การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

กฤตภาส จินาภาค*
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84100

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสมบัติของไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา โดยทำการศึกษาปริมาณโยเกิร์ต (ร้อยละ 0 20 40 60 และ 80 น้ำหนัก/ปริมาตร) ที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา จากการศึกษาพบว่า ค่าความหนืดและอัตราการขึ้นฟูเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 80 น้ำหนัก/ปริมาตร ($P<0.05$) อัตราการหลอมละลายเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 60 ($P<0.05$) ผู้บริโภคให้การยอมรับการเติมโยเกิร์ตในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่ระดับร้อยละ 40 น้ำหนัก/ปริมาตร เมื่อเติมสารให้ความคงตัวโดยใช้เจลาตินและคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส (CMC) ที่ความเข้มข้น 0.2 และ 0.4 น้ำหนัก/ปริมาตร พบว่าปริมาณสารให้ความคงตัวที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีค่าอัตราการหลอมละลาย อัตราการขึ้นฟู และความหนืดสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม การใช้คาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลสร้อยละ 0.2 น้ำหนัก/ปริมาตร ให้ค่าความหนืดสูงสุดและได้รับการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดในด้านความชอบรวม ($P<0.05$) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยามาวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และเยื่อใยร้อยละ 75.14, 2.81, 3.63, 17.29, 1.13 และ 0.0 ตามลำดับ ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมในระดับชอบมาก ด้านสี กลิ่น และรสชาติในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ : ข้าวกล้องงอก / โยเกิร์ต / สารให้ความคงตัว

* *Corresponding Author : krittabhart@yahoo.com*
อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Development of Germinated Chaiya Brown Rice Yogurt Ice Cream

Krittabhart Chinabhark*

Suratthani Rajabhat University, Muang, Suratthani, 84100

Abstract

The purpose of this research was to study the quality of ice cream made with germinated Chaiya brown rice yogurt at different concentrations (0 20 40 60 80% w/v). The overrun and viscosity of the ice cream increased as the yogurt content increased up to 80% w/v ($P<0.05$). Melting rate of the ice cream increased as the yogurt level increased up to 60% w/v ($P<0.05$). Addition of yogurt at 40% (w/v) gave good acceptability of the product ($P<0.05$). Addition of stabilizers (gelatin and carboxymethylcellulose (CMC)) at 0.2 and 0.4% w/v increased the melting rate, overrun and viscosity of the ice cream when compared with the control sample. The viscosity of ice cream prepared with 0.2% (w/v) CMC was the highest ($P<0.05$). Based on the sensory test, addition of 0.2% (w/v) CMC gave the highest acceptability of the product ($P<0.05$). The moisture, protein, fat, carbohydrate, ash and fiber contents of the ice cream were 75.14%, 2.81%, 3.63%, 17.29%, 1.13% and 0.0%, respectively. Consumer accepted the product in terms of texture and overall likeness at the 'very much' level, while only moderately accepted the color, flavor and taste.

Keywords : Brown Rice Germinated / Yogurt / Stabilizers

* *Corresponding Author : krittabhart@yahoo.com*

Lecturer, Food Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology.

1. บทนำ

ข้าวหอมไชยา (Chaiya rice) เป็นข้าวหอมพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกมากที่อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัจจุบันไม่ค่อยเป็นที่รู้จักกันทั่วไป แต่มีหลักฐานเป็นเอกสารอ้างอิงได้ว่าพันธุ์ข้าวชื่อ หอมไชยามีมานานแล้ว [1] ข้าวหอมไชยาเป็นข้าวที่มีชื่อเสียงมาก่อนในท้องทุ่งไชยาซึ่งเป็นที่ราบลุ่มอุดมสมบูรณ์ ปลูกข้าวได้งอกงาม เนื่องจากมีน้ำท่าจากคลองไชยาไหลผ่านสมบูรณ์ตลอดปี ทำให้มีการปลูกข้าวพันธุ์ที่นิยมกันมากที่ทุ่งไชยา คือ ข้าวหอม จนเรียกติดปากทั่วไปว่า “ข้าวหอมไชยา” ซึ่งเล่าขานกันว่าเวลาข้าวออกรวงจะหอมไปทั้งทุ่ง เวลาหุงจะหอมไปทั่วบ้าน [1] ปัจจุบันมีชาวบ้านกลุ่มข้าวกล้องลุงริน ซึ่งเป็นสินค้า OTOP ตำบลเลม็ด อำเภอไชยา ผลิตข้าวกล้องหอมไชยาจำหน่ายรูปแบบเดียว ซึ่งหากมีการนำข้าวหอมไชยามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลายจำหน่ายจะเป็นการเพิ่มอาชีพและสร้างรายได้ให้กับกลุ่มดังกล่าวได้

ข้าวกล้องงอกก็เป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยสารอาหารสำคัญที่ได้จากน้ำข้าวกล้องงอก คือ ใยอาหาร (Fiber) ไขมันที่เป็นประโยชน์ วิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามิน บี 1 บี 2 บีรวม วิตามินเอ วิตามินอี แร่ธาตุต่างๆ คือ เหล็ก สังกะสี ซิลิเนียม แคลเซียม และอื่นๆ แป้ง คาร์โบไฮเดรต สารต้านอนุมูลอิสระบางกลุ่ม เช่น Gamma-oryzanol ประโยชน์ที่ได้จากการรับประทานข้าวกล้องงอกนั้น นอกจากจะเป็นประโยชน์ที่ได้รับจากสารกาบา ไม่ว่าจะเป็นช่วยให้สมองผ่อนคลาย ป้องกันโรคอัลไซเมอร์ บำรุงระบบประสาท หรือลดความดันโลหิตแล้ว การรับประทานข้าวกล้องงอกยังช่วยลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ช่วยระบบย่อยอาหาร ช่วยให้สมองผ่อนคลาย [2] นอนหลับสบาย และช่วยควบคุมน้ำหนักตัวได้ด้วย แถมยังช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ ไม่ให้แก่ก่อนวัยได้ ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งที่ผลิตขึ้นจากการนำส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ น้ำนม หรือหางนม ไขมันนม น้ำตาล สารคงตัว สารอิมัลซิไฟเออร์ สี และสารให้กลิ่นรสมาผสมรวมกัน แล้วนำไปผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ โฮโมจีไนส์ ทำให้เย็น บ่ม ปั่นให้เป็นไอศกรีม และนำไปทำให้แข็ง [3] ส่วนผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมบริโภคโดยทั่วไปทั่วโลก เนื่องจากลักษณะความคงตัว กลิ่นรสที่ดีและมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ [4] ซึ่งโยเกิร์ตโดยทั่วไปมีการเติมผลไม้ ธัญชาติเป็นส่วนผสมเพื่อทำให้โยเกิร์ตมีรสชาติอร่อยขึ้น เป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภคมากขึ้น ปัจจุบันจึงมีการผลิตโยเกิร์ตจากวัตถุดิบที่ไม่ใช่นมซึ่งได้รับความสนใจจากผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องของสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากในนมมีโคเลสเตอรอลและกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง และหากมีการนำข้าวกล้องพันธุ์หอมไชยามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของเมืองไชยา และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย มีความเหมาะสมกับยุคสมัยใหม่ที่ผู้คนให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพของตนเอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโยเกิร์ตที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา และผลของสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา ศึกษาปริมาณสารอาหารในไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาและการยอมรับของผู้บริโภค การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์ข้าวพันธุ์พื้นเมืองของอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และการนำข้าวที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์จะช่วยส่งเสริมการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวหอมท้องถิ่นให้ธำรงคงอยู่คู่กับท้องถิ่นสืบไป นอกจากนี้ช่วยทำให้ผู้บริโภคไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกได้รับคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคได้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและสามารถทำการส่งเสริมการตลาดโดยการเน้นเรื่องอาหารเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ในท้องตลาดให้เป็นทางเลือกที่มากขึ้นสำหรับผู้บริโภค

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาปริมาณโยเกิร์ตที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

2.1.1 การเตรียมข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

เป็นการเตรียมข้าวก่อนนำไปทำเป็นข้าวงอก โดยเพาะข้าวกล้องให้เป็นข้าวกล้องงอก นำข้าวกล้องงอกมาผลิตเป็นน้ำข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา ผสมข้าวกล้องงอกต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 10 นำไปปั่นให้ละเอียด จากนั้น

กรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำข้าวกล้องงอกไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที บรรจุใส่ขวดพลาสติก [5]

2.1.2 การผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

นำน้ำข้าวกล้องงอกจากข้อ 1.2 มาผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาโดยนำน้ำข้าวกล้องงอกมาเติมหัวเชื้อโยเกิร์ต แล้วทำการบ่มจนได้โยเกิร์ต เก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อใช้สำหรับการผลิตไอศกรีมในขั้นตอนต่อไป [5]

2.1.3 การผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

เตรียมส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ น้ำข้าวกล้องงอก นมผงขาดมันเนย น้ำตาลทรายและเกลือ ผสมส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากัน อุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 5 นาที นำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 3 วินาที จากนั้นเติมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา (ข้อ 1.2) ที่ระดับต่างๆ (0 20 40 60 และ 80% w/v) ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน บ่มที่ 4 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ชั่วโมง นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีมรุ่น MOD ยี่ห้อ MNUSSO 30-60 นาที เก็บที่ตู้แช่แข็ง รุ่น ULT2540-5V30 ยี่ห้อ REVCO อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง [6] นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน (9-point hedonic scale) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA : Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีดันแคน (DMRT : Duncan's Multiple Range Test) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด รุ่น RVDV II ยี่ห้อ Brookfield [7] การหลอมละลาย [8] และอัตราการขึ้นฟู [7] ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คัดเลือกชุดการทดลองที่ได้การยอมรับสูงสุดเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

2.2 ศึกษาผลของสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

ศึกษาสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา โดยเตรียมไอศกรีมโยเกิร์ตตามข้อ 1 เติมสารให้ความคงตัว คือ เจลาติน และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ที่ระดับต่างๆ คือ 0 0.2 และ 0.4 % (w/w) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA : Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีดันแคน (DMRT : Duncan's Multiple Range Test) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ความหนืด [7] การหลอมละลาย [8] และอัตราการขึ้นฟู [7] ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คัดเลือกชุดการทดลองที่ได้การยอมรับสูงสุดเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

2.3 ศึกษาปริมาณสารอาหารในไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

นำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาดังนี้ ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และเยื่อใย [9]

2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาด้วยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป (Consumer) จำนวน 150 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีดันแคน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ศึกษาปริมาณโยเกิร์ตที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

ศึกษาปริมาณโยเกิร์ตที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา โดยการนำน้ำข้าวกล้องงอกข้าวหอมไชยามาผลิตไอศกรีมในอัตราส่วนผสมแตกต่างกันคือ ปริมาณโยเกิร์ตที่ในอัตราส่วนร้อยละ 80 60 40 20 และ 0 แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัส จากผลการผลทดลอง (ตารางที่1) พบว่า เมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 80 น้ำหนัก/ปริมาตร ($P<0.05$) เมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของแข็งในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยามีความหนืดเพิ่มขึ้น (Data not show) [10] [11] นอกจากนี้ความหนืดที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการพองตัวของเม็ดแป้งในน้ำข้าวกล้องงอก เมื่อปริมาณน้ำข้าวกล้องงอกมาก การพองตัวของเม็ดแป้งจะเพิ่มขึ้น ความหนืดก็จะเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงในช่วงของการบ่มก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ช่วยให้ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น เพราะจะเป็นระยะที่ไขมันจะจับตัวกันเป็นก้อน ไขมันแข็ง โปรตีน และสารที่ทำให้เข้ากันก็จะดึงน้ำเข้าหาตัว ทำให้เกิดการพองตัว และความหนืดก็จะสูงขึ้น [12] ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกนั้นมีนมเป็นองค์ประกอบโดยอนุภาคเคซีนบางส่วนยังไปช่วยเกิดปฏิกิริยากับแอลฟา-แล็กทาบูมิน และ บีตา-แล็กโทโกลบูลิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ในหางนมทำให้เกิดเจลซึ่งร่างแหองค์ประกอบที่มีความคงตัวเกิดการรวมตัวกันกับน้ำข้าวกล้องงอกทำให้เกิดการพองตัว ทำให้ความหนืดของไอศกรีมเพิ่มขึ้น [13] อัตราการขึ้นฟูเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 80 น้ำหนัก/ปริมาตร ($P<0.05$) เมื่อปริมาณโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้นอัตราส่วนของข้าวกล้องงอกจะเพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ทำให้ขั้นตอนการตีปั่นไอศกรีม อากาศจะกระจายตัวเข้าไปในส่วนผสม มีลักษณะเป็นฟองอากาศเล็กๆ อากาศที่เข้าไปจะทำให้ปริมาตรของส่วนผสมเพิ่มขึ้น [4] เมื่อระดับโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการหลอมละลายลดลง อัตราการหลอมละลายลดลงเมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 60 ($P<0.05$) เมื่อปริมาณโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการหลอมละลายลดลงเนื่องไอศกรีมที่มีความหนืดสูง ช่วยไม่ให้เกิดการไหลเยิ้มทำให้อัตราการหลอมละลายช้าลง [14] เนื่องจากในโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกจะมีข้าวกล้องงอกเป็นส่วนผสมหลัก ข้าวกล้องงอกมีผลต่ออัตราการหลอมละลาย คือ เมื่ออัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกมาก อัตราการหลอมละลายจะช้าลงตามระดับของน้ำข้าวกล้องงอกที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการพองตัวเป็นเจลของน้ำข้าวกล้องงอก เมื่อเกิดเป็นเจลมากขึ้นความหนืดก็จะมาก จนทำให้ปริมาณน้ำอิสระที่เหลืออยู่จึงน้อยลง การหลอมละลายของไอศกรีมจึงช้าลงด้วย [4]

ตารางที่ 1 แสดงสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

ปริมาณโยเกิร์ต (% W/V)	อัตราการหลอมละลาย (ร้อยละ)	อัตราการขึ้นฟู (%)	ความหนืด (mPas)
0	$6.66\pm0.47^{a*}$	1.78 ± 0.37^{e}	374.29 ± 2.64^{e}
20	6.27 ± 0.08^{a}	2.30 ± 0.37^{d}	393.04 ± 1.42^{d}
40	5.60 ± 0.01^{b}	2.81 ± 0.23^{c}	429.90 ± 2.07^{c}
60	4.20 ± 0.01^{c}	3.91 ± 1.90^{b}	474.26 ± 2.65^{b}
80	4.23 ± 0.04^{c}	4.19 ± 0.73^{a}	522.38 ± 1.53^{a}

หมายเหตุ : *อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน (ตารางที่ 2) จากผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่า เมื่อปริมาณโยเกิร์ตมากขึ้นส่งผลให้ความเปรี้ยว ความเรียบเนียนของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นแต่จะทำให้การยอมรับลดลงเมื่อปริมาณโยเกิร์ตมากกว่าร้อยละ 40 (P<0.05) โยเกิร์ตที่เติมลงไปในไอศกรีมโยเกิร์ตนั้น ทำหน้าที่ให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตที่เป็นกลิ่นรสสำคัญในไอศกรีมโยเกิร์ตและทำให้เกิดความเปรี้ยวจากกรดอินทรีย์ที่เชื้อจุลินทรีย์ผลิต เช่น กรดแลคติก กรดอะซิติก ซึ่งโยเกิร์ตเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก และเป็นแหล่งโพรไบโอติกที่สำคัญ [15] เมื่อปริมาณโยเกิร์ตมากขึ้นส่งผลให้ความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจะทำให้การยอมรับลดลงเมื่อปริมาณโยเกิร์ตมากกว่าร้อยละ 40 (P<0.05) การเพิ่มปริมาณโยเกิร์ตเป็นการเพิ่มปริมาณของแข็งในผลิตภัณฑ์ ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสทำให้เนื้อไอศกรีมมีความเรียบเนียนขึ้น [16] จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้บริโภคให้การยอมรับการเติมโยเกิร์ตในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่ระดับร้อยละ 40 น้ำหนัก/ปริมาตร ในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ความเรียบเนียน และความชอบรวมสูงสุด (P<0.05) ดังนั้นจึงเลือกชุดการทดลองที่มีการเติมโยเกิร์ตในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่ระดับร้อยละ 40 น้ำหนัก/ปริมาตร เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน

ปริมาณโยเกิร์ต (% W/V)	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความเรียบเนียน	ความชอบรวม
0	6.53±0.51^{c*}	6.57±0.50^{c}	6.67±0.47^{c}	6.70±0.47^{c}	6.70±0.47^{c}
20	6.97±0.41^{b}	7.00±0.37^{b}	7.07±0.36^{b}	7.03±0.67^{b}	7.00±0.26^{b}
40	7.87±0.51^{a}	7.93±0.45^{a}	7.93±0.58^{a}	7.67±0.55^{a}	8.00±0.26^{a}
60	6.97±0.41^{b}	7.00±0.37^{b}	7.17±0.46^{b}	7.03±0.32^{b}	7.07±0.26^{b}
80	6.93±0.25^{b}	7.03±0.32^{b}	6.93±0.36^{b}	7.10±0.48^{b}	7.00±0.00^{b}

หมายเหตุ : *อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3.2 ศึกษาผลของสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

จากการศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวในไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา โดยใช้สารให้ความคงตัว 2 ชนิด คือ เจลาตินและ CMC ในปริมาณร้อยละ 0.2 และ 0.4 W/V ของส่วนผสมทั้งหมด จากผลการทดลอง (ตารางที่ 3) พบว่า เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความหนืด และอัตราการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น (P<0.05) ค่าอัตราการหลอมละลายมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าสารให้ความคงตัวที่เพิ่มขึ้นทำให้ไอศกรีมหลอมละลายช้าลง เนื่องจากเมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความสามารถในการจับตัวกับน้ำได้ดีขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำอิสระที่เหลืออยู่น้อยลง เมื่อนำไปหลอมละลายจึงส่งผลให้อัตราการหลอมละลายของไอศกรีมช้าลง [3] [16] การใช้ CMC เป็นสารให้ความคงตัวทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าอัตราการหลอมละลาย อัตราการขึ้นฟู และความหนืดสูงกว่าการใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว (P<0.05) เนื่องจาก CMC มีสมบัติในการอุ้มน้ำได้สูง และละลายได้ง่ายในส่วนผสม [17] เมื่อความหนืดสูงจะช่วยไม่ให้เกิดการ

ไหลเยิ้มทำให้อัตราการหลอมละลายช้าลง [14] เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวมากขึ้นจะทำให้อัตราการหลอมละลายช้าลง เนื่องจากเมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความสามารถในการจับตัวกับน้ำได้ดีขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำอิสระที่เหลืออยู่น้อยลง เมื่อนำไปหลอมละลายจึงส่งผลให้อัตราการหลอมละลายของไอศกรีมช้าลง [16] การใช้ CMC เป็นสารให้ความคงตัวจะทำให้อัตราการขึ้นฟูและค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ($P<0.05$) ปริมาณเจลาตินและ CMC ที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้อัตราการละลายของไอศกรีมดีขึ้น สารให้ความคงตัวทุกชนิดมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ ช่วยเพิ่มความหนืดและความคงตัวให้กับไอศกรีมเหลว เพิ่มเนื้อให้ไอศกรีม และลดอัตราการละลายของไอศกรีม [3] โดยสารให้ความคงตัวที่เติมลงไปจะจับกับน้ำอิสระที่เกิดจากการหลอมเหลว ซึ่งจะช่วยป้องกันการสร้างผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ถ้าน้ำที่เกิดการหลอมเหลวนั้นแข็งตัวขึ้นอีก นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ทำให้มีความเรียบเนียนและความหนืด ช่วยป้องกันการแยกตัวของน้ำระหว่างการหลอมเหลวและช่วยให้ไอศกรีมมีความต้านทานต่อการหลอมเหลวมากขึ้น [18] [19] [20] จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน (ตารางที่ 4) จากผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่า ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวไม่มีผลต่อการยอมรับด้านสี กลิ่นรส และรสชาติ ($P\geq0.05$) แต่จะมีผลต่อเนื้อสัมผัสและความชอบรวม การเติมสารให้ความคงตัวมากเกินไปจะทำให้ไอศกรีมมีลักษณะการละลายไม่ดี เหนียวหนืด เนื้อหนัก และแฉะ [16] เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นทำให้การยอมรับของผู้ทดสอบชิมเพิ่มขึ้นในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวม ส่งผลให้เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นทำให้การยอมรับลดลง ชุดการทดลองที่ใช้ CMC ร้อยละ 0.2 ได้รับการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดในด้านความชอบรวม ($P<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับการใช้ CMC ร้อยละ 0.4 ในด้านเนื้อสัมผัส ดังนั้นจึงเลือกชุดการทดลองที่มีการใช้ระดับ CMC ร้อยละ 0.2 ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป นอกจากนี้อาจมีการใช้สารให้ความคงตัวชนิดอื่นในการผลิตไอศกรีม เช่น ใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัวในกระบวนการผลิตไอศกรีมลูกพลับแห้ง โดยใช้เจลาตินร้อยละ 1 น้ำหนักต่อน้ำหนัก [21]

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่มีการใช้ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน

สารให้ความคงตัว (W/V%)	อัตราการหลอมละลาย (%)	อัตราการขึ้นฟู (%)	ความหนืด (mPas)
0	$5.32\pm0.02^{a*}$	3.91 ± 0.01^{b}	468.94 ± 0.16^{e}
เจลาติน 0.2	4.26 ± 0.01^{ab}	4.20 ± 0.07^{c}	477.81 ± 0.66^{d}
เจลาติน 0.4	4.17 ± 0.02^{b}	4.37 ± 0.02^{d}	488.68 ± 0.44^{c}
CMC 0.2	4.04 ± 0.11^{c}	4.45 ± 0.02^{a}	492.73 ± 0.33^{b}
CMC 0.4	3.99 ± 0.03^{c}	4.46 ± 0.02^{a}	500.66 ± 0.46^{a}

หมายเหตุ : *อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน ของไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่มีการใช้ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน

สารให้ความคงตัว (W/V%)	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	7.50±0.58	7.73±0.52	7.50±0.86	7.40±0.77^{b*}	7.27±0.74^{ab}
เจลาติน 0.2	7.33±0.66	7.53±0.82	7.80±0.85	7.63±0.72^{ab}	7.37±0.93^{ab}
เจลาติน 0.4	7.60±0.50	7.67±0.48	7.57±0.63	7.73±0.74^{ab}	7.57±0.73^{b}
CMC 0.2	7.47±0.82	7.57±0.82	7.77±0.77	8.03±0.81^{a}	8.03±0.61^{a}
CMC 0.4	7.63±0.62	7.43±0.73	7.57±0.77	8.00±0.79^{a}	7.10±0.80^{c}

หมายเหตุ : *อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\geq0.05$)

3.3 ศึกษาปริมาณสารอาหารในไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา

นำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 4.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่มีการใช้ CMC เป็นสารให้ความคงตัวที่ระดับร้อยละ 0.2 พบว่า ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยามีปริมาณความชื้น 75.14 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.81 ปริมาณไขมันร้อยละ 3.63 ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.13 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 17.29 และไม่พบปริมาณเยื่อใยเนื่องจากในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยามีจุลินทรีย์ในกลุ่มของแบคทีเรียกรดแลคติกซึ่งเป็นโพรไบโอติก [22] ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถผลิตเอนไซม์มาย่อยสารอาหารบางประเภทที่ระบบการย่อยในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ เช่น ใยอาหารให้เป็นสารที่มีประโยชน์และร่างกายดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ [23] ซึ่งไอศกรีมที่มีส่วนผสมของธัญชาติที่ไม่มีการเติมโยเกิร์ตลงในกระบวนการผลิตจะพบเยื่อใยในผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับการผลิตไอศกรีมจากน้ำนมธัญพืชซึ่งใช้กัวร์กัมร่วมกับ CMC เป็นสารให้ความคงตัวร้อยละ 3 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มีปริมาณเยื่อใยร้อยละ 5.54 [24] เมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมทั่วไป พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 4.00 ปริมาณไขมันร้อยละ 8.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 21.8 ไม่มีเถ้าและเยื่อใย [25] ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกจัดอยู่ในกลุ่มไอศกรีมไลท์ (Light ice cream) เนื่องจากเป็นไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าไอศกรีมปกติร้อยละ 50 [26] ซึ่งมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีระหว่างไอศกรีมทั่วไปกับไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอก พบว่าไอศกรีมทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีน ไขมันสูงกว่าไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกเนื่องจากในส่วนผสมของไอศกรีมทั่วไปจะมีนมซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีนและไขมัน ทำให้ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกซึ่งผลิตจากน้ำข้าวกล้องงอกเป็นส่วนผสมหลักมีปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยกว่า จากการนำข้าวพันธุ์พื้นเมืองชนิดอื่นๆ ได้แก่ ข้าวธัญสิรินและข้าวหอมล้านนา มาทำให้สุกหรือผ่านการให้ความร้อนเพื่อเป็นแหล่งสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของจุลินทรีย์สายพันธุ์ Lactobacillus rhamnosus TISTR 047 ทั้งในระหว่างการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีโอกาสทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากโพรไบโอติกมากขึ้น [27] การผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาสอดคล้องกับงานวิจัยดังกล่าวในขั้นตอนการเตรียมน้ำข้าวกล้องงอก จึงเป็นทางเลือกที่

น่าสนใจสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทธัญพืชและเนื้อสัตว์อื่นๆ ได้

3.4 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากผลการทดลองเมื่อนำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่มีการใช้ CMC เป็นสารให้ความคงตัวที่ระดับร้อยละ 0.2 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความเรียบเนียน รสชาติ ความหวาน และความชอบรวมกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป (Consumer) จำนวน 150 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 94 คน (ร้อยละ 62.7) เพศชายจำนวน 56 คน (ร้อยละ 37.3) และมีอายุอยู่ในช่วง 15-19 ปี (ร้อยละ 20) 20-24 ปี (ร้อยละ 56) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 25-29 ปี (ร้อยละ 22) โดยกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยา ในด้านลักษณะสีที่ระดับชอบปานกลาง (7.42±0.77) ด้านกลิ่นในระดับชอบปานกลาง (7.53±0.81) ด้านรสชาติในระดับชอบมาก (8.02±0.79) ด้านเนื้อสัมผัสในระดับชอบปานกลาง (7.81±0.81) และด้านความชอบรวมในระดับชอบมาก (8.07±0.64)

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองผู้บริโภคให้การยอมรับการเติมโยเกิร์ตในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาที่ระดับร้อยละ 40 น้ำหนัก/ปริมาตร CMC ร้อยละ 0.2 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตและเยื่อใยร้อยละ 75.14, 2.81, 3.63, 17.29, 1.13 และ 0.0 ตามลำดับ ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมไชยาในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมในระดับชอบมากด้านสี กลิ่น และรสชาติในระดับชอบปานกลาง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณกลุ่มข้าวกล้องลุงรินสินค้า OTOP ตำบลเลม็ด อำเภอไชยา ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยด้วยดีตลอดมา

6. เอกสารอ้างอิง

1. Saetan, S., 2008, Chaiya Rice [Online], Available : http://rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=277&s=tblrice [2012, May 12]. (In Thai)

2. Sunte, J., Srijesdaruk, V. and Tangwongchai, R., 2007, "Effects of Soaking and Germinating Process on Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) Content in Germinated Brown Rice (Hom mali 105)," *Journal of Agricultural Science*, 38 (6S Suppl), pp. 103S-106S.

3. Marshall, R.T., Goff, H.D. and Hartel, R.W., 2003, Ice cream, 6th ed., Kluwer Academic, Plenum Publishers, New York. 371 p.

4. Reaungwatcharin, U. and Boonmanee, P., 2004, Developing of Low Fat Modified Ice Cream, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University.78 p.

5. Chinabhark, K., 2013, Product Development of Germinated Chaiya Brown Rice Yogurt, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University. 96 p.

6. Chinabhark, K., 2010, Development of Modified ice-Cream from Germinated Chaiya Brown Rice (Oryza sativa L.), Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University. 57 p.

7. Martimou – Voulasiki, I.S. and Zerfiridis, G.K., 1990, "Effect of Some Stabilizers on Textural and Sensory Characteristics of Yogurt Ice Cream from Sheep's Milk," *Journal of Food Science*, 55, pp. 703-707.

8. Arnt, E.A. and Wheling, R.L., 1989, "Development of Hydrolyzed-isomerized Syrups from Cheesewhey Ultrafiltration Parameter and Their Utilization in Ice Cream," *Journal of Food Science*, 5 (4), pp. 880-884.

9. AOAC., 2000, Official Method of Analysis, 17th ed., The Association Analytical Chemist, Washington D.C. 2,200 p.

10. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., 1985, Yogurt : Science and Technology, Pergamon Press, Oxford. 431 p.

11. Labropoulos, A., Palmer, J. and Lopez, A., 1984, "Whey Protein Denaturation of UHT Processed Milk and Its Effects on The Rheology of Yogurt," *Journal of Texture Studies*, 12, 365 p.

12. Clarke, C., 2004, The Science of Ice Cream, 2nd ed., The Royal Society of Chemistry, UK. 193 p.

13. Goff, H.D., 2011, Structure of Ice Cream [Online], Available : http://www.foodsci. uoguelph. ca/dairyedu/ic structure.html [2014, June 09].

14. Boonkong, J. and Wongkaew, N., 2004, "Production of Soybean Milk Ice Cream," *Journal of Food Technology*, Siam University, 1 (1), pp. 31-40. (In Thai)

15. Jitjumtoen, W., 2005, Use of Corn Germ for Substituting Skim Milk Powder in The Production of Probiotic Frozen Yogurt, Master of Food Science Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (In Thai)

16. Marshall, R.T. and Arbukle, W.S., 1996, Ice Cream, 5th ed., Chapman and Hall, New York. 349 p.

17. Arbuckle, W.S., 1986, Ice Cream, 4th ed., Van Nostrand Reinhold, New York. 453 p.

18. Keeney, P.G., 1982, "Development of Frozen Emulsions," *Food Technology*, 36 (11), pp. 65-70.

19. Hagiwara, T. and Hartel, R.W., 1996, "Effect of Sweetener, Stabilizer, and Storage Temperature on Ice Recrystallization in Ice Cream," Journal of Dairy Science, 79, pp. 735-744.

20. Miller-Livney, T. and Hatel, R.W., 1997, "Ice Recrystallization in Ice Cream: Interactive Between Sweeteners and Stabilizers," *Journal of Dairy Science*, 80, pp. 447-456.

21. Ruangchai, S. and Tantakasem, S., 2014, "The Development of Dried Persimmon (Diospyros spp.) Ice-cream," *Journal Agricultural Science*, 45 (2S Suppl), pp. 281S-284S. (In Thai)

22. Montai, P., 2012, "Probiotics," Department of Science Service, Ministry of Science and Technology, 60 (189), pp. 13-15. (In Thai)

23. Praditsrigoon, V., 2006, "Natto," *Food Journal (Thailand)*, 36 (3), pp. 189-194. (In Thai)

24. Noiduang, P. and Maneepon, P., 2014, "Production of Ice Cream from Cereals Milk," *Journal Agricultural Science*, 45 (2S Suppl), pp. 645S-648S. (In Thai)

25. Institute of Nutrition, 2002, Food Composition Database for Inmucal Program, Mahidol University, 262 p. (In Thai)

26. Charoenkul, A., 2015, Milk and Milk Products Technology [Online], Available : http:// www.elearning2.utcc.ac.th/officialtcu/econtent/ sf411/ [2015, March 14]. (In Thai)

27. Srisuvor, N., 2016, "Use of Cooked Rice (Oryza sativa L.) of Indigenous Cultivars as Food Matrices for Probiotics," *KMUTT Research and Development Journal*, 39 (1), pp. 55-65. (In Thai)