

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- ชุดโครงการวิจัย** : โครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตคุณภาพ คุณภาพผลผลิตและเพิ่มมูลค่าทางการตลาด
- โครงการวิจัย** : โครงการวิจัยคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่มมูลค่าเป็น ผลิตภัณฑ์และการนำสาระสำคัญจากกล้วยไปใช้ประโยชน์
กิจกรรม : การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต
กิจกรรมย่อย : การพัฒนาอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากกล้วย
- ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมัน
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Production of Reduced Fat Banana Ice Cream by used maltodextrin as fat replacer
- คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง
นางสาวอนิษฐ์ พิศาลวีชรินทร์ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
ผู้ร่วมงาน
นายโกเมศ สัตยารู สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษากาการผลิตไอศกรีมไขมันต่ำจากกล้วย 4 ชนิด คือ กล้วยเล็บมือนาง กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า และกล้วยหอม ซึ่งการลดไขมันในไอศกรีมมีผลทำให้คุณภาพของไอศกรีมด้อยลง จึงได้ศึกษาการใช้มอลโทเด็คซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันเพื่อปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่มีไขมันร้อยละ 3, 2 และ 1 โดยน้ำหนัก และทำการทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็คซ์ทรินร้อยละ 2, 3 และ 4 โดยน้ำหนักตามลำดับ เปรียบเทียบคุณภาพกับไอศกรีมสูตรควบคุมที่มีไขมันร้อยละ 5 จากการศึกษาพบว่าสูตรควบคุมของไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดกับไอศกรีมกล้วยลดไขมันและทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็คซ์ทรินมี ค่าความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ การขึ้นฟู การละลาย ค่าสีและความแน่นแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อทำการลดไขมันและเติมมอลโทเด็คซ์ทรินทดแทน จะส่งผลให้ค่าความหนืดของไอศกรีมมิกซ์และค่าความแข็งของไอศกรีมสูงขึ้น แต่ให้การขึ้นฟูต่ำ และมีการละลายเร็วกว่าไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุม โดยไอศกรีมกล้วยสูตรที่มีไขมันร้อยละ 3 และทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็คซ์ทรินร้อยละ 2 ให้ลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมมากที่สุด

ABSTRACT

The objective of this research is to investigate reduced fat banana ice cream production from four different cultivars of banana fruit (kluai Lebmuanang, kluai khai, kluai Namwa and kluai Hom). The reduction of fat content in banana ice cream reduced ice cream qualities. Utilization of maltodextrin as fat replacer to improve qualities of reduced fat ice cream was studied. Concentrations of fat in banana ice cream varied at 1.0, 2.0, 3.0 and 5.0 (control) % w/w was substituted at 4.0, 3.0, 2.0 and 0.0% (w/w) with fat replacer (maltodextrin) respectively. Comparing controlled banana ice cream and reduced fat banana ice cream with maltodextrin, the results showed that the viscosity of the ice cream mix, overrun meltdown colour and hardness were significantly different ($p < 0.05$). Reduced fat banana ice cream with maltodextrin

had higher viscosity hardness and meltdown but less overrun than control fat ice cream. In addition, the sensory characteristics and acceptance of reduced fat banana ice cream (3% Fat and substituted at 2.0% maltodextrin) similar to the controlled banana ice cream.

Keyword : Reduced fat ice cream , maltodextrin , fat replacer

6 . คำนำ

กล้วยเป็นผลไม้ที่นิยมปลูกกันมากทั่วทุกภาคในประเทศไทย โดยเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคุณประโยชน์มากมาย ในกล้วยนั้นจะมีวิตามินบี 1 และบี 2 ที่ช่วยในการเร่งเผาผลาญ น้ำตาลและไขมัน ทั้งยังช่วยฟื้นฟูร่างกาย การจากเหนื่อยล้า อีกรังมีโปแตสเซียมช่วยในการขับโซเดียมซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความดันเลือดสูงออกทางปัสสาวะ และส่งผลให้ลดการบวมของร่างกายได้ แมกนีเซียมในกล้วยยังช่วยควบคุมความดันเลือด และการทำงานของแคลเซียมในร่างกาย เส้นใยที่มีอยู่ในกล้วย จะส่งผลให้ระบบการขับถ่ายในแต่ละวันของร่างกายเราดีขึ้น กล้วยยังมีเซโรโทนินที่ช่วยลดอาการหงุดหงิด และทำให้อ่อนหลับสบายยิ่งขึ้นอีกด้วย กล้วยยังมีคุณประโยชน์อีกหลากหลายชนิด ทั้งไฟโตเคมีคัลที่ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ชะลอความแก่ ป้องกันมะเร็ง มีเอนไซม์ช่วยในการย่อยอาหาร ทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้ทำงานหนักลดลง ในกล้วยดิบยังมีฤทธิ์ในการขับพิษสูง และหากกล้วยสุก ก็ทำให้ร่างกายสร้างสารภูมิคุ้มกันให้สูงขึ้นกว่าปกติอีกด้วย

เนื่องจากกล้วยมีการปลูกกันมากในประเทศ และมีผลผลิตออกมารั้งละจำนวนมาก ทำให้เกิดภาวะล้นตลาดและส่งผลให้ราคาตก การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกล้วยจะทำให้มีการนำกล้วยมาใช้ประโยชน์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันซึ่งเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำกล้วยมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาแปรรูป เป็นการเพิ่มมูลค่าของกล้วย นอกจากนี้ยังได้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้ด้วยเนื่องจากไอศกรีมที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์นมเป็นอาหารที่มีไขมันและน้ำตาลสูง การบริโภคไขมันและน้ำตาลในปริมาณมาก ก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด โรคเบาหวาน โรคอ้วน เป็นต้น และปัจจุบันผู้บริโภคให้ความใส่ใจกับสุขภาพมากขึ้น จึงเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เพื่อหลีกเลี่ยงโรคต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น ผลิตภัณฑ์ลดไขมันหรือไขมันต่ำ จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ซึ่งการลดปริมาณไขมันในไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมมี

คุณภาพด้อยลง โดยเฉพาะคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่นลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และกลิ่นรส ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับเท่าที่ควร จึงพัฒนาปรับปรุงโดยใช้สารทดแทนไขมันจากมอลโทเด็กซ์ทริน (maltodextrin) โดยมอลโทเด็กซ์ทรินจัดเป็น Functional food ประเภท prebiotic โดยมีการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวาง อาทิเช่น ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน อาหารไขมันต่ำ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ประเภทอาหารผง เป็นต้น นอกจากนี้มอลโทเด็กซ์ทรินยังช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีมให้ความรู้สึกในปาก (mouth feel) ที่ดีขึ้นด้วย

7. วิธีดำเนินการ :

7.1 อุปกรณ์และสารเคมี

7.1.1 วัตถุดิบ

1. นมผงขาดมันเนย (Skim Milk Powder)
2. นมสดขาดมันเนย ตรา โพรโมสต์ (บริษัท ฟริสแลนด์ ฟู้ดส์ โพรโมสต์ (ประเทศไทย จำกัด (มหาชน)
3. วิปปิ้งครีม ตรา Anchor
4. น้ำตาลเบเกอรี่ ตรา ลิน (บริษัท ไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม จำกัด, ประเทศไทย)
5. สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต มอลโทเด็กซ์ทริน

7.1.2 สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid, AR Grade, Merck , Germany)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide, AR Grade, Merck , Germany)
3. เมทิลเรด(Methyl red indicator, AR Grade, BHD, UK)
4. โบโรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green indicator, AR Grade, BHD, UK)
5. กรดบอริก(Boric acid, AR Grade, Merck , Germany)
6. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, AR Grade, Merck , Germany)

7. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide, AR Grade, Merck , Germany)
8. ไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether, AR Grade, BHD, UK)
9. ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petholeum ether, AR Grade, BHD, UK)
10. เอทิล แอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol, AR Grade, Merck , Germany)

7.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง
2. เครื่องปั่นผสมอาหาร
3. เครื่องปั่นไอศกรีม
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. ตู้เย็น
6. ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ – 30 องศาเซลเซียส
7. ถ้วยพลาสติกสำหรับบรรจุไอศกรีม
8. เครื่องครัวต่าง ๆ

7.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

1. เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer)
2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
3. เครื่องวัดสี
4. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม (Texture analyzer)
5. เครื่องวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ (Hand Refractometer)

7.2 วิธีการ

7.2.1 การผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมัน

กรรมวิธีการผลิตไอศกรีมกล้วยลดไขมัน ทำได้โดยผสมแห้งสารให้ความคงตัวและน้ำตาลเข้าด้วยกันนำไปละลายในน้ำร้อนและให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่ไปใส่วัตถุติดที่เป็นของแห้งได้แก่ หางนมผง, น้ำตาลเด็กซ์โตรส และมอลโทเด็กซ์ทริน ละลายให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำวัตถุติดที่เป็นของเหลวได้แก่ น้่านมขาดมันเนยและวิปปิ้งครีมเติมลงไป คนจนละลายดีและให้ความร้อนเพื่อพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที จึงลดอุณหภูมิการผสมอย่างรวดเร็ว จากนั้นจึงทำการเติมกล้วยลงไปและนำส่วนผสมไปปั่นในเครื่องปั่นผสมอาหารความเร็วสูงนาน 2 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและเป็นการโฮโมจีไนเซอร์ ไอศกรีมเหลวที่ได้ ขั้นตอนต่อไปนำไอศกรีมเหลวดังกล่าวบ่มที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

เมื่อครบเวลานำไอศกรีมเหลวที่ผ่านการบ่มมาปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีมเป็นเวลา 45 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียส บรรจุไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกมีฝาปิด และนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ

ชนิดของกล้วยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ กล้วยหอม, กล้วยน้ำว้า, กล้วยไข่, และกล้วยเล็บมือนาง การทดลองวางแผนการทดลองแบบ (Completely randomized design; CRD) โดยการทดลองกล้วยแต่ละชนิดมีสูตรการผลิต 4 Treatment, Treatment ละ 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณไขมันและสารทดแทนไขมัน มอลโทเด็กซ์ทรีน สูตรการผลิตที่ใช้ในการทดลอง คือ

1. สูตรที่ไม่ทำการลดปริมาณไขมัน โดยกำหนดเปอร์เซ็นต์ไขมัน เป็น 5% (ตัวอย่างควบคุม)
2. สูตรไขมัน 3% (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรีน 2% ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรการผลิตควบคุม)
3. สูตรไขมัน 2 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรีน 3 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรการผลิตควบคุม)
4. สูตรไขมัน 1 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรีน 4 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรการผลิตควบคุม)

7.2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ โดยใช้ตัวอย่างไอศกรีมกล้วยสูตรมาตรฐานที่ไม่มีการลดไขมันเป็นตัวอย่างควบคุมสำหรับใช้ทดสอบเปรียบเทียบ

1. การวัดโอเวอร์รัน (overrun)

โอเวอร์รัน (overrun) หมายถึง ปริมาณที่เพิ่มขึ้นของไอศกรีมจากส่วนผสมไอศกรีมเหลวเนื่องจากการอัดอากาศในระหว่างการผลิต การวัดโอเวอร์รันของไอศกรีมโดยกำหนดปริมาตรคงที่ (Arbuckle, 1986) ซึ่งน้ำหนักไอศกรีมเหลวในถ้วยพลาสติกขนาดความจุ 30 ลูกบาศก์มิลลิเมตร บนเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักไอศกรีมเหลว หลังจากปั่นเป็นไอศกรีม ซึ่งน้ำหนักไอศกรีมที่บรรจุในถ้วยพลาสติกใบเดิม บันทึกค่าน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ นำข้อมูลไปคำนวณค่าโอเวอร์รันดังสมการต่อไปนี้

$$\text{โอเวอร์รัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมเหลว} - \text{น้ำหนักไอศกรีม}}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}} \times 100$$

2. การวัดอัตราการละลาย (ดัดแปลงวิธีของ Guinard et al., 1997 และ Roland et al., 1999) บรรจุไอศกรีมลงในถ้วยพลาสติกให้น้ำหนัก 50 ± 5 กรัม นำไอศกรีมไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ± 2 องศา

เซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดอัตราการละลายที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 1 องศาเซลเซียสโดยวางไอศกรีมบน ตะแกรงลวดเบอร์ 4 รองรับไอศกรีมที่ละลายด้วยปิ๊กเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตรเริ่มวัดอัตราการละลายเมื่อไอศกรีม มีอุณหภูมิ -10 ± 0.1 องศาเซลเซียสที่ระดับความลึก 1 เซนติเมตรจากผิวหน้าไอศกรีม โดยวัดจากแท่งวัด อุณหภูมิ (thermocouple) จากนั้นชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายทุก 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนัก ไอศกรีมที่ละลายคิดเทียบน้ำหนัก 100 กรัม ดังสมการข้างล่าง จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟกับเวลา (นาที) เพื่อ หาความชัน รายงานเป็นอัตราการละลายต่อ 100 กรัม

$$\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลายต่อ 100 กรัม} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}}$$

3. การวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) อาศัยแรงกดที่กระทำต่อ ไอศกรีมด้วยระยะทางคงที่โดยบรรจุไอศกรีมลงถ้วยพลาสติก บันทึกน้ำหนัก นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้หัววัดชนิดทรงกรวยเบอร์ P/45C โหลดเซลล์รับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนทดสอบ ขณะทดสอบ หลังทดสอบ 2.0 1.0 และ 1.0 มิลลิเมตร/วินาที ตามลำดับ วัดแรงเมื่อหัววัดลึก 15 มิลลิเมตร เริ่มวัดเนื้อสัมผัสเมื่อไอศกรีมมีอุณหภูมิ -12 ± 0.1 องศาเซลเซียส ที่ ระดับความลึกจากผิวหน้า 1 เซนติเมตร (กนกพร, 2545)

4. การวัดค่าสี ในระบบ CIE L^* a^* และ b^*

5. การวัดค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้หัวเข็มขนาด No. 1 ความเร็ว 50 รอบต่อนาที วัดความหนืดของไอศกรีมเหลวหลังผ่านการบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 4 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยเครื่องวัดความหนืด อ่านค่าที่ได้หลังมอเตอร์หมุน 30 วินาที ควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างที่ 20 ± 1 องศา เซลเซียส

6. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ โดยใช้ตัวอย่างไอศกรีมกล้วยสูตร มาตรฐานที่ไม่มีการลดไขมันเป็นตัวอย่างควบคุม

6.1 วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, %) โดยใช้ Hand refractometer ตามวิธีของ AOAC (2005)

6.2 วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โดยวิธี Roese-Gottlieb ตามวิธี ของ AOAC(2005)

6.3 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดยวิธี (Kjeldahl Method) ตามวิธีของ AOAC(2005)

6.4 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC(2005)

6.5 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC(2005)

7. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (Consumer test)

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบการให้คะแนนความชอบโดยวิธี Hedonic scoring test 9 point ซึ่งมีระดับคะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อประเมินความชอบในลักษณะสำคัญต่าง ๆ ของไอศกรีมกล้วยลดไขมัน โดยใช้ตัวอย่างไอศกรีมกล้วยสูตรมาตรฐานที่ไม่มีการลดไขมันเป็นตัวอย่างควบคุม ปัจจัยที่ใช้ทดสอบได้แก่ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความรู้สึกในปาก และความชอบโดยรวม

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD และ RCBD วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ระยะเวลาทำการทดลอง ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2555 สิ้นสุด กันยายน 2556 รวม 1 ปี

สถานที่ทำการทดลอง สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของปริมาณของมอลโตเด็กซ์ทรินต่อสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยลดไขมัน

การลดปริมาณไขมันของไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ กล้วยหอม, กล้วยไข่, กล้วยเล็บมือนาง และกล้วยน้ำว้า จากสูตรควบคุมร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 โดยใช้สารทดแทนไขมันมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 2, 3 และ 4 เปรียบเทียบกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 5 พบว่าการลดปริมาณไขมันและการเติมสารทดแทนไขมันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยลดไขมันจากกล้วยแต่ละชนิดแสดงดัง Table 2 พบว่าเมื่อลดไขมันจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 และทำการทดแทนไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทรินตามสัดส่วนของปริมาณไขมันที่ลดลงไป ไอศกรีมเหลวหรือไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยความหนืดของไอศกรีมขึ้นอยู่กับปริมาณไขมัน และสารให้ความคงตัว ปริมาณไขมันที่ลดลงทำให้ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ลดลง (Marshall and Arbuckle, 1996) แต่เมื่อทดแทนไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน ส่งผลให้ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์เพิ่มขึ้น กล่าวคือเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นโอกาสที่โมเลกุลจะทำปฏิกิริยาสัมพันธ์กันระหว่างโพลิเมอร์ (intermolecular interaction) และภายในโพลิเมอร์ (intramolecular interaction) ด้วยพันธะไฮโดรเจนเกิดมากขึ้น เกิดจุดเชื่อม (junction zone) และโครงสร้าง

ร่างแหที่สามารถอุ้มน้ำได้ สารละลายจึงมีความหนืดมากขึ้น การที่มอลโทเด็คซ์ทรินสามารถเพิ่มความหนืดของไอศกรีมมิคซ์ได้เพราะเป็นสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นโมเลกุลของสตาร์ชที่ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมาก โดยสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ และรวมตัวกับน้ำได้ดี สามารถเกิดเป็นโครงสร้างร่างแหสามมิติ ทำให้โมเลกุลของน้ำอิสระน้อยลง จำกัดการเคลื่อนที่ของน้ำ และองค์ประกอบอื่นๆที่ละลายน้ำ นอกจากนี้ความหนืดที่เพิ่มขึ้นยังเป็นผลมาจากกระบวนการแปรรูป เช่น การพาสเจอร์ไรซ์ การโฮมจิไนซ์ และการบ่ม เป็นต้น (Marshall and Arbuckle, 1996)

เมื่อพิจารณาการขึ้นฟูและความแข็งของไอศกรีมกล้วยที่ทำกรลดไขมันจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 ซึ่งทำการทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็คซ์ทรินตามสัดส่วนของปริมาณไขมันที่ลดลง พบว่าเมื่อนำไอศกรีมมิคซ์ที่ผ่านการบ่มมาผ่านกระบวนการปั่นเยือกแข็ง ไอศกรีมที่ปั่นได้มีการขึ้นฟูลดลง เมื่อวัดแรงกดอัดพบว่าแรงกดสูงสุดสูงกว่าไอศกรีมสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่าไอศกรีมมีความแข็งเพิ่มขึ้น

เมื่อวัดการละลายของไอศกรีมกล้วยลดไขมันเมื่อเวลาผ่านไป 20, 25 และ 30 นาที พบว่าไอศกรีมเมื่อทำการลดไขมันเป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 และเติมมอลโทเด็คซ์ทรินเพื่อทดแทนไขมัน อัตราการละลายของไอศกรีมสูงขึ้นตามปริมาณไขมันที่ทำการลดลงและตามอัตราของมอลโทเด็คซ์ทรินที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากโครงสร้างของไอศกรีมสามารถคงอยู่ได้ด้วยกระบวนการ partial coalescence หรือ destabilized fat ของเม็ดไขมันซึ่งเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหล้อมรอบเซลล์อากาศและมีฟลิกน้ำแข็งกระจายตัวอยู่ในส่วนของของเหลวที่ไม่แข็งตัว (Marshall and Arbuckle, 1996) ซึ่งโครงสร้างของไอศกรีมดังกล่าวช่วยชะลอและรักษารูปร่างของไอศกรีมขณะละลาย ดังนั้นไอศกรีมลดไขมันจึงละลายเร็วเนื่องจากมีไขมันในปริมาณน้อยจึงทำให้โครงสร้างร่างแหของไขมันมีน้อยเพราะโอกาสเกิด partial coalescence น้อยลง นอกจากนี้ไขมันถูกแทนที่ด้วยน้ำหรือฟลิกน้ำแข็งซึ่งมีอุณหภูมิในการหลอมเหลวต่ำกว่าฟลิกไขมัน (Campbell and Pelan, 1998) นอกจากนี้การเติมมอลโทเด็คซ์ทรินทำให้ไอศกรีมลดไขมันละลายเร็วขึ้นเนื่องจากมอลโทเด็คซ์ทรินเพิ่มปริมาณของแข็งในสูตรไอศกรีมมีผลทำให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมต่ำลงและทำให้ส่วนที่เป็นของเหลวแข็งตัวช้ากว่าจึงละลายเร็วกว่าเมื่อเทียบกับไอศกรีมลดไขมันที่เติมมอลโทเด็คซ์ทรินในปริมาณน้อยกว่า ซึ่งไอศกรีมที่มีคุณภาพด้านการละลายที่ดีนั้นควรมีการละลายไม่ช้าหรือเร็วเกินไป สามารถคงรูปร่างขณะละลายและของเหลวที่ละลายมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว โดยไอศกรีมที่มีการละลายช้าเป็นคุณสมบัติที่ดีของไอศกรีมเพราะมีผลต่อเนื้อสัมผัส การได้รับกลิ่นรสในปากน้อยลง ดังนั้นการเติมมอลโทเด็คซ์ทรินในปริมาณที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสให้ใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรควบคุม

การศึกษาค่าสีของไอศกรีมจากกล้วยทั้ง 4 ชนิดที่ทำการลดปริมาณไขมันและทดแทนไขมันในปริมาณต่างๆกัน เมื่อพิจารณาค่า a^* ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างสีแดงกับสีเขียวพบว่าเมื่อทำการลดไขมันและเพิ่มปริมาณมอลโทเด็คซ์ทรินในไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดตัวอย่างไอศกรีมมีค่า a^* มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นสีแดงมากขึ้นตามปริมาณไขมันที่ลดลงและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b^* ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงินพบว่าตัวอย่างไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดมีค่า b^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่าเมื่อทำการลดปริมาณไขมันและเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินตัวอย่างไอศกรีมกล้วยมีความเป็นสีเหลืองน้อยลงตามปริมาณไขมันที่ลดลงและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาค่า L^* ซึ่งใช้กำหนดค่าความสว่างของเนื้อสี พบว่าตัวอย่างไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดมีค่า L^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่าความสว่างของเนื้อสีลดลงตามปริมาณไขมันที่ลดลงและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น

2. ผลของปริมาณไขมันและสารทดแทนไขมันมอลโทเด็กซ์ทรินต่อคุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมกล้วยลดไขมัน

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ สูตรควบคุมที่ไม่ทำการลดไขมัน (ไขมันร้อยละ 5), สูตรที่ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินและมีปริมาณไขมันร้อยละ 3, 2 และ 1 จากการศึกษาพบว่า เมื่อทำการลดปริมาณไขมันในสูตรและทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินเพิ่มขึ้นปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตของไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (table 3) โดยเมื่อทำการลดไขมันปริมาณไขมันในสูตรไอศกรีมมีปริมาณลดลงและการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินมีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในตัวอย่างไอศกรีมกล้วยมีปริมาณสูงขึ้นเนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันที่จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซคคาไรด์ที่เกิดจากกระบวนการไฮโดรไลซิสสตาร์ชด้วยกรดหรือเอนไซม์ โดยประกอบด้วยยูนิตของ D-glucose การที่ไขมันในสูตรไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำมีปริมาณลดลงจากสูตรควบคุมและมีปริมาณไขมันน้อยกว่าตัวอย่างไอศกรีมที่ขายในท้องตลาดซึ่งมีไขมันถึงร้อยละ 9.34 จึงมีผลดีต่อผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมปริมาณไขมันในร่างกายนอกจากนี้ยังได้ประโยชน์จากมอลโทเด็กซ์ทรินซึ่งจัดเป็น Functional food ประเภท prebiotic ด้วย

3. ผลของปริมาณไขมันและสารทดแทนไขมันมอลโทเด็กซ์ทรินต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยลดไขมัน

จากการทดสอบประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale พบว่าปริมาณไขมันและสารทดแทนไขมันที่ต่างกันมีผลทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (table 4) โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณสมบัติทางด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส ความรู้สึกในปาก และความชอบรวม ในไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมและไอศกรีมกล้วยที่มีไขมันร้อยละ 3 มากที่สุด โดยไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมได้รับคะแนนความชอบรวมมากที่สุดรองลงมาคือไอศกรีมกล้วยที่มีไขมันร้อยละ 3 ซึ่งมีคะแนนทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมมากที่สุด ซึ่งการลดไขมันในไอศกรีมมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความเรียบเนียน

ต่ำและทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างจากไอศกรีมสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากการลดไขมันลงทำให้ขาดโครงสร้างร่างแหของไขมันซึ่งล้อมเซลล์อากาศ จึงทำให้เซลล์อากาศขนาดเล็กสามารถเคลื่อนที่มาเชื่อมกันเป็นเซลล์อากาศขนาดใหญ่ได้ในระหว่างกระบวนการแช่เยือกแข็งไอศกรีม และระหว่างกระบวนการเก็บรักษาไอศกรีม การที่แรงดันภายในเซลล์อากาศขนาดเล็กมากกว่าเซลล์อากาศขนาดใหญ่ทำให้เซลล์อากาศขนาดเล็กสามารถรวมกันเป็นเซลล์อากาศขนาดใหญ่ เป็นผลให้โมเลกุลน้ำเคลื่อนที่มารวมกันกลายเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ส่งผลให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่หยาบหรือเกิด icy (Walstra and Jonkman, 1998) นอกจากนี้การลดไขมันทำให้ไอศกรีมมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสด้อยลง โดยไอศกรีมกล้วยที่มีไขมันร้อยละ 3 มีคุณภาพด้านกลิ่นรสใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมแต่ไอศกรีมที่มีไขมันร้อยละ 2 และ 1 คุณภาพด้านกลิ่นรสแตกต่างจากไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากไขมันเป็นตัวพากลิ่นรสและหน่วงกลิ่นรสไว้ ทำให้ไอศกรีมที่ทำการลดไขมันในปริมาณเยอะกว่าได้รับคะแนนการยอมรับต่ำเมื่อเทียบกับไอศกรีมไขมันสูตรควบคุม

ดังนั้นจากคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมทำให้ทราบว่า คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำแปรผันโดยตรงกับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความรู้สึกในปาก เพราะฉะนั้นเนื้อสัมผัสจึงเป็นคุณลักษณะหลักที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

จากผลการศึกษาทางกายภาพและประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินลงในไอศกรีมลดไขมันสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมมิคซ์ได้ โดยทำให้ไอศกรีมมิคซ์มีความหนืดเพิ่มขึ้นเนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำและเกิดโครงสร้างคล้ายเจล ซึ่งสามารถปรับปรุงคุณสมบัติการไหลของไอศกรีมเหลวให้ดีขึ้น เมื่อนำมาผ่านกระบวนการตีอากาศการขึ้นฟูต่ำลงทำให้ได้ไอศกรีมเนื้อแข็งขึ้นซึ่งทนต่อแรงกดอัดที่ทำให้เสียรูปร่างได้มากขึ้น (จุฑารัตน์, 2549) ดังนั้นมอลโทเด็กซ์ทรินจึงสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีมกล้วยลดไขมันได้

9. สรุปผลการทดลอง

การลดปริมาณไขมันและเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินตามสัดส่วนของไขมันที่ลดลงในไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิด มีผลทำให้ตัวอย่างไอศกรีมมีค่าสีแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมโดย ค่า a^* มากขึ้น ค่า b^* และ ค่า L^* ลดลง จากผลการทดสอบทางเคมีพบว่าไอศกรีมกล้วยลดไขมันมีปริมาณไขมันต่ำกว่าไอศกรีมสูตรควบคุมตามปริมาณไขมันที่ลดลงไป นอกจากนี้การเติมมอลโทเด็กซ์ทรินช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยลดไขมันให้ดีขึ้น โดยไอศกรีมกล้วยที่มีไขมันร้อยละ 3 และทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินร้อยละ 2 ให้การขึ้นฟูและความแน่นเนื้อใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมมากที่สุด แต่ให้ความหนืดสูงกว่า

และละลายเร็วกว่าไอศกรีมสูตรควบคุม และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุม (ไขมันร้อยละ 5) มากที่สุด

10. เอกสารอ้างอิง

- กนกพร สีลาวีโรจน์สกุล. 2545. ผลของกะทิที่ผ่านความร้อนต่อคุณสมบัติของไอศกรีมกะทิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จุฑารัตน์ โกวิทยา. 2549. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ใช้ไขมันเป็นสารทดแทนไขมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทินา เทียงธรรม. 2544. การใช้สารทดแทนไขมันแบบผสมในไอศกรีมกะทิไขมันต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวพร พุดตาน. 2550. ผลของสารทดแทนไขมันและสารให้ความหวานต่อคุณภาพของไอศกรีมกะทิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมจิต สุรพัฒน์. 2544. ไอศกรีมและผลิตภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 30
- AOAC, 2005, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th eds. Methods: 981.10, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

- Campbell, I.J. and B.M.C. Pelan. 1998. The influence of emulsion stability on the properties of ice cream, pp. 25-36. In Ice Cream. Proceeding of the International Symposium Held in Athens, Greece, 18-19 September 1997-1998.
- Guinard, J.X., C. Zoumas-Morse, L. Mori, B. Uatoni, D. Panyam and A. Kilara. 1997. Sugar and fat effects on sensory properties of ice cream. *J. Food Sci.* 62: 1087-1094.
- Li, Z., R. Marshall, H. Heymann and L. Fernando. 1997. Effect of milk fat content on flavor perception of vanilla ice cream. *J. Dairy Sci.* 80: 3133-3141.
- Marshall, R.T., H.D. Goff and R.W. Hartel. 2003. Ice cream. 6th ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Walstra, P. and M. Jonkman. 1998. The role of milk fat and protein in ice cream, pp. 17-24. In Ice Cream. Proceedings of the International Symposium Held in Athens, Greece, 18-19 September 1997-1998.

11. ภาคผนวก

Table 1 Formulation of banana ice cream and reduced fat banana ice cream

Treatment	Fat (%w/w)	Sucrose (%w/w)	Dextrose (%w/w)	Low fat milk (%w/w)	Skimmilk (%w/w)	Water (%w/w)	Emulsifier (%w/w)	Banana (%w/w)	Maltodextrin (%w/w)
FAT 1%	3	3	2.75	35	2	23	0.25	27	4
FAT 2%	5	3	2.75	35	2	22	0.25	27	3
FAT 3%	7	3	2.75	35	2	21	0.25	27	2

Control	12	3	2.75	35	2	18	0.25	27	0
---------	----	---	------	----	---	----	------	----	---

(FAT 5%)

Table 2 Physical properties of banana ice cream and reduced fat banana ice cream

Type of Banana	Fat (%)	Mix viscosity (cP)	(Overrun) (%)	Total Solid (%)	Melting rate (% min ⁻¹)	Hardness (Kg Force)	Colour		
							L*	a*	b*
Lebmuanang	FAT 1%	374.44a	17.20d	25.8a	2.48 a	2.98a	76.05d	1.44a	10.21d

	FAT 2%	321.35b	24.90c	24.5b	1.87b	1.97b	76.92c	1.26b	10.82c
	FAT 3%	304.75c	27.50b	24.0b	1.65c	1.59c	78.91b	1.10c	11.00b
	Control (FAT 5%)	206.29d	33.90a	22.0c	1.34d	1.38d	81.82a	0.63d	11.81a
Namwa	FAT 1%	461.37a	21.44d	26.0a	1.79a	2.67a	77.64d	1.82a	9.84d
	FAT 2%	396.66b	28.50c	24.5b	1.55b	1.35b	78.89c	1.67b	10.07c
	FAT 3%	361.82c	33.10b	23.5c	1.38c	1.06c	79.52b	1.49c	10.26b
	Control (FAT 5%)	287.88d	48.00a	23.0c	1.21d	0.89d	80.51a	1.24d	10.60a
Khai	FAT 1%	387.65a	20.75d	23.0a	1.93a	3.28a	56.48d	5.36b	5.10d
	FAT 2%	341.98b	25.00c	22.5a	1.68b	2.55b	57.04c	5.54a	5.89c
	FAT 3%	312.43c	30.00b	22.0ab	1.45c	2.04c	62.08b	5.01c	6.85b
	Control (FAT 5%)	221.54d	45.00a	21.5b	1.23d	1.92d	65.75a	4.69d	6.94a
Hom	FAT 1%	351.76a	15.65d	23.5a	2.24a	3.60a	65.36d	2.46a	9.05d
	FAT 2%	312.94b	20.40c	23.0a	1.95b	2.41b	69.70c	2.25b	9.50c
	FAT 3%	297.54c	25.50b	22.5ab	1.72c	2.12c	73.63b	2.08c	9.97b
	Control (FAT 5%)	217.32d	32.00a	22.0b	1.54d	1.90d	74.49a	2.05c	10.26a
Commercial	Ice-cream					1.05			

Note ^{a-d} Values with the same letter in column are not significantly different (p<0.05)

Table 3 Chemical composition of banana ice cream and reduced fat banana ice cream

Type of Banana	Fat (%)	Chemical composition				
		Protein	Ash	Fat	Carbohydrate	solid
Lebmuanang	FAT 1%	1.42b	0.52a	2.09d	20.07ab	24.10a
	FAT 2%	1.42b	0.54a	3.15c	22.11a	27.22a
	FAT 3%	1.47a	0.46a	4.12b	19.12bc	25.17a
	Control (FAT 5%)	1.49a	0.51a	5.30a	17.50c	24.80a
Namwa	FAT 1%	1.39a	0.45a	1.83d	21.75a	25.42b
	FAT 2%	1.44a	0.59a	2.82c	20.83b	25.68ab
	FAT 3%	1.30b	0.53a	3.89b	19.65c	25.37b
	Control (FAT 5%)	1.25b	0.57a	5.13a	18.87d	25.81a
Khai	FAT 1%	1.96a	0.37d	1.60d	20.32a	24.25a
	FAT 2%	2.01a	0.46b	2.60c	18.55b	23.61b
	FAT 3%	2.05a	0.66c	3.27b	18.16c	24.14a
	Control (FAT 5%)	2.15a	0.74a	5.17a	15.59d	23.65b
Hom	FAT 1%	1.85a	0.50a	1.92d	19.38a	23.65b
	FAT 2%	1.90a	0.53b	2.80c	18.77a	24.00a
	FAT 3%	1.96a	0.54b	3.66b	17.35b	23.51b
	Control (FAT 5%)	2.00a	0.52b	5.22a	16.32c	24.06a
Commercial	Ice-cream	3.15	0.59	9.34	22.65	35.73

Note ^{a-d} Values with the same letter in column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 4 Mean values of sensory acceptability of banana ice cream and reduced fat banana ice cream

Type of Banana	Fat (%)	Sensory acceptability				
		Colour	Taste/Flavor	Texture	Mouth feel	Over all acceptability
Lebmuanang	FAT 1%	6.82a	6.18b	6.10b	6.10b	6.17c
	FAT 2%	6.10b	6.20b	6.27b	6.18b	6.20c
	FAT 3%	6.73a	6.55a	7.09a	6.82a	6.55b
	Control (FAT 5%)	6.82a	6.39a	7.35a	6.91a	6.91a
Namwa	FAT 1%	6.00b	5.50b	7.00c	6.00c	5.50c
	FAT 2%	6.00b	5.50b	7.20b	6.50b	5.50c
	FAT 3%	6.50a	6.50a	7.50a	6.00c	6.20b
	Control (FAT 5%)	6.50a	6.50a	7.50a	7.00a	7.00a
Khai	FAT 1%	4.75c	6.25b	5.25c	5.15c	5.50c
	FAT 2%	4.75c	6.50b	5.80b	5.50c	5.75c
	FAT 3%	5.00b	6.65a	6.75b	6.60b	6.40b
	Control (FAT 5%)	5.50a	6.78a	7.15a	7.25a	6.95a
Hom	FAT 1%	4.80c	6.40b	5.00d	5.40d	5.20b
	FAT 2%	6.40b	6.20b	6.20c	6.40c	6.80a
	FAT 3%	6.80a	6.80a	6.80b	6.80b	6.80a
	Control (FAT 5%)	7.00a	6.60a	7.20a	7.20a	7.10a

Note^{a-d} Values with the same letter in column are not significantly different ($p < 0.05$).