



วิทยานิพนธ์

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ใช้อินูลินเป็น
สารทดแทนไขมัน

**FACTORS AFFECTING QUALITY OF REDUCED FAT
VANILLA ICE CREAM USING INULIN AS FAT REPLACER**

น.ส.จุฑารัตน์ โกวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การอาหาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมัน

Factors Affecting Quality of Reduced Fat Vanilla Ice Cream Using Inulin as Fat Replacer

นามผู้วิจัย นางสาวจุฑารัตน์ โกวิทยา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สุรพัฒน์, Ph.D)

กรรมการ

(อาจารย์มาศอุบล ทองงาม, Ph.D)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี อิงคากุล, Ph.D)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนะบุลย์ สัจจานันตกุล, Ph.D)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมัน

Factors Affecting Quality of Reduced Fat Vanilla Ice Cream Using Inulin as Fat Replacer

โดย

นางสาวจุฑารัตน์ โกวิทยา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์การอาหาร)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1977-4

จุฬารัตน์ โกวิทยา 2549: ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมัน ปรินญาวิทยาสาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ปรธานกรรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สุรพัฒน์, Ph.D. 98 หน้า
ISBN 974-16-1977-4

การลดไขมันในไอศกรีมทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้อยและการยอมรับลดลงจึงต้องปรับปรุงคุณภาพ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้อินูลินเป็นส่วนผสมในการพัฒนาไอศกรีมลดไขมันและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมลดไขมัน ไอศกรีมสูตรควบคุม (ไขมันร้อยละ 9 โดยน้ำหนัก) ผลิตโดยอุณหภูมิที่เป็นของเหลว (วิปป์ครีม และน้ำ) ให้ได้ 50 °ซ ก่อนผสมน้ำตาลทราย หางนมผง และสารให้ความคงตัว (stabilizer) ให้เข้ากัน พาสเจอร์ไรซ์ที่ 80 °ซ เป็นเวลา 2 นาที และลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว บ่มที่ 4 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงปั่นเป็นไอศกรีมและแช่เยือกแข็งที่ -25 °ซ สำหรับไอศกรีมลดไขมัน (ไขมันร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก) ใช้อินูลินทดแทนไขมันร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 (โดยน้ำหนัก) พบว่าความเข้มข้นและ Degree of polymerization (DP) ของอินูลินทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของไอศกรีมลดไขมันต่างกัน อินูลินสายสั้น (GR, DP<10) ทำให้ไอศกรีมมีกซ์หนืดขึ้น การขึ้นฟูลดลงและความแข็งเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น การเติมอินูลิน (GR) ร้อยละ 9 (โดยน้ำหนัก) ทำให้ไอศกรีมละลายช้ากว่าไอศกรีมสูตรควบคุมแต่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 6 (โดยน้ำหนัก) ไอศกรีมละลายเร็วกว่า เมื่อเปรียบเทียบไอศกรีมมีกซ์ที่เติมอินูลินร้อยละ 6 (โดยน้ำหนัก) เท่ากัน อินูลินสายยาว (HP, DP >23) ให้ไอศกรีมมีกซ์ที่หนืดกว่า ไอศกรีมมีความแข็งมากกว่า การขึ้นฟูต่ำกว่าและละลายช้ากว่าอินูลินสายสั้น (GR) ($p<0.05$) เมื่อใช้อินูลินสายยาวและสายสั้นผสมกันในอัตราส่วน 1 : 1 (รวมเป็นร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก) ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพตลอดจนให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสและผู้บริโภคให้การยอมรับไอศกรีมลดไขมันโดยไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม การใช้อินูลินปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีมลดไขมันควรใช้ร่วมกับสารให้ความคงตัวในปริมาณที่เหมาะสม เมื่อเติมสารให้ความคงตัว (PALSGAARD® 5924) ร้อยละ 0.25, 0.5 และ 0.6 (โดยน้ำหนัก) ทำให้ไอศกรีมมีกซ์หนืดขึ้น ไอศกรีมมีการขึ้นฟูลดลง และมีความแข็งขึ้น ($p<0.05$) ไอศกรีมละลายช้าลงตามความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเติมสารให้ความคงตัวร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) ให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสและการยอมรับที่ใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรควบคุม ($p\geq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าการทดแทนปริมาณน้ำตาลทรายบางส่วนด้วยกลูโคสไซรัป DE สูง (40.3) กลาง (38.1) และต่ำ (29.7) ไอศกรีมมีกซ์หนืดขึ้น การขึ้นฟูลดลง แต่ไอศกรีมละลายเร็วขึ้น และมีความแข็งลดลง ($p<0.05$) ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับใช้น้ำตาลทรายเพียงอย่างเดียว กลูโคสไซรัปช่วยให้ไอศกรีมลดไขมันมีเนื้อสัมผัสเนียนขึ้น เพิ่มความแน่นเนื้อ ความเคลือบมัน และความเหนียวหนืด แต่การใช้กลูโคสไซรัป DE กลางได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดและทำให้ไอศกรีมลดไขมันสามารถต้านปรากฏการณ์ heat shock ได้ดี

Chutarat Kowittaya 2006: Factors Affecting Quality of Reduced Fat Vanilla Ice Cream Using Inulin as Fat Replacer. Master of Science (Food Science), Major Field: Food Science, Department of Food Science and Technology. Thesis Advisor: Assistant Professor Somjit Surapat, Ph.D. 98 pages. ISBN 974-16-1977-4

Reduction of fat content in ice cream lowered its sensory quality and acceptance. This problem should be overcome. The object of this study was to use inulin as an ingredient to improve the quality of reduced fat ice cream and to study factors affecting its quality. Control ice cream mix (9% fat w/w) was produced by heating liquid ingredients (whipping cream and water) to 50 °C before incorporating sugar, skim milk powder and stabilizer. The mix was pasteurized at 80 °C for 2 min, then chilled and aged at 4°C for 24 hr. The ice cream mix was frozen and hardened at -25 °C. Reduced fat ice cream (3% fat w/w) was produced and 0, 3, 6 and 9 % (w/w) inulin was added to replace fat. The results showed that concentrations and degree of polymerization (DP) of inulin significantly affected physical and sensory qualities of the reduced fat ice cream. Short chain inulin (GR, DP< 10) increased the viscosity of the ice cream mix resulting in less overrun and increased hardness ($p<0.05$) with increasing concentration. At 9% (w/w) inulin (GR), the meltdown of ice cream was slower than the control mix; whereas, 3% (w/w) and 6% (w/w) concentration caused faster meltdown. When inulin concentrations were the same at 6% (w/w) long chain inulin (HP, DP> 23) gave higher viscosity, harder, lower overrun and meltdown than short chain inulin (GR) ($p<0.05$). With mixed inulin, long and short chain (inulin) at 1:1 ratio (total 6% w/w) the improvement of the physical properties along with the sensory attributes and acceptance of the reduced fat ice cream was not significantly different from the control. When inulin was used to improve the quality of reduced fat ice cream, the proper amount of stabilizer should be added. Adding of stabilizer (PALSGAARD® 5924) at 0.25, 0.5 and 0.6% (w/w) increased ice cream mix viscosity, decreased overrun and increased hardness of the reduced fat ice cream ($p<0.05$). Meltdown of reduced fat ice cream was slower with high amount of stabilizer; However, adding 0.5% (w/w) stabilizer resulted in sensory attributes and consumer acceptance that were not significantly different from the control formula ($p\geq 0.05$). Moreover, partial substitution of sugar with high (40.3), medium (38.1) and low (29.7) DE glucose syrup caused increasing viscosity, decreasing overrun and hardness as well as faster meltdown comparing with ice cream mix containing sugar. Glucose syrup can improve ice cream properties; smoothness, firmness, mouth coating and viscosity. Moreover, when using medium (38.1) DE glucose syrup, it yielded the most acceptance ice cream and increased resistance to heat shock phenomena.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจิต สุรพัฒน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่กรุณารับข้าพเจ้าเป็นศิษย์และให้คำแนะนำตั้งแต่การวางแผนดำเนินการวิจัยจนเสร็จสิ้น ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. มาศอุบล ทองงาม กรรมการสาขาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณี อิงคากุล และอาจารย์ ดร. วิเชียร ยงมานิตชัย ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่มอบความรู้ให้เป็นพื้นฐานและสามารถประยุกต์ในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความรู้และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพและบำรุงรักษาเครื่องมือให้สามารถใช้งานได้ดี และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ที่เสียสละเวลาเพื่อมาฝึกฝนและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ขอขอบคุณบริษัท ดีพีโอ (ไทยแลนด์) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ RAFTILINE® GR และ RAFTILINE® HP บริษัท มัลติแม็กซ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์กลิ่น Vanilla PAF 01461 บริษัท ไทยกลูโคส ที่ให้ความอนุเคราะห์กลูโคสไซรัป

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวที่สร้างแรงบันดาลใจให้ข้าพเจ้ามีความมานะ อดทน จนเสร็จสิ้นการวิจัย

จุฑารัตน์ โกวิทยา

เมษายน 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(2)
สารบัญภาพ.....	(4)
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
การตรวจเอกสาร.....	3
ความหมายและกระบวนการผลิตไอศกรีม.....	3
หน้าที่ของไขมันในไอศกรีมและปัญหาที่เกิดขึ้นกับไอศกรีมที่ลด ไขมัน.....	10
สารทดแทนไขมัน.....	14
อินูลิน (Inulin).....	15
การใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีม.....	21
อุปกรณ์และวิธีการ.....	22
อุปกรณ์.....	22
วิธีการ.....	23
ผลและวิจารณ์.....	31
สรุป.....	70
ข้อเสนอแนะ.....	71
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	72
ภาคผนวก.....	80
ภาคผนวก ก.....	81
ภาคผนวก ข.....	85
ภาคผนวก ค.....	92
ภาคผนวก ง.....	96
ประวัติการศึกษาและการทำงาน.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนผสมไอศกรีมสูตรพื้นฐาน.....	4
2	ปริมาณของอินนูลินและโพลิโกฟรุคโตสในพืชผักต่าง ๆ.....	17
3	สูตรไอศกรีมที่ศึกษาผลของปริมาณและขนาดอินนูลินต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	24
4	ผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่มีความเข้มข้นและขนาดของอินนูลินต่างกัน โดยวิธีทดสอบแบบสเกลบอกระดับความเข้ม.....	40
5	ผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้ปริมาณและขนาดของอินนูลินต่างกัน โดยวิธี Hedonic scale.....	41
6	สูตรไอศกรีมที่ศึกษาความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	43
7	ผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้ความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่างกัน โดยวิธีทดสอบแบบสเกลบอกระดับความเข้ม.....	51
8	ผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้ความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่างกัน โดยวิธี Hedonic scale.....	52
9	สูตรไอศกรีมที่ศึกษาคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้กลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวาน.....	54
10	ผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้กลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวาน โดยวิธีทดสอบเชิงพรรณนาแบบสเกลบอกระดับความเข้ม.....	61
11	ความสัมพันธ์ (r) ของลักษณะทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้กลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวาน.....	63
12	ผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้กลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวาน โดยวิธี Hedonic scale.....	64
13	ผลทางประสาทสัมผัสด้านความเรียบเนียนของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันหลังผ่านการเกิด heat shock โดยวิธีทดสอบแบบสเกลบอกระดับความเข้ม.....	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ผลความชอบด้านเนื้อสัมผัสของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ผ่านการ heat shock โดยวิธี Hedonic scale.....	68
15	ผลความชอบโดยรวมของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ผ่านการ heat shock โดยวิธี Hedonic scale.....	69
ตารางผนวกที่		
ก1	องค์ประกอบของอินูลินทางการค้า.....	83
ก2	คุณสมบัติทางกายภาพของกลูโคสไซรัป (Low DE).....	83
ก3	คุณสมบัติทางกายภาพของกลูโคสไซรัป (Medium DE).....	84
ก4	คุณสมบัติทางกายภาพของกลูโคสไซรัป (High DE).....	84

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพจำลองโครงสร้างของไอศกรีม.....	3
2	กระบวนการผลิตไอศกรีม.....	8
3	กราฟปริมาณน้ำที่แข็งตัวของไอศกรีม.....	9
4	โครงสร้างน้ำแข็งในไอศกรีมโดยใช้ Cryo – scanning electron microscopy.....	10
5	การเกิด โครงสร้างร่างแหของเม็ดไขมัน (Fat globules network) ในไอศกรีม.....	11
6	โครงสร้างของไขมันในไอศกรีมเมื่อไม่เติมอิมัลซิไฟเออร์ (A) และเติมอิมัลซิไฟเออร์ (B) โดยกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน.....	12
7	การยุบหรือหดตัว (shrinkage) ของไอศกรีมไขมันต่ำ.....	13
8	โครงสร้างโมเลกุลของอินูลิน.....	15
9	ลักษณะทั่วไปของ Chicory (<i>Cichorium intybus</i>).....	16
10	กระบวนการผลิตอินูลินในระดับอุตสาหกรรม.....	18
11	ผลของความเข้มข้นและขนาดของอินูลินต่อพีเอชของไอศกรีมมิกซ์.....	31
12	ผลของความเข้มข้นและขนาดของอินูลินต่อความหนืดของไอศกรีมมิกซ์.....	32
13	ภาพจำลองเปรียบเทียบพื้นที่อิสระในการหมุนรอบตัวระหว่าง โพลีเมอร์อินูลินสายสั้น (GR) และอินูลินสายยาว (HP).....	33
14	ภาพจำลองโพลีเมอร์ของอินูลินสายสั้น (GR) เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น.....	35
15	ภาพจำลองโพลีเมอร์ของอินูลินสายสั้น (GR) และอินูลินสายยาว (HP) เมื่อความเข้มข้นเท่ากัน.....	35
16	ผลของความเข้มข้นและขนาดของอินูลินต่อร้อยละการขึ้นฟูและความแข็งของไอศกรีมวานิลลา.....	36
17	ผลของความเข้มข้นและขนาดของอินูลินต่อร้อยละการละลายของไอศกรีม.....	37
18	ลักษณะการละลายของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ใช้อินูลินสายสั้น (GR) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 (โดยน้ำหนัก) และไอศกรีมสูตรควบคุม.....	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ลักษณะการละลายของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ใช้อินนูลินความยาวต่างกัน (GR และ HP) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 (โดยน้ำหนัก) และไอศกรีมสูตรควบคุม.....	39
20	ผลของความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่อพีเอชของไอศกรีมมิกซ์.....	44
21	ผลของความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่อความหนืดของไอศกรีมมิกซ์.....	44
22	ผลของความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่อร้อยละการขึ้นฟูและความแข็งของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	45
23	ผลของความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่อร้อยละการละลายของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	47
24	ผลของความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่อลักษณะการละลายของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	48
25	ผลของความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวต่อลักษณะของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ละลายแล้ว.....	49
26	ผลของสารให้ความคงตัวต่อผลึกน้ำแข็งของไอศกรีมเมื่อไม่เติมสารให้ความคงตัว (A) และเติมสารให้ความคงตัว (B).....	50
27	พีเอชของไอศกรีมมิกซ์ที่มีกลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวาน.....	55
28	ผลของกลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานต่อความหนืดของไอศกรีมมิกซ์.....	56
29	ผลของกลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานต่อร้อยละการขึ้นฟูและความแข็งของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	57
30	ผลของกลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานต่อร้อยละการละลายของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	58
31	ผลของกลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานต่อลักษณะการละลายของไอศกรีมวานิลลาสดไขมัน.....	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	ผลของกลูโคสไซรัปร่วมกับน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานต่อลักษณะของไอศกรีมวานิลลาสดไขมันที่ละลายแล้ว.....	60
33	อัตราส่วนความเรียบเนียนที่ลดลงหลังไอศกรีมผ่านการเกิด heat shock แต่ละรอบ.....	67
ภาพผนวกที่		
ง1	เครื่องวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม.....	97