การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา (*Oryza sativa L.)*

Development of modified ice-cream from germinated Chaiya brown rice (*Oryza sativa L.*)

นายกฤตภาส จินาภาค[1]

Krittabhart Chinabhark[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิ (20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 ปริมาตร/ปริมาตร) ที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา จากการศึกษาพบว่า ความหนืดจะขึ้นกับอัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอก คือ เมื่อปริมาณน้ำข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้น ความหนืดจะเพิ่มขึ้น แต่ค่าอัตราการขึ้นฟู และอัตราการหลอมละลายลดลง ($P<0.05$) เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ที่อัตราส่วนน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิ 40:60 ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากนั้นทำการศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวในไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา โดยใช้สารให้ความคงตัว 2 ชนิด คือ แป้งข้าวโพดและกลูโคสไซรัป ร้อยละ 0.2 และ 0.4 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืด อัตราการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) แต่จะทำให้อัตราการหลอมละลายลดลง โดยการใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.4 ให้ความหนืด อัตราการขึ้นฟูสูงสุด และอัตราการหลอมละลายต่ำสุด ($P<0.05$) ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลต่อการหลอมละลาย ($P<0.05$) ชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดมีอัตราการหลอมละลายต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใช้กลูโคสไซรัปที่ทุกระดับความเข้มข้น เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบรวมในชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.4 มากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.2 เมื่อนำไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยาที่ใช้แป้งข้าวโพดเป็นสารให้ความคงตัวร้อยละ 0.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.52 ปริมาณไขมันร้อยละ 4.47 ปริมาณเยื่อใยร้อยละ 0.14 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.46 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 13.63

คำสำคัญ: ข้าวกล้องงอก ไอศกรีม สารให้ความคงตัว

ABSTRACT

The purpose of this research was to study ratio of germinated brown rice water : milk coconut (20:80 40:60 60:40 80:20 and 100:0 v/v) of modified ice cream from germinated Chaiya brown rice (*Oryza sativa L.*) From the result, ice cream sample are increased the viscosity and Overrun, but melting rate decreased when the germinated brown rice water increased. The quality of sensory evaluated found that suitable ratio for the modified ice cream from germinated Chaiya brown rice (*Oryza sativa L.*) production is 40: 60.

Physical and sensory properties of ice cream samples prepared with stabilizers including corn flour and glucose syrup levels (0, 0.2 and 0.4%w/w) and to determine the suitability of stabilizer levels that could produce the best quality ice cream. The addition of stabilizers made ice cream samples more viscous and overrun than the control sample and also decreased

[1]สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี e-mail: krittabhart@yahoo.com

Food Science and Technology Program, Science and Technology Faculty, Suratthani Rajabhat University

meltdown rate properties. The ice cream prepared with 0.4 corn higher viscosity than those prepared with any levels of stabilizers. The addition of corn flour at 0.4% (w/v) gave good acceptability for the product. However, corn flour level showed no significant effect on the sensory test of ice cream. Based on sensory test, the optimum used stabilizer containing 0.2% corn flour produced the ice cream. From the result, the percentage of protein, fat, fiber, ash and carbohydrate of the modified ice cream from germinated Chaiya brown rice (*Oryza sativa L.*) are 0.52, 4.47, 0.14, 0.46 and 13.63 respectively.

Keywords: Brown rice germinated, ice cream, stabilizer

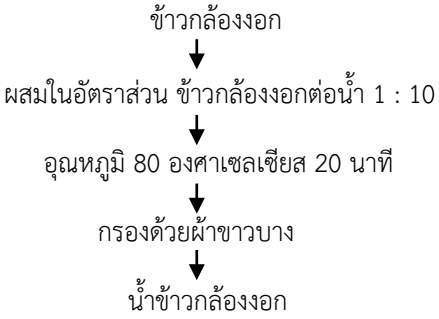
คำนำ

ปัจจุบันอาหารเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมมาก เนื่องจากผู้บริโภคในปัจจุบันหันมาใส่ใจในเรื่องของสุขภาพกันมากขึ้น ซึ่งน้ำข้าวกล้องงอกก็เป็นอาหารที่ที่ประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยสารอาหารสำคัญที่ได้จากน้ำข้าวกล้องงอก คือ ใยอาหาร ไขมันที่เป็นประโยชน์ วิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามิน บี 1 บี 2 เอ อี แร่ธาตุต่างๆ คือ เหล็ก ซิลิเนียม แคลเซียม และอื่นๆ คาร์โบไฮเดรต สารต้านอนุมูลอิสระบางกลุ่ม เช่น Gamma-oryzanol ประโยชน์ที่ได้จากการรับประทานข้าวกล้องงอกนั้น นอกจากจะเป็นประโยชน์ที่ได้รับจากสารกาบา ไม่ว่าจะเป็นช่วยให้สมองผ่อนคลาย ป้องกันโรคอัลไซเมอร์ บำรุงระบบประสาท หรือลดความดันโลหิตแล้ว การรับประทานข้าวกล้องงอกยังช่วยลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ช่วยระบบย่อยอาหาร ช่วยให้สมองผ่อนคลาย นอนหลับสบาย และช่วยควบคุมน้ำหนักตัวได้ด้วย แถมยังช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ ไม่ให้แก่ก่อนวัยได้ ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่สำคัญในประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวสูงตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของธุรกิจการท่องเที่ยว โดยเฉพาะการส่งออกนั้นมีการขยายตัวสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คาดว่าอนาคตการส่งออกไอศกรีมมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง เนื่องจากปัจจัยเกื้อหนุนการผลิตไอศกรีมของไทยมีจุดแข็งในแง่ของการมีวัตถุดิบที่หลากหลาย โดยเฉพาะการใช้ผลไม้ท้องถิ่นมาผลิตไอศกรีม ทำให้รสชาติไอศกรีมของไทยมีเอกลักษณ์ที่เป็นจุดขายได้เป็นอย่างดี การมีกำลังการผลิตที่เพียงพอ ต้นทุนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำจึงทำโอกาสในการเติบโตของธุรกิจไอศกรีมเป็นไปได้สูง ซึ่งข้าวหอมไชยาเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองแห่งทุ่งไชยาของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปลูกมากที่อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี หากมีการนำข้าวหอมไชยามาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ซึ่งเป็นผลิตใหม่ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของเมืองไชยา และสามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย ความเหมาะสมกับยุคสมัยใหม่ที่ผู้คนให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพของตนเองและให้ความสนใจต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยทำให้ผู้ที่รับประทานอาหารประเภทนี้ได้รับคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์แก่ข้าวพันธุ์พื้นเมืองของอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานีช่วยทำให้ผู้ที่รับประทานอาหารประเภทนี้ได้รับคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น และเป็นการนำข้าวที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์

วิธีการวิจัย

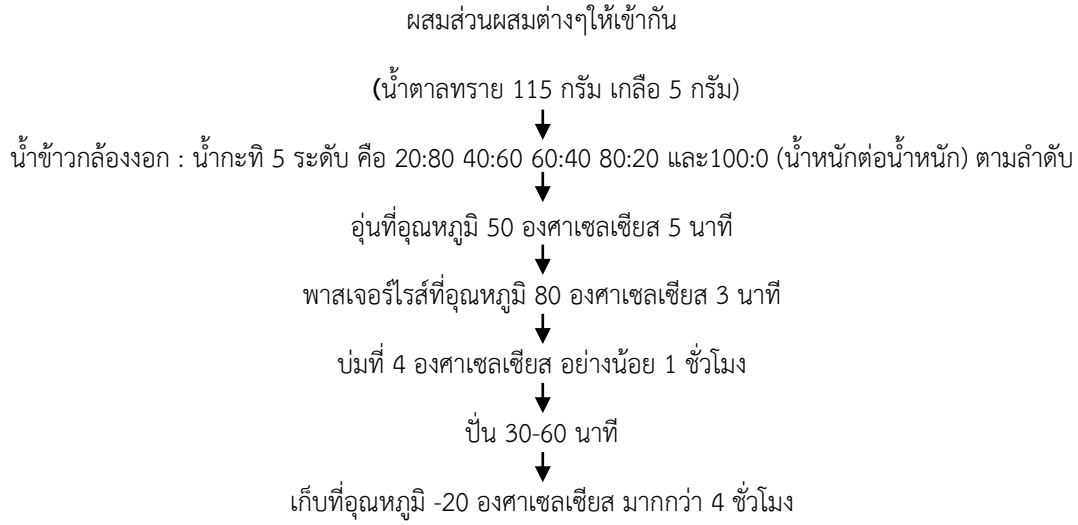
1. ศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

การเตรียมข้าวงอก เป็นการเตรียมข้าวก่อนนำไปทำเป็นข้าวงอก โดยเพาะข้าวกล้องให้เป็นข้าวกล้องงอก (นิดดา, 2552) ทำการผลิตน้ำข้าวงอก วิธีการผลิตแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตน้ำข้าวกล้องงอก
ที่มา: นิดดา (2552)

เมื่อได้น้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา นำมาทำการศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิเหมาะสมในการผลิตไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา 5 ระดับ คือ 20:80 40:60 60:40 80:20 และ100:0 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ตามลำดับ วิธีการผลิตแสดงดังภาพที่ 2 ในการผลิตไอศกรีมมีส่วนต่างๆ ดังนี้



ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตไอศกรีม

ที่มา: ดัดแปลงจากอุราภรณ์ และไพโรจน์ (2547)

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน ในด้านกลิ่น การหลอมละลาย ความเรียบเนียน ความมัน ความหวาน สี และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA : Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีดันแคน (DMRT : Duncan's Multiple Range Test) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และนำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ความหนืด (Martimou-Voulasiki and Zerfiridis., 1990) การหลอมละลาย (Arntd and Wheling, 1989) และอัตราการขึ้นฟู (Martimou-Voulasiki and Zerfiridis., 1990) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2. ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวในไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

โดยศึกษาชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัว 2 ชนิด คือ แป้งข้าวโพดและกลูโคสไซรัป โดยทำการศึกษา 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0.2 และ 0.4 แล้วนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา (ข้อ 1) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน ในด้านกลิ่น การหลอมละลาย ความเรียบเนียน ความมัน ความหวาน สี และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีดัน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และนำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ความหนืด การหลอมละลาย และอัตราการขึ้นฟู ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

นำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยาดังนี้ ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 2000) ปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 2000) ปริมาณเยื่อใย (A.O.A.C., 2000) ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 2000)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ศึกษาอัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

1.1 คุณภาพทางกายภาพ

ความหนืดจะขึ้นกับอัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอก (ตารางที่ 1) เมื่อปริมาณน้ำข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้น ความหนืดจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการพองตัวของเม็ดแป้งในน้ำข้าวกล้องงอก เมื่อปริมาณน้ำข้าวกล้องงอกมาก การพองตัวของเม็ดแป้งจะเพิ่มขึ้น ความหนืดก็จะเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงในช่วงของการบ่มทำให้ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น เพราะเป็นระยะที่ไขมันจะจับตัวกันเป็นก้อนไขมันแข็ง โปรตีน และสารที่ทำให้เข้ากันก็จะดึงน้ำเข้าหาตัว ทำให้เกิดการพองตัว และความหนืดสูงขึ้น (Clarke, 2004) เมื่ออัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้นอัตราการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) เนื่องจากปริมาณไขมันลดลง และการพองตัวเป็นเจล ทำให้ขั้นตอนการตีปั่นไอศกรีมอากาศจะกระจายตัวเข้าไปในส่วนผสม มีลักษณะเป็นฟองอากาศเล็กๆ อากาศที่เข้าไปจะทำให้ปริมาตรของส่วนผสมเพิ่มขึ้น (อุราภรณ์ และไพโรจน์, 2547) ส่วนชุดการทดลองที่อัตราส่วน 100:0 มีอัตราการขึ้นฟูต่ำสุด เนื่องจากความหนืดที่มากจนเกินไป จนทำให้ไปขัดขวางการกระจายของฟองอากาศในขณะที่ตีปั่น จึงส่งผลให้อัตราการขึ้นฟูต่ำ เมื่ออัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกมาก อัตราการหลอมละลายจะลดลงตามระดับของน้ำข้าวกล้องงอกที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) เนื่องจากการพองตัวเป็นเจลของน้ำข้าวกล้องงอก เมื่อเกิดเป็นเจลมาก ความหนืดก็จะมาก จนทำให้ปริมาณน้ำอิสระที่เหลืออยู่จึงน้อยลง การหลอมละลายของไอศกรีมจึงช้าลง (อุราภรณ์ และไพโรจน์, 2547)

1.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2) พบว่า กลิ่นรส ความเรียบเนียน ความมัน ความหวาน และความชอบรวมมีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) ชุดการทดลองที่มีกลิ่นรสเป็นที่นิยมมากที่สุดคือ น้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิ 40:60 อัตราส่วนของน้ำกะทิที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความเรียบเนียน ทำให้เม็ดไขมันเกาะตัวกันได้ดี ฟองอากาศมีการเสถียรกัน (อุราภรณ์ และไพโรจน์, 2547) จึงส่งผลให้ไอศกรีมมีความเรียบเนียน ความหวาน มีความแตกต่างกันเนื่องจากอัตราส่วนของน้ำกะทิมากส่งผลให้มีความมันมาก ความมันจึงส่งผลกระทบต่อรสหวาน ให้มีความหวานน้อยลง ความมัน มีความแตกต่างกันเนื่องจาก อัตราส่วนของน้ำกะทิในแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกัน จึงส่งผลให้ความมันแตกต่างกัน ชุดการทดลองที่มีความมันเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดคือ 40:60 ความชอบ

รวม แตกต่างกัน ผู้บริโภคชอบอัตราส่วนน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิ ที่ 40:60 เนื่องจากมีกลิ่นรส ความเรียบเนียน ความหวาน และความมัน เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิ ที่ 40:60 เพื่อใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1. คุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

ชุดการทดลอง น้ำข้าวกล้องงอก : น้ำกะทิ	การขึ้นฟู (%)	อัตราการหลอมละลาย (ร้อยละ)	ความหนืด (mPas)
20 : 80	3.71±0.01^{d*}	0.75±0.01^{a}	121.67±0.58^{e}
40 : 60	5.78±0.02^{c}	0.35±0.02^{c}	383.33±2.08^{c}
60 : 40	7.11±0.11^{b}	0.53±0.02^{b}	421.67±1.53^{d}
80 : 20	8.18±0.02^{a}	0.22±0.01^{d}	594.00±2.65^{b}
100 : 0	2.13 ±0.04^{e}	0.16±0.22^{e}	727.33±1.53^{a}

หมายเหตุ : * อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 2. ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale

อัตราส่วน น้ำข้าวกล้องงอก : น้ำกะทิ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	กลิ่นรส	ความเรียบเนียน	ความมัน	ความหวาน	ความชอบรวม
20 : 80	7.10±0.76^{b*}	7.50±0.86^{a}	7.37±0.76^{b}	7.33±0.84^{b}	7.57±1.10^{b}
40 : 60	7.77±0.68^{a}	7.70±0.92^{a}	8.03±0.72^{a}	7.97±0.56^{a}	8.07±0.74^{a}
60 : 40	6.47±0.86^{c}	6.50±0.94^{b}	6.73±0.83^{c}	6.70±0.79^{c}	7.03±1.03^{c}
80 : 20	6.30±0.79^{c}	6.33±0.99^{b}	6.70±0.92^{c}	6.67±0.96^{c}	6.53±1.01^{d}
100 : 0	5.73±1.01^{d}	6.20±0.89^{b}	6.17±0.70^{d}	6.50±0.90^{c}	6.40±0.77^{d}

หมายเหตุ : *อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

2. ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวในไอศกรีมน้ำข้าวกล้องงอก

2.1. คุณภาพทางด้านกายภาพ

ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลต่อค่าความหนืดของไอศกรีม เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) (ตารางที่ 3) เนื่องจากสารให้ความคงตัวจะไปจับตัวกับน้ำ หรือเกิดการฟอร์มตัวทำให้มีลักษณะเป็นเจล ส่งผลให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้น (Marshall and Arbuckle, 1996) โดยสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดมีผลทำให้ค่าความหนืดแตกต่างกัน จากการใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.4 ให้ความหนืดสูงสุด ($P<0.05$) เนื่องจากในการให้ความร้อนอาจเกิดจากการฟอร์มตัวของเม็ดแป้งจนเกิดเป็นเจล และส่งผลให้ความหนืด

เพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546) ส่วนการใช้กลูโคสไซรัปมีความหนืดน้อยกว่าการใช้แป้งข้าวโพด เนื่องจากในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้กลูโคสไซรัปนั้นจะผ่านการทำให้สุกมาก่อน เมื่อโดนความความร้อนอีกครั้งจึงฟอร์มตัวเหมือนกับแป้งข้าวโพด (สุวรรณา, 2543) แป้งข้าวโพดจะให้อัตราการขึ้นฟูสูงสุด (ตารางที่ 3) แป้งข้าวโพดจะเกิดการฟอร์มตัวเป็นเจลเมื่อโดนความร้อน เมื่อตีปั่นอากาศสามารถแทรกเข้าไปในไอศกรีมเหลวได้มาก ทำให้อัตราการขึ้นฟูสูงขึ้น (อุราภรณ์ และไพโรจน์, 2547) อัตราการขึ้นฟูมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าความหนืด (วรรณา และสุภาณี, 2543) ชุดการทดลองที่ใช้กลูโคสไซรัปมีอัตราการขึ้นฟูต่ำ เนื่องจากมีความหนืดต่ำ เกิดจากการไม่ฟอร์มตัวเป็นเจลเมื่อตีปั่นอากาศแทรกเข้าไปในไอศกรีมเหลวได้น้อย ทำให้อัตราการขึ้นฟูต่ำ (Marshall and Arbuckle, 1996) ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลต่อการหลอมละลาย (ตารางที่ 3) ชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดมีอัตราการหลอมช้ากว่าชุดการทดลองที่ใช้กลูโคสไซรัปที่ทุกระดับความเข้มข้น ($P<0.05$) ชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.4 มีอัตราการหลอมละลายต่ำที่สุด เนื่องจากมีความหนืดสูง ช่วยไม่ให้เกิดการไหลเยิ้มทำให้อัตราการหลอมละลายช้าลง (นวลจันทร์ และวศิน, 2545) เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวมากขึ้นจะทำให้อัตราการหลอมละลายช้าลง เนื่องจากเมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความสามารถในการจับตัวกับน้ำได้ดีขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำอิสระที่เหลืออยู่น้อยลง ส่งผลให้อัตราการหลอมละลายของไอศกรีมช้าลง (Marshall and Arbuckle, 1996)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยาเมื่อเติมสารให้ความคงตัว

ชุดการทดลอง	การขึ้นฟู (%)	อัตราการหลอมละลาย (ร้อยละ)	ความหนืด (mPas)
ชุดควบคุม	$2.51\pm0.04^{e*}$	4.29 ± 0.06^{a}	124.67 ± 2.52^{e}
กลูโคสไซรัป 0.2%	3.61 ± 0.05^{d}	3.88 ± 0.05^{b}	152.00 ± 2.65^{d}
กลูโคสไซรัป 0.4%	4.24 ± 0.04^{c}	2.26 ± 0.05^{c}	218.33 ± 1.53^{c}
แป้งข้าวโพด 0.2%	5.59 ± 0.05^{b}	1.93 ± 0.06^{d}	384.33 ± 2.31^{b}
แป้งข้าวโพด 0.4%	5.78 ± 0.04^{a}	1.80 ± 0.02^{e}	586.99 ± 2.65^{a}

หมายเหตุ : * อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2.2. คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลต่อความเรียบเนียน และความชอบรวม ($P<0.05$) โดยชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.4 มีคะแนนด้านความเรียบเนียนสูงสุด (ตารางที่ 3) เมื่อเพิ่มปริมาณสารให้ความคงตัวจะส่งผลให้คะแนนด้านความเรียบเนียนมากขึ้น เนื่องจากปริมาณสารให้ความคงตัวที่เพิ่มขึ้นจะไปจำกัดการโตของผลึกน้ำแข็ง จึงทำให้มีความเรียบเนียนเพิ่มขึ้น (Budiaman and Fennema, 1987) สอดคล้องกับ Sutto and Wilcox (1998) รายงานว่า ปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดผลึกและการขยายขนาดของผลึกจะมากขึ้น ส่งผลให้ไอศกรีมมีความเรียบเนียนขึ้น ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวมีผลต่อความความชอบรวม แต่การใช้สารให้ความคงตัวชนิดเดียวกันในปริมาณที่ต่างกัน ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในด้านความชอบรวมไม่แตกต่างกัน ผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบรวมในชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.4 มากที่สุด เนื่องจากด้านกลิ่นรส ความมัน ความหวาน ความเรียบเนียน มีคุณลักษณะที่ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.2 ($P>0.05$) ชนิดและปริมาณสาร

ให้ความคงตัวไม่มีผลต่อกลิ่นรส ความมัน และความหวาน (P>0.05) โดยแนวโน้มคะแนนด้านกลิ่นรส ความมัน และความหวานเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale at 9-point ของไอศกรีมน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยาที่เติมสารให้ความคงตัว

ชนิดและปริมาณ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
สารให้ความคงตัว	กลิ่นรส	ความเรียบเนียน	ความมัน	ความหวาน	ความชอบรวม
0	7.03±0.96^{ns}	5.74±0.97^{c*}	7.08±1.34^{ns}	6.98±1.23^{a}	6.72±1.03^{b}
กลูโคสไซรัป 0.2	7.03±0.96	6.63±0.93^{b}	7.23±0.97	6.90±1.16^{a}	6.70±1.15^{b}
กลูโคสไซรัป 0.4	7.07±1.14	6.60±1.00^{b}	7.33±1.15	7.10±1.09^{a}	6.83±1.21^{b}
แป้งข้าวโพด 0.2	7.53±0.94	7.23±0.90^{a}	7.53±0.90	7.33±0.99^{a}	7.50±1.14^{a}
แป้งข้าวโพด 0.4	7.47±1.11	7.73±1.01^{a}	7.73±1.01	7.50±1.17^{a}	7.87±1.20^{a}

หมายเหตุ : *อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

นำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2 คือ ชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 5) พบว่า มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 0.52, 4.47, 0.14, 0.46 และ 13.63 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมธรรมดา (กองวิจัยโภชนาการ, 2545) มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 4.00 ปริมาณไขมันร้อยละ 3.5 ไม่พบเถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 28.80 พบว่า ไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยามีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าเนื่องจากในการผลิตไอศกรีมธรรมดามีการใช้นมเป็นส่วนผสมซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ส่วนไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยาไม่มีการใช้นมเป็นส่วนผสมทำให้มีองค์ประกอบของนมน้อยส่งผลให้ปริมาณโปรตีนน้อยลง แต่มีปริมาณไขมันสูงกว่าเนื่องจากมีการใช้กะทิเป็นส่วนผสมหลักทำให้ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น ส่วนเยื่อใยที่พบเป็นส่วนเยื่อใยที่ได้จากข้าวกล้องงอก

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยา

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักเปียก)	ร้อยละ
โปรตีน	0.52
ไขมัน	4.47
เยื่อใย	0.14
เถ้า	0.46
คาร์โบไฮเดรต	13.63

สรุป

เมื่ออัตราส่วนของน้ำกะทิเพิ่มขึ้น ความหนืด และอัตราการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกมากอัตราการหลอมละลายจะลดลง ผู้บริโภคมีความชอบอัตราส่วนน้ำข้าวกล้องงอกต่อน้ำกะทิ ที่ 40:60 มากที่สุด ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลต่อค่าความหนืดของไอศกรีม เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นจะ

ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) โดยสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดให้ค่าความหนืดแตกต่างกัน เมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวมากขึ้นจะส่งผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น แป้งข้าวโพดจะให้อัตราการขึ้นฟูสูงสุด อัตราการขึ้นฟูมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าความหนืด และมีผลต่ออัตราการหลอมละลาย ชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดมีอัตราการหลอมละลายช้ากว่าชุดการทดลองที่ใช้กลูโคสไซรัปที่ทุกระดับความเข้มข้น เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลต่อความเรียบเนียน และความชอบรวม ($P<0.05$) ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวไม่มีผลต่อกลิ่นรส ความมัน และความหวาน ($P>0.05$) ผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบรวมในชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.4 มากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.2 ($P>0.05$) ไอศกรีมดัดแปลงน้ำข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมไชยาที่ใช้แป้งข้าวโพดเป็นสารให้ความคงตัวร้อยละ 0.2 มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 0.52, 4.47, 0.14, 0.46 และ 13.63 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความร่วมมือหลายฝ่าย ทั้งผู้ทดสอบชิม ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ข้อเสนอแนะและแนะนำเพื่อให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ จึงขอขอบคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยโภชนาการ. 2545. Food composition database for inmucal program. มหาวิทยาลัยมหิดล.

นวลจันทร์ รักชาติ และวศิน กปลกาญจน์. 2545. การผลิตไอศกรีมน้ำนมข้าว. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิดดา หงส์วิวัฒน์. 2552. ข้าวกล้อง ข้าวงอก มหัศจรรย์อาหารต้านโรค. แสงแดด. กรุงเทพฯ.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

สำเริง แซ่ตัน. 2552. ข้าวพันธุ์พื้นเมือง-ข้าวหอมไชยา. ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง

อุราภรณ์ เรืองวัชรินทร์ และไพโรจน์ บุญมณี. 2547. การพัฒนาไอศกรีมดัดแปลงไขมันต่ำ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

A. O. A. C. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. (17thed). Washington D.C., USA: The Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.

Arnt, E. A. and Wheling, R. L. 1989. Development of hydrolyzed-isomerized syrups from cheesewhey ultrafiltration parameter and their utilization in ice cream. J. Food Sci. 5(4): 880-884.

Budiaman. E. R., and 0. Fennema. 1987. Linear rate of water crystallization as influenced by temperature. of hydrocolloid suspensions. J. Dairy Sci. 70:534

Clarke, C. 2004. The science of ice cream. 2nd edtion. The Royal Society of Chemistry. UK.

Marshall, R. T. and Abuckle, W.S. 1996. Composition and properties, stabilizers and emulsifiers *In* Industrail Ice-Cream. Pp. 27-44, 71-75. New York: Chapman&Hall.

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. J. Food Sci. 55: 703-707.

Sutton, R. L. and Wilcox, J. 1998. Recrystallization in model ice cream solution as affected by stabilizer concentration. J. Food Sci. 63(1): 9-11.