แสดงสีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช พบว่า ทางด้านกลิ่นรสกะทิผู้ทดสอบให้คะแนน ลูกเดือย ปริมาณ 7% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีกลิ่นรสกะทิมาก ด้านกลิ่นรสธัญพืชผู้ทดสอบให้คะแนน ถั่วแดง ปริมาณ 2% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีกลิ่นรสธัญพืชมาก ด้านความเรียบเนียน, การละลายในปาก และความเหนียวหนืดผู้ทดสอบให้คะแนน ลูกเดือย ปริมาณ 7% มากที่สุด แสดงว่าไอศกรีมมีความเรียบเนียนมาก มีการละลายในปากช้า และมีความเหนียวหนืดมากที่สุด ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช

สูตร	ลักษณะปรากฏ				
	กลิ่นรสกะทิ	กลิ่นรสธัญพืช	เรียบเนียน	ละลายในปาก	ความเหนียวหนืด
ลูกเดือย (2%)	10.88 ± 1.57^{ab}	5.91 ± 1.75^{de}	9.10 ± 2.31^{abcde}	9.13 ± 2.77^{ab}	9.61 ± 2.27^{ab}
ลูกเดือย (5%)	11.64 ± 1.04^{a}	6.17 ± 3.34^{de}	9.96 ± 3.13^{abc}	8.30 ± 2.29^{ab}	8.65 ± 2.37^{abc}
ลูกเดือย (7%)	11.49 ± 2.93^{a}	8.02 ± 3.76^{bcde}	11.80 ± 1.98^{a}	10.55 ± 3.06^{a}	10.99 ± 3.07^{a}
ถั่วแดง (2%)	8.15 ± 1.15^{cde}	11.92 ± 1.69^{a}	9.63 ± 1.82^{abcd}	9.13 ± 1.32^{ab}	9.32 ± 2.01^{ab}
ถั่วแดง (5%)	8.19 ± 3.04^{cde}	9.57 ± 3.48^{abcd}	11.48 ± 2.50^{ab}	10.56 ± 1.66^{a}	9.86 ± 3.47^{ab}
ถั่วแดง (7%)	7.32 ± 1.00^{ab}	10.93 ± 2.47^{ab}	8.37 ± 1.06^{bcde}	8.31 ± 3.41^{ab}	8.30 ± 1.13^{abcd}
ข้าวโพด (2%)	8.99 ± 3.14^{bc}	7.18 ± 2.06^{cde}	8.64 ± 3.50^{abcde}	6.07 ± 3.77^{bc}	7.72 ± 2.85^{abcd}
ข้าวโพด (5%)	6.27 ± 1.79^{de}	10.21 ± 2.34^{abc}	7.69 ± 1.84^{cde}	7.64 ± 3.51^{ab}	5.99 ± 2.51^{cd}
ข้าวโพด (7%)	8.40 ± 2.53^{cd}	9.21 ± 3.85^{abcd}	8.13 ± 2.39^{cde}	7.17 ± 0.35^{ab}	8.55 ± 1.83^{abc}
ถั่วเหลือง (2%)	8.72 ± 1.17^{bcd}	6.03 ± 1.96^{de}	6.38 ± 2.87^{de}	7.80 ± 0.95^{ab}	7.38 ± 1.51^{bcd}
ถั่วเหลือง (5%)	7.21 ± 1.08^{cde}	7.96 ± 2.69^{bcde}	5.89 ± 1.45^{e}	7.30 ± 2.22^{ab}	5.26 ± 2.34^{d}
ถั่วเหลือง (7%)	5.81 ± 1.97^{e}	5.13 ± 1.57^{e}	8.22 ± 1.93^{bcde}	7.22 ± 1.66^{ab}	9.41 ± 2.66^{ab}
Control	7.84 ± 1.45^{cde}	7.63 ± 2.27^{bcde}	9.83 ± 3.39^{abc}	3.77 ± 2.12^{c}	6.68 ± 2.48^{bcd}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืชพบว่าด้านสี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนกลิ่นรสกะทิ, กลิ่นรสธัญพืช, ความเรียบเนียน,การละลายในปาก, ความเหนียวหนืด และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับไอศกรีมที่ใส่ถั่วแดง ปริมาณ 2% มากที่สุด ดังตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.15 ดังนั้นจึงเลือก ถั่วแดง ปริมาณ 2% เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

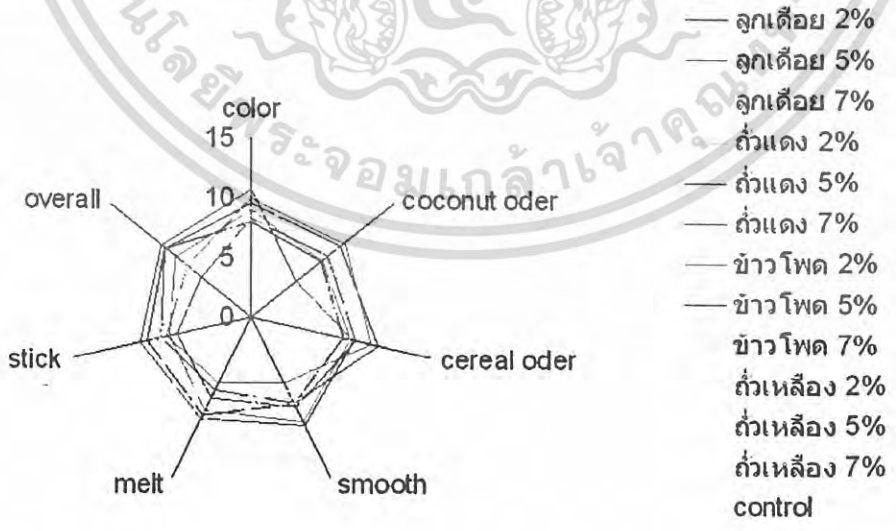
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช

สูตร	ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ						
	สี ns	กลิ่นรสกะทิ	กลิ่นรสธัญพืช	เรียบเนียน	ละลายในปาก	เหนียวหนืด	โดยรวม
ลูกเดือย (2%)	7.96±2.28	7.33±2.96^{abc}	7.65±2.04^{bcd}	8.10±1.55^{bc}	9.19±2.61^{bcd}	8.83±1.19^{bc}	9.10±1.74^{b}
ลูกเดือย (5%)	8.97±2.62	7.55±2.56^{abc}	8.16±3.04^{abcd}	9.70±0.64^{b}	8.70±1.53^{bcd}	6.83±2.79^{bc}	7.86±1.69^{bc}
ลูกเดือย (7%)	8.54±2.25	7.79±2.21^{abc}	7.29±2.36^{cd}	8.40±2.07^{bc}	9.45±1.37^{bc}	7.42±1.52^{bc}	7.07±1.22^{cd}
ถั่วแดง (2%)	10.87±2.60	11.11±2.84^{a}	11.39±2.71^{a}	13.32±1.22^{a}	12.96±1.55^{a}	13.25±1.64^{a}	13.54±1.42^{a}
ถั่วแดง (5%)	10.56±2.76	4.72±3.48^{c}	8.61±3.28^{abcd}	10.03±2.65^{b}	7.35±1.64^{bc}	9.32±1.18^{b}	9.42±2.30^{b}
ถั่วแดง (7%)	9.51±3.40	9.27±3.01^{ab}	10.64±2.26^{ab}	8.02±2.62^{bc}	7.37±1.81^{de}	7.43±2.24^{bc}	9.00±1.47^{b}
ข้าวโพด (2%)	9.92±3.25	9.83±3.37^{a}	10.01±2.40^{abc}	6.05±1.30^{c}	6.51±1.10^{e}	7.12±1.51^{bc}	6.66±0.99^{cd}
ข้าวโพด (5%)	8.27±1.63	8.01±2.21^{abc}	8.71±0.81^{abcd}	8.29±2.33^{bc}	7.53±3.53^{cde}	6.20±2.47^{c}	5.30±1.36^{de}
ข้าวโพด (7%)	10.24±2.28	7.90±3.17^{abc}	6.78±1.74^{cd}	7.47±2.41^{bc}	7.25±1.65^{cde}	7.94±1.70^{bc}	6.16±1.87^{cd}
ถั่วเหลือง (2%)	9.06±3.95	9.03±2.04^{ab}	5.92±2.59^{d}	6.91±1.84^{c}	10.52±1.84^{b}	8.30±1.86^{bc}	6.19±1.83^{cd}
ถั่วเหลือง (5%)	9.08±2.17	8.64±2.45^{ab}	5.69±1.45^{d}	8.80±1.98^{bc}	8.31±0.84^{bcde}	7.59±2.08^{bc}	6.71±0.57^{cd}
ถั่วเหลือง (7%)	8.03±2.65	8.72±4.62^{ab}	8.15±3.13^{abcd}	8.10±1.49^{bc}	8.71±1.74^{bcd}	7.45±1.79^{bc}	6.85±1.59^{cd}
Control	9.16±0.80	5.71±2.09^{bc}	6.39±0.90^{d}	6.76±2.00^{c}	9.72±2.08^{bc}	7.37±1.55^{bc}	4.34±0.69^{e}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 4.16 ผลการประเมินความชอบของไอศกรีมกะทิลดไขมันผสมธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์รา โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* ของไอศกรีมกะทิลดไขมันผสมธัญพืชแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์รา โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* ของไอศกรีมกะทิลดไขมันผสมธัญพืช

เวลา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์รา (cfu/g)	โคลิฟอร์ม (MPN/g)	*E. coli* (MPN/g)
0	<30×10	<10	<3	<3
7	2.9×10^{3}	<10	<3	<3
14	3.8×10^{3}	<10	<3	<3
21	1.3×10^{4}	<30×10	<3	<3
28	1.9×10^{4}	<30×10	<3	<3

ตามมาตรฐานที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 33 พ.ศ. 2522 กำหนดให้พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในไอศกรีมกะทิได้ไม่เกิน 6.0×10^{5} โคโลนีต่อกรัม ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มมีน้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ดังนั้นกล่าวได้ว่าไอศกรีมกะทิที่ผลิตมีคุณภาพดี ถูกสุขลักษณะ ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในน้ำกะทิด้วยวิธีของ Mojonnier สามารถให้ผลที่น่าเชื่อถือได้ โดยไม่จำเป็นต้องเจือจางน้ำกะทิตัวอย่าง การใช้ Cremodan SE 734 ปริมาณ 0.5% ในไอศกรีมกะทิได้รับการยอมรับด้านประสาทสัมผัสมากที่สุดทั้งนี้ ไอศกรีมมีการละลายในปากช้า มีความเรียบเนียน ความเหนียวหนืดดีกว่าไอศกรีมที่ใช้สารให้ความคงตัวอื่น ๆ ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมัน 7.5 % โดยใช้ซิมเพลส-100 เป็นสารทดแทนไขมัน 8.8 % ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบเนื่องจาก ไอศกรีมมีความเรียบเนียนในระดับที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ประกอบด้วยถั่วแดง 2 % ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุดในทุกด้าน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ปาริชาติ สักกะทำนุ. 2542. คุณค่าอาหารเส้นใย ป้องกันบำบัดสรรพโรค. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์รวมทรรศน์.

พัชรินทร์ รักถาวร. 2542. "การผลิตและปรับปรุงคุณภาพไอศกรีมกะทิลดไขมัน." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพลินใจ ตังคณะกุล พัชรี ตั้งตระกูล และเย็นใจ ฐิตะฐาน. 2538. "การคิดค้นสูตรอาหารเสริมประเภทใยอาหารสูงและแคลอรี่ต่ำ." อาหาร 25(1) : 20-21

ภัทรา กุลกิจวโรภาส. 2540. "การพัฒนาไอศกรีมลดพลังงานกลิ่นผลไม้ไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 131 น.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2542. อาหารพลังงานต่ำ. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. ที พี เอ็ม เพลส. กรุงเทพฯ. 263 น.

Adapa,S.,H.Dingeldein, K.A.Schmidt, and T.J.Herald. 2000. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice cream containing fat and fat replacers. J.Dairy Sci.83:2224-2229.

Andreasen, T.G., and H.Nieksen. 1992. Ice Cream and Aerated Desserts. In : the technology of Dairy Products. Early, R.(ed) VCH Publisher, Inc., New York. 197-220.

Anonymous. 1990. Fat substitute update. Food Technol. 44(3) : 92,94,97.

Baer, R.J., M.D. Wolkow, and K.M. Kasperson. 1997. Effect of emulsifier on the body and texture of low fat ice cream. J. Dairy Sci. 80 : 3123-3132.

Berger, K.C. 1976. Ice Cream. Food Emulsion. Marcel Dekker Inc., New York. 141 p.

Bradley,R.L., Jr.E.Arnold, Jr.D.M.Barbano, R.G.Semerad,D.E.Smith, and B.K.Vines. 1992. Chemical and Physical Methods In:Standard Method For the Examination of Dairy Products.16th edition(Marshall.R.T.ed.). American Public Health Association Washington.DC. pp:433-531.

Cristen,G.L., P.M.Davidson, J.S.McAllister, and L.A.Roth. 1992. Coliform and other indicator bacteria In:Standard Method For the Examinationof Dairy Products. 16th edition (Marshall.R.T.ed.). American Public Health Association Washington.DC. pp:247-267.

Davies, E., E. Dickinson, and R. Beeb. 2000. Shear stability of sodium caseinate emulsions containing monoglyceride and triglyceride crystals. Food Hydrocolloids. 14 : 145-153.

Donhowe, D.P., R.W. Hartel, and Jr. R.L. Bradley. 1991. Determination of ice crystal size distributions in frozen desserts. J. dairy Sci. 74 : 3334-3344.

Frank,J.F., G.L.Christen, and L.B.Bullerman. 1992. Tests for groups of microorganisms In:Standard Method For the Examination of Dairy Products.16th edition(Marshall.R.T.ed.). American Public Health Association Washington.DC. pp:271-283.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Giese, J. 1996. Fats, oils and fat replacers. Food Technol. 50(4) : 78-83.

Goff, H.D. 1997. Colloidal aspects of ice cream-a review. Int. Dairy J. 7 : 363-373.

Houghtdy,G.A., L.J.Maturin, and E.K.Koenig. 1992. Microbiological Count Methods In:Standard Method For the Examination of Dairy Products.16th edition(Marshall.R.T.ed.). American Public Health Association Washington.DC. pp:213-244.

Huang, V. and S. Platt, 1995. The latest developments in ice cream technology. Chemistry and Industry 2 (16) : 51-54.

Kecney, P.G. 1972. Commercial Ice Cream and Frozen Dessert. The Pennsynivania State Univ., University Park, PA. Circular 556. 1 p.

Kilara, A. and T.Y. Shakasi. 1986. Effect of temperature on food proteins and its Implications on functional properties. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 23 (4) : 323-395.

Li, Z., R. Marsall, H. Heymann, and Li Fernando. 1997. Effect of milk fat content on flavor perception of vanilla ice cream. J. Dairy Sci. 80 : 3133-3141.

Marshall, R.T., and W.S. Arbuckle. 1996. Ice Cream. 5th ed. International Thomson Publishing New York. 349 p.

Marshall, R.T., H.D. Goff, and R.W. Hartel. 2003. Ice Cream 6th ed. Kluwer Acedemic / Publishers, New York. 371 p.

Muse,M.R., and R.W.Hartel. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness.J.Dairy Sci. 87:1-10.

Nielsen E.W. and Ullum J.A. 1989. Dairy Technology 2. Denmark : 243.

Setser, C.S. and S.E. Specter. 1994. Sensory and physical properties of a reduced-calorie Frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes. J. Dairy Sci. 77 (5) : 708-717

Stampanoni Koeferli, C.R., P. Piccinali, and S. Sigrist. 1996. The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice cream. Food Qual. Pref. 7(2) : 69-79.

Velez-Ruiz, J.F., and G.V. Barbosa Canovas. 1997. Rheological properties of selected dairy products. Criti. Rev. Food Sci. Nutr. 37(4) : 311-359.

Walstra, P. 1975. Effect of milk homogenization on fat globule size and distribution in Milk. J. Neth. Milk Dairy 28 : 279-288

White,C.H. 1993. Low-fat dariry product, pp. 253-271. In A.M.Altschul (ed.). Low-Calorie Foods Handbook. Mercel Dekker, Inc.,New York.

White, E., A.L. Shattuck, A.R Kristal, N.Urban, R.L. Prentice, M.M. Henderson , W. Insull, M. Moskowitz, S. Goldman and N. Woods. 1992. Low-fat frozen dairy Desserts. Low-Fat Dairy Product. 1 : 315.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี**

1. การวิเคราะห์ไขมันโดย Gerber method

1. ปิเปตกรด H_2SO_4 10 มิลลิลิตร ปล่อยลงใน butyrometer โดยไม่ให้เลอะผนังหลอด
2. ปิเปตตัวอย่าง 10.75 มิลลิลิตร ค่อยๆ ปล่อยลงใน butyrometer ช้าๆ โดยไม่ให้เลอะผนังหลอด เป่าปิเปตไล่ตัวอย่างหยดสุดท้าย
3. ปิเปต amyl alcohol 2 มิลลิลิตร โดยไม่ให้เลอะคอขวดปิดจุกให้แน่น และพยายามไม่ให้ของเหลวผสมกัน
4. เขย่าหลอด butyrometer จนไม่มีส่วนของสีขาวในหลอดหลงเหลืออยู่ คว่ำหลอด 1-2 ครั้ง หลังจากย่อยโปรตีนหมดแล้ว
5. นำไปหมุนเหวี่ยงโดยรักษาความสมดุลของน้ำหนักในเครื่อง centrifuge 1100 rpm. นาน 5 นาที
6. แช่หลอด butyrometer โดยให้จุกอยู่ตอนล่างใน water bath นานอย่างน้อย 3 นาที ให้ระดับน้ำร้อนสูงกว่าระดับของไขมัน
7. อ่านปริมาณไขมันที่ก้านหลอด ก่อนอ่านค่าควรปรับให้ขีดล่างของชั้นไขมันเลื่อนไปอยู่ในส่วนที่อ่านสเกลได้และให้หลอด butyrometer อยู่ในแนวตั้ง ให้สเกลอยู่ในระดับสายตา
8. นำหลอด butyrometer กลับไปแช่ใน water bath นาน 3 นาที ก่อนนำมาอ่านปริมาณไขมันทันที เป็นครั้งที่ 2

2. การวิเคราะห์ไขมันโดย Mojonnier method

1. ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ใส่ลงใน separating funnel เติมน้ำกลั่นอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เย็น
2. เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 มิลลิลิตร(เพื่อละลายโปรตีน) เขย่าให้เข้ากัน
3. เติมethyl alcohol 95% 10 มิลลิลิตร(ป้องกันการเกิดเจล) เขย่าให้เข้ากัน
4. เติมdiethyl ether 25 มิลลิลิตร (เพื่อละลายไขมัน) เขย่าอย่างแรง 1 นาที
5. เติม petroleum ether 25 มิลลิลิตร (เพื่อขจัดความชื้นออกจาก extract และละลายไขมันที่ไม่มีขั้ว) เขย่าอย่างแรง 1 นาที
6. นำส่วนของสารละลาย ether(ชั้นบน) ใส่ ขวดรูปชมพู่ที่ผ่านการอบแห้งและทำให้เย็นในdesicator ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของขวดรูปชมพู่
7. นำส่วนที่เหลือ (ชั้นล่าง) สกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง
8. นำส่วนของสารละลาย ether ที่ได้ทั้งหมดไประเหยใน water bath (95°C) เพื่อระเหย ether ออก
9. นำขวดรูปชมพู่ไปอบในตู้อบ (100°C) ชั่งน้ำหนักทุก 2 ชั่วโมงจนมีน้ำหนักคงที่
10. คำนวณหา เปอร์เซ็นต์ไขมันได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{[(\text{น.น.ขวด+ไขมัน}) - (\text{น.น.ขวด})] - \text{น.น.ตัวอย่างเปล่า(blank)} \times 100}{\text{น.น.ตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **วิธีการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์**

1. การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.1 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ นำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแห้งสนิท

1.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างกะทิที่เจือจางแล้วแต่ละระดับความเจือจางใส่จานเพาะเชื้อ จานละ 0.1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน

1.3 ใช้แท่งแก้วรูป L (ตัวแอล) ที่จุ่มแอลกอฮอล์เผาไฟฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยตัวอย่างอาหารให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อโดยใช้มือหมุนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือวางบนแป้นหมุนจาน (trun tatle) ให้เกลี่ยจนกระทั่งตัวอย่างอาหารแห้งซึมเข้าไปในอาหารเลี้ยงเชื้อหมด

1.4 กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

2. การตรวจสอบยีสต์และรา

2.1 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose Ager (PDA) ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ นำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแห้งสนิท

2.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างกะทิที่เจือจางแล้วแต่ละระดับความเจือจางใส่จานเพาะเชื้อ จานละ 0.1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน

2.3 ใช้แท่งแก้วรูป L (ตัวแอล) ที่จุ่มแอลกอฮอล์เผาไฟฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยตัวอย่างอาหารให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อโดยใช้มือหมุนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือวางบนแป้นหมุนจาน (trun tatle) ให้เกลี่ยจนกระทั่งตัวอย่างอาหารแห้งซึมเข้าไปในอาหารเลี้ยงเชื้อหมด กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

3. การตรวจสอบจุลินทรีย์ในกลุ่มโคลิฟอร์มและ *E.coli*

3.1 เตรียมตัวอย่างกะทิระดับความเจือจางละ 10 เท่า ต่อเนื่องกัน 3 ระดับ คือ 1:10, 1:100, 1:1000

3.2 ใส่ตัวอย่างกะทิแต่ละระดับความเจือจางใน LSTB ระดับความเจือจางละ 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.3 ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) จากหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้นในหลอดดักแก๊สของ LSTB ถ่ายเชื้อลงใน EC broth และ 2%BGLB บ่มหลอด EC broth ใน water bath ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และบ่มหลอด 2%BGLB ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.4 นับจำนวนหลอดที่มีแก๊สอยู่ในหลอดดักแก๊สของหลอด EC broth นำผลไปอ่านค่า MPN ซึ่งค่า MPN ที่ได้เป็นค่า MPN ของ faecal coliforms

3.5 นับจำนวนหลอดที่มีแก๊สอยู่ในหลอดดักแก๊สของหลอด 2%BGLB นำผลไปอ่านค่า MPN ซึ่งค่า MPN ที่ได้เป็นค่า MPN ของ coliforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ใช้ loop แตะเชื้อที่ให้ผลบวกจากหลอดในข้อ 3.4 หรือ3.5 ไปเขี่ยเพาะเชื้อบน EMB agar บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

3.7 เลือกโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* บนEMB agar ซึ่งกลางโคโลนีมีสีเข้มคล้ำอาจมีเงาโลหะหรือไม่มีก็ได้ ในกรณีที่ไม่ปรากฏลักษณะโคโลนีดังกล่าว ให้เลือกโคโลนีที่มีลักษณะใกล้เคียงที่สุด 2 โคโลนี นำโคโลนีที่สงสัยไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี ดังนี้

- เพาะเลี้ยงเชื้อลงบน TSI agar slant, tryptone broth, MR-VP medium และ Simmon citrate slant agar โดยใช้ชุดทดสอบต่อ 1 โคโลนี
- นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง
- อ่านผลลักษณะทางชีวเคมี ดังนี้

TSI agar slant				IMVIC			
Butt	Slant	Gas	H_2S	Indole	MR	VP	Citrate
A	A(K)	+(-)	-	+	+	-	-
			หรือ	-	+	-	-

- คำนวณค่าMPN ของ *E.coli* ต่อกรัมของตัวอย่าง โดยนับจำนวนหลอดที่มี *E.coli* ที่ให้ลักษณะทางชีวเคมีในข้อ3.7 เทียบค่า MPN จากตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

องค์ประกอบและคุณสมบัติของสารให้ความคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบและคุณสมบัติของสารให้ความคงตัว**

1. องค์ประกอบและคุณสมบัติของครีโมแดน เอส อี 709

1.1 องค์ประกอบของครีโมแดน เอส อี 709

- โมโนกลีเซอร์ไรด์ (Mono-glycerides)
- ไดกลีเซอร์ไรด์ (Di-glycerides)
- โลคัสบีนกัม (Locust bean gum)
- กัวกัม (Guar gum)
- คาราจีแนน (Carrageenan)

1.2 คุณสมบัติของครีโมแดน เอส อี 709

- ให้ลักษณะความมัน(creamy mouthfeel) และเนื้อสัมผัสที่เนียน(smooth texture)
- ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการละลายให้ละลายช้าลง
- ให้ลักษณะเนื้อไอศกรีมไม่แฉะขณะออกจากเครื่องปั่นที่ระดับโอเวอร์รันต่ำ-กลาง
- ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งที่ใหญ่ขณะเก็บในห้องแช่แข็ง

2. องค์ประกอบและคุณสมบัติของครีโมแดน เอส อี 734

2.1 องค์ประกอบของครีโมแดน เอส อี 734

- โมโนกลีเซอร์ไรด์ (Mono-glycerides)
- ไดกลีเซอร์ไรด์ (Di-glycerides)
- กัวกัม (Guar gum)
- โซเดียมคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethylcellulose)
- คาราจีแนน (Carrageenan)

2.2 คุณสมบัติของครีโมแดน เอส อี 734

- ให้ลักษณะความมัน(excellent creaminess) และเนื้อสัมผัสที่ดี(fine and uniform texture)
- ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการละลายให้ละลายช้าลง
- ให้ลักษณะเนื้อไอศกรีมไม่แฉะขณะออกจากเครื่องปั่นที่ระดับโอเวอร์รันต่ำ-กลาง
- ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งที่ใหญ่ขณะเก็บในห้องแช่แข็ง

3. องค์ประกอบและคุณสมบัติของเจมโคล 645 เค

3.1 องค์ประกอบของเจมโคล 645 เค

- โมโนกลีเซอร์ไรด์ (Mono-glycerides)
- ไดกลีเซอร์ไรด์ (Di-glycerides)
- กัวกัม (Guar gum)

3.2 คุณสมบัติของเจมโคล 645 เค

- ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี(smooth texture and excellent body) และให้ความมัน(creaminess)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ป้องกันการเกิด heat shock
- ให้ลักษณะ flavour release ที่ดี
- สามารถใช้กับกระบวนการ pasteurized by batch HTST หรือ UHT

4. องค์ประกอบและคุณสมบัติของไรเพล็กส์ ไอ เอฟ 22

4.1 องค์ประกอบของไรเพล็กส์ ไอ เอฟ 22

- โมโนกลีเซอร์ไรด์ (Mono-glycerides)
- ไดกลีเซอร์ไรด์ (Di-glycerides)
- กัวกัม (Guar gum)
- โลคัสบีนกัม (Locust bean gum)
- คาราจีแนน (Carrageenan)

4.2 คุณสมบัติของไรเพล็กส์ ไอ เอฟ 22

- ป้องกันการเกิด heat shock
- ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี (excellent shape retention)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้สารให้ความคงตัวปริมาณ 0.4%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)				
				Fat	NMS	Sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat =	14.45%	821.00	118.63	-	-	-	147.94
	TS =	18.02%						
stabilizer	TS =	100.00%	4.00	-	-	-	4.00	4.00
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	175.00	-	175.00
	total		1000.00	118.63	-	175.00	4.00	326.94
	%		100.00	11.86	-	17.50	0.40	32.69

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้สารให้ความคงตัวปริมาณ 0.5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)				
				Fat	NMS	Sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat =	14.45%	820.00	118.49	-	-	-	147.76
	TS =	18.02%						
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	5.00	5.00
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	175.00	-	175.00
	total		1000.00	118.49	-	175.00	5.00	327.76
	%		100.00	11.85	-	17.50	0.50	32.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้สารให้ความคงตัวปริมาณ 0.6%**

Ingredients		น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)				
			Fat	NMS	Sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat = 14.45% TS = 18.02%	820.00	118.49	-	-	-	147.76
stabilizer	TS = 100.00%	6.00	-	-	-	6.00	6.00
น้ำตาล	TS = 100.00%	175.00	-	-	175.00	-	175.00
total		1001.00	118.49	-	175.00	6.00	328.76
%		100.00	11.84	-	17.48	0.60	32.84

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้ เอ็น-ไลท์ ดี เป็นสารทดแทนไขมัน ให้มีปริมาณไขมัน 7.5%**

Ingredients		น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)					
			Fat	NMS	FR	Sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat = 10.25% TS = 9.60%	732.00	75.03	-	-	-	-	70.27
stabilizer	TS = 100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00
น้ำตาล	TS = 100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00
N-lite-D	TS = 100.00%	88.00	-	-	88.00	-	-	88.00
total		1000.00	75.03	-	88.00	175.00	5.00	338.27
%		100.00	7.50	-	8.80	17.50	0.50	33.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้ เอ็น-ไลท์ ดี เป็นสารทดแทนไขมัน ให้มีปริมาณไขมัน 5%**

Ingredients		น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)					
			Fat	NMS	FR	Sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat = 6.98% TS = 6.95%	717.00	50.05	-	-	-	-	49.83
stabilizer	TS = 100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00
น้ำตาล	TS = 100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00
N-lite-D	TS = 100.00%	103.00	-	-	103.00	-	-	103.00
	total	1000.00	50.05	-	103.00	175.00	5.00	332.83
	%	100.00	5.00	-	10.30	17.50	0.50	33.28

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้ เอ็น-ไลท์ ดี เป็นสารทดแทนไขมัน ให้มีปริมาณไขมัน 2.5%**

Ingredients		น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)					
			Fat	NMS	FR	Sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat = 3.58% TS = 3.55%	699.00	25.02	-	-	-	-	24.81
stabilizer	TS = 100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00
น้ำตาล	TS = 100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00
N-lite-D	TS = 100.00%	121.00	-	-	121.00	-	-	121.00
	total	1000.00	25.02	-	121.00	175.00	5.00	325.81
	%	100.00	2.50	-	12.10	17.50	0.50	32.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้ ซิมเพลส-100 เป็นสารทดแทนไขมัน ให้มีปริมาณไขมัน 7.5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)					
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS
กะทิ	Fat =	9.76%	732.00	71.44	-	-	-	-	75.54
	TS =	10.32%							
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00
Simplesse	NMS =	92.00%	88.00	3.70	80.96	88.00	-	-	84.66
	TS =	96.20%							
	Fat =	4.20%							
total			1000.00	75.14	80.96	88.00	175.00	5.00	340.20
%			100.00	7.51	8.10	8.80	17.50	0.50	34.02

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้ ซิมเพลส-100 เป็นสารทดแทนไขมัน ให้มีปริมาณไขมัน 5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)					
				Fat	NMS	FR	sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat =	6.46%	708.00	45.74	-	-	-	-	51.47
	TS =	7.27%							
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00
Simplesse	NMS =	92.00%	112.00	4.70	103.04	112.00	-	-	107.74
	TS =	96.20%							
	Fat =	4.20%							
total			1000.00	50.44	103.04	112.00	175.00	5.00	339.22
%			100.00	5.04	10.30	11.20	17.50	0.50	33.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิที่ใช้ซิมเพลส-100เป็นสารทดแทนไขมันให้มีปริมาณไขมัน 2.5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)					
				Fat	NMS	FR	sugar	Stabilizer	TS
กะทิ	Fat =	2.83%	689.00	19.50	-	-	-	-	19.29
	TS =	2.80%							
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00
Simplesse	NMS =	92.00%	131.00	5.50	120.52	131.00	-	-	126.02
	TS =	96.20%							
	Fat =	4.20%							
	total		1000.00	25.00	120.52	131.00	175.00	5.00	325.31
	%		100.00	2.50	12.05	13.10	17.50	0.50	32.53

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ถั่วเหลือง ปริมาณ 7%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	738.00	74.46	-	-	-	-	69.52	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	12.00	0.50	11.04	12.00	-	-	11.54	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ถั่วเหลือง	Fat =	1.00%	70	0.7	-	-	-	-	61.59	
	TS =	87.98%								70
	total		1000.00	74.97	11.04	12.00	175.00	5.00	322.65	70
	%		100.00	7.50	1.10	1.20	17.50	0.50	32.26	7.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ถั่วเหลือง ปริมาณ 5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	725.00	73.15	-	-	-	-	68.30	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	45.00	1.89	41.40	45.00	-	-	43.29	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ถั่วเหลือง	Fat =	1.00%	50	0.5	-	-	-	-	43.99	50
	TS =	87.98%								
total			1000.00	75.04	41.40	45.00	175.00	5.00	335.58	50
%			100.00	7.50	4.14	4.50	17.50	0.50	33.56	5.00

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ถั่วเหลือง ปริมาณ 2%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	9.76%	745.00	72.71	-	-	-	-	76.88	
	TS =	10.32%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	55.00	2.31	50.60	55.00	-	-	52.91	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ถั่วเหลือง	Fat =	1.00%	20	0.2	-	-	-	-	17.60	20
	TS =	87.98%								
total			1000.00	75.02	50.60	55.00	175.00	5.00	327.39	20
%			100.00	7.50	5.06	5.50	17.50	0.50	32.74	2.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ข้าวโพด ปริมาณ 7%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	733.00	73.96	-	-	-	-	69.05	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	17.00	0.71	15.64	17.00	-	-	16.35	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ข้าวโพด	Fat =	1.00%	70	0.7	-	-	-	-	55.11	70
	TS =	78.73%								
total			1000.00	74.67	15.64	17.00	175.00	5.00	320.51	70
%			100.00	7.47	1.56	1.70	17.50	0.50	32.05	7.00

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ข้าวโพด ปริมาณ 5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	725.00	73.15	-	-	-	-	68.30	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	45.00	1.89	41.40	45.00	-	-	43.29	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ข้าวโพด	Fat =	1.00%	50	0.5	-	-	-	-	39.37	50
	TS =	78.73%								
total			1000.00	75.04	41.40	45.00	175.00	5.00	330.95	50
%			100.00	7.50	4.14	4.50	17.50	0.50	33.10	5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ข้าวโพด ปริมาณ 2%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	9.76%	745.00	72.71	-	-	-	-	76.88	
	TS =	10.32%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	55.00	2.31	50.60	55.00	-	-	52.91	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ข้าวโพด	Fat =	1.00%	20	0.2	-	-	-	-	15.75	20
	TS =	78.73%								
total			1000.00	75.02	50.60	55.00	175.00	5.00	325.54	20
%			100.00	7.50	5.06	5.50	17.50	0.50	32.55	2.00

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ถั่วแดง ปริมาณ 7%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	738.00	74.46	-	-	-	-	69.52	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	12.00	0.50	11.04	12.00	-	-	11.54	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ถั่วแดง	Fat =	1.00%	70	0.7	-	-	-	-	59.26	70
	TS =	84.66%								
total			1000.00	74.97	11.04	12.00	175.00	5.00	320.33	70
%			100.00	7.50	1.10	1.20	17.50	0.50	32.03	7.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ถั่วแดง ปริมาณ 5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	725.00	73.15	-	-	-	-	68.30	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	45.00	1.89	41.40	45.00	-	-	43.29	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ถั่วแดง	Fat =	1.00%	50	0.5	-	-	-	-	42.33	
	TS =	84.66%								50
total			1000.00	75.04	41.40	45.00	175.00	5.00	333.92	50
%			100.00	7.50	4.14	4.50	17.50	0.50	33.39	5.00

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ถั่วแดง ปริมาณ 2%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	9.76%	745.00	72.71	-	-	-	-	76.88	
	TS =	10.32%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	55.00	2.31	50.60	55.00	-	-	52.91	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ถั่วแดง	Fat =	1.00%	20	0.2	-	-	-	-	16.93	
	TS =	84.66%								20
total			1000.00	75.02	50.60	55.00	175.00	5.00	326.73	20
%			100.00	7.50	5.06	5.50	17.50	0.50	32.67	2.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ลูกเดือย ปริมาณ 7%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	739.00	74.57	-	-	-	-	69.61	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	11.00	0.46	10.12	11.00	-	-	10.58	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ลูกเดือย	Fat =	1.20%	70	0.84	-	-	-	-	64.13	
	TS =	91.62%								70
total			1000.00	75.03	10.12	11.00	175.00	5.00	324.33	70
%			100.00	7.50	1.01	1.10	17.50	0.50	32.43	7.00

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ลูกเดือย ปริมาณ 5%**

Ingredients			น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
				Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat =	10.09%	725.00	73.15	-	-	-	-	68.30	
	TS =	9.42%								
stabilizer	TS =	100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS =	100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS =	92.00%	45.00	1.89	41.40	45.00	-	-	43.29	
	TS =	96.20%								
	Fat =	4.20%								
ลูกเดือย	Fat =	1.20%	50	0.6	-	-	-	-	45.81	
	TS =	91.62%								50
total			1000.00	75.04	41.40	45.00	175.00	5.00	337.40	50
%			100.00	7.50	4.14	4.50	17.50	0.50	33.74	5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมกะทิลดไขมันที่ใส่ลูกเดือย ปริมาณ 2%**

Ingredients		น้ำหนัก (g)	องค์ประกอบที่คำนวณได้ (g)						
			Fat	NMS	FR	sugar	stabilizer	TS	cereal
กะทิ	Fat = 9.76%	745.00	72.71	-	-	-	-	76.88	
	TS = 10.32%								
stabilizer	TS = 100.00%	5.00	-	-	-	-	5.00	5.00	
น้ำตาล	TS = 100.00%	175.00	-	-	-	175.00	-	175.00	
Simplesse	NMS = 92.00%	55.00	2.31	50.60	55.00	-	-	52.91	
	TS = 96.20%								
	Fat = 4.20%								
ลูกเดือย	Fat = 1.20%	20	0.24	-	-	-	-	18.32	20
	TS = 91.62%								
	total	1000.00	75.02	50.60	55.00	175.00	5.00	328.12	20
	%	100.00	7.50	5.06	5.50	17.50	0.50	32.81	2.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

กรรมวิธีในการผลิตธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบในไอศกรีมกะทิ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **กรรมวิธีในการผลิตธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบในไอศกรีมกะทิ**(เพลินใจ และคณะ, 2536)

ธัญพืชที่ใช้ได้แก่ ถั่วแดง, ถั่วเหลือง, ลูกเดือย และข้าวโพด

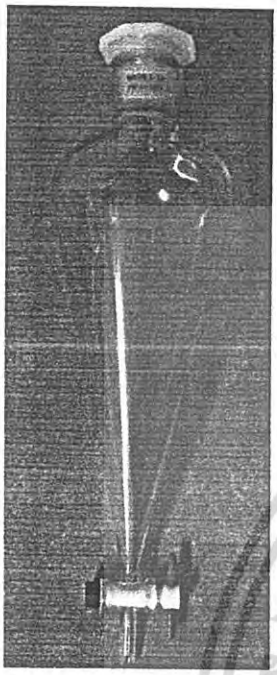
1. คัดเมล็ดที่เสียออก และนำมาล้างน้ำให้สะอาด
2. แช่ในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง 45 นาที
3. นำไปนึ่งต่ออีก 45 นาที
4. อบโดยใช้ Tray Dryer ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
5. บดหยาบด้วยเครื่อง Blender
6. บดละเอียดด้วยเครื่อง Pin mill โดยใช้ sieve ขนาด 0.25 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

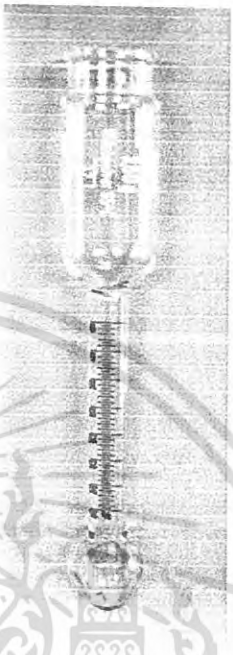
ภาคผนวก จ.

ภาพแสดงอุปกรณ์ และกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

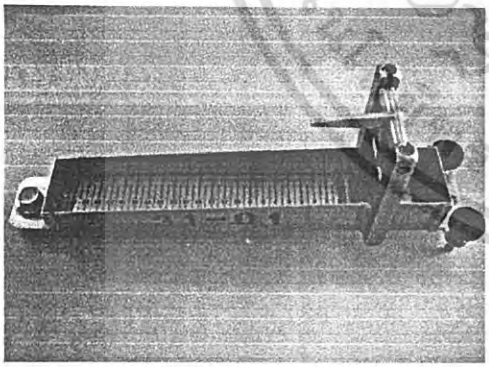
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



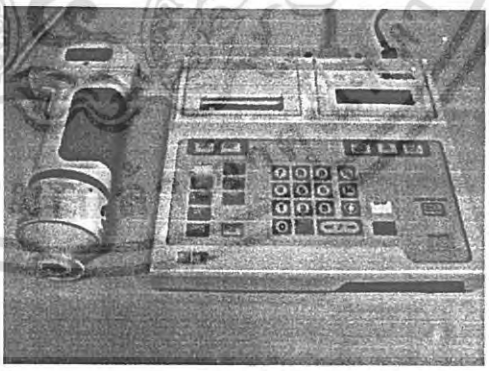
Separating funnel



Butyrometer



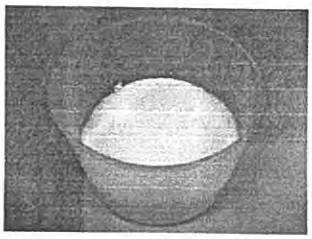
รางไหล



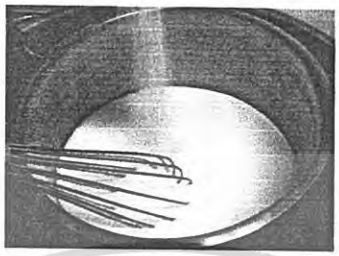
เครื่องวัดสี MINOLTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมกะทิ



1. ผสมส่วนผสมแห้ง

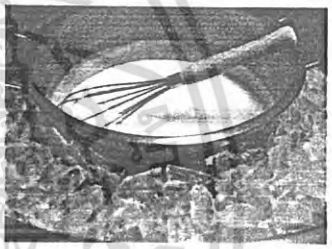


2. นำส่วนผสมแห้งมาละลายในกะทิที่อุณหภูมิ 60 ^{0}C

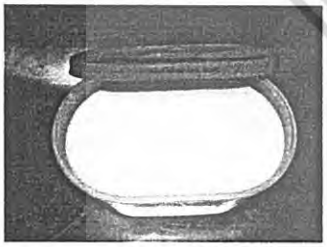
3. ปั่นผสม นาน 30 วินาที

4. กรองส่วนผสม

5. พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 60-65 ^{0}C นาน 30 นาที



6. นำไปลดอุณหภูมิ (Cooling)



7. นำส่วนผสมไปบ่มที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

8. นำส่วนผสมไปปั่นประมาณ 25-30 นาที

9. บรรจุ แล้วแช่แข็งที่อุณหภูมิ -25 ^{0}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมกะทิ โดยวางแผนการทดลองแบบ **Factorial in RCBD**

1. ค่าโอเวอร์รัน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: OVERRUN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5890.073[a]	12	490.839	123.826	.000
Intercept	93440.229	1	93440.229	23572.54	.000
STABILI * Q	464.904	6	77.484	19.547	.000
STABILI	1563.137	3	521.046	131.446	.000
Q	3393.142	3	1131.047	285.334	.000
Error	103.063	26	3.964		
Total	113474.286	39			
Corrected Total	5993.136	38			

a. R Squared = .983 (Adjusted R Squared = .975)

OVERRUN

Duncan[a,b]

TRATE	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
SE734 0.6	3	33.9400			
gemcol 0.6	3	34.2733			
SE709 0.6	3	42.4200	42.4200		
gemcol 0.5	3	43.0267	43.0267		
SE734 0.5	4		44.6950		
SE709 0.5	3			54.8100	
riplex 0.6	3			56.1400	
riplex 0.5	3			56.9767	
SE709 0.4	3			60.0533	
gemcol 0.4	3			62.0400	
SE734 0.4	2			62.9800	
riplex 0.47	3			64.7467	64.7467
riplex 0.4	3				72.4533
Sig.		.065	.626	.055	.088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.943.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความเร็วในการไหล

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: VISCO

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	842.848[a]	12	70.237	86.104	.000
Intercept	9466.061	1	9466.061	11604.47	.000
STABILI * Q	47.373	6	7.896	9.679	.000
STABILI	330.607	3	110.202	135.097	.000
Q	444.039	3	148.013	181.450	.000
Error	21.209	26	.816		
Total	11466.303	39			
Corrected Total	864.057	38			

a. R Squared = .975 (Adjusted R Squared = .964)

VISCO

Duncan[a,b]

TRATE	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
SE734 0.6	3	8.4000						
gemcol 0.6	3	10.3433	10.3433					
riplex 0.6	3		12.3333	12.3333				
SE734 0.5	4		12.9750	12.9750				
gemcol 0.5	3			14.6333	14.6333			
riplex 0.5	3				16.3333	16.3333		
gemcol 0.4	3					18.1000	18.1000	
SE734 0.4	2					18.3000	18.3000	
SE709 0.6	3					18.8667	18.8667	
SE709 0.5	3						19.6333	
riplex 0.47	3						19.8000	
riplex 0.4	3							23.0333
SE709 0.4	3							23.3667
Sig.		.187	.093	.141	.246	.117	.299	.818

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.943.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าการละลาย

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MELT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.329[a]	12	2.743E-02	1009.706	.000
Intercept	104.084	1	104.084	3831482	.000
STABILI * Q	8.823E-02	6	1.470E-02	541.299	.000
STABILI	.196	3	6.547E-02	2410.217	.000
Q	2.941E-02	3	9.803E-03	360.866	.000
Error	7.063E-04	26	2.717E-05		
Total	119.773	39			
Corrected Total	.330	38			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

MELT

Duncan[a,b]

TRATE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
SE734 0.6	3	1.538462		
gemcol 0.4	3		1.666667	
gemcol 0.6	3		1.666667	
gemcol 0.5	3		1.666667	
SE734 0.5	4		1.704755	
SE734 0.4	2			1.817762
riplex 0.47	3			1.818181
riplex 0.4	3			1.818182
SE709 0.6	3			1.818182
SE709 0.4	3			1.818182
riplex 0.5	3			1.818182
riplex 0.6	3			1.818182
SE709 0.5	3			1.818182
Sig.		1.000	.120	.987

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.943.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD

1. ค่าโอเวอร์รัน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: OVERRUN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5382.147[a]	6	897.025	643.340	.000
Intercept	20360.680	1	20360.680	14602.55	.000
FR * FAT	150.186	2	75.093	53.856	.000
FR	3388.017	1	3388.017	2429.864	.000
FAT	1640.643	2	820.322	588.329	.000
Error	19.521	14	1.394		
Total	26387.231	21			
Corrected Total	5401.668	20			

a. R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .995)

OVERRUN

Duncan[a]

TRATE	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
N lite D 2.5	3	9.2067				
N lite D 5	3	9.5367				
N lite D 7.5	3		31.1233			
simpless 2.5	3		31.7200			
control	3			39.2333		
simpless 5	3				45.0833	
simpless 7.5	3					55.3800
Sig.		.737	.546	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความเร็วในการไหล

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: VISCO

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	879.361[a]	6	146.560	175.671	.000
Intercept	2147.148	1	2147.148	2573.636	.000
FR * FAT	22.689	2	11.344	13.598	.001
FR	205.369	1	205.369	246.161	.000
FAT	650.478	2	325.239	389.841	.000
Error	11.680	14	.834		
Total	3212.595	21			
Corrected Total	891.041	20			

a. R Squared = .987 (Adjusted R Squared = .981)

VISCO

Duncan[a]

TRATE	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
N lite D2.5	3	.7167				
simpless2.5	3		5.4333			
N lite D5	3		5.4833			
control10	3			11.0000		
N lite D7.5	3				14.9667	
simpless5	3				15.3667	
simpless7.5	3					20.6333
Sig.		1.000	.947	1.000	.600	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าการละลาย

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MELT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.022[a]	6	.337	2.7E+07	.000
Intercept	63.481	1	63.481	5.1E+09	.000
FR * FAT	.122	2	6.082E-02	4913029	.000
FAT	.783	2	.391	3.2E+07	.000
FR	1.013	1	1.013	8.2E+07	.000
Error	1.733E-07	14	1.238E-08		
Total	73.119	21			
Corrected Total	2.022	20			

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

MELT

Duncan[a]

TRATE	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
N lite D2.5	3	1.538462				
N lite D5	3	1.538462				
control10	3		1.666667			
simpless2.5	3			1.818182		
N lite D7.5	3			1.818182		
simpless5	3				2.000000	
simpless7.5	3					2.500000
Sig.		.996	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD

1. ความเร็วในการไหล

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: VISCO

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1943.511[a]	12	161.959	105.309	.000
Intercept	7643.791	1	7643.791	4970.121	.000
CEREAL * Q	81.947	6	13.658	8.881	.000
CEREAL	787.513	3	262.504	170.685	.000
Q	927.376	2	463.688	301.498	.000
Error	39.987	26	1.538		
Total	9938.600	39			
Corrected Total	1983.497	38			

a. R Squared = .980 (Adjusted R Squared = .971)

VISCO

Duncan[a]

TRATE	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
ลูกเดือย 7	3	2.1667						
ลูกเดือย 5	3		4.5333					
ถั่วแดง 7	3			7.1000				
ถั่วเหลือง 7	3			7.9333				
ข้าวโพด 7	3				11.0000			
ลูกเดือย 2	3				11.2667			
ถั่วแดง 5	3					14.5000		
ถั่วเหลือง5	3						19.7000	
ข้าวโพด 5	3						20.3333	
control	3						21.0000	
ถั่วแดง 2	3						21.2000	21.2000
ถั่วเหลือง 2	3						21.6667	21.6667
ข้าวโพด 2	3							23.2667
Sig.		1.000	1.000	.418	.794	1.000	.092	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าโอเวอร์รัน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: OVERRUN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6347.231[a]	12	528.936	682.536	.000
Intercept	64747.874	1	64747.874	83550.34	.000
CEREAL * Q	352.946	6	58.824	75.907	.000
CEREAL	4201.055	3	1400.352	1807.007	.000
Q	1290.758	2	645.379	832.794	.000
Error	20.149	26	.775		
Total	76400.331	39			
Corrected Total	6367.380	38			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .995)

OVERRUN

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05										
TRATE	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ลูกเดือย 1	3	23.6133										
ถั่วเหลือง	3		25.2533									
ลูกเดือย 5	3			26.9900								
ลูกเดือย 2	3				31.3733							
ถั่วเหลือง	3				32.2167							
ถั่วแดง 7	3					40.4567						
ถั่วแดง 5	3						44.7100					
ข้าวโพด 1	3							49.1900				
ถั่วแดง 2	3							50.6600	50.6600			
ถั่วเหลือง	3								51.3600			
control	3									54.8100		
ข้าวโพด 5	3										56.9767	
ข้าวโพด 2	3											63.2767
Sig.		1.000	1.000	1.000	.251	1.000	1.000	.051	.339	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าการละลาย

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MELT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.850[a]	12	.154	5.5E+07	.000
Intercept	128.392	1	128.392	4.6E+10	.000
CEREAL * Q	2.020E-02	6	3.367E-03	1197649	.000
CEREAL	.282	3	9.396E-02	3.3E+07	.000
Q	.296	2	.148	5.3E+07	.000
Error	7.310E-08	26	2.812E-09		
Total	139.605	39			
Corrected Total	1.850	38			

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

MELT

Duncan[a]

TRATE	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
ลูกเดือย 7	3	1.538462				
ลูกเดือย 5	3		1.666667			
ข้าวโพด 5	3			1.818182		
ข้าวโพด 7	3			1.818182		
ถั่วแดง 7	3			1.818182		
ถั่วเหลือง 7	3			1.818182		
ถั่วแดง 5	3			1.818182		
ลูกเดือย 2	3			1.818182		
ถั่วเหลือง5	3			1.818182		
ถั่วแดง 2	3				2.000000	
ข้าวโพด 2	3				2.000000	
ถั่วเหลือง 2	3				2.000000	
control	3					2.500000
Sig.		1.000	1.000	.995	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส

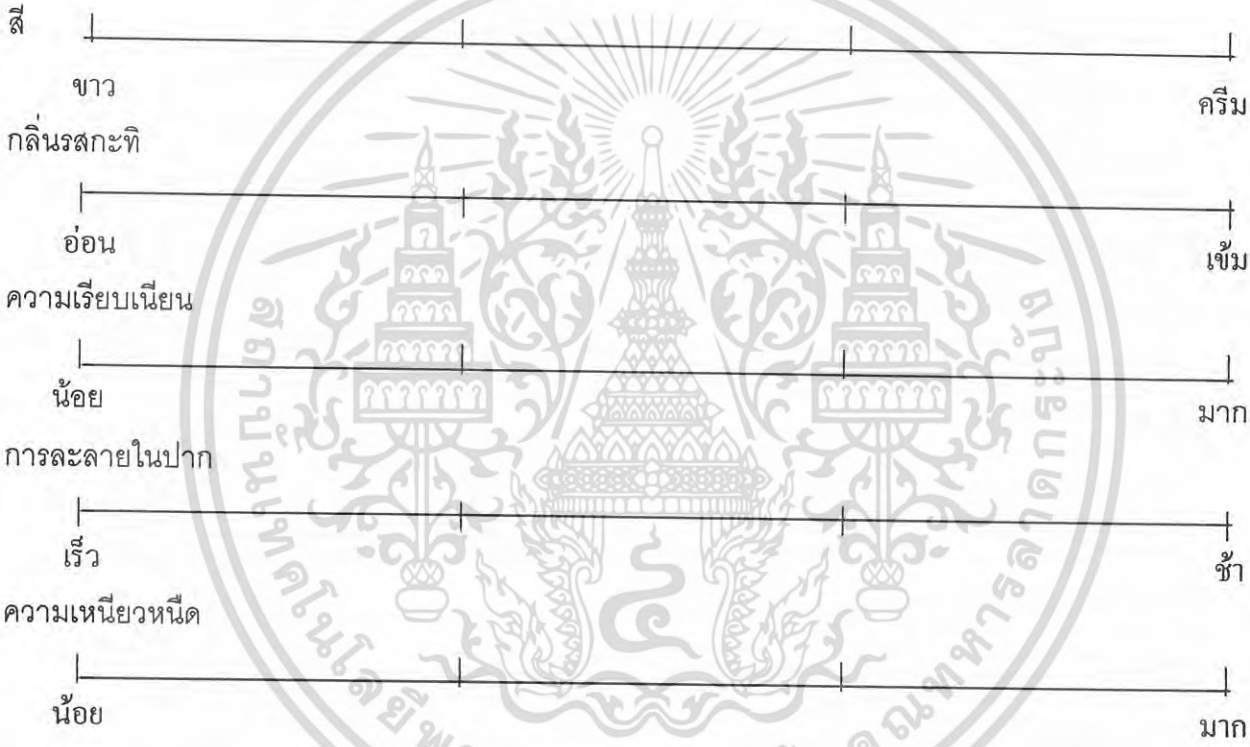
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ : ..... วันที่ : .....

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไอศกรีมกะทิ

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวาโดยทำการทดสอบลักษณะต่างๆ ตามที่กำหนดให้แล้วขีดเครื่องหมายเส้นตรง (|) พร้อมทั้งระบุหมายเลขของตัวอย่างลงบนเส้นแสดงลักษณะต่างๆ ตามที่ท่านรู้สึกได้จากการทดสอบ



ข้อเสนอแนะ .....

.....

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ : ..... วันที่ : .....

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ไอศกรีมกะทิ

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวาโดยทำการทดสอบลักษณะต่างๆ ตามที่กำหนดให้แล้วขีดเครื่องหมายเส้นตรง (|) พร้อมทั้งระบุหมายเลขของตัวอย่างลงบนเส้นแสดงลักษณะต่างๆ ตามที่ท่านรู้สึกได้จากการทดสอบ

ความชอบด้านสี

ไม่ชอบ ชอบมาก

ความชอบด้านกลิ่นรสกะทิ

ไม่ชอบ ชอบมาก

ความชอบด้านความเรียบเนียน

ไม่ชอบ ชอบมาก

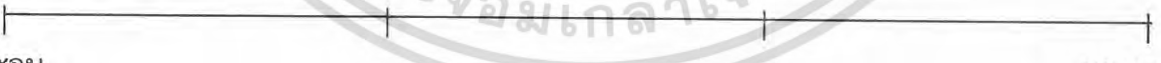
ความชอบด้านการละลายในปาก

ไม่ชอบ ชอบมาก

ความชอบด้านความเหนียวหนืด

ไม่ชอบ ชอบมาก

การยอมรับโดยรวม



ไม่ชอบ ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ .....

.....

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกายภาพของไอศกรีมกะทิ โดยวางแผนการทดลอง โดยสุ่มแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล**

COLOR	SS	df	MS	F	Sig.
Between Groups	88.020	12	7.335	.984	.473
Within Groups	484.365	65	7.452		
Total	572.384	77			
ODER					
Between Groups	396.045	12	33.004	2.613	.007
Within Groups	821.131	65	12.633		
Total	1217.176	77			
SMOOTH					
Between Groups	764.492	12	63.708	13.223	.000
Within Groups	313.177	65	4.818		
Total	1077.669	77			
MELTMO					
Between Groups	311.744	12	25.979	2.961	.002
Within Groups	570.226	65	8.773		
Total	881.970	77			
VISCO					
Between Groups	766.165	12	63.847	9.627	.000
Within Groups	424.459	64	6.632		
Total	1190.623	76			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COLOR	N	Subset for alpha = .05	
TREAT		1	2
13	6	1.3167	
2	6	1.7867	
12	6	1.9933	1.9933
4	6	2.0500	2.0500
11	6	2.3233	2.3233
1	6	2.3283	2.3283
3	6	2.3567	2.3567
9	6	2.6250	2.6250
7	6	2.8733	2.8733
5	6	3.2233	3.2233
10	6	3.5167	3.5167
6	6	3.9217	3.9217
8	6		5.5600

ODER	N	Subset for alpha = .05		
TREAT		3	2	1
7	6	2.1133		
9	6	3.9833	3.9833	
5	6	4.6950	4.6950	
8	6	5.0017	5.0017	
12	6	5.9900	5.9900	5.9900
13	6	6.6833	6.6833	6.6833
6	6	6.7967	6.7967	6.7967
11	6		7.0067	7.0067
2	6		7.5483	7.5483
10	6		7.9337	7.9337
1	6		8.0800	8.0800
3	6			9.9400
4	6			10.6333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMOOTH	N	Subset for alpha = .05				
TREAT		5	4	3	2	1
4	6	2.5050				
11	6	3.2733	3.2733			
8	6		5.2200	5.2200		
1	6			6.3633		
5	6			6.4250		
6	6				9.1983	
2	6				9.3883	
3	6				10.0150	10.0150
13	6				10.7800	10.7800
10	6				10.8200	10.8200
7	6				11.1267	11.1267
12	6				11.4733	11.4733
9	6					12.3500

MELTMO	N	Subset for alpha = .05			
TREAT		4	3	2	1
4	6	2.0083			
11	6	3.7533	3.7533		
1	6	5.1367	5.1367	5.1367	
12	6	5.6650	5.6650	5.6650	5.6650
10	6	5.6717	5.6717	5.6717	5.6717
6	6		5.9833	5.9833	5.9833
8	6		6.1683	6.1683	6.1683
2	6		6.5833	6.5833	6.5833
7	6		6.7733	6.7733	6.7733
13	6		7.1583	7.1583	7.1583
5	6			8.0933	8.0933
9	6				9.3450
3	6				9.6550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VISCO	N	Subset for alpha = .05							
TREAT		8	7	6	5	4	3	2	1
4	6	1.8283							
11	6	2.5100	2.5100						
1	6	3.6400	3.6400	3.6400					
8	6		5.4680	5.4680	5.4680				
5	6			6.0000	6.0000	6.0000			
2	6			6.5683	6.5683	6.5683	6.5683		
6	6				7.4350	7.4350	7.4350	7.4350	
7	6					8.9417	8.9417	8.9417	8.9417
13	6						9.6467	9.6467	9.6467
12	6							10.3033	10.3033
3	6							10.3933	10.3933
10	6							10.5867	10.5867
9	6								11.6350

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของไอศกรีมกะทิ โดยวางแผนการทดลอง โดยสุ่มแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล**

		SS	df	MS	F	Sig.
FCOLOR	Between Groups	98.193	12	8.183	1.100	.376
	Within Groups	483.549	65	7.439		
	Total	581.742	77			
FODER	Between Groups	269.091	12	22.424	2.051	.033
	Within Groups	710.504	65	10.931		
	Total	979.595	77			
FSMOOTH	Between Groups	688.614	12	57.384	9.177	.000
	Within Groups	406.434	65	6.253		
	Total	1095.048	77			
FMELT	Between Groups	517.233	12	43.103	5.576	.000
	Within Groups	502.472	65	7.730		
	Total	1019.705	77			
FVISCO	Between Groups	467.182	12	38.932	4.312	.000
	Within Groups	586.914	65	9.029		
	Total	1054.096	77			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FOVERALL	Between Groups	541.581	12	45.132	9.328	.000
	Within Groups	314.495	65	4.838	9.328	.000
	Total	856.076	77			

FCOLOR	N	Subset for alpha = .05
TREAT		1
8	6	7.3017
1	6	8.1650
11	6	8.2733
6	6	9.0350
5	6	9.3433
10	6	9.7350
3	6	10.2850
4	6	10.4217
7	6	10.4983
9	6	10.5067
2	6	10.5900
12	6	10.7300
13	6	10.9850

FODER	N	Subset for alpha = .05		
TREAT		3	2	1
12	6	5.3433		
11	6	6.1850	6.1850	
5	6	6.3850	6.3850	
4	6	7.3383	7.3383	
6	6	7.4750	7.4750	
7	6	7.8433	7.8433	7.8433
9	6	9.1867	9.1867	9.1867
3	6	9.2400	9.2400	9.2400
2	6	9.3567	9.3567	9.3567
13	6	9.6283	9.6283	9.6283
8	6		10.1933	10.1933
1	6		10.2783	10.2783
10	6			12.1283

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSMOOTH	N	Subset for alpha = .05				
TREAT		5	4	3	2	1
4	6	2.4783				
11	6	3.0483				
1	6		6.6917			
6	6		8.0983	8.0983		
5	6		8.3600	8.3600		
7	6		8.6400	8.6400	8.6400	
2	6		8.6483	8.6483	8.6483	
8	6		9.3367	9.3367	9.3367	9.3367
3	6		9.8283	9.8283	9.8283	9.8283
12	6			10.8517	10.8517	10.8517
10	6				11.7150	11.7150
13	6				11.9133	11.9133
9	6					12.4367

FMELT	N	Subset for alpha = .05				
TREAT		5	4	3	2	1
11	6	1.9550				
4	6	4.0950	4.0950			
1	6		6.9950	6.9950		
7	6		7.3600	7.3600	7.3600	
5	6		7.3750	7.3750	7.3750	
3	6			8.6267	8.6267	8.6267
12	6			8.9800	8.9800	8.9800
6	6			9.1217	9.1217	9.1217
2	6			9.4983	9.4983	9.4983
8	6			10.1367	10.1367	10.1367
13	6			10.3850	10.3850	10.3850
10	6				10.7800	10.7800
9	6					11.2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FVISCO	N	Subset for alpha = .05		
TREAT		3	2	1
11	6	3.8167		
4	6	4.0100		
7	6	7.2617	7.2617	
3	6	7.4600	7.4600	
5	6	7.5967	7.5967	
1	6		8.2417	8.2417
6	6		8.6517	8.6517
2	6		9.0983	9.0983
8	6		9.2400	9.2400
13	6		10.9283	10.9283
12	6		10.9867	10.9867
10	6		11.2383	11.2383
9	6			11.9300

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยวางแผนการทดลอง โดยสุ่มแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOR	Between Groups	409.836	6	68.306	7.570	.000
	Within Groups	315.815	35	9.023		
	Total	725.650	41			
ODER	Between Groups	13.607	6	2.268	.118	.994
	Within Groups	675.193	35	19.291		
	Total	688.800	41			
SMOOTH	Between Groups	169.827	6	28.305	2.970	.019
	Within Groups	333.522	35	9.529		
	Total	503.349	41			
MELTMO	Between Groups	102.715	6	17.119	1.565	.187
	Within Groups	382.823	35	10.938		
	Total	485.537	41			
VISCO	Between Groups	178.491	6	29.749	3.363	.010
	Within Groups	309.591	35	8.845		
	Total	488.082	41			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

color	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2
3	4.5583	
7	5.5167	
4	6.4500	
2	6.7250	
6		11.1083
5		11.5833
1		13.0000

oder	Subset for alpha = .05
TREAT	1
3	6.3833
2	6.8417
7	7.0083
6	7.1167
4	7.1250
5	7.1750
1	8.4000

smooth	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2
4	5.1917	
2	7.8333	7.8333
1	8.3417	8.3417
3		9.3083
6		10.4833
7		11.1583
5		11.2583

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

melt	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2
2	5.0250	
4	5.3083	5.3083
1	5.5750	5.5750
3	5.6833	5.6833
6	7.3500	7.3500
7	7.9500	7.9500
5		9.5500

visco	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3
2	5.3833		
1	6.0167	6.0167	
4	7.7083	7.7083	
6	8.4917	8.4917	8.4917
5		9.6667	9.6667
3		9.8667	9.8667
7			11.6750

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกายภาพของไอศกรีมกะทิลดไขมัน โดยวางแผนการทดลอง โดยสุ่มแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FCOLOR	Between Groups	12.037	6	2.006	.344	.908
	Within Groups	203.913	35	5.826		
	Total	215.950	41			
FODER	Between Groups	77.630	6	12.938	1.043	.414
	Within Groups	433.971	35	12.399		
	Total	511.601	41			
FSMOOTH	Between Groups	83.322	6	13.887	1.744	.140
	Within Groups	278.724	35	7.964		
	Total	362.046	41			
FMELT	Between Groups	73.124	6	12.187	1.207	.326
	Within Groups	353.291	35	10.094		
	Total	426.415	41			
FVISCO	Between Groups	21.631	6	3.605	.307	.929
	Within Groups	410.945	35	11.741		
	Total	432.576	41			
FOVERALL	Between Groups	131.827	6	21.971	2.145	.073
	Within Groups	358.454	35	10.242		
	Total	490.281	41			

Fcolor	Subset for alpha = .05
TREAT	1
4	9.4833
2	9.5750
1	9.7500
3	9.8833
5	10.3000
7	10.3500
6	11.1417

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Foder	Subset for alpha = .05
TREAT	1
7	5.5667
6	7.4083
3	7.8417
4	8.3417
5	9.0500
1	9.5167
2	9.8667

Fsmooth	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2
4	5.3917	
7	8.6500	8.6500
6		9.2333
1		9.2583
3		9.3333
2		9.4167
5		9.9000

Fmelt	Subset for alpha = .05
TREAT	1
6	7.9083
7	7.9583
1	8.2000
4	8.2333
5	8.9833
3	10.3583
2	11.6167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fvisco	Subset for alpha = .05
TREAT	1
4	7.7917
7	7.8250
1	7.9167
6	8.0333
2	8.7083
5	9.2583
3	9.7167

Fover	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2
7	5.3500	
6	8.9000	8.9000
1	8.9500	8.9500
4	9.1083	9.1083
5	9.4000	9.4000
3		10.7417
2		11.3500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกายภาพของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช โดยวางแผนการทดลอง โดยสุ่มแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล**

CMODOR	Subset				
TREAT	1	2	3	4	5
12	5.8133				
8	6.2683	6.2683			
11	7.2117	7.2117	7.2117		
6	7.3167	7.3167	7.3167		
13	7.8400	7.8400	7.8400		
4	8.1450	8.1450	8.1450		
5	8.1900	8.1900	8.1900		
9		8.4033	8.4033		
10		8.7150	8.7150	8.7150	
7			8.9850	8.9850	
1				10.8833	10.8833
3					11.4950
2					11.6400

CERODOR	Subset				
TREAT	1	2	3	4	5
12	5.1283				
1	5.9050	5.9050			
10	6.0333	6.0333			
2	6.1717	6.1717			
7	7.1833	7.1833	7.1833		
13	7.6333	7.6333	7.6333	7.6333	
11	7.9633	7.9633	7.9633	7.9633	
3	8.0217	8.0217	8.0217	8.0217	
9		9.2100	9.2100	9.2100	9.2100
5		9.5700	9.5700	9.5700	9.5700
8			10.2050	10.2050	10.2050
6				10.9267	10.9267
4					11.9183

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMOOTH	Subset				
TREAT	1	2	3	4	5
11	5.8900				
10	6.3817	6.3817			
8	7.6917	7.6917	7.6917		
9	8.1333	8.1333	8.1333		
12	8.2233	8.2233	8.2233	8.2233	
6	8.3667	8.3667	8.3667	8.3667	
7	8.6350	8.6350	8.6350	8.6350	8.6350
1	9.1000	9.1000	9.1000	9.1000	9.1000
4		9.6317	9.6317	9.6317	9.6317
13			9.8317	9.8317	9.8317
2			9.9633	9.9633	9.9633
5				11.4767	11.4767
3					11.7967

MELINMO	Subset		
TREAT	1	2	3
13	3.7650		
7	6.0683	6.0683	
9		7.1567	7.1567
12		7.2217	7.2217
11		7.3033	7.3033
8		7.6383	7.6383
10		7.7983	7.7983
2		8.3000	8.3000
6		8.3050	8.3050
1		9.1267	9.1267
4		9.1333	9.1333
3			10.5500
5			10.5633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STICK	Subset			
TREAT	1	2	3	4
11	5.2617			
8	5.9867	5.9867		
13	6.6833	6.6833	6.6833	
10	7.3817	7.3817	7.3817	
7	7.7167	7.7167	7.7167	7.7167
6	8.3000	8.3000	8.3000	8.3000
9		8.5500	8.5500	8.5500
2		8.6533	8.6533	8.6533
4			9.3200	9.3200
12			9.4133	9.4133
1			9.6083	9.6083
5			9.8583	9.8583
3				10.9850

- ตารางผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของไอศกรีมกะทิลดไขมันเสริมธัญพืช โดยวางแผนการทดลอง โดยสุ่มแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล

SENCOLO	Subset
TREAT	1
1	7.9550
12	8.0250
8	8.2667
3	8.5367
2	8.9733
10	9.0550
11	9.0750
13	9.1583
6	9.5117
7	9.9233
9	10.2417
5	10.5617
4	10.8700

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SENCMODO	Subset		
TREAT	1	2	3
5	4.7217		
13	5.7083	5.7083	
1	7.3267	7.3267	7.3267
2	7.5533	7.5533	7.5533
3	7.7900	7.7900	7.7900
9	7.8983	7.8983	7.8983
8	8.0083	8.0083	8.0083
11		8.6383	8.6383
12		8.7150	8.7150
10		9.0300	9.0300
6		9.2700	9.2700
7			9.8317
4			11.1100

CEREAL ORDER	Subset			
TREAT	1	2	3	4
11	5.6867			
10	5.9200			
13	6.3867			
9	6.7833	6.7833		
3	7.2933	7.2933		
1	7.6500	7.6500	7.6500	
12	8.1483	8.1483	8.1483	8.1483
2	8.1583	8.1583	8.1583	8.1583
5	8.6117	8.6117	8.6117	8.6117
8	8.7083	8.7083	8.7083	8.7083
7		10.0100	10.0100	10.0100
6			10.6367	10.6367
4				11.3850

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SENSMOO	Subset		
TREAT	1	2	3
7	6.0500		
13	6.7583		
10	6.9167		
9	7.4700	7.4700	
6	8.0167	8.0167	
12	8.0950	8.0950	
1	8.1017	8.1017	
8	8.2933	8.2933	
3	8.3950	8.3950	
11	8.8017	8.8017	
2		9.6950	
5		10.0300	
4			13.3200

SENMELT	Subset				
TREAT	1	2	3	4	5
7	6.0833				
6	6.7667	6.7667			
9	7.2500	7.2500	7.2500		
8	7.5250	7.5250	7.5250		
11	8.3117	8.3117	8.3117	8.3117	
2		8.7000	8.7000	8.7000	
12		8.7067	8.7067	8.7067	
1		9.1933	9.1933	9.1933	
3			9.4467	9.4467	
5			9.4950	9.4950	
13			9.7167	9.7167	
10				10.5233	
4					12.9633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SENSTICK	Subset		
TREAT	1	2	3
8	6.2017		
2	6.8300	6.8300	
7	7.1217	7.1217	
13	7.3667	7.3667	
3	7.4233	7.4233	
6	7.4333	7.4333	
12	7.4533	7.4533	
11	7.5850	7.5850	
9	7.9350	7.9350	
10	8.2967	8.2967	
1	8.8333	8.8333	
5		9.3200	
4			13.2517

SENOVER	Subset				
TREAT	1	2	3	4	5
13	4.3350				
8	5.2983	5.2983			
9		6.1583	6.1583		
10		6.1917	6.1917		
7		6.6583	6.6583		
11		6.7067	6.7067		
12		6.8500	6.8500		
3		7.0700	7.0700		
2			7.8550	7.8550	
6				9.0000	
1				9.0950	
5				9.4167	
4					13.5433

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้