21070

หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

(Development of Soy Ice cream products)

นางสาวอรชฎา ตรัยวัฒนพงษ์
นายอิศรัมภ์ เพชรพิฆาฏ

รายงานปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาอุตสาหกรรมเกษตร
โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2548

ปพ.
ต3174
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96889
วัน.เดือน.ปี.....

T096889

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

(Development of Soy Ice cream products)

จัดทำโดย

นางสาวอรชฎา ตรัยวัฒนพงษ์

นายอิศรัมภ์ เพชรพิมาฏ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 27 / มีค. / 49 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ นางสาวอรชฎา ตรัยวัฒนพงษ์ และนายอิศรัมภ์ เพชรพิฆาฏ : ชื่อเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง (Development of Soy Ice cream products)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย

บทคัดย่อ

ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง โดยใช้โปรตีนถั่วเหลือง ทดแทนหางนมผงในส่วนผสมไอศกรีม โปรตีนถั่วเหลือง 4 ชนิด คือ Pro-fam 781 , Pro-fam 974 , Pro-fam 891 และ Ardex – F และระดับของโปรตีนถั่วเหลือง 3 ระดับ คือ 2 , 3.5 และ 5 เปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรควบคุม (ไอศกรีมกลิ่นวานิลลา) พบว่า ปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง เมื่อใช้ปริมาณมากขึ้น มีผลทำให้ค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมมากขึ้น ค่าโอเวอร์รัน และการเกิดโฟมต่ำลง เช่น โปรตีนถั่วเหลือง Pro-fam 781 มีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง24.00 ± 0.00^{cd} ถึง 18.46 ± 0.00^{a} มีค่าโอเวอร์รันอยู่ระหว่าง 50.82 ± 5.20^{abc} ถึง 36.64 ± 17.04^{cdef} และการเกิดโฟมอยู่ระหว่าง 28.00 ± 1.63^{bc} ถึง 7.00 ± 2.58^{d} เนื่องจากปริมาณของแข็งในส่วนผสมไอศกรีมที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ส่วนสีของไอศกรีมถั่วเหลืองจะมีสีขาวปนเหลือง เมื่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มจะมีสีออกสีเหลือง – เขียว มากขึ้น ทั้งนี้โปรตีนถั่วเหลือง มีคุณสมบัติในการจับน้ำได้ดี ทำให้ส่วนของของเหลวมีลักษณะเหนียวขึ้น และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเกิดเกล็ดน้ำแข็งลดลง ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง มีผลต่อค่าการหลอมละลาย (meltdown)ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง เมื่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง เพิ่มขึ้น อัตราการละลายของไอศกรีมจะลดช้าลง เนื่องจากค่าโอเวอร์รันที่ลดลง ผลการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง ไม่มีผลต่อการรับรู้กลิ่นนม แต่มีผลทำให้การรับรู้กลิ่นวานิลลา และความหวานมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแปรผกผันกับการรับรู้กลิ่นถั่ว คือ จะมีกลิ่นถั่วเพิ่มมากขึ้น ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความเรียบเนียน และความเป็นครีมแตกต่างจากไอศกรีมสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) ซึ่ง เป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง ทำให้ความเป็นเม็ดทราย และความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และจากการทดลองคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกด้านของไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองที่มีชนิดของโปรตีนถั่วเหลือง และปริมาณของโปรตีนถั่วเหลืองแตกต่างกัน คือ ร้อยละ 2 , 3.5 และ 5 จะเห็นว่า โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Ardex-F และ Pro-fam 974 ที่ระดับร้อยละ 3.5 มีคุณลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสดีที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณกลิ่นถั่วค่อนข้างน้อย ความเรียบเนียนและความเป็นครีมอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้

อิศรัมภ์ เพชรพิฆาฏ		
อรชฎา ตรัยวัฒนพงษ์		
ลายมือชื่อนักศึกษา	**ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา**	**วัน/เดือน/ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย ที่กรุณาให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัย ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ตั้งแต่การแนะแนวการหาข้อมูล การแก้ไขปัญหาและการตรวจสอบ ตลอดจนให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านแก่ข้าพเจ้า รวมทั้งกรุณาสละเวลาตรวจแก้ไขงานวิจัยฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณพี่บู ที่ให้คำปรึกษา แนะนำการหาข้อมูล และช่วยหาข้อมูลบางส่วนในการทำงานวิจัย จึงทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณนักวิทย์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และแนะนำการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการต่างๆ ตลอดจนการอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณแม่ คุณพ่อ และพี่ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนข้าพเจ้าในทุกเรื่องตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบความดีทั้งหมดแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อรชฎา ตรัยวัฒนพงษ์

อิศรัมภ์ เพชรพิฆาฏ

โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
2.1 ถั่วเหลือง	3
2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง	3
2.3 กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง	4
2.4 เอนไซม์ lipoxygenase	5
2.5 ไอศกรีม	5
2.6 องค์ประกอบของไอศกรีม	5
2.7 รายละเอียดของส่วนผสม	6
2.8 คุณสมบัติสำคัญของส่วนผสมไอศกรีม	7
2.9 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม	11
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	13
3.1 วัตถุดิบ	13
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	13
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง	13
3.4 สถานที่ทำการทดลอง	14
3.5 วิธีการทดลอง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
4.1 การผลิตไอศกรีมกลิ่นวานิลลาสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลือง	18
4.2 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง	18
4.3 ผลของชนิดและระดับของโปรตีนถั่วเหลือง ที่ใช้ทดแทนหางนมผงต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง	24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	30
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก	34
ภาคผนวก ก. รูปภาพจากการทดลอง	35
ภาคผนวก ข. องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองสูตรต่างๆ	38
ภาคผนวก ค. วิธีการวางแผนการทดลองแบบ BIB	52
ภาคผนวก ง. แบบประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส	54
ภาคผนวก จ.	56
จ.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	57
จ.2 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ	61
ภาคผนวก ฉ. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในถั่วเหลือง	4
2.2 ความสัมพันธ์ของ MSNF กับความเป็นกรดของส่วนผสมไอศกรีม	9
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง	19
4.2 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมถั่วเหลือง	24
4.3 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส(กลิ่นรส) ของไอศกรีมถั่วเหลือง	25
4.4 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส(รูปร่างและลักษณะเนื้อสัมผัส) ของไอศกรีมถั่วเหลือง	26

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ถั่วเหลือง	3
2.2 แสดงสภาพของอนุภาคในส่วนผสมไอศกรีม	8
2.3 ผังการผลิตไอศกรีม	11
4.1 ลักษณะของไอศกรีมสูตรควบคุม(กลิ่นวานิลลา)และไอศกรีมถั่วเหลือง	18
4.2 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง (โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Profam 974) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	21
4.3 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง (โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Profam 891) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	21
4.4 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง (โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Profam 781) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	22
4.5 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง (โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Ardex-F) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	22
4.6 การละลายของไอศกรีมถั่วเหลืองเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	23
4.7 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง (Profam 974)	27
4.8 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง (Profam 781)	27
4.9 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง (Profam 891)	28
4.10คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง (Ardex-F)	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในผู้บริโภคหลากหลายกลุ่มโดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กและวัยรุ่นที่ชอบความหวานและรสชาติของไอศกรีม ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันและน้ำตาลสูง ซึ่งในอาหารที่มีไขมันสูงและมีใยอาหารต่ำจะทำให้ผู้บริโภคเสี่ยงต่อโรคอ้วน โรคหัวใจ และโรคมะเร็งบางชนิด ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจและมีความต้องการอาหารที่เป็นประโยชน์มากขึ้น จึงมีแนวโน้มในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำ (low fat ice cream) และไอศกรีมปราศจากไขมัน (non-fat ice cream) แต่ผู้บริโภคยังคงมีความต้องการผลิตภัณฑ์ซึ่งมีลักษณะเนื้อ (body) เนื้อสัมผัส (texture) และความรู้สึกในปาก (mouthfeel) ที่ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ปกติ ซึ่งลักษณะสำคัญของไอศกรีมคือ ความข้น (tickness) ความเนียน (smoothness) และความหนืด (viscosity) (Mazzard, 1998; Olson, et al., 2003)

ถั่วเหลืองจัดเป็นธัญพืชที่มีโปรตีนไม่แพ้ในเนื้อสัตว์และนม และร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้มากกว่า 90% นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ คือ กรดไลโนเลอิค และฟอสโฟไลปิด และที่สำคัญถั่วเหลืองมี เลซิติน (lecithin) ที่ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดได้ (สมชาย,2534) ทั้งนี้โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และราคาถูก โดยมีคุณสมบัติที่ดีกว่าโปรตีนที่ได้จากสัตว์ คือ ไม่มีไขมัน น้ำตาลแลคโตส และยังประกอบไปด้วยสาระสำคัญอีกหลายชนิด เช่น ไฟโตสเตอรอล (Phytosterols) ซาโปนิน (Saponins) และไอโซฟลาโวน ซึ่งสารเหล่านี้จะไม่พบในโปรตีนจากสัตว์

ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้จึงมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาถึงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม โดยในการศึกษาจะใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองมาทดแทนในส่วนของหางนมผง ซึ่งจะใช้โปรตีนถั่วเหลือง 4 ชนิด คือ Pro-fam 781 , Pro-fam 974 , Pro-fam 891 และ Ardex – F จะใช้ในอัตราส่วนทดแทนประมาณ 2-5% โดยจะศึกษาผลของโปรตีนถั่วเหลืองต่อสมบัติทางกายภาพ การประเมินทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาชนิดและระดับของ Soy Protein ที่ใช้ทดแทนหางนมผง ที่มีผลต่อกลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัส และ Overrun ในเนื้อไอศกรีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมถั่วเหลืองสูตรต่างๆ

1.2.3 ศึกษาผลของชนิดและระดับของ Soy Protein ที่ใช้ทดแทนหางนมผง ต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและระดับของ Soy Protein ที่ใช้ทดแทนหางนมผง ที่มีผลต่อกลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส และ Overrun ในเนื้อไอศกรีม ศึกษาสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมถั่วเหลืองสูตรต่างๆ และศึกษาผลกระทบต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลืองในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

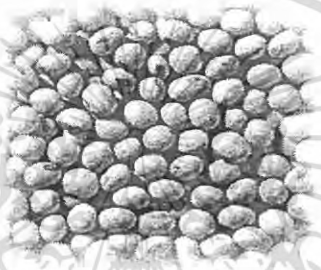
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง (Glycine max) ถิ่นกำเนิดในภูมิภาคแถบเอเชีย ใช้เป็นอาหารกันมานานหลายศตวรรษ มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามพื้นที่ปลูก เช่น Chinese pea , Manchurian bean , Soya หรือ Soja bean ลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองมีรูปร่างเกือบจะเป็นทรงกลม น้ำหนักเมล็ดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 120-180 มิลลิกรัม ซึ่งคิดเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดร้อยละ 10 (Smith and Circle,1978)



ภาพที่ 2.1 เมล็ดถั่วเหลือง

ที่มา : www.healthnet.in.th/.../vet/image/0009.gif.

2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง

โปรตีน ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มพืชตระกูลเดียวกัน มีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยถึงร้อยละ 40.4 ของน้ำหนักแห้ง (Smith and Circle,1978) ในขณะที่ถั่วอื่นๆ เช่น ถั่วเขียวมีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 25.98 ถั่วมะแซะมีปริมาณร้อยละ 22.03 (วิเชียร,2525) เป็นต้น

ไขมัน ถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยในเมล็ดประมาณร้อยละ 29.63 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างไปตามสายพันธุ์และพื้นที่ที่ปลูก ไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองมีกรดไขมันอิสระที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ กรดลิโนเลอิก ร้อยละ 5-11 กรดลิโนเลนิก ร้อยละ 43-56 และกรดโอเลอิก ร้อยละ 15-33 ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวมีเพียงประมาณร้อยละ 11-26 (Smith and Circle,1978)

คาร์โบไฮเดรต ถั่วเหลืองไม่ได้เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลในถั่วเหลืองมีหลายชนิดที่เป็น disaccharide เช่น ซูโครส และที่เป็น tetrasaccharide เช่น สตาชีโอส ส่วนพวก pentasaccharide เช่น เวอบาโคส นั้นพบบ้างเป็นจำนวนเล็กน้อย Mital el al. (1974) รายงานว่าในถั่วเหลืองมีซูโครสอยู่ร้อยละ 4.5 แรฟฟิโนส ร้อยละ 1.1 สตาชีโอส ร้อยละ 3.7 อราบิโนสและกลูโคสอีกจำนวนเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลแรฟฟิโนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นน้ำตาล non reducing และไม่ให้คุณค่าทางอาหารโดยตรง นอกจากจะถูกย่อยจนได้กาแลคโตส กลูโคส และฟรุคโตส

แร่ธาตุ แร่ธาตุที่พบส่วนใหญ่ในถั่วเหลืองเป็น โปแตสเซียม ร้อยละ 1.83 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.78 แมกนีเซียม ร้อยละ 0.31 โซเดียม แคลเซียม กำมะถันอีกอย่างละ ร้อยละ 0.24 สารประกอบที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่พบในถั่วเหลืองคือ phytin, phospholipid และกรด nucleic ซึ่ง phytin เป็นแหล่งที่มีฟอสฟอรัสมากที่สุด มีความสำคัญต่อการละลายได้ของโปรตีนและต่อคุณค่าทางอาหารของแคลเซียม (Smith and Circle,1978)

จะเห็นว่าถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังตารางที่ 1 ซึ่งจะแสดงปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในถั่วเหลือง ทั้งนี้ Hackler (1965) ได้รายงานว่าถั่วเหลืองจะมีคุณค่าทางอาหารมากที่สุดเมื่อทำให้ร้อนถึง 212 องศาเซลเซียส เวลา 5-10 นาที หรือที่ 93 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที ดังนั้นจึงนิยมนำถั่วเหลืองมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด

ตารางที่ 2.1 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในถั่วเหลือง

กรดอะมิโน	ถั่วเหลือง มก./ก. โปรตีน
Isoleucine	37
Leucine	74
Lysine	59
Methionine + Cystine	22
Phenylalanine + tyrosine	64
Threonine	42
Tryptophan	15
Valine	50

ที่มา : อรอนงค์ (2543)

2.3 กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง

Wilken et al. (1967) รายงานว่าการเกิดกลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเกี่ยวข้องกับสารประกอบที่ระเหยได้ อันมีสาเหตุสำคัญมาจากเอนไซม์ lipoxygenase ซึ่งมีอยู่แล้วในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ เอนไซม์นี้นอกจากถั่วเหลืองแล้วยังพบในพวกธัญพืชอื่นๆ เช่น ข้าวสาลี เมล็ดพืชน้ำมัน และพืชในตระกูลถั่วอื่นๆ จะเห็นว่าถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีเอนไซม์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เอนไซม์ lipoxygenase

เอนไซม์ lipoxygenase เป็นเอนไซม์ในกลุ่ม oxidoreductase หรือที่เรียกว่า linoleate : oxygen oxidoreductase หรือ E.C. 1. 99.2.1 เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการ oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่มีบอนด์คู่ 2 คู่อยู่ในรูป cis form substrate ที่ดีที่สุดของเอนไซม์พวกนี้ คือ กรดลิโนเลอิก ลิโนเลนิก อราชิโดนิก และพวกลิโนลิเอท หรือลิโนลิเนท ซึ่งเมื่อถูกคะตะไลซ์แล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น conjugated diene hydroperoxide

2.5 ไอศกรีม

ไอศกรีม หมายถึง ส่วนผสมแช่แข็งที่ประกอบด้วยนม สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว (stabilizers) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifiers) และสารให้กลิ่นรส อาจมีการเติมส่วนผสมอื่น เช่น ไข่ สี หรือ สตาร์ชไฮโดรไลเซต (starch hydrolysates) ลงไปในส่วนผสม แล้วนำส่วนผสมไปพาสเจอร์ไรซ์และโฮโมจิไนซ์ก่อนนำไปปั่นเป็นไอศกรีม (freezing) ซึ่งเป็นขั้นตอนให้อากาศเข้าไปในส่วนผสม พร้อมกับทำให้ส่วนผสมเย็นจนได้ไอศกรีมที่นุ่มเนียนและอยู่ในสภาวะแช่แข็ง (Marshall and Arbuckle, 1996)

มาตรฐานของไอศกรีมตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2522) กำหนดว่าไอศกรีมนม เป็นไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นม ประกอบด้วยไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และธาตุน้ำนมไม่รวมไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์ , 2531)

USFDA แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานของไอศกรีมว่า ต้องประกอบด้วยไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของของแข็งทั้งหมดในนม (total milk solid, TMS) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 สารให้ความคงตัวไม่เกินร้อยละ 0.5 (Marshall and Arbuckle, 1996)

สถิติการบริโภคอาหารหวานแช่แข็งของคนอเมริกันในปี ค.ศ. 2000 ระบุว่า ผู้บริโภคนิยมรับประทานไอศกรีมชนิดที่มีไขมันปกติร้อยละ 61 ไอศกรีมชนิดลดไขมัน (reduced fat) และไขมันต่ำ (low fat) ร้อยละ 24 ไอศกรีมโยเกิร์ต (frozen yogurt) ร้อยละ 5 ไอศกรีมปราศจากไขมัน (non fat) ร้อยละ 2 อื่นๆ ร้อยละ 8 และมีแนวโน้มบริโภคอาหารหวานแช่แข็งมากขึ้น (Marshall *et al*., 2003)

2.6 องค์ประกอบของไอศกรีม

องค์ประกอบของไอศกรีมแตกต่างกันไปตามความต้องการของตลาดและของชุมชนในแต่ละท้องถิ่น โดยเฉลี่ยแล้วไอศกรีมที่จัดว่ามีคุณภาพดีประกอบด้วย ไขมัน 12% MSNF 11% น้ำตาล 15% stabilizer และ emulsifier 0.3% และปริมาณของแข็งทั้งหมด (Ts) 38.3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของไอศกรีมอาจอยู่ในช่วงกว้างๆ ดังนี้

ไขมัน	8 – 20 %
MSNF	8 - 15 %
น้ำตาล	13 – 20 %
stabilizer - emulsifier	0 – 0.7 %
Ts	36 – 43 %

ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งนับว่าเป็นผู้นำทางด้านผลิตภัณฑ์ไอศกรีมได้กำหนดมาตรฐานของไอศกรีมว่า ประกอบด้วยไขมันนมอย่างน้อย 10 % MSNF 20 % และ stabilizer ไม่เกิน 0.5% (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

2.7 รายละเอียดของส่วนผสมมีดังนี้

2.7.1 ไขมัน ตามปกติในไอศกรีมจะมีไขมันประมาณ 12% โดยไขมันนั้นจะเป็นไขมันจากมันเนยหรือน้ำมันพืชก็ได้ ในกรณีของมันเนยอาจจะใช้ในรูปของน้ำนม ครีม มันเนยหรือน้ำมันเนย (Butter Oil) ส่วนของไขมันนี้อาจจะใช้น้ำมันพืชแทนมันเนยได้ โดยใช้น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันมะพร้าว น้ำมันเมล็ดปาล์ม การใช้น้ำมันพืชอาจจะทำให้มีผลต่อสี และกลิ่นบ้าง ถ้าเปรียบเทียบกับมันเนย แต่ถ้ามีการใช้สีและกลิ่นเข้าไปในส่วนผสมก็จะไม่มีความแตกต่าง แต่อย่างไรก็ตามในบางประเทศยังไม่ยอมให้ใช้น้ำมันพืชเป็นส่วนผสมของไอศกรีม

2.7.2 ของแข็งที่ไม่ใช่มันเนย ของแข็งที่ไม่ใช่มันเนยเป็นของแข็งที่มีอยู่ในน้ำนม หลังจากปั่นแยกเอามันเนยออกไปแล้ว ประกอบด้วยโปรตีน น้ำตาลแลคโตส และแร่ธาตุ ส่วนมากนิยมใช้ในรูปของนมผง และหางนมข้น ปริมาณที่ใช้จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณของไขมัน ดังนั้นถ้าใช้ไขมัน 12 % จะใช้ของแข็งที่ไม่ใช่มันเนยประมาณ 11-11.5%

ของแข็งที่ไม่ใช่มันเนยเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและยังทำให้เนื้อของไอศกรีมดีขึ้น และยังช่วยให้มีการกระจายของอากาศดีขึ้นในขณะที่ทำให้ไอศกรีมแข็งตัวอีกด้วย

2.7.3 น้ำตาล น้ำตาลเป็นส่วนประกอบที่ช่วยปรับส่วนผสมที่เป็นของแข็งให้เป็นไปตามที่ต้องการ และเป็นตัวที่ทำให้ไอศกรีมหวานมากหรือน้อยตามความต้องการของผู้บริโภค ในส่วนผสมของไอศกรีมมักจะมีปริมาณน้ำตาลอยู่ระหว่าง 10 – 18% น้ำตาลที่ใช้มีหลายรูปแบบ เช่น น้ำตาลจากอ้อยหรือบีทรูท บางแห่งก็ใช้กลูโคส แลคโตส หรือน้ำตาลอินเวอร์ท (Invert Sugar) ซึ่งเป็นส่วนผสมของกลูโคสกับฟรักโทส ในการผลิตไอศกรีมสำหรับคนที่เป็นโรคอ้วนจะใช้ซอร์บิทอล (Sorbitol) บางแห่งใช้นมข้นหวานในส่วนผสม

2.7.4 สารที่ทำให้เข้ากัน (Emulsifier) สารที่ทำให้เข้ากันมีสมบัติที่ทำให้ส่วนผสมต่างๆ ผสมเข้ากันได้ดีขึ้น เนื่องจากส่วนผสมของไอศกรีมมีทั้งไขมัน น้ำตาล โปรตีนและน้ำ ซึ่งตามปกติจะผสมเป็นเนื้อเดียวกันไม่ได้ แต่สารที่ทำให้เข้ากันนี้จะลดความตึงผิว (Surface Tension) ทำให้สารต่างๆผสมกันได้ดี สารที่ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผสมต่างๆ เข้ากันที่มีชื่อเสียงแต่เดิมคือ ไข่แดง แต่มีราคาแพงและไม่ค่อยมีประสิทธิภาพมากนัก ในระยะหลังจึงนิยมใช้สารประกอบในเครื่องไขมันที่มีสมบัติเป็นพวกนัน-ไอโอนิค (Non-Ionic) ซึ่งได้รับการทำให้เป็นสารพวกเอสเทอร์ (Esterification) ทำให้มีสมบัติในการละลายน้ำสูงขึ้น (Hydrophilic) และสามารถละลายไขมันได้ด้วย (Lipophilic) สารที่ทำให้เข้ากันที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมไอศกรีมแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ เอสเทอร์ของกลีเซอรีน (Glycerin Ester) เอสเทอร์ ซอร์บิทอล (Sorbitol Ester) น้ำตาลเอสเทอร์ (Sugar Ester) และเอสเทอร์ของสารประกอบชนิดอื่น (Ester of other origin) ปริมาณที่ใช้ประมาณ 0.3 – 0.5% ของปริมาณของส่วนผสมของไอศกรีม

2.7.5 สารที่ทำให้อยู่ตัว (Stabilizer) เมื่อละลายสารที่ทำให้อยู่ตัวในของเหลว สารพวกนี้จะเกาะกับโมเลกุลของน้ำไว้ ซึ่งเรียกว่า ไฮเดรชัน (Hydration) และด้วยลักษณะการเกาะกับส่วนนี้จะทำให้น้ำไม่มีการลอยตัวเป็นอิสระ ทำให้น้ำไม่แยกตัวออกจากส่วนผสม สารที่ทำให้อยู่ตัวมี 2 ชนิด คือ แบบที่เป็นโปรตีน และแบบที่เป็นแป้ง แบบที่เป็นโปรตีนได้แก่ เจลาติน (Gelatin) เคซีน (Casein) อัลบูมิน (Albumin) และกลอบูลิน (Globulin) แบบที่เป็นแป้งได้แก่ สารคอลลอยด์ของสัตว์จากทะเล เฮมิเซลลูโลสและสารประกอบของเซลลูโลสประยุกต์ ปริมาณของสารที่ทำให้อยู่ตัวที่ใช้จะประมาณ 0.2 – 0.4% ของส่วนผสม

2.7.6 สารที่ให้กลิ่น (Flavouring Matter) สารที่ให้กลิ่นมีความสำคัญมากในการผลิตไอศกรีม ที่จะให้เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค กลิ่นที่แพร่หลายและที่นิยมกันมากได้แก่ กลิ่นวนิลา นูกัท (Nougat) ช็อกโกแลต สตรอเบอรี่ และกลิ่นลูกนัท กลิ่นเหล่านี้สามารถใส่เข้าไปในตอนที่กำลังผสม แต่ถ้าสิ่งที่ทำให้กลิ่นนั้นเป็นชิ้นโตๆ เช่นพวก นูกัท นัท ผลไม้ และแยม พวกนี้จะใส่หลังจากการทำให้แข็งแล้ว

พวกโกโก้นิยมใช้กับไอศกรีมแท่ง โคน หรือบางทีก็เคลือบด้วยช็อกโกแลต ในการใช้โกโก้จะมีการผสมโกโก้กับไขมัน เพื่อให้ได้ความเหนียว ความยืดหยุ่น และความสม่ำเสมอของโกโก้ที่เคลือบ

2.7.7 สารที่ให้สี สีที่ใส่ในไอศกรีมเพื่อให้ไอศกรีมมีสีสวยงามน่ารับประทาน สีที่ใส่มักจะใช้ในรูปผงหรือเป็นน้ำข้นๆ ซึ่งก่อนใช้จะผสมน้ำแล้วต้มให้เดือด เพื่อป้องกันการบูด มีการใช้สารกันบูด ได้แก่ โซเดียมเบนโซเอท พอให้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ปริมาณของสารละลายของสีที่ใช้ประมาณ 10-20 มล. ต่อ 100 ลิตร ของส่วนผสมสีและสารกันบูดจะต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ
(นรินทร์., 2531)

2.8 คุณสมบัติสำคัญของส่วนผสมไอศกรีม

คุณสมบัติสำคัญของส่วนผสมไอศกรีม ได้แก่ ความเสถียรของส่วนผสม ความหนาแน่น ความเป็นกรด แรงตึงผิว ความหนืด การดูดซึม จุดเยือกแข็ง และอัตราการตีฟู

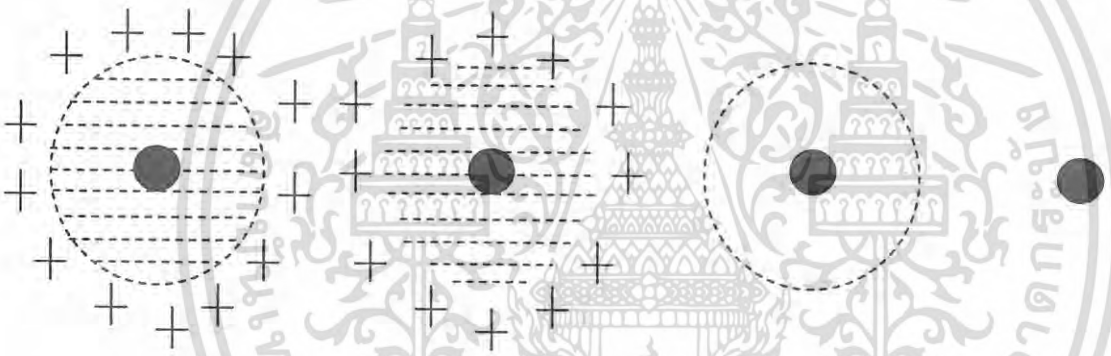
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ความเสถียร (stability)

ความเสถียรของส่วนผสมไอศกรีม คือ สภาวะที่โปรตีนนมยังคงอยู่ในสภาพของคอลลอยด์ และไขมันนมอยู่ในสภาพของอีมัลชัน (emulsion) ขั้นตอนการโฮโมจิไนเซชัน ความเป็นกรดของส่วนผสม เกลืออัตราส่วนระหว่างไขมันกับ SNF การปั่น เวลาของการบ่ม (aging time) ตลอดจนปริมาณของ bound water มีความสัมพันธ์กับความเสถียรของส่วนผสมไอศกรีมมาก

การเกิดเป็นลิ่ม หรือการแยกชั้นของไขมันนม หรือเวย์ขณะไอศกรีมละลายตลอดจนการแยกตัวของน้ำเชื่อมขณะบ่ม บ่งบอกถึงความไม่เสถียรของผลิตภัณฑ์

ส่วนผสมที่มีความเสถียรมากที่สุดอยู่ในสภาพของ hydrophilic suspention (ภาพที่ 2.2 ก.) ซึ่งอนุภาคถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำและประจุ ส่วนผสมที่มีความเสถียรอีกชนิดหนึ่งอยู่ในสภาพของ hydrophilic หรือ hydrophobic suspention (ภาพที่ 2.2 ข.) อนุภาคถูกล้อมรอบด้วยประจุแต่ไม่มีโมเลกุลน้ำ ส่วนสภาพที่มีความเสถียรน้อยจะพบว่า อนุภาคอยู่ในสภาพ hydrophilic suspention (ภาพที่ 2.2 ค.) อนุภาคถูกล้อมรอบด้วยน้ำแต่ไม่มีประจุ ส่วนสภาพที่อนุภาคไม่มีโมเลกุลน้ำหรือประจุล้อมรอบเลยมีความเสถียรน้อยสุด (ภาพที่ 2.2 ง.)



ก. (charged hydrated particle) ข. (charged particle) ค. (hydrated particle) ง. (neither hydrated nor charged)

ภาพที่ 2.2 แสดงสภาพของอนุภาคในส่วนผสมไอศกรีม

ปัจจัยที่มีผลต่อไฮเดรชันของโปรตีนนม ได้แก่ อุณหภูมิ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความร้อน เกลือ ความเป็นกรด-ด่าง และโฮโมจีไนเซชั่น ที่อุณหภูมิต่ำๆ นั้นคอลลอยด์ในส่วนผสมไอศกรีมถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำหนาแน่นขึ้น เกลือแคลเซียมลดการไฮเดรชันของโปรตีนได้มากกว่าเกลือโซเดียมและโพแทสเซียม hydrating effect ของซิเตรตและฟอสเฟตที่มีผลต่อเคซีนแสดงให้เห็นในปฏิกิริยาการสลายตัวดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calcium caseinate + Sodium citrate ⟷ Sodium caseinate + Calcium citrate

Calcium caseinate + Sodium phosphate ⟷ Sodium caseinate + Calcium phosphate

ไฮเดรชันเกิดได้มากที่สุดเมื่อความเป็นกรดอยู่ระหว่าง pH 6.2 – 6.4 การโฮโมจีไนเซชันแบบสองระบบ (two- stage homogenization) ช่วยเพิ่มปริมาณของ bound water เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดประจุไฟฟ้ารอบเม็ดไขมันมากขึ้น หรือลดการจับตัวเป็นก้อนของไขมันซิเตรต และฟอสเฟต เพิ่มประจุไฟฟ้าลบตลอดจนลดการจับตัวเป็นก้อนของไขมันด้วย ที่อุณหภูมิต่ำพบว่า เกลือแคลเซียมเพิ่มประจุไฟฟ้าบวก และทำให้การจับตัวของไขมันเป็นก้อนได้ง่ายขึ้น

2.8.2 ความหนาแน่นของส่วนผสม

ความถ่วงจำเพาะ หรือความหนาแน่นของส่วนผสมไอศกรีมเปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบสามารถคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะของส่วนผสมไอศกรีมได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ (ณ } 60^{\circ}\text{ฟ.)} = \frac{100}{\frac{\%\ \text{ไขมัน}}{0.93} + \frac{\%\ \text{น้ำตาล,MSNF,stabilizer} + \%\ \text{น้ำ}}{158}}$$

ความถ่วงจำเพาะของส่วนผสมไอศกรีมอยู่ระหว่าง 1.0544 – 1.1232

2.8.3 ความเป็นกรด

ความเป็นกรดของส่วนผสมไอศกรีมแปนผันไปตามปริมาณ MSNF ซึ่งสามารถคำนวณได้ด้วยการคูณเปอร์เซ็นต์ของ MSNF ด้วยแฟกเตอร์ 0.018 เช่น ส่วนผสมไอศกรีมประกอบด้วย MSNF 11 % โดยทั่ว ๆ ไป จะมีความเป็นกรด 0.198 % หรือ pH ประมาณ 6.3 ความสัมพันธ์ของ MSNF กับความเป็นกรดของส่วนผสมไอศกรีมแสดงให้เห็นในตาราง ที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของ MSNF กับความเป็นกรดของส่วนผสมไอศกรีม

% MSNF	% แลคติก	pH
7	0.126	6.40
8	0.144	6.35
9	0.162	6.35
10	0.180	6.32
11	0.198	6.31
12	0.206	6.30
13	0.224	6.28

ที่มา : วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์ (2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 ความหนืด

ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมมีความเกี่ยวข้องกับ

(ก) องค์ประกอบโดยเฉพาะไขมัน stabilizer มีผลต่อความหนืดมากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ

(ข) เกลือ เช่น แคลเซียม โซเดียม ซิเตรต มีผลต่อความหนืด ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดกับเคซีนและโปรตีนอื่น ๆ

(ค) กรรมวิธีหรือการปฏิบัติต่อส่วนผสม และที่สำคัญที่สุด คือ พาสเจอไรเซชัน โฮโมจีไนเซชัน และการบ่ม

(ง) ความเข้มหรือปริมาณของของแข็งทั้งหมด

(จ) อุณหภูมิ

ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมมีตั้งแต่ 50 จนถึง 300 cp (centipoises)

2.8.5 แรงตึงผิว

แรงตึงผิว คือ แรงที่เกิดจากการดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว ทำให้เกิดเป็นแผ่นฟิลม์บนผิวของของเหลว แรงตึงผิวมีหน่วยเป็นดายน์ (Dyne) เครื่องมือที่นิยมใช้วัดแรงของส่วนผสมไอศกรีมมีชื่อว่า du Nouy แรงตึงผิวของส่วนผสมไอศกรีมมีค่าระหว่าง 48 – 53 ดายน์

2.8.6 จุดเยือกแข็ง

จุดเยือกแข็งของไอศกรีมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนผสมไอศกรีมโดยเฉลี่ยแล้วประกอบด้วยไขมัน 12 % MSNF 11 % น้ำตาล 15 % stabilizer 0.3 % และน้ำ 6.17 % นั้นมีจุดเยือกแข็งประมาณ 27.5°ฟ. ถ้ามีน้ำตาลและ MSNF มากขึ้นก็อาจจะลดจุดเยือกแข็งลดลงถึง 26.5 °ฟ. ถ้าลดปริมาณไขมัน MSNF และน้ำตาล จะทำให้จุดเยือกแข็งสูงขึ้นเป็น 29.5°ฟ.

2.8.7 อัตราการขึ้นฟู

โซเดียมเคซีเนต (sodium caseinate) ช่วยปรับปรุงคุณภาพของการตีขึ้นฟูและมีผลต่อการกระจายของเซลล์อากาศ ตลอดจนผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ อัตราการตีขึ้นฟูขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

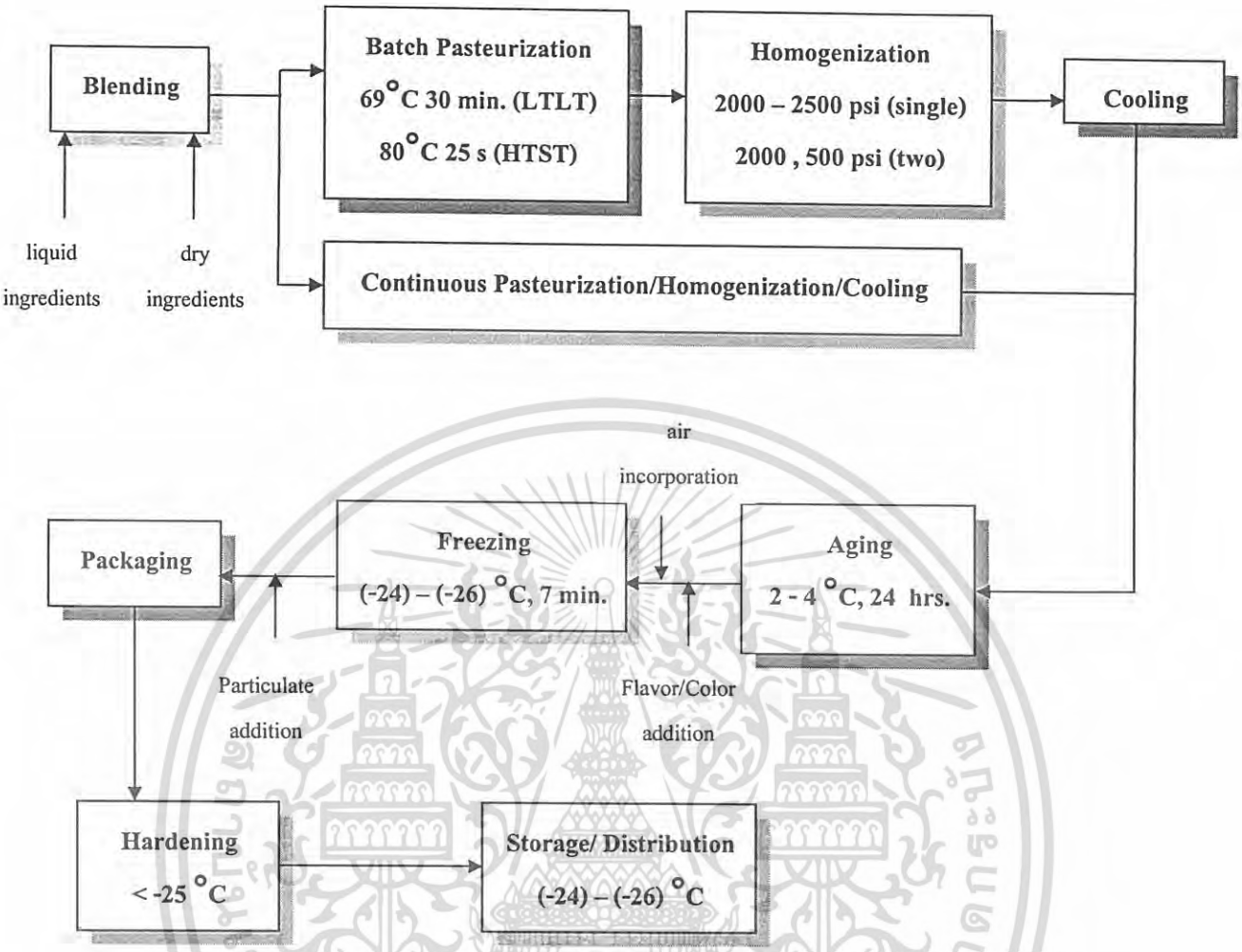
(ก) กลไกของการตีขึ้นฟู

(ข) ความหนืดของส่วนผสมที่ถูกทำให้เย็นจัดปั่นบางส่วน

(ค) การอัดอากาศเข้าไปในส่วนผสมไอศกรีม

การวัดอัตราการขึ้นฟูจะวัดเป็นค่า overrun ทุกช่วงหนึ่งนาทีขณะนำส่วนผสมไปปั่นใน batch freezer ปกติแล้วเมื่อปั่นส่วนผสมนาน 3½ นาทีก็จะเริ่มแข็งตัว ภายในเวลา 7 นาทีจะได้ค่า overrun ประมาณ 90 % (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์ , 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ผังการผลิตไอศกรีม

ที่มา : ดัดแปลงจาก Goff (1997)

2.9 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม

ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมเริ่มจากการคำนวณปริมาณส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้ แล้วนำส่วนผสมที่เป็นของแข็งมาผสมให้เข้ากัน นำไปผสมกับส่วนผสมของเหลวในถังผสม ณ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการละลาย (60°C) จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ไปผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Low temperature Long Time; LTLT) หรือที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วินาที (High temperature Short Time; HTST) เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ก่อนโฮโมจิไนซ์ เพื่อทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กประมาณ 1-2 ไมครอน ป้องกันการแยกชั้นของครีม การโฮโมจิไนซ์ระบบเดี่ยวจะใช้ความดันรวมประมาณ 2,000 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ในกรณีที่โฮโมจิไนซ์แบบสองระบบใช้ความดันครั้งแรก 2,500 – 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว และครั้งที่ 2 ประมาณ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว จากนั้นทำให้ส่วนผสมเย็นลงอย่างรวดเร็วจนมีอุณหภูมิประมาณ 4 - 5 องศาเซลเซียส แล้วนำไปบ่ม (aging) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 -5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง เพื่อให้สารให้ความคงตัวและอิมัลซิไฟเออร์มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น ทำให้การปั่นง่ายขึ้น เมื่อส่วนผสมผ่านการบ่มแล้วจึงนำไปปั่นเป็นไอศกรีม ทำให้น้ำประมาณร้อยละ 50 ของส่วนผสมไอศกรีมกลายเป็นผลึกน้ำแข็ง และเป็นการอัดอากาศไปผสมในผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำไปแช่แข็ง (hardening) ที่อุณหภูมิประมาณ -25 องศาเซลเซียส น้ำกลายเป็นผลึกน้ำแข็งเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 80 ของไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมมีโครงสร้างแน่นอน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -25 ถึง -30 องศาเซลเซียสต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.3

(วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์ , 2531; Marshall and Arbuckle, 1996; Andreasen and Nielsen, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 นมสดพร่องมันเนยพาสเจอร์ไรซ์ (ตราฟาร์มโชคชัย)

3.1.2 ยูเอชที วิปปิ้งครีม [ตรา Ancho (36% Fat)]

3.1.3 หางนมผง [บริษัท เอ็น แซด เอ็ม พี (ประเทศไทย) จำกัด]

3.1.4 น้ำตาลทราย

3.1.5 โปรตีนถั่วเหลือง (บริษัท Archer Daniels Midland) ประกอบด้วย Pro-fam 781, Pro-fam974, Pro-fam891 และ Ardex –F

3.1.6 สารให้ความคงตัว (Stabilizer)

3.1.7 กลิ่นวานิลลิน (บริษัท ฟาร์มาเคม จำกัด)

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

3.2.1 เครื่องปั่นไอศกรีม ความจุ 2 ลิตร (ยี่ห้อ RIVAL ice cream maker รุ่น model 840 1VS)

3.2.2 เครื่องปั่นไอศกรีม (ยี่ห้อ Delonghi made in Italy 1 Lit)

3.2.3 เครื่องปั่นผสมอาหาร (ยี่ห้อ moulinex)

3.2.4 เทอร์โมมิเตอร์ (Testo 925, Germany)

3.2.5 เครื่องชั่งไฟฟ้า (ความละเอียด 2 ตำแหน่ง)

3.2.6 เครื่องชั่งไฟฟ้า (ความละเอียด 4 ตำแหน่ง)

3.2.7 ตู้แช่เยือกแข็ง (Sanyo, Thailand)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

3.3.1 Desiccator

3.3.2 Hot air oven

3.3.3 เครื่อง Halogen Moiture Analyzer (Metter Toledo HR 73)

3.3.4 เครื่องวัดความหนืด (Broswick)

3.3.5 เครื่องวัดสี (Chroma Meter, Minolta CR – 300, Japan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การผลิตไอศกรีมกลิ่นวานิลลาสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลือง

3.5.1.1 สูตรพื้นฐานในการผลิตไอศกรีมกลิ่นวานิลลา

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก (ร้อยละ)
นมสด	1150.20	57.51
ครีม	524.8	26.24
หางนมผง	76	3.8
น้ำตาลทราย	240	12
สารให้ความคงตัว	8	0.4
วานิลลิน*	1	0.05
รวม	2000	100

หมายเหตุ * เตรียมสารละลายวานิลลินโดยละลายวานิลลินร้อยละ 20 (นน./ปริมาตร) ในเอทานอลร้อยละ 35 (ปริมาตร/ปริมาตร)

3.5.1.2 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม

3.5.1.2.1 คำนวณปริมาณและส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

3.5.1.2.2 นำนมสดมาทำให้ร้อนในหม้อนึ่งสแตนเลสสองชั้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

3.5.1.2.3 เทครีมผสมกับนมสดคนให้เข้ากันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 นาที

3.5.1.2.4 นำส่วนผสมแห้ง : น้ำตาล และสารให้ความคงตัวมาผสมและบดรวมกันก่อนนำมาผสมกับหางนมผงให้เข้ากันดี เทส่วนผสมแห้งทีละน้อยลงให้หม้อผสมพร้อมกับคนให้กระจายตัวโดยเร็วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 นาที

3.5.1.2.5 ปั่นส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า เพื่อให้ส่วนผสมกระจายตัว นานประมาณ 3 นาที

3.5.1.2.6 นำส่วนผสมของไอศกรีมมาพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 68 - 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที ในหม้อนึ่งสแตนเลสสองชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.2.7 นำส่วนผสมมาโฮโมจิไนซ์ เพื่อทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็ก และสม่ำเสมอ ช่วยป้องกันการแยกของไขมันในไอศกรีม และยังช่วยทำให้ไอศกรีมมีความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษา

3.5.1.2.8 นำส่วนผสมที่ผ่านการโฮโมจิไนซ์แล้ว มาทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 0-4 °C และเก็บบ่มไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาอย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง

3.5.1.2.9 เติมกลิ่นผสมให้เข้ากัน ก่อนนำไปปั่นเป็นไอศกรีม ใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที (ควรอ่านคู่มือการใช้เครื่องปั่นไอศกรีม)

3.5.1.2.10 บรรจุไอศกรีมใส่ถ้วยประมาณถ้วยละ 100 กรัม ปิดฝา และแช่ในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ ประมาณ (-18) – (-23) องศาเซลเซียสทันที

3.5.1.3 การผลิตไอศกรีมถั่วเหลือง

ผลิตไอศกรีมไอศกรีมถั่วเหลือง โดยแทนหางนมผง (Skim powder) ด้วยโปรตีนถั่วเหลือง โดยเลือกชนิดของโปรตีนถั่วเหลือง ให้มีปริมาณ Total Solid ใกล้เคียงกัน โดยโปรตีนถั่วเหลือง ที่ใช้มีทั้งหมด 4 ตัวคือ Pro-fam 781, Pro-fam974, Pro-fam891 และ Ardex –F และแปรปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง ที่ระดับ 2% , 3.5% และ 5% คำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ และผลิตไอศกรีมตามข้อ 3.5.1.2

3.5.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมถั่วเหลืองจากข้อ 3.5.1.3

นำไอศกรีมก่อนปั่นที่ผสม และผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 1 วัน มาทดสอบสมบัติทางกายภาพ คือ Vicosity , Total solids, foam expansion , foam liquid stability และ whippability

3.5.2.1 ความหนืด (Vicosity)

การวัดค่าความหนืด โดยใช้เครื่อง Bostwick ใช้ไอศกรีมเติมลงในช่องสี่เหลี่ยม ให้มีปริมาตรพอดีกับขอบช่องสี่เหลี่ยมด้านบน แล้วตั้งลูกน้ำในอยู่ตรงกลาง จากนั้นเปิดช่องสี่เหลี่ยมพร้อมจับเวลา 1 วินาทีแล้วดูระยะทางที่ไอศกรีมไหลไปได้ระยะทางเท่าไรโดยวัดให้อุณหภูมิของไอศกรีมอยู่ในระหว่าง 18-20 ° C

3.5.2.2 การวัดปริมาณของแข็ง (Total solids) (Kailasapathy and Sellepan ,1998)

การหา Total solids ด้วยวิธี Gravimetric (AOAC,1990) โดยชั่งไอศกรีม 2 กรัม ใส่ใน can จากนั้นก็นำไปให้ความร้อนใน water bath 30 นาที และนำไปใส่ใน Hot air oven เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 °C หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ Total solids

3.5.2.3 การวัดหาปริมาณฟองที่เพิ่มขึ้น (Foam expansion) (Kailasapathy and Sellepan ,1998)

การวัดหาปริมาณฟองที่เพิ่มขึ้น โดยนำไอศกรีม 125 ml. มาเติมน้ำกลั่น 125 ml. จากนั้นก็นำไปปั่นในเครื่องปั่นผสมอาหาร (ยี่ห้อ Moulinex) ด้วยความเร็วสูงสุด เป็นเวลา 5 นาที และนำมาเทใส่ใน กระบอกตวงขนาด 500 ml. วัดปริมาณของเหลวทั้งหมดโดยทันที จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณฟองที่เพิ่มขึ้นจากสูตรดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% \text{ foam expansion (FE)} = \frac{\text{foam volume (ml)}}{\text{Initial liquid volume (250 ml)}} \times 100$$

3.5.2.4 การหาค่าความคงตัวของฟอง [Foam liquid stability (FLS)] (Kailasapathy and Sellepan ,1998)

การหาค่าความคงตัวของฟอง ใช้ตัวอย่างเดียวกับ foam expansion โดยจะกระทำหลังจากการวัดหาปริมาณฟองที่เพิ่มขึ้นเสร็จแล้ว จากนั้นก็ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที และวัดปริมาณของเหลว (ml) หลังจากตั้งทิ้งไว้ 30 นาที โดยจะคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{FLS} = \frac{\text{volumn of liquid (ml) retained in foam after 30 min}}{\text{Volumn of liquid prior to whipping (250)}} \times 100$$

3.5.2.5 การหาอัตราการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ (Whippability) (Adapa *et al.*,2000)

การหาอัตราการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ (% overrun) โดยชั่งน้ำหนักส่วนผสมไอศกรีมก่อนการปั่นที่บรรจุในถ้วยพลาสติก บันทึกน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีม ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ปั่นได้ซึ่งบรรจุในถ้วยพลาสติกที่มีปริมาตรเท่ากัน บันทึกค่าน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ คำนวณค่าโอเวอร์รันดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Percentage overrun (\% โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรของส่วนผสม} - \text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรของไอศกรีม}}{\text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรของไอศกรีม}} \times 100$$

นำไอศกรีมที่ผ่านการปั่น และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -25 °C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ มาทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพคือ Texture profile analysis (TPA) , colour measurements , meltdown และ sensory

3.5.2.6 การวัดสีของไอศกรีม (Colour measurements) (Kailasapathy and Sellepan ,1998)

การวัดค่าสีและรายงานค่าสีในระบบ L, a และ b รวมทั้งค่า C*h โดยใช้เครื่อง Hunter Lab colorimeter

3.5.2.7 การวัดค่าการหลอมละลาย (meltdown) (Arbuckle,1986; Muse and Hartel, 2004)

การวัดค่าการหลอมละลาย (meltdown test) โดยใช้ไอศกรีม 100 กรัม บรรจุในถ้วยและเก็บรักษาในห้องแช่แข็ง (-25 °C) แล้วนำออกจากถ้วย ศึกษาการหลอมละลายที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °C) โดยวางบนตะแกรงสแตนเลสขนาด 6.3 ช่องต่อตารางเซนติเมตร รองรับไอศกรีมที่ละลายด้วยจาน ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายทุกๆ 2 นาที เป็นเวลา 40 นาที คำนวณน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายเทียบกับน้ำหนักไอศกรีม 100 กรัม เขียนกราฟระหว่างค่าที่ได้กับเวลา รายงานเป็นค่าการหลอมละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ศึกษาผลของชนิดและระดับของโปรตีนถั่วเหลือง ที่ใช้ทดแทนหางนมผง ต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

3.5.3.1 การทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

การประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive sensory analysis) (มีลักษณะเป็น scale 15 cm.) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 13 คน สักษณะที่ทำการทดสอบ คือ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความเรียบเนียน, ความเป็นเกล็ดน้ำแข็ง, ความเป็นเม็ดทราย,ความเหนียวและความเป็นครีม) กลิ่นรส (กลิ่นถั่วเหลือง ความหวาน กลิ่นนม และกลิ่นวานิลลา) (Meilgaard *et al.*,1999; Wszelaki *et al.*,2005) เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่างไอศกรีมแช่ในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิ 14 ± 1 องศาเซลเซียส ทิ้งข้ามคืนก่อนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Chung *et al.*,2003a; Chung *et al.*,2003b)

3.5.3.2 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองตามข้อ 3.5.1 - 3.5.2 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

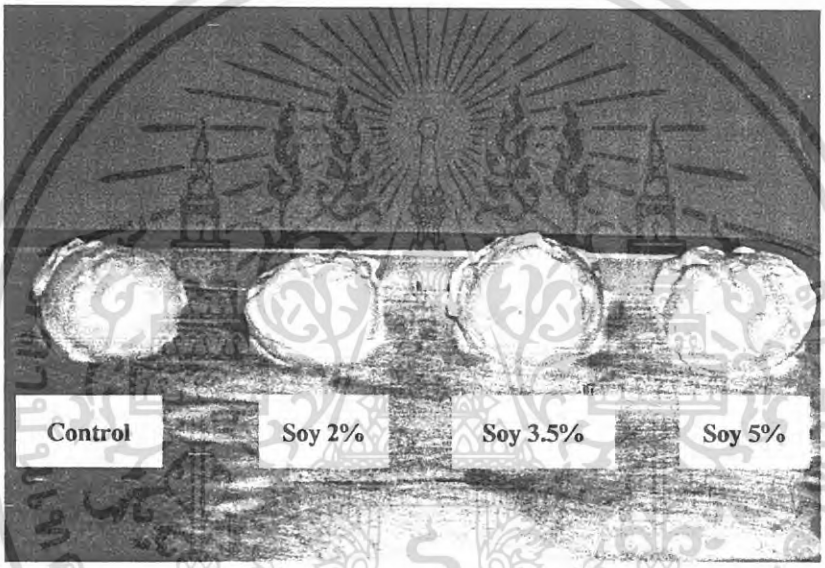
การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสตามข้อ 3.5.3 ใช้แผนการทดลองแบบ BIB หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96889

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การผลิตไอศกรีมกลิ่นวานิลลาสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลือง

ลักษณะของไอศกรีมสูตรควบคุม (ไอศกรีมกลิ่นวานิลลา) และไอศกรีมถั่วเหลือง ที่ระดับ โปรตีนถั่วเหลือง ร้อยละ 2 , 3.5 และ 5 แสดงดังภาพที่ 4.1 โดยมีองค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมและปริมาณแสดงในภาคผนวก ข.



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของไอศกรีมสูตรควบคุม(กลิ่นวานิลลา) และไอศกรีมถั่วเหลือง

4.2 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

การใช้โปรตีนถั่วเหลือง ทดแทนหางนมผง (Skim powder) ในไอศกรีมถั่วเหลืองที่ระดับโปรตีนถั่วเหลืองต่างกันส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมดังแสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

ชนิดและปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง สูตร	%FE	%FLS	Vicosity (cm/s)	%Ts	%overrun
soy 781, 2%	28.00±1.63^{bc}	97.00±1.15^{ab}	24.00±0.00^{cd}	30.21±1.96^{ab}	50.82±5.20^{abc}
3.5%	21.50±3.00^{c}	96.50±1.00^{ab}	23.75±0.50^{a}	31.44±0.97^{ab}	48.90±2.87^{abcd}
5%	7.00±2.58^{d}	96.00±2.83^{ab}	18.46±0.00^{a}	36.34±3.79^{a}	36.64±17.04^{cdef}
soy 974, 2%	31.50±1.00^{abc}	97.50±1.91^{ab}	19.90±1.41^{bc}	28.20±4.28^{b}	60.11±18.91^{ab}
3.5%	30.50±7.55^{bc}	96.00±2.83^{ab}	12.85±1.36^{ef}	32.66±4.16^{ab}	42.92±10.51^{bcde}
5%	24.00±11.43^{c}	95.50±1.91^{b}	9.60±1.11^{g}	33.28±4.42^{ab}	18.20±3.00^{g}
soy 891, 2%	41.00±3.46^{a}	99.50±1.00^{a}	22.25±7.24^{ab}	27.95±13.33^{b}	31.91±2.25^{defg}
3.5%	31.00±1.15^{abc}	95.50±2.52^{b}	15.57±0.38^{de}	32.15±2.00^{ab}	30.93±15.45^{efg}
5%	24.50±15.00^{c}	96.00±2.83^{ab}	11.63±0.37^{fg}	32.64±0.57^{ab}	22.52±4.50^{fg}
soy Ardex-F, 2%	36.00±3.26^{ab}	98.50±1.91^{ab}	17.59±0.19^{cd}	29.28±1.58^{ab}	59.91±12.93^{ab}
3.5%	28.50±3.00^{bc}	97.50±1.91^{ab}	17.20±0.37^{cd}	32.49±2.73^{ab}	49.07±3.60^{abcd}
5%	26.50±5.50^{bc}	97.50±1.91^{ab}	13.75±0.48^{ef}	33.74±0.64^{ab}	28.11±8.20^{efg}
สูตรควบคุม	32.00±6.32^{abc}	98.00±2.83^{ab}	17.50±0.38^{cd}	36.30±1.36^{a}	61.18±17.24^{a}

หมายเหตุ

อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าความหนืดและอัตราการเกิดฟอง (%FE) ของส่วนผสมไอศกรีมทั้งสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลือง (ตารางที่ 4.1) พบว่า ไอศกรีมทั้ง 13 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยไอศกรีมที่มีปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น จะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะแปรผกผันกับอัตราการเกิดฟองของส่วนผสมไอศกรีม คือ จะมีอัตราการเกิดฟองลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณโปรตีนที่มากขึ้น จะทำให้ส่วนผสมไอศกรีมมีความคงตัวมากขึ้น ทำให้การเกิดอากาศในส่วนผสมไอศกรีมมีค่าลดลง (Kailasapathy and Sellepan ,1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง มีผลต่อค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมถั่วเหลือง โดยที่ไอศกรีมสูตรควบคุม มีค่าโอเวอร์รันมากที่สุด และไอศกรีมถั่วเหลืองทั้ง 12 สูตรมีค่าโอเวอร์รันต่ำกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่าโอเวอร์รันมีความสัมพันธ์กับค่าความหนืด ของส่วนผสมไอศกรีม เมื่อค่าความหนืดสูงขึ้น ค่าโอเวอร์รันต่ำลง เนื่องจากค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมขึ้นอยู่กับการสูญเสียความคงตัวของไขมัน สารไฮโดรคอลลอยด์และความหนืดของส่วนผสม (Stanley *et al.*, 1996 ; Leser and Michel, 1999)

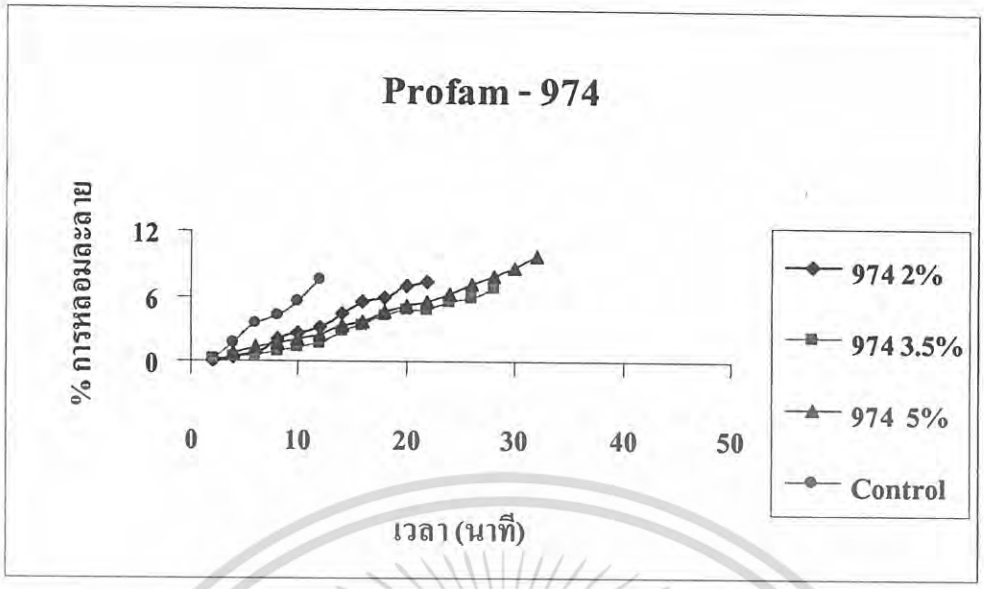
ส่วนผสมไอศกรีมสูตรควบคุมมีเคซีน อิมัลซิไฟเออร์โมเลกุลเล็กๆ สารลดแรงตึงผิว ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับพื้นผิวของเม็ดไขมันมากกว่าโปรตีนโมเลกุลใหญ่ เช่นเวย์โปรตีน ทำให้พื้นผิวของเม็ดไขมันมีโปรตีนน้อย ประสิทธิภาพในการรักษาความคงตัวโดยโมเลกุลที่พื้นผิวสัมผัสระหว่างเฟส (steric stabilization) น้อย เมื่อมีการปั่นไอศกรีมเม็ดไขมันสามารถเข้าใกล้กันมากขึ้น เกิดการหลอมเหลวรวมบางส่วนได้ดี และไขมันเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นไขมันแข็ง เกิดโครงสร้างร่างแหของเม็ดไขมัน ทำให้ความสามารถอุ้มอากาศที่ถูกอัดเข้าไปได้ดี (ปาริฉัตร,2542 ; Marshall *et al.*, 2003) ทำให้ค่าโอเวอร์รันสูงกว่าไอศกรีมถั่วเหลืองทั้ง 12 สูตร

สำหรับไอศกรีมถั่วเหลืองที่มีปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการเกิดเจลและความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมมากขึ้น เป็นผลให้การอุ้มอากาศที่ถูกอัดเข้าไปลดลง จึงเห็นได้ว่าเมื่อไอศกรีมสูตรที่มีไขมันนมลดลง และมีปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น จึงมีค่าโอเวอร์รันต่ำลง เช่นเดียวกับการทดลองของ Goff (1997b) ซึ่งพบว่า อิมัลชั่นมีความคงตัวและต่อต้านการเกิดการหลอมรวมบางส่วนของเม็ดไขมันได้ดี เมื่อมีความเข้มข้นของโปรตีนมากขึ้น

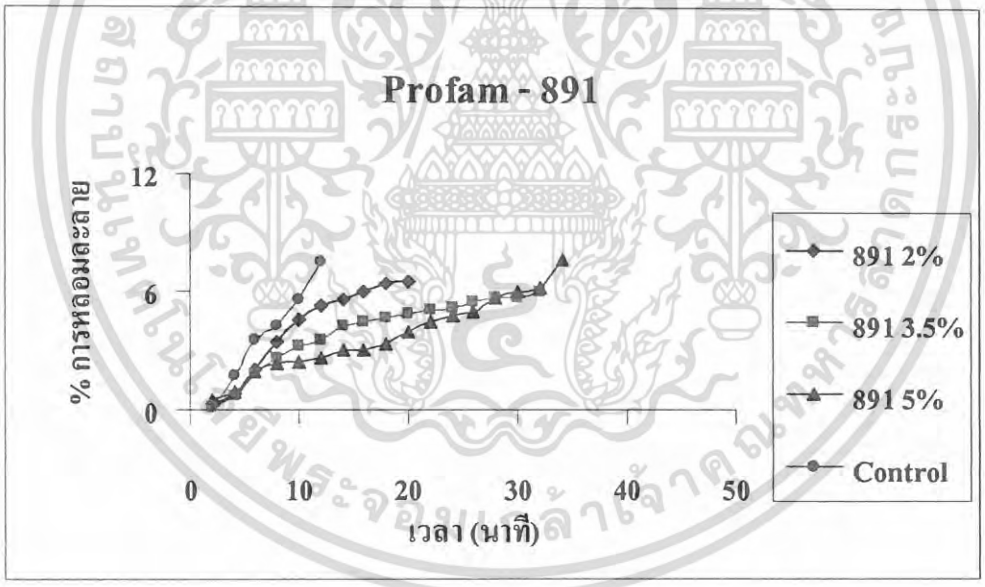
จากผลการวิเคราะห์ค่าการหลอมละลายของไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไอศกรีมทั้ง 13 สูตร มีค่าการหลอมละลายแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาพที่ 4.2–ภาพที่ 4.5) โดยไอศกรีมสูตรควบคุมมีปริมาณไขมันนมมาก จึงมีปริมาณเม็ดไขมันล้อมรอบเซลล์อากาศมาก ส่งผลให้ปริมาณเซลล์อากาศ ซึ่งมีส่วนช่วยในการต่อต้านการละลายมากขึ้นด้วย นอกจากนี้ไขมันนมยังช่วยให้โครงสร้างของโฟมนั้นมีความคงตัวดีด้วย (Marshall *et al.*, 2003) เมื่อเปรียบเทียบไอศกรีมถั่วเหลืองที่เพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง ในระดับร้อยละ 2, 3.5 และ 5 ซึ่งมีค่าการหลอมละลายลดลง เนื่องจากโปรตีนของถั่วเหลืองเข้าไปทดแทนปริมาณไขมันนมจากหางนมผงทำให้คุณสมบัติความคงตัวและความหนืดของไอศกรีมเพิ่มมากขึ้น และมีผลต่ออัตราการละลายที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21070

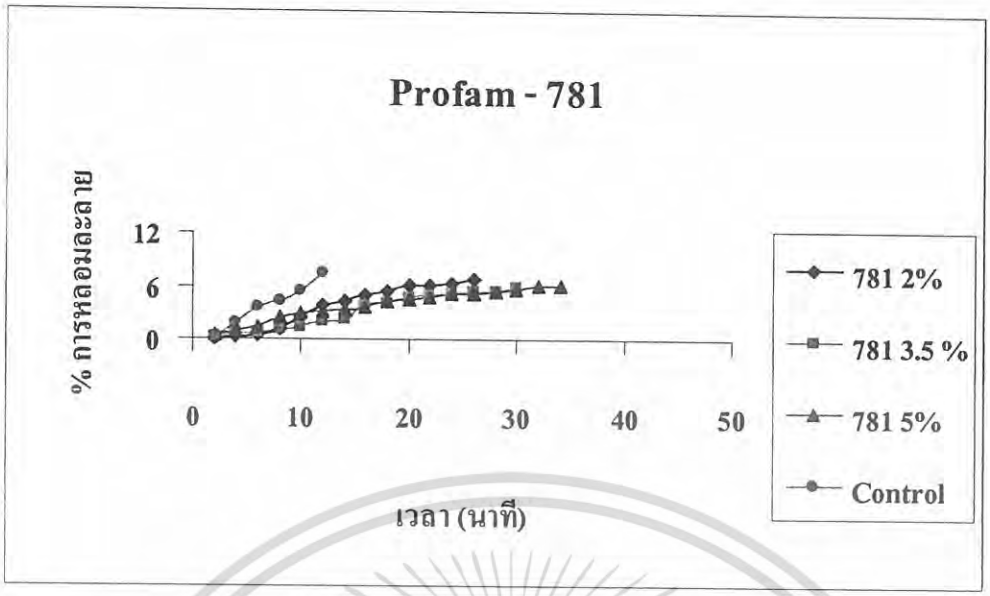


ภาพที่ 4.2 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง(โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Profam – 974)ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

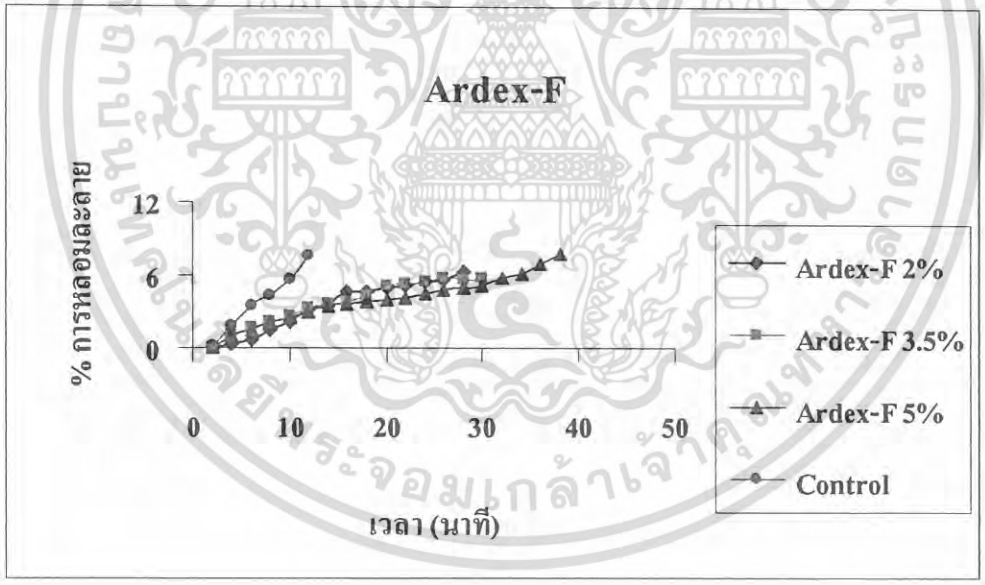


ภาพที่ 4.3 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง(โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Profam – 891)ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



ภาพที่ 4.4 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง(โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Profam – 781)ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

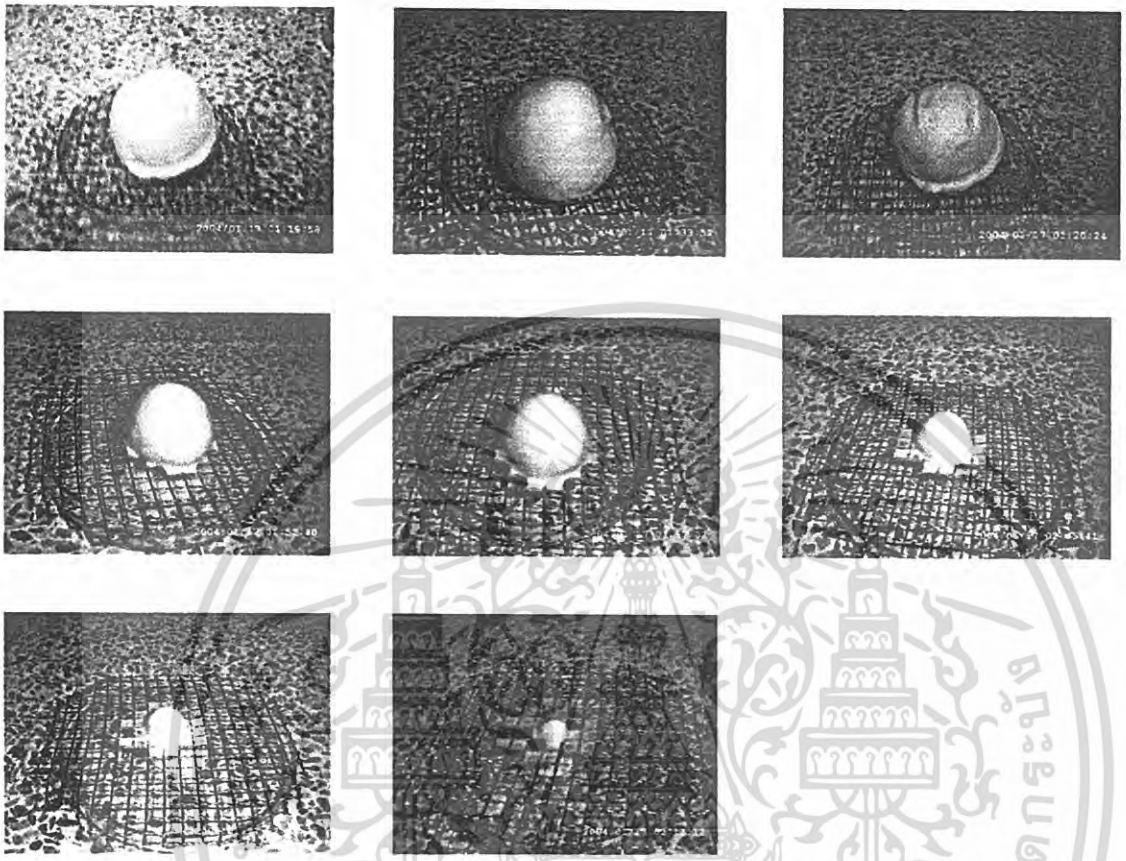


ภาพที่ 4.5 ค่าการหลอมละลายไอศกรีมถั่วเหลือง(โปรตีนถั่วเหลืองชนิด Ardex - F)ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาลักษณะการละลายของไอศกรีมทั้ง 13 สูตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสแสดงจากภาพที่ 4.2-4.5 และภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาที่ 5-20 นาที ไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองสูตรต่างๆ เริ่มมีการละลายอย่างเห็นได้ชัด โดยไอศกรีมถั่วเหลืองทั้ง 12 สูตร มีค่าการหลอมละลายช้ากว่าไอศกรีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรควบคุม และในไอศกรีมชนิดโปรตีนถั่วเหลืองเดียวกัน จะมีอัตราการละลายช้าลง เมื่อเพิ่มปริมาณ โปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองมีความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำให้การละลายช้าลง



ภาพที่ 4.6 การละลายของไอศกรีมถั่วเหลืองเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาค่าสีต่างๆ จากตารางที่ 4.2 พบว่าไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองมีค่าความสว่าง (L) อยู่ในช่วง 77.08 $\pm$ 5.63 ถึง 89.05$\pm$3.03 มีค่าสีสัน (hue angle) อยู่ในช่วง 93.65 $\pm$ 0.71 ถึง 101.73 $\pm$ 0.31 จึงกล่าวได้ว่าสีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมีสีขาวปนเหลือง โดยเมื่อพิจารณาจากทิศทางของสีเขียว (-a) และทิศของสีเหลือง (b) จะเห็นได้ว่าไอศกรีมถั่วเหลือง ที่มีปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มการมีสีเขียวและสีเหลืองเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณไรโบฟลาวิน (riboflavin) ที่มีอยู่ในโปรตีนถั่วเหลือง (วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์, 2531) ลดลง โดยมีค่าความอิ่มของสี (Chroma) มากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์สีของไอศกรีมถั่วเหลือง

ชนิดและปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง สูตร	L	a	b	h	c
soy 781, 2%	77.08±5.63^{d}	1.40±0.28^{abc}	15.41±3.72^{cde}	95.17±0.43^{e}	15.47±3.73^{cd}
3.5%	77.16±3.28^{d}	1.86±0.08^{de}	17.05±0.56^{abcd}	96.17±0.31^{d}	17.15±0.55^{abc}
5%	87.30±0.56^{ab}	1.07±0.07^{a}	16.93±3.08^{abcd}	93.65±0.71^{g}	16.96±3.08^{abc}
soy 974, 2%	80.57±3.69^{cd}	2.00±0.18^{e}	13.50±1.02^{e}	98.42±1.05^{c}	13.64±1.00^{d}
3.5%	80.97±4.78^{bcd}	1.85±0.33^{de}	15.59±1.73^{cde}	96.65±0.48^{d}	15.69±1.76^{cd}
5%	85.74±7.56^{abc}	1.50±0.08^{bcd}	18.86±1.42^{ab}	94.50±0.48^{ef}	18.92±1.41^{ab}
soy 891, 2%	79.63±4.77^{cd}	3.25±0.34^{g}	19.71±1.32^{a}	99.32±0.46^{b}	19.97±1.36^{a}
3.5%	81.45±2.43^{bcd}	1.70±0.18^{cde}	18.23±0.78^{abc}	95.30±0.36^{e}	18.31±0.80^{abc}
5%	82.80±3.67^{abcd}	1.30±0.21^{ab}	17.76±0.88^{abcd}	94.12±0.65^{fg}	17.80±0.89^{abc}
soy Ardex-F, 2%	82.48±3.47^{bcd}	2.40±0.25^{f}	17.71±0.94^{abcd}	97.67±0.45^{c}	17.87±0.97^{abc}
3.5%	82.78±1.36^{abcd}	2.48±0.76^{f}	18.03±0.53^{abc}	97.75±0.31^{c}	18.19±0.53^{abc}
5%	87.35±2.49^{ab}	1.83±0.10^{de}	16.64±1.87^{bcd}	96.25±0.68^{d}	16.74±1.86^{bc}
สูตรควบคุม	89.05±3.03^{a}	3.12±0.49^{g}	14.92±2.54^{de}	101.75±0.31^{a}	15.24±2.58^{cd}

หมายเหตุ

อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.3 ผลของชนิดและระดับของโปรตีนถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนหางนมผง ต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง

ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลืองแสดงในตารางที่ 4.3 – 4.4 และภาพที่ 4.7 - 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส (กลิ่นรส) ของไอศกรีมถั่วเหลือง

ชนิดและปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง สูตร	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	vanilla F.	Sweetness	Beany	milky^{ns}
soy 781, 2%	10.75±3.04^{ab}	6.30±3.71^{ab}	2.25±0.86^{e}	10.75±2.71
3.5%	7.05±2.69^{abc}	4.42±3.24^{ab}	5.12±4.79^{cde}	8.02±5.71
5%	2.80±1.27^{c}	3.10±1.19^{b}	11.35±0.59^{ab}	6.05±4.99
soy 974, 2%	12.2±1.20^{a}	10.02±1.86^{a}	9.95±2.62^{abc}	7.25±3.97
3.5%	7.75±4.29^{abc}	7.32±2.74^{ab}	11.80±1.58^{ab}	6.52±2.02
5%	3.27±4.68^{c}	6.87±3.59^{ab}	11.97±2.45^{a}	5.52±3.85
soy 891, 2%	10.12±1.90^{ab}	9.02±3.56^{a}	3.85±1.79^{de}	9.42±1.40
3.5%	8.00±4.38^{abc}	6.72±2.46^{ab}	9.35±4.60^{abc}	8.82±3.46
5%	6.52±5.41^{abc}	5.42±3.20^{ab}	10.15±4.79^{abcd}	6.45±4.68
soy Ardex-F, 2%	8.35±5.54^{abc}	8.07±4.50^{ab}	6.37±4.13^{bcde}	7.60±3.37
3.5%	6.50±5.14^{abc}	5.95±4.74^{ab}	9.85±2.99^{abc}	6.55±3.18
5%	5.97±5.08^{abc}	5.70±3.18^{ab}	10.23±3.27^{abc}	5.87±3.60
สูตรควบคุม	5.32±3.28^{bc}	6.77±4.64^{ab}	3.52±4.14^{de}	10.25±2.28

หมายเหตุ

อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส (รูปร่างและลักษณะเนื้อสัมผัส) ของไอศกรีมถั่วเหลือง

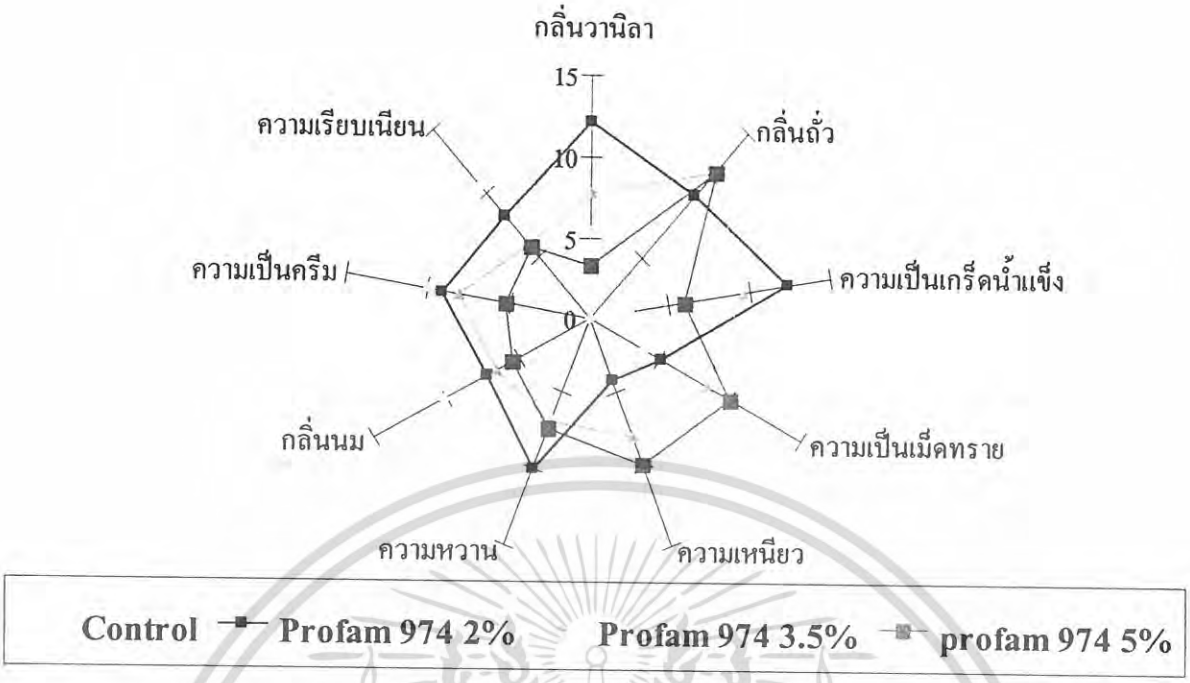
ชนิดและปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสูตร	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	creaminess	icy	sandy	smoothness	gummy
soy 781, 2%	10.57±4.20^{a}	8.85±6.19^{abc}	8.55±5.12^{ab}	10.82±2.72^{a}	3.15±2.49^{d}
3.5%	7.57±3.61^{abc}	8.55±5.91^{abc}	7.87±4.53^{ab}	6.30±3.02^{bcde}	8.27±4.41^{abc}
5%	3.50±2.82^{c}	7.05±5.00^{abc}	5.37±3.57^{ab}	4.90±3.66^{e}	9.05±3.39^{abcd}
soy 974, 2%	9.05±2.63^{ab}	12.40±2.44^{a}	9.95±4.77^{a}	8.15±2.15^{abcde}	4.07±2.75^{cd}
3.5%	8.12±4.33^{abc}	9.52±3.17^{ab}	8.30±2.84^{ab}	5.87±3.77^{cde}	7.80±4.53^{abcd}
5%	5.27±3.40^{ba}	5.92±3.03^{abc}	5.02±2.62^{ab}	5.65±1.29^{de}	9.60±2.15^{ab}
soy 891, 2%	10.15±3.24^{ab}	9.25±2.35^{ab}	7.70±1.43^{ab}	11.77±1.80^{a}	4.27±1.62^{cd}
3.5%	9.02±3.47^{ab}	4.52±3.08^{bc}	5.17±4.04^{ab}	8.82±3.61^{abcde}	8.77±2.89^{abc}
5%	8.75±0.86^{ab}	3.42±2.33^{bc}	3.72±1.69^{b}	8.80±1.14^{abcde}	11.90±1.82^{a}
soy Ardex-F, 2%	9.92±1.81^{ab}	9.42±3.25^{ab}	9.70±1.52^{a}	10.30±2.81^{abc}	6.12±3.16^{bcd}
3.5%	8.40±2.22^{ab}	6.90±6.16^{abc}	7.15±2.47^{ab}	9.70±2.24^{abcd}	9.57±3.04^{ab}
5%	7.02±2.21^{abc}	4.97±3.29^{bc}	6.62±4.45^{ab}	5.32±3.30^{de}	10.25±1.37^{ab}
สูตรควบคุม	9.80±2.67^{ab}	2.40±3.06^{c}	3.82±2.95^{b}	10.67±2.18^{ab}	7.90±3.91^{abcd}

หมายเหตุ

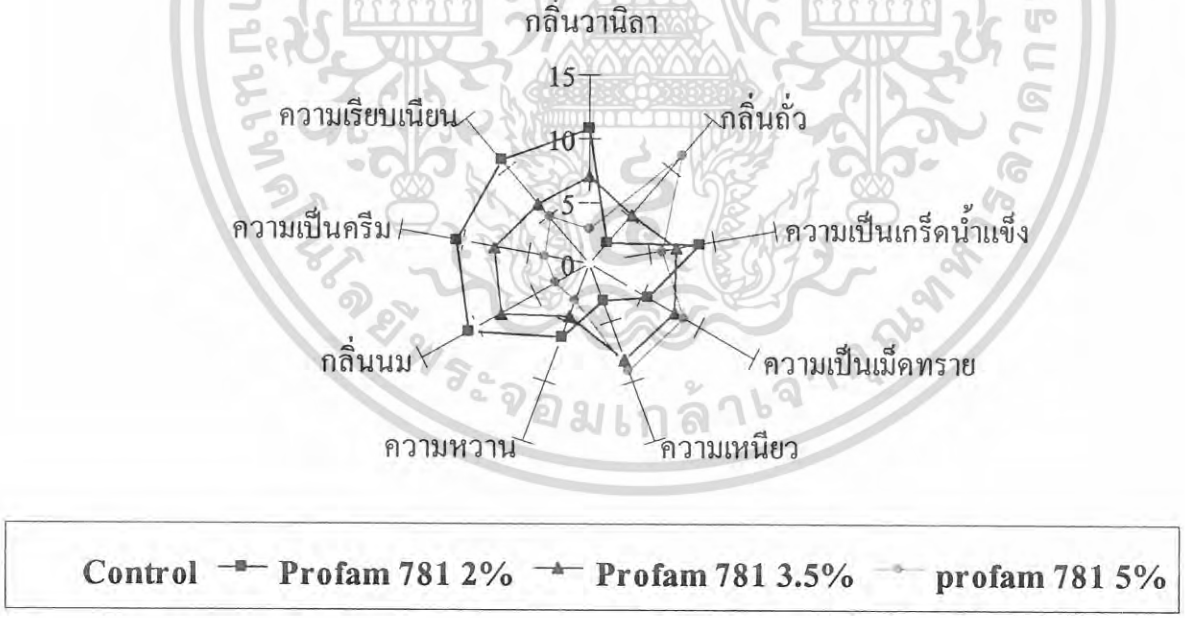
อักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

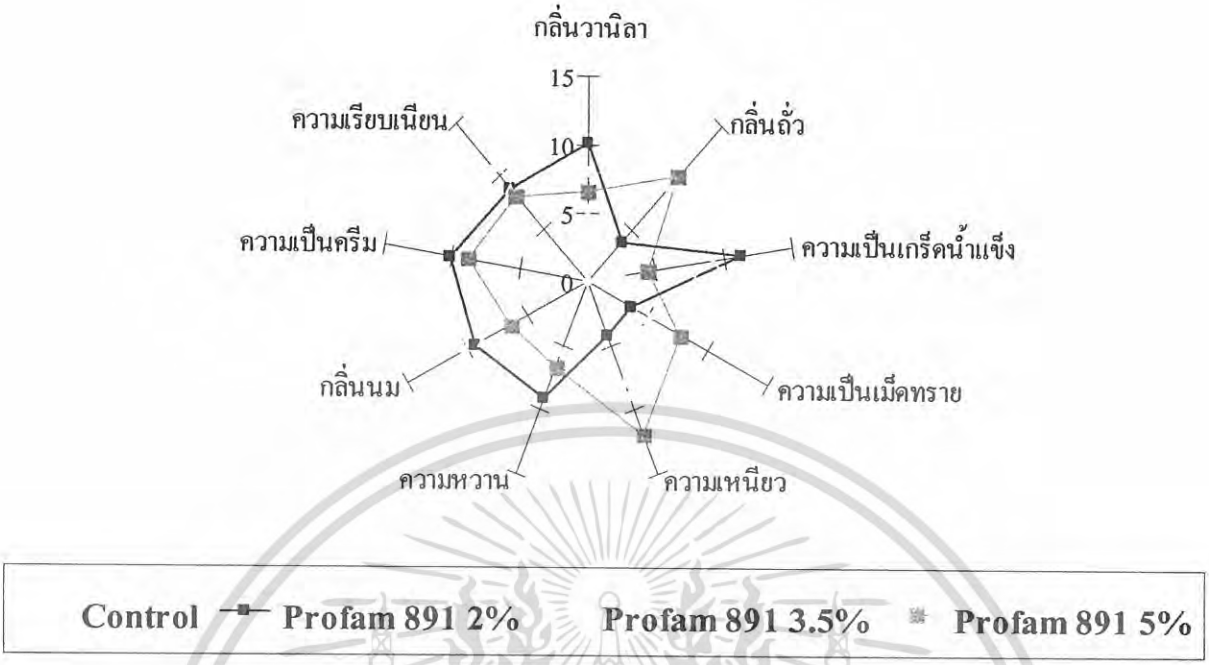


ภาพที่ 4.7 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง(Profam 974)

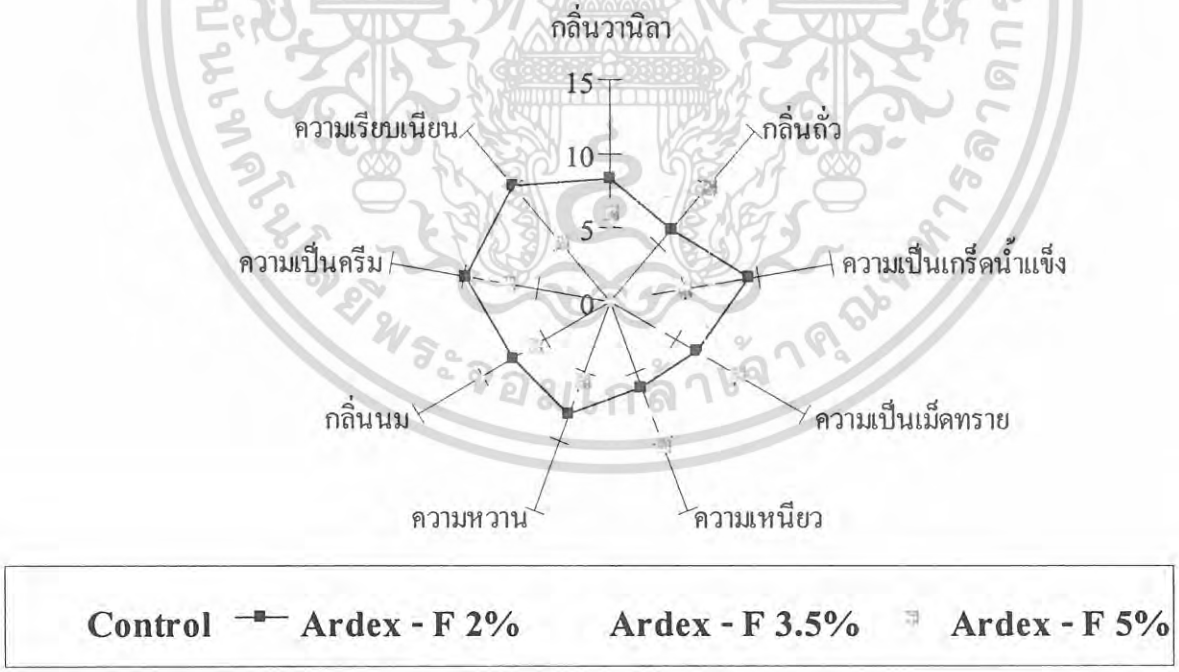


ภาพที่ 4.8 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง(Profam 781)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง(Profam 891)



ภาพที่ 4.10 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมถั่วเหลือง(Ardex - F)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.3-4.4) เห็นได้ว่า ไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองทั้ง 12 สูตร มีกลิ่นนมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงว่า ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองไม่มีผลต่อการรับรู้กลิ่นรสดังกล่าว แต่ปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง มีผลต่อกลิ่นวานิลลา และกลิ่นถั่วเหลือง เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น กลิ่นวานิลลาจะลดลง ซึ่งจะแปรผกผันกับกลิ่นถั่วเหลือง คือ จะมีกลิ่นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลต่อการรับรู้กลิ่นวานิลลาซึ่งถูกบดบังด้วยกลิ่นรสอื่น เช่น กลิ่นไขมัน ซึ่งขัดแย้งกับผลการทดลองของ Graf and de Roos (1996) ซึ่งพบว่า ไอศกรีมไขมันต่ำ มีความแรงของกลิ่นวานิลลาลดลง

ผู้ประเมินสามารถรับรู้ความหวานได้ลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง เนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความหวานลดลง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า เมื่อปริมาณไขมันนมในไอศกรีมลดลง การรับรู้ความหวานจะได้มากขึ้น (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์,2531)

คุณภาพเนื้อสัมผัสด้านความเป็นครีมและความเรียบเนียนของไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองทุกสูตร มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสมีความเป็นเม็ดทรายมากขึ้น เนื่องจาก โปรตีนถั่วเหลืองมีอนุภาคทรงกลมค่อนข้างใหญ่ จนผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ ทำให้ความเรียบเนียนของไอศกรีมถั่วเหลืองมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับไอศกรีมสูตรควบคุม ที่มีเม็ดไขมันเป็นอนุภาคทรงกลมขนาดเล็กประมาณ 0.1 – 3.0 ไมโครเมตร ทำให้ความเป็นครีมในขณะรับประทานเช่นเดียวกับเม็ดไขมัน (Hayakawa *et al.*, 1996)

ทั้งนี้ความเหนียวของส่วนผสมไอศกรีม และความเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ก็มีผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสของไอศกรีมเช่นเดียวกัน พบว่าความเป็นเกล็ดน้ำแข็งของไอศกรีมลดลงเมื่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น เนื่องจากความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีน ที่สามารถเข้าไปจับกับน้ำในส่วนผสมไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมมีความเหนียวขึ้น และมีความคงตัวมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมมีความเป็นเกล็ดน้ำแข็งลดลง (วรรณา และ วิบูลย์ศักดิ์,2531) ดังนั้นไอศกรีมทั้ง 12 สูตร จะมีความเป็นเกล็ดน้ำแข็งลดลง และความเหนียวของส่วนผสมไอศกรีมเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับไอศกรีมสูตรควบคุม ซึ่งให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิรนาถ บุญคง และ นงค์นุช วงษ์แก้ว 2547 การผลิตไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2547 – พฤษภาคม 2548 หน้า 31-39

ทศพร ยศสมบัติ 2527 การกำจัดกลิ่นถั่วของถั่วเหลืองเพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมัก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 1-14

นรินทร์ ทองศิริ 2531 เทคโนโลยีอาหารนม (Dairy Technology) พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ หน้า 72-78

ปาริฉัตร หงสประภาส. 2542. เคมีกายภาพของอาหาร : คอลลอยด์ อิมัลชั่น และเจล. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ. 92 หน้า.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ 2531 นมและผลิตภัณฑ์นม พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ หน้า 116-117

วิเชียร วรพุทธพร 2525 ศึกษาการทำวุ้นเส้นและซ่าหริ่มจากแป้งถั่วมะแฮะพันธุ์ต่างๆ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

สมชาย ประภาวัต 2541 การทำเนื้อเทียมจากถั่วเหลือง วารสารอาหาร ฉบับที่ 3 หน้า 161-163

อภิญญา เจริญกุล 2547 ไอศกรีมเสริมเมล็ดธัญชาติและถั่วเมล็ดแห้ง วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน- ธันวาคม 2547 หน้า 152-164

อรอนงค์ กังสดาลอำไพ. 2543. อาหารเสริมสุขภาพ : ถั่วเหลือง. http://www.pharm.chula.ac.th/clinic101_5/article/Soy.html.

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

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

Arbuckel, W.S.1986. Ice Cream. 4th ed. AVI Publishing Co. New York.

Chung, S.J., H. Heymann, and I.U. Grun. 2003a. Application of GPA and PLSR in correlating sensory and chemical data sets. Food Qual. Pref. 14 : 485-495.

Chung, S.J., H. Heymann, and I.U. Grun. 2003b. Temporal release of flavor compounds from low-fat and high-fat ice cream during eating. J. Food Sci. 68(6) : 2150-2156.

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

Goff, H.D. 1997b. Instability and partial coalescence in whippable dairy emulsions. J. Dairy Sci. 80 : 2620 - 2630.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graf, E., and K.B. de Roos. 1996. Perfomance of Vanilla Flavor in Low – Fat Ice Cream. In : Flavor – Food Interactions. McGorrin, R.J., and J.V. Leland (eds.). American Chemical Society, Washington DC. 24-35.

Hackler, R. L. 1965. Effect of heat treatment on nutritive value of soybean protein fed to weaning rats. J. of Food Sci . 30: 723-728.

Hayakawa, I., Y. Linko, and P. Linko. 1996. Novel mechanical treatments of biomaterials. Lebensm.-wiss. U. Technol. 29 : 395 - 403.

Kailasapathy, K. and C.D. Sellepan .1998. Effect of single and integrated emulsifier – stabilizer on soy – ice confection . http://www.sciencedirect –Food Chemistry Effect of single and integrated emulsifier – stabilizer on soy – ice confection. htm.

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

Marshall, R.J., H.D. Goff, and R.W. Hartel. 2003. Ice Cream 6th ed. Kiuwer Acedemic/Plenum Publishers, New York. PP: 371.

Mazza, G. . 1998. Functional Foods. In: Biochemical and Processing Aspects. Technomic Publishing . Lancaster,Pennsylvania

Meilgaard, M., G.V. Civille, and B.T. Carr. 1999. Sensory Evaluation Techniques, 3rd Edn. CRC Press, Inc., Boca Raton. PP: 387.

Mital, B. K. and K.H. Steinkraus. 1974. Growth of lactic acid bacteria in soy milk . J. of Food sci. 39: 1018.

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

Olson, D.W., White, C.H., and Watson, C.E. 2003. Properties of frozen dairy desserts processed by microfluidization of their mixes.J.Dairy Sci. 86(4) :1157-1162

Smith, A. K. and J. Cricle .1978. Soybean . In: Chemistry and Technology. The AVI Publishing Co. Connecticut .

Stanley, D.W., H.D. Goff, and A.K. Smith. 1996. Texture – structure relationships in foamed dairy emulsions. Food Res. Int. 29:1 – 13.

Wilken, W. F. 1967. Effect of processing method on oxidative of flavor of soybean milk. In : Food Technology. 21:960.

Wszelaki, A.L., J.F. Delwiche, S.D. Walker, R.E. Liggett, S.A. Miller and M.D. Kleinhenz. 2005. Consumer liking and descriptive analysis of six varieties of organically grown edamame-type soybean. http//:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www. ScienceDirect - Food Quality and Preference Consumer liking and descriptive analysis of six varieties of organically grown edamame-type soybean.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

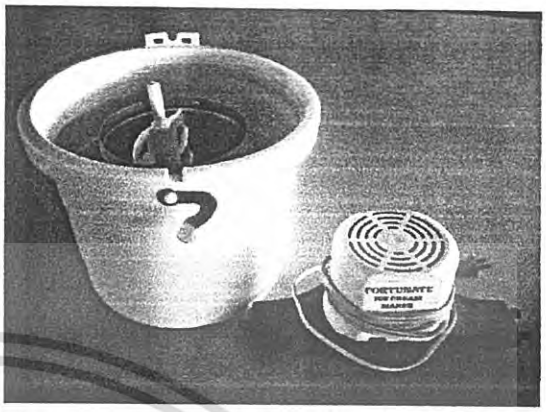
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
รูปภาพจากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

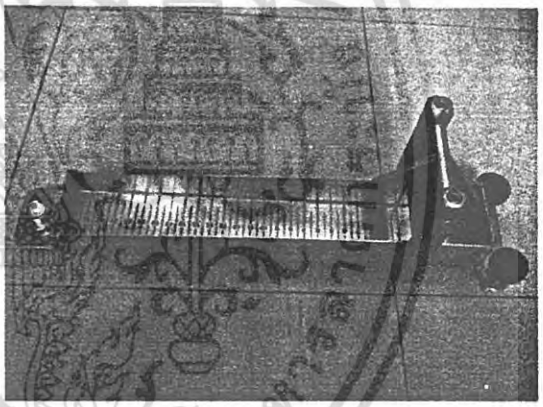
อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

ก.1 เครื่องปั่นไอศกรีม
(ยี่ห้อ Delonghi made in Italy 1 Lit)



ก.2 เครื่องปั่นไอศกรีม ความจุ 2 ลิตร
(ยี่ห้อ RIVAL ice cream maker รุ่น model 840 1VS)

ก.3 เครื่อง Halogen Moiture Analyzer
(Metter Toledo HR 73)

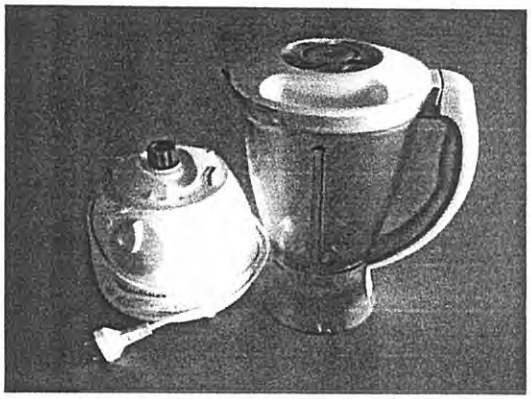


ก.4 เครื่องวัดความหนืด (Broswick)

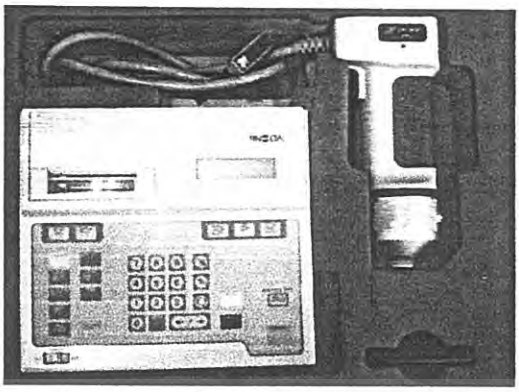
ก.5 Desiccator

ก.6 Hot air oven

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

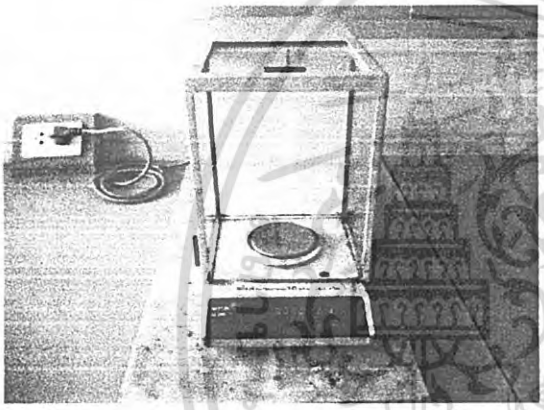


ก.7 เครื่องปั่นผสมอาหาร (ยี่ห้อ moulinex)

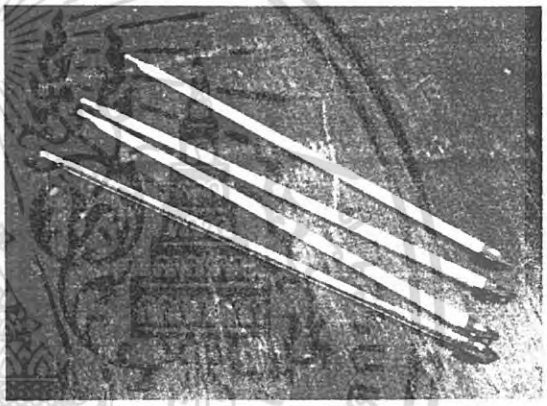


ก.8 เครื่องวัดสี

(Chroma Meter, Minolta CR – 300, Japan)



ก.9 เครื่องชั่งไฟฟ้า (ความละเอียด 4 ตำแหน่ง)



ก.10 เทอร์โมมิเตอร์ (Testo 925, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองสูตรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 781 (2%)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (781 ,2%)	-	90.46	90.46
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	63.7	1.43	5.28	-	-	-	6.71
Soy protein	TS = 90.46	2	-	-	-	-	1.81	1.81
Total		100	10.07	6.59	10	0.3	1.81	28.77

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 781 (3.5%)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (781 ,3.5%)	-	90.46	90.46
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	62.2	1.39	5.15	-	-	-	6.55
Soy protein	TS = 90.46	3.5	-	-	-	-	3.16	3.16
Total		100	10.03	6.46	10	0.3	3.16	29.96

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 781 (5%)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (781 ,5%)	-	90.46	90.46
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	60.7	1.36	5.03	-	-	-	6.39
Soy protein	TS = 90.46	5	-	-	-	-	4.52	4.52
Total		100	10.00	6.34	10	0.3	4.52	31.16

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 974 (2%)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (974, 2%)	-	91.87	91.87
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	63.7	1.43	5.28	-	-	-	6.71
Soy protein	TS = 91.87	2	-	-	-	-	1.83	1.83
Total		100	10.07	6.59	10	0.3	1.83	28.79

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 974 (3.5 %)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (974, 3.5%)	-	91.87	91.87
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight	Calculated constituents					
		(g.)	fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	62.2	1.39	5.15	-	-	-	6.55
Soy protein	TS = 91.87	3.5	-	-	-	-	3.21	3.21
Total		100	10.03	6.46	10	0.3	3.21	30.01

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 974 (5 %)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (974 ,5%)	-	91.87	91.87
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	60.7	1.36	5.03	-	-	-	6.39
Soy protein	TS = 91.87	5	-	-	-	-	4.59	4.59
Total		100	10.00	6.34	10	0.3	4.59	31.23

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 891 (2%)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (891, 2%)	-	91.98	91.98
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	63.7	1.43	5.28	-	-	-	6.71
Soy protein	TS = 91.98	2	-	-	-	-	1.84	1.84
Total		100	10.07	6.59	10	0.3	1.84	28.80

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 891 (3.5 %)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (891 ,3.5%)	-	91.98	91.98
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	62.2	1.39	5.15	-	-	-	6.55
Soy protein	TS = 91.98	3.5	-	-	-	-	3.22	3.22
Total		100	10.03	6.46	10	0.3	3.22	30.02

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.9 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam 891 (5 %)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (891, 5%)	-	91.98	91.98
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	60.7	1.36	5.03	-	-	-	6.39
Soy protein	TS = 91.98	5	-	-	-	-	4.60	4.60
Total		100	10.00	6.34	10	0.3	4.60	31.24

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.10 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam Ardex-F (2%)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (Ar-F, 2%)	-	91.14	91.14
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	63.7	1.43	5.28	-	-	-	6.71
Soy protein	TS = 91.14	2	-	-	-	-	1.82	1.82
Total		100	10.07	6.59	10	0.3	1.82	28.78

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam Ardex-F (3.5 %)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (Ar-F ,3.5%)	-	91.14	91.14
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	62.2	1.39	5.15	-	-	-	6.55
Soy protein	TS = 91.14	3.5	-	-	-	-	3.19	3.19
Total		100	10.03	6.46	10	0.3	3.19	29.99

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.12 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมถั่วเหลือง [Profam Ardex-F (5%)]

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
Soy Protein (Ar-F ,5%)	-	91.14	91.14
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Soy protein	TS
Stabilizer	TS = 100	0.3	-	-	-	0.3	-	0.3
Sugar	TS = 100	10	-	-	10	-	-	10
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	24	8.64	1.31	-	-	-	9.95
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	60.7	1.39	5.03	-	-	-	6.39
Soy protein	TS = 91.14	5	-	-	-	-	4.55	4.55
Total		100	10.00	6.34	10	0.3	4.55	31.19

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.13 องค์ประกอบของส่วนผสมไอศกรีมสูตรควบคุม (ไอศกรีมกลิ่นวานิลลา)

ตารางแสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

ส่วนผสม	FAT (%)	NMS (%)	TS (%)
นมสดตราโชคชัย	2.25	8.29	10.54
ครีมตรา Anchor	36	5.49	41.49
หางนมผง (Control)	-	97.00	97.00
น้ำตาล	-	-	100
สารให้ความคงตัว	-	-	100

ตาราง Proof sheet และปริมาณองค์ประกอบไอศกรีม

Ingredients	composition	Weight (g.)	Calculated constituents					
			fat	NMS	sugar	stabilizer	Skim milk	TS
Stabilizer	TS = 100	0.4	-	-	-	0.4	-	0.4
Sugar	TS = 100	12	-	-	12	-	-	12
Cream	Fat = 36 NMS = 5.49 TS = 41.49	26.29	9.46	1.44	-	-	-	10.91
Milk	Fat = 2.25 NMS = 8.29 TS = 10.54	57.51	1.29	4.77	-	-	-	6.06
Skim milk	TS = 97.00	3.8	-	-	-	-	3.68	3.68
Total		100	10.75	6.21	12	0.4	3.68	33.05

หมายเหตุ

Non Fat Milk Solid (NMS) : ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน

Total Solid (TS) : ของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

วิธีการวางแผนการทดลองแบบ BIB

(กรณีที่มีตัวอย่างทดลอง 13 หน่วยการทดลอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOY-ICE CREAM

วิธีการวางแผนการทดลองแบบ BIB (กรณีที่มีตัวอย่างทดลอง 13 หน่วยการทดลอง)

t=13 k=3 r=6 b=26 λ=1 (BIB#2)

Block	rep 1	rep 2	Rep 3	Block	Rep 4	Rep 5	Rep 6
1	1	3	9	**14**	2	5	6
2	2	4	10	**15**	3	6	7
3	3	5	11	**16**	4	7	8
4	4	6	12	**17**	5	8	9
5	5	7	13	**18**	6	9	10
6	1	6	8	**19**	7	10	11
7	2	7	9	**20**	8	11	12
8	3	8	10	**21**	9	12	13
9	4	9	11	**22**	1	10	13
10	5	10	12	**23**	1	2	11
11	6	11	13	**24**	2	3	12
12	1	7	12	**25**	3	4	13
13	2	8	13	**26**	1	4	5

t=13 k=4 r=4 b=13 λ=1 (BIB#4)

Block					Block					Block				
1	1	2	4	10	**5**	5	6	8	1	**9**	9	10	12	5
2	2	3	5	11	**6**	6	7	9	2	**10**	10	11	13	6
3	3	4	6	12	**7**	7	8	10	3	**11**	11	12	1	7
4	4	5	7	13	**8**	8	9	11	4	**12**	12	13	2	8
										13	13	1	3	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
แบบประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส
(Descriptive test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

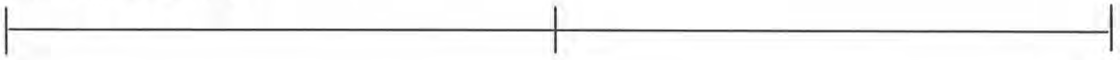
Descriptive Test of Soy Ice Cream

Name_____ Date_____

Please mark on the line to indicate the intensity of reference standards of each attribute.

Flavor

Vanilla (กลิ่นวานิลลา)



none high

Sweetness (ความหวาน)

none high

Beany (กลิ่นถั่วเหลือง)

none high

Milky (กลิ่นนม)

none high

Body and Texture

Creaminess (ความเป็นครีม)

none high

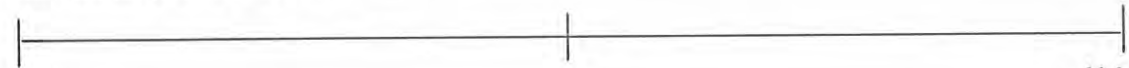
Icy (ความเป็นเกล็ดน้ำแข็ง)

none high

Sandy (ความเป็นเม็ดทราย)

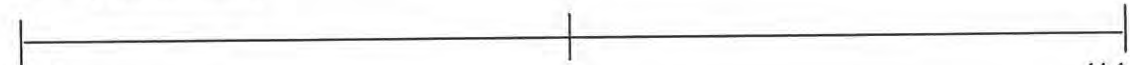
none high

Smoothness (ความเรียบเนียน)



none high

Gummy (ความเหนียว)



none high

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตาราง ANOVA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1.1 Vanilla Flavour

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	356.37	12	29.70	2.16	0.05
BLK	246.50	12	20.54	1.50	0.19
ERROR	370.47	27	13.72		
TOTAL	973.35	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.1.2 Sweetness

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	160.47	12	13.37	1.01	0.46
BLK	102.60	12	8.55	0.65	0.78
ERROR	356.50	27	13.20		
TOTAL	619.57	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.1.3 Smoothness

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	271.46	12	22.62	2.61	*0.02
BLK	55.81	12	4.65	0.54	0.87
ERROR	233.85	27	8.66		
TOTAL	561.12	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1.4 Sandiness

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	207.47	12	17.29	1.38	0.23
BLK	128.31	12	10.69	0.85	0.60
ERROR	338.16	27	12.52		
TOTAL	673.93	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.1.5 Milky - Flavour

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	141.35	12	11.78	2.01	0.06
BLK	366.44	12	30.54	5.20	*0.00
ERROR	158.43	27	5.87		
TOTAL	666.21	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.1.6 Icyness

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	389.07	12	32.42	4.68	*0.00
BLK	451.57	12	37.63	5.43	*0.00
ERROR	186.99	27	6.93		
TOTAL	1027.63	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1.7 Gumminess

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	324.56	12	27.05	2.71	*0.02
BLK	92.31	12	7.69	0.77	0.67
ERROR	269.47	27	13.72		
TOTAL	686.34	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.1.8 Creaminess

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	196.49	12	16.37	2.04	0.06
BLK	142.17	12	11.85	1.48	0.19
ERROR	216.34	27	8.01		
TOTAL	554.99	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.1.9 Beany - Flavour

SOV	SS.	d.f.	M.S.	F-Value	Pr
TRT	541.21	12	45.10	5.96	*0.00
BLK	217.39	12	18.12	2.39	*0.03
ERROR	204.39	27	7.56		
TOTAL	962.99	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.2 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ (ตาราง ANOVA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2.1 การวัดหาปริมาณฟองที่เพิ่มขึ้น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3160.769	12	263.397	6.396	*0.000
Intercept	40321.231	1	40321.231	979.158	*0.000
TREATMEN	3160.769	12	263.397	6.396	*0.000
Error	1606.000	39	41.179		
Total	45088.000	52			
Corrected Total	4766.769	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.2.2 การหาค่าความหนืด

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	983.538	12	81.961	18.197	*0.000
Intercept	15448.075	1	15448.075	3429.847	*0.000
TREATMEN	983.538	12	81.961	18.197	*0.000
Error	175.657	39	4.504		
Total	16607.270	52			
Corrected Total	1159.194	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2.3 การวัดปริมาณของแข็ง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	339.023	12	28.252	1.367	0.223
Intercept	53423.504	1	53423.504	2584.786	*0.000
TREATMEN	339.023	12	28.252	1.367	0.223
Error	806.069	39	20.668		
Total	54568.597	52			
Corrected Total	1145.092	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.2.4 การหาค่าความคงตัวของฟอง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	72.000	12	6.000	1.300	0.258
Intercept	489268.000	1	489268.000	106008.067	*0.000
TREATMEN	72.000	12	6.000	1.300	0.258
Error	180.000	39	4.615		
Total	489520.000	52			
Corrected Total	252.000	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2.5 การหาอัตราการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10332.567	12	861.047	6.945	*0.000
Intercept	90132.281	1	90132.281	726.935	*0.000
TREATMEN	10332.567	12	861.047	6.945	*0.000
Error	4835.586	39	123.989		
Total	105300.434	52			
Corrected Total	15168.153	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.2.6 ค่าสี L

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	692.062	12	57.672	3.606	*0.001
Intercept	355165.235	1	355165.235	22206.097	*0.000
TREATMEN	692.062	12	57.672	3.606	*0.001
Error	623.768	39	15.994		
Total	356481.064	52			
Corrected Total	1315.829	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2.7 ค่าสี (-a)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21.379	12	1.782	30.631	*0.000
Intercept	204.812	1	204.812	3521.439	*0.000
TREATMEN	21.379	12	1.782	30.631	*0.000
Error	2.268	39	5.816E-02		
Total	228.459	52			
Corrected Total	23.647	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.2.8 ค่าสี b

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	142.850	12	11.904	3.515	*0.001
Intercept	14941.425	1	14941.425	4411.370	*0.000
TREATMEN	142.850	12	11.904	3.515	*0.001
Error	132.094	39	3.387		
Total	15216.369	52			
Corrected Total	274.944	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2.9 ค่าสี h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	251.807	12	20.984	68.226	*0.000
Intercept	485975.558	1	485975.558	1580078.929	*0.000
TREATMEN	251.807	12	20.984	68.226	*0.000
Error	11.995	39	.308		
Total	486239.360	52			
Corrected Total	263.802	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ จ.2.10 ค่าสี C

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	142.113	12	11.843	3.464	*0.002
Intercept	15160.892	1	15160.892	4434.165	*0.000
TREATMEN	142.113	12	11.843	3.464	*0.002
Error	133.345	39	3.419		
Total	15436.351	52			
Corrected Total	275.459	51			

หมายเหตุ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

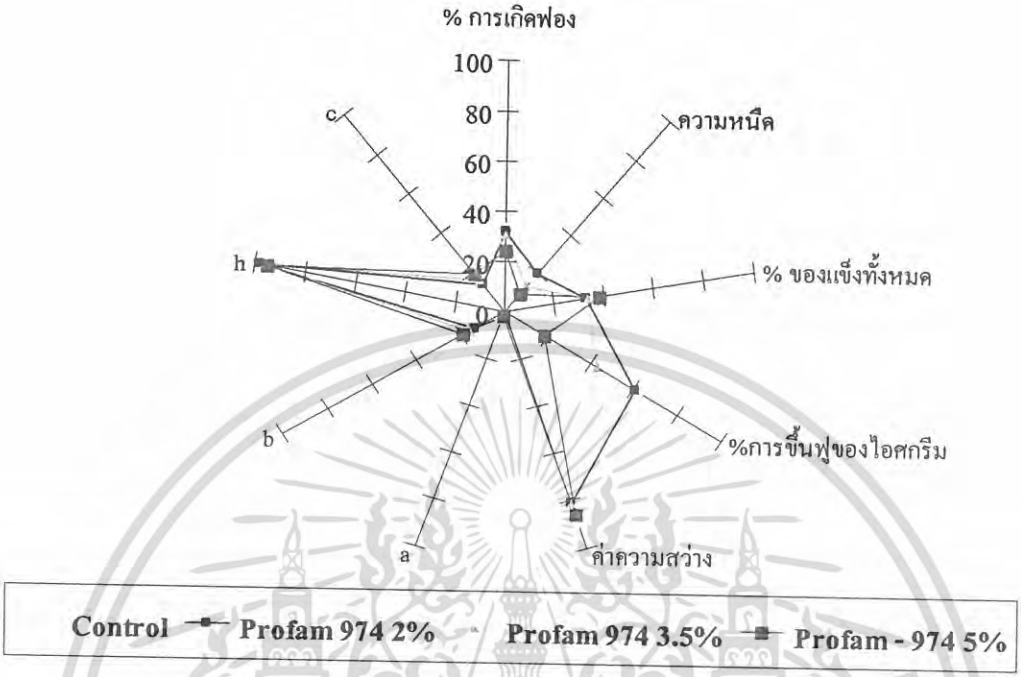
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

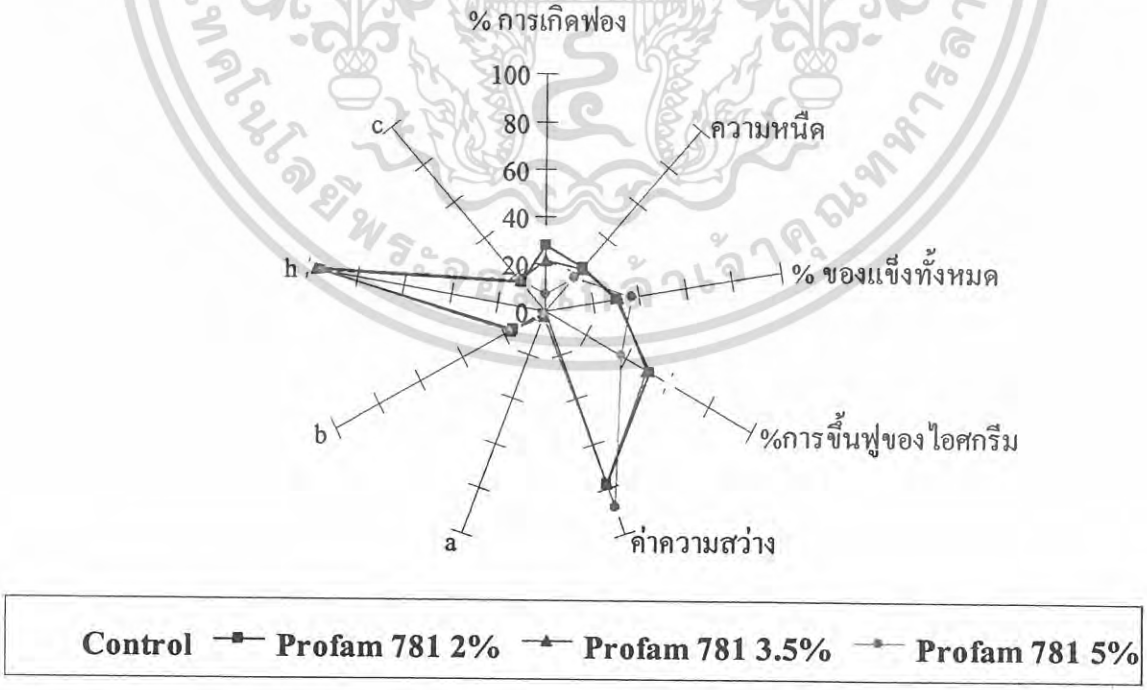
ภาคผนวก ฉ.
กราฟแสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (Profam 974)

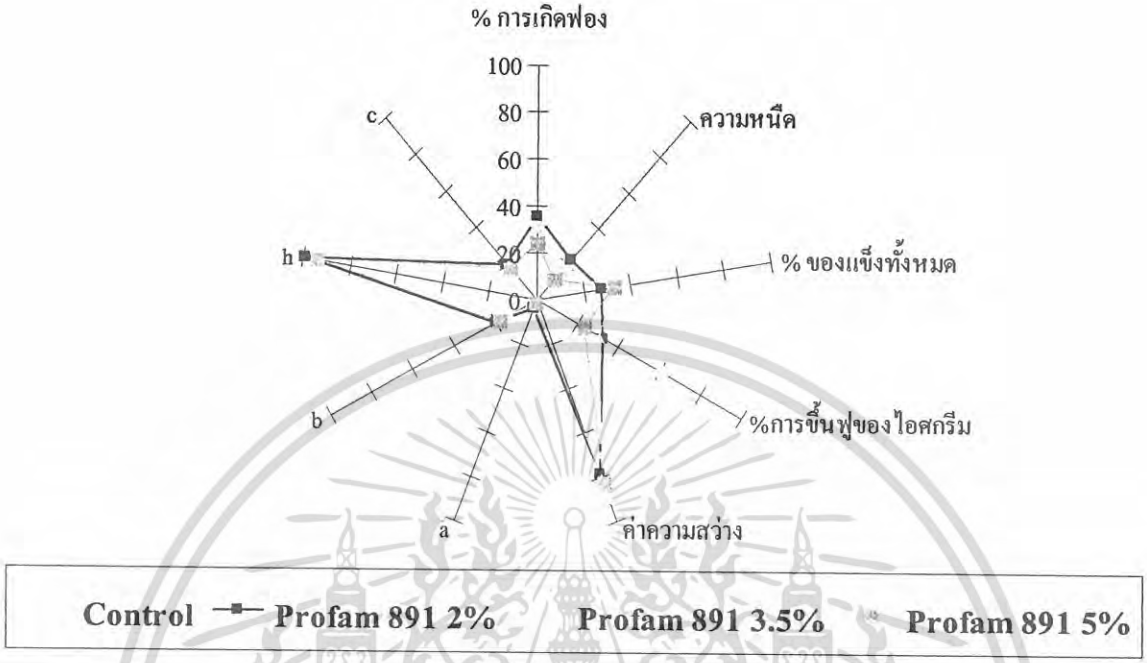


ตารางที่ ฉ.2 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (Profam 781)

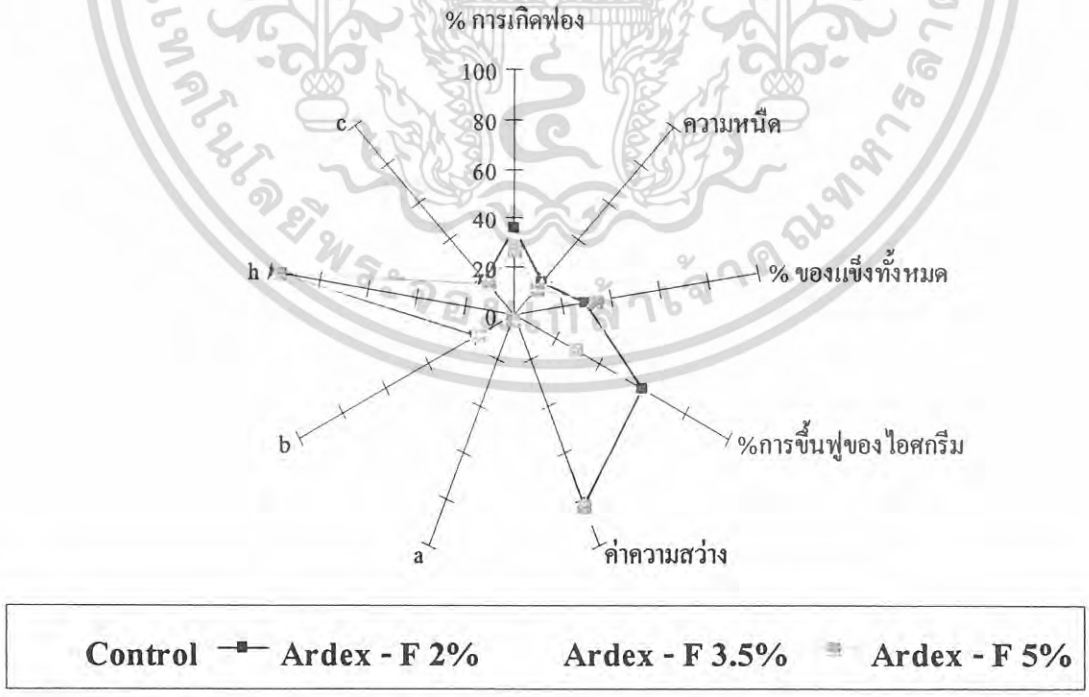


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.3 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (Profam 891)



ตารางที่ ฉ.4 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (Ardex-F)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง โดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมโดยที่ลักษระส่วนผสมของไอศกรีมจะเหนียวมากขึ้นมากขึ้นและมีผลทำให้ค่าโอเวอร์รัน และการเกิดโฟมต่ำลง เนื่องจากปริมาณของแข็งในส่วนผสมไอศกรีมที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังมีผลทำให้สีของไอศกรีมถั่วเหลืองมีสีขาวปนเหลืองและเข้มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับของโปรตีนถั่วเหลือง

2. ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ส่วนที่เป็นของเหลวในส่วนผสมไอศกรีมมีค่าความเหนียวที่มากขึ้นและยังส่งผลต่อการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในไอศกรีมที่ลดลงอันเนื่องมาจากคุณสมบัติในการจับน้ำของโปรตีนถั่วเหลือง

3. ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อค่าการหลอมละลาย (meltdown)ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมถั่วเหลือง ที่ลดลงอันเนื่องมาจากค่าโอเวอร์รันต่ำลง

4. การเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง ไม่มีผลต่อการรับรู้กลิ่นนม แต่มีผลในการรับรู้กลิ่นของวานิลลาและความหวานมีแนวโน้มลดลง พร้อมทั้งยังส่งผลในการรับรู้กลิ่นถั่วที่เพิ่มมากขึ้น มีลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความเรียบเนียนลดลงเนื่องมาจากความเป็นเม็ดทรายที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังส่งผลต่อความเป็นครีมและความเหนียวที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

5. จากการทดลองคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกด้านของไอศกรีมสูตรควบคุมและไอศกรีมถั่วเหลืองที่มีชนิดของโปรตีนถั่วเหลือง และปริมาณของโปรตีนถั่วเหลืองที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 2 , 3.5 และ 5 จะเห็นว่าโปรตีนถั่วเหลือง ชนิด Ardex-F และ profam 974 ที่ระดับร้อยละ 3.5 มีคุณลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสดีที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณกลิ่นถั่วค่อนข้างน้อย ความเรียบเนียนและความเป็นครีมอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้