รายงานการวิจัย

การศึกษาคุณภาพของไอศกรีมเสริมด้วยเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

Study to the Quality of the Ice-cream Supplemented with the Aril of Gac Fruit (*Momordica cochinchinensis* (Lour.)Spreng.)

ผกามาส ปุรินทราภิบาล
ทิพย์ บุญล้ำ
สุภาษิต ชูกลิ่น
รุ่งทิพย์ จูฑะมงคล
ดวงเดือน สงฤทธิ์
ชริน บุญยะเดช
ธีระพงค์ หมวดศรี
ธีระวัฒน์ สุขใส
ถิรพร ปานชัน
พิศรดี พุทธคุณ

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสหกรณ์โคนมพัทลุง จำกัด
งบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณงานวิจัยนี้ที่ได้รับการสนับสนุนจาก สหกรณ์โคนมพัทลุง จำกัด งบประมาณประจำปี 2558 ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนวัสดุ, อุปกรณ์ และบุคลากรทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะก่อประโยชน์ในทางการศึกษา และผู้สนใจทั่วไป

ผ.ศ. ผกามาส ปุรินทราภิบาล
และคณะ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ ใช้เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ที่มีคุณลักษณะค่าสี L* 35.46±0.02 ค่าสี a* 38.89±0.16 และค่าสี b* 30.59±0.34 เสริมในไอศกรีมสูตรพื้นฐานที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่า การเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ทำให้ได้ไอศกรีมที่มีค่าสีเปลี่ยนแปลงไปโดยมีค่าสีแดง และสีเหลือง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ การใช้เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นด้วย การปรับปรุงกลิ่นด้วยกลิ่นสตรอเบอรี่ และกลิ่นกล้วยหอม พบว่า ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวกลิ่นกล้วยหอม ได้รับคะแนนของความชอบรวมสูงสุด 8.44±0.48 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรที่ไม่ปรับปรุงกลิ่น 7.27±0.54 และการใช้กลิ่นสตรอเบอรี่ 7.36±0.40 คุณค่าทางโภชนาการของไอศกรีมเสริมร้อยละ 5ของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวกลิ่นกล้วยหอม มีดังนี้ ความชื้น 62.15±0.69 โปรตีน 2.43±0.73 ไขมัน 14.40±0.37 เยื่อใย 0.48±0.06 เถ้า 0.73±0.03 และคาร์โบไฮเดรต 18.78±0.39 ทั้งนี้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน

คำสำคัญ : เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ไอศกรีม สารให้กลิ่นกล้วยหอม

ABSTRACT

This study was supplemented the basal ice- cream with 5%, 10 and 15% of the aril of seeds of the Gac fruit ,that colour in L* 35.46 ± 0.02 ,a * 38.89 ± 0.16 and b * 30.59 ± 0.34, and the result in the significantly ($p< 0.05$) increasing of red and yellow in color of the ice-cream. Improving flavor of the ice-cream with

strawberry and banana flavoring agents found that the banana flavoring ice cream had the maximum acceptance score , 8.44 ± 0.48, significantly difference from the non-aromatic formula ,7.27 ± 0.54, and the strawberry flavor ,7.36 ± 0.40.Nutritional values of the ice-cream with banana flavor and 5% aril of seed of Gac fruit were moisture content 62.15 ± 0.69%, protein 2.43 ± 0.73%, fat 14.40 ± 0.37%, fiber 0.48 ± 0.06% ash 0.73 ± 0.03% and carbohydrate 18.78 ± 0.39%. There were no significant difference (p> 0.05) with basic ice cream

Keywords : the aril of seeds of the Gac fruit, ice-cream, banana flavoring agents

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
ทฤษฎีและเอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 14
วิธีการดำเนินการวิจัย 15
วัสดุและอุปกรณ์ 15
วิธีการ 16
ผลการวิจัยและอภิปรายผล 23
สรุป 36
เอกสารอ้างอิง 37
ภาคผนวก 39

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม	8
2	ไลโคปีน (lyco-pene) และ เบต้า-แคโรทีน (β-carotene) (มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ กัน	12
3	ส่วนผสมของไอศกรีมสูตรพื้นฐาน	17
4	ระดับคะแนนแบบ 9 – point hedonic scale ของการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว	20
5	คุณลักษณะของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้	26
6	คุณลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว	27
7	คุณภาพทางแคมีของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว	32
8	ค่าทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว	33
9	ค่าทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวภายหลังการปรับปรุงกลิ่น	34
10	เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการของไอศกรีมไม่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว และไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว	35

กลิ่นกล้วยหอม

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว	13
2	ขั้นตอนการเตรียมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวสำหรับนำมาใช้ในการทดลองนี้	16
3	ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว	19
4	ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมสูตรแต่งกลิ่น	21
5	ลักษณะระยะการสุกของผลฟักข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้	24
6	เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้	25
7	ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของส่วนผสมรวมของสูตรไอศกรีม	29
8	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอัตราการละลายของไอศกรีมกับเวลา	31

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สีผสมอาหารใช้เพื่อเพิ่มความดึงดูดใจ แต่งแต้มสีสัน ทำให้อาหารน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น การใช้สีผสมอาหารช่วยให้การผลิตอาหารหรือผลิตภัณฑ์อาหารเป็นที่พอใจ ของผู้บริโภค เกี่ยวกับคุณค่าของและเป็นการหาจุดเด่นของผลิตภัณฑ์อาหารในทุก ๆ สถานการณ์สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐ อเมริกา ได้สรุปความสำคัญของการใช้สีผสมอาหาร คือ 1) ช่วยในการแก้ไขปัญหาอันเกิดจากการแปรเปลี่ยนสีตามธรรมชาติหรือการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารในขณะแปรรูปและเก็บรักษา 2) เป็นการเน้นหรือรักษาเอกลักษณ์ของกลิ่นรสซึ่งโดยปกติเกี่ยวข้องกับสีของอาหารหรือสีผสมอาหาร 3) เป็นการแก้ไขปัญหาอันเกิดจากผลกระทบของการแปรรูปอาหาร การบรรจุหีบห่อ การจัดจำหน่าย เพื่อประกันคุณภาพอาหาร และ 4) ช่วยในการถนอมเอกลักษณ์หรือรูปลักษณ์ที่ทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันสหรัฐอเมริกาได้แบ่งสีผสมอาหารออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่ง สีผสมอาหารยกเว้นการควบคุมหรือไม่ประกาศควบคุมสีผสมไม่ประกาศควบคุม ได้แก่ สีที่ได้จากพืชผัก ผลไม้ สัตว์ สีเหล่านี้จึงถูกเรียกว่า สีผสมอาหารตามธรรมชาติ ตัวอย่างสีผสมอาหารตามธรรมชาติ ได้แก่ คลอโรฟิล ไรโบฟลาวิน เป็นต้น ส่วนสีสังเคราะห์ทางเคมีที่เลียนแบบโครงสร้างสีจากธรรมชาติ โดยเป็นที่ยอมรับไม่ควบคุมตามกฎหมาย ได้แก่ เบต้า-แคโรทีน ใช้ทำสีของเนยเทียม, เนยเหลว, เนยแข็ง, ไอศกรีม, น้ำผลไม้คั้น และเครื่องดื่ม และกลุ่มที่สองสีผสมอาหารที่บังคับให้ประกาศควบคุม

สีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ตามประกาศกระทวงสาธารณสุขฉบับที่ 21 (พ.ศ. 2522) ซึ่งได้แบ่งสีผสมอาหารที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ผสมอาหารได้ 3 ประเภท คือ 1) สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ ได้แก่ กลุ่มสีแดง ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau-4 R) เออริโธรซีน (Erythro sine) คาร์โมอีซีนหรือเอโซรูบีน (Carmoisine or Azorubine) กลุ่มสีเหลือง ได้แก่ ตาร์ตราซีน (Tartra zine) ซันเซต เยลโลว์ เอฟซีเอฟ (Sunset yellow FCF) ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) กลุ่มสีเขียว ได้แก่ ฟาสต์กรีน เอฟซีเอฟ (Fast green FCF) และกลุ่มสีน้ำเงิน ได้แก่ อินดิโกคาร์มีน หรืออินดิโกทีน (Indigocarmine or indigotine) บริลเลียนต์บลู เอฟซีเอฟ (Brilliant blue FCF) 2) สีอนินทรีย์ ได้แก่ ผงถ่านที่ได้จากเผาพืช (Veget able charcoal) และไตเตเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) 3) สีที่ได้จากธรรมชาติ โดยการสกัดพืช ผัก ผลไม้และสัตว์ที่ใช้บริโภคได้โดยไม่เกิดอันตราย และสีชนิดเดียวกันที่ได้จากการสังเคราะห์ กลุ่มที่ 1 สีธรรมชาติ ที่สกัดจากพืช ผัก ผลไม้ และสัตว์ ได้แก่ ชนิดสีเหลือง จากขมิ้นชัน, ขมิ้นอ้อย, ดอกโสน, ฟักทอง, ลูกตาลยี, ดอกคำฝอย, ดอกกรรณิการ์ และลูกพุด ชนิดสีแดง จากครั่ง (เป็นแมลงตัวเล็ก ๆ ชอบอาศัยอยู่ตามต้นก้ามปู ต้นโพธิ์ ต้นทองกวาว) ข้าวแดง, มะเขือเทศสุก, กระเจี๊ยบ, มะละกอ,

ถั่วแดง และพริกแดง ชนิดสีม่วงจากดอกอัญชันสีน้ำเงินผสมมะนาว, ข้าวเหนียวดำและถั่วดำ ชนิดสีเขียว จากใบเตย, ใบย่านาง, พริกเขียวและใบคะน้า ชนิดสีน้ำตาล จากน้ำตาลไหม้ ชนิดสีน้ำเงินจากดอกอัญชัน ชนิดสีดำ จากถ่านกาบมะพร้าว, ถั่วดำและดอกดิน และชนิดสีแสดจากเมล็ดของผลคำแสด กลุ่มสีชนิดเดียวกันที่ได้จากการสังเคราะห์ โคชินิล (Cochineal) สีจากคาโรทีนอยด์

(Carotenoide) ได้แก่ แคนธาแซนธีน (Canthaxanthine) คาโรทีน (Carotenes, natural) เบตา-คาโรทิน (Beta-carotene) เบตา-อะโป-8-คาโรทีนาล (Beta-apo-8,-carotenal) เบตา-อะโป-8-คาโรทีโนอิคแอซิด (Beta-apo-8,-carotenoic acid) เอทิลเอสเตอร์ของ เบตา-อะโป-8-คาโรทีโนอิค แอซิด (Ethyl ester of Beta-apo-8,-carotenoic acid) เอทิลเอสเตอร์ของ เบตา-อะโป-8-คาโรทีโนอิค แอซิด (Ethyl ester of Beta-apo-8,-carotenoic acid) เมทิลเอสเตอร์ของ เบตา-อะโป-8-คาโรทีโนอิค แอซิด (Methyl ester of beta-apo-8-carotenoic acid) คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และคลอโรฟิลล์คอปเปอร์คอมเปลกซ์ (Chlorophyll copper complex)

สีผสมอาหารเป็นสีสังเคราะห์ เมื่อผสมอาหารและรับประทานเข้าไปในร่างกายอาจทำให้เกิดอันตรายได้จากเหตุ 2 ประการ คือ 1) อันตรายจากสีสังเคราะห์ ถึงแม้จะเป็นสีสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารได้ หากบริโภคในปริมาณที่มากหรือบ่อยครั้ง จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค คือ สีจะไปเคลือบเยื่อบุกระเพาะอาหาร และลำไส้ทำให้น้ำย่อยอาหารออกมาไม่สะดวก อาหารย่อยยาก เกิดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และชัดขวาง การดูดซึมอาหาร ทำให้ท้องเดิน น้ำหนักลด อ่อนเพลีย อาจมีอาการของตับและไตอักเสบ ซึ่งจะเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง และ 2) อันตรายจากสารอื่นที่ปะปนมา ในปริมาณที่มากเกินไป ได้แก่ โลหะหนักต่าง ๆ เช่น แคดเมียม ตะกั่ว สารหนู ปรอท พลวง โครเมียม เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสีทาบ้าน และสีย้อมผ้า แม้ได้รับในปริมาณเล็กน้อย ก็สามารถสะสมอยู่ในร่างกาย และทำให้เกิดอันตรายขึ้นได้ เช่น พิษจากสารหนูนั้นเมื่อเข้าไปในร่างกาย จะสะสมอยู่ตามกล้ามเนื้อ กระดูก ผิวหนัง ตับและไต จะเกิดอาการอ่อนเพลียกล้ามเนื้ออ่อนแรง เกิดความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร โลหิตจาง และหาได้รับสารหนูปริมาณมากในครั้งเดียวจะเกิดพิษต่อร่างกายทันที โดยปาก และโพรงจมูกไหม้เกรียมแห้ง ทางเดินอาหารผิดปกติ กล้ามเนื้อเกร็ง เพ้อคลั่ง และยังอาจมีอาการหน้าบวม หนังตาบวมด้วย ส่วนตะกั่วนั้นจะมีพิษต่อระบบประสาทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง อาจทำให้ถึงกับชีวิตใน 1 – 2 วัน ส่วนอาการมีพิษเรื้อรังนั้นจะพบเส้นตะกั่วสีม่วงคล้ำที่เหงือก มือตก เท้าตก เป็นอัมพาต เกิดอาการผิดปกติของทางเดินอาหาร คลื่นไส้ อาเจียน และอาจพบอาการทางระบบประสาทได้

ดังนั้น พืชอาหารเพื่อสุขภาพที่มีสารพฤกษเคมี (phytochemical) และคุณค่าทางสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพน่าจะเป็นทางออกสำหรับการป้องกันปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดย “ฟักข้าว” เป็นพืชพื้นบ้านที่มีศักยภาพสูงที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เพราะมีปริมาณเบตาแคโรทีนและไลโคพีน การวิจัยหลายฉบับรายงานไว้ว่าในเยื่อหุ้ม

เมล็ดที่มีสีแดงในฟักข้าวนั้นมีสารพฤกษเคมีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoids) สูง โดยเฉพาะสารไลโคพีน (lycopene) และสารเบต้าแคโรทีน (beta-carotene) ซึ่งสาระสำคัญข้างต้นนี้สามารถลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะอาหาร และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีรายงานการนำเยื่อหุ้มเมล็ดจากผลสุกของฟักข้าวมาพัฒนาเป็นแคปซูลฟักข้าว เยื่อหุ้มเมล็ดแช่เยือกแข็ง เยื่อหุ้มเมล็ดตากแห้ง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ขนมแคปซูล อาหารเสริมสุขภาพและเครื่องสำอาง (พัชริน, 2555) ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสนใจในการนำเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมาเสริมในไอศกรีม เพื่อเป็นแนวทางที่สามารถเพิ่มศักยภาพของการใช้ประโยชน์ฟักข้าว

ทฤษฎีและเอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ไอศกรีม

1.1 มาตรฐานไอศกรีม

ไอศกรีมเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ไอศกรีมแบ่งเป็น 5 ชนิด คือ ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมนมที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือแต่บางส่วนหรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันแต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมดัดแปลงแล้วแต่กรณีซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ไอศกรีมชนิดเหลวหรือแห้งหรือผงที่ได้จากไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลงหรือไอศกรีมผสม ไอศกรีมหวาน-เย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาลหรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ไอศกรีมดังกล่าวอาจใส่วัตถุแต่งกลิ่นรสและสีด้วยก็ได้ ซึ่งไอศกรีมทุกชนิดยกเว้นไอศกรีมชนิดเหลวหรือแห้งหรือผงต้องผ่านกรรมวิธีตามลำดับดังต่อไปนี้ การผ่านความร้อนต้องผ่านกรรมวิธีหนึ่งวิธีใดดังนี้ ทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 68.5 องศาเซลเซียสและคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาทีหรือทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียสและคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 25 วินาทีและจะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิพร้อมด้วยเครื่องบันทึกอัตโนมัติแสดงอุณหภูมิเวลาที่ใช้จริงหรือทำให้ร้อนโดยกรรมวิธีอื่นตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบด้วย จากนั้นทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิองศาเซลเซียสและคงไว้ที่อุณหภูมินี้ นำส่วนผสมที่ได้ไปปั่นกวนหรือผสมแล้วแต่กรณีและทำให้เยือกแข็งที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -2.2 องศาเซลเซียสก่อนบรรจุลงในภาชนะบรรจุเพื่อจำหน่ายและต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -2.2 องศาเซลเซียสนี้จนกว่าจะจำหน่ายโดย ไอศกรีมต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) ไอศกรีมนมต้องมีมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนักและมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก

(2) ไอศกรีมดัดแปลงต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(3) ไอศกรีมผสมต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับ (1) หรือ (2) แล้วแต่กรณีทั้งนี้ไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่

(4) ไอศกรีมหวานเย็นและไอศกรีมตามข้อ (1) (2) หรือ (3) ต้อง

4.1) ไม่มีกลิ่น

4.2) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหารเอฟเอโอ/ดับบลิวเอชโอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex) ที่ว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหารและฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

4.3) ไม่มีวัตถุกันเสีย

4.4) มีบักเตรีได้ไม่เกิน 600,000 โคโลนีในอาหาร 1 กรัม

4.5) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิดอี.โคไล (Escherichia coli) ในอาหาร 0.01 กรัม

4.6) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (ราชกิจจานุเบกษา, 2556)

4.7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

น้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่

(5) ไอศกรีมชนิดเหลวต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (1) (2) หรือ (3) แล้วแต่กรณีและต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (4) ด้วย

สำหรับไอศกรีมชนิดแห้งหรือผงต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้ ไม่มีกลิ่นหืน มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของไอศกรีมชนิดนั้น มีลักษณะไม่เกาะเป็นก้อนผิดไปจากลักษณะที่ทำขึ้น ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาลได้โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหารเอฟเอโอ/ดับบลิวเอชโอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex) ที่ว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหารและฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร ไม่มีวัตถุกันเสีย มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนักมีบักเตรีได้ไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ การใช้วัตถุเจือปนอาหารในไอศกรีมให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหาร

1.2 ชนิดของไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ทางการค้า

แบ่งชนิดของไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ทางการค้าเป็น 17 ชนิด (วรรณาและวิบูลย์ศักดิ์, 2531) ดังต่อไปนี้

(1) Plain Ice cream เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยสารที่ให้สีและกลิ่นในปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ของส่วนผสมของไอศกรีม เช่น ไอศรีมวานิลา กาแฟและคาราเมล

(2) Chocolate เป็นไอศกรีมที่เติมผงโกโก้หรือช็อกโกแลต

(3) Fruit เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้อาจมีการเติมสีหรือกลิ่นของผลไม้บรรจุกระป๋องหรือผลไม้เชื่อม-แช่อิ่ม

(4) Nut เป็นไอศรีมที่ประกอบด้วยผลไม้เนื้อแข็ง (nut) เช่น อัลมอนด์ วอลนัต ถั่วลิสง และอื่น ๆ อาจเติมสีหรือกลิ่นเพิ่มเติม

(5) Frozen (French ice cream หรือ French custard ice cream) เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยปริมาณเนื้อไข่แดง (egg York solids) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.4 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์

(6) Ice milk เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันร้อยละ 2-7 ของแข็งไม่รวมไขมันร้อยละ 12 – 15 โดยมีการเติมสารให้ความหวาน และมีลักษณะแช่แข็งเหมือนไอศกรีม

(7) Fruit Sherbet เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้น้ำตาลสารให้ความคงตัวและผลิตภัณฑ์นมมีลักษณะคล้ายน้ำแข็งแต่ใช้นม (นมพร่องมันเนย นมขาดมันเนย นมข้นหรือนมผง) แทนที่จะใช้น้ำอย่างเดียว

(8) Ice เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้น้ำตาล สารให้ความคงตัว อาจมีการเติมกรดผลไม้ (Fruit acie) กลิ่นหรือน้ำ แล้วนำไปแช่แข็งโดยทั่วไปประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 28 – 30 และมีค่าการขึ้นฟูร้อยละ 20 – 25 ไม่มีการใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นม

(9) Confection เป็นไอศกรีมที่มีกลิ่นรสตามต้องการ มีชิ้นลูกกวาด เช่น peppermint stick, buttercruch sinv chocolate chip ในผลิตภัณฑ์

(10) Pudding เป็นไอศกรีมที่มีผลไม้ผสมนัท ลูกเกด มีการเติมเหล้า เครื่องเทศ หรือไข่ ตัวอย่างเช่น Nesselrode และ plum pudding

(11) Mousse เป็นไอศกรีมที่ทำจากครีมน้ำตาลสี เติมกลิ่นและนำไปแช่แข็ง บางครั้งใช้นมข้นเพื่อให้ได้เนื้อไอศกรีมที่ดี

(12) Variegated Ice cream เป็นไอศกรีมวานิลาธรรมดาที่มีน้ำเชื่อมหรือของเหลวข้น ๆ เช่น ช็อกโกแลต butterscotch ซึ่งทำให้ไอศกรีมมีลายคล้ายหินอ่อน

(13) Variegated Ice cream เป็นไอศกรีมที่มักประกอบด้วยส่วนผสมที่ให้กลิ่นต่าง ๆ กัน (กลิ่นผสม)

(14) Neapolitan เป็นไอศกรีมที่มี 2 รสในภาชนะเดียวกัน

(15) New York หรือ Philadelphia เป็นไอศกรีม วานิลาธรรมดาที่มีการเติมสีเข้ม ๆ อาจเติมไขมันและไข่มากกว่าในสูตรไอศกรีมทั่ว ๆ ไป

(16) Soft Serve Ice cream หรือ Ice milk เป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการบ่มแข็ง (Hardening) เหมือนไอศกรีมทั่ว ๆ ไป การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ไม่ใช้การตักแต่จะไขออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมโดยตรง

(17) Rainbow Ice cream เป็นไอศกรีมสายรุ้งได้จากการเติมสีตั้งแต่ 6 สีขึ้นไปจนทำให้มองเห็นเป็นสีสายรุ้งเวลาจำหน่ายจะไขออกจากเครื่องปั่นเหมือน Ice milk

1.3 ส่วนประกอบของไอศกรีม

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตไอศกรีมนั้นมีหลายชนิด แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ วัตถุดิบที่มาจากส่วนประกอบของน้ำนมหรือผลิตภัณฑ์นม และวัตถุดิบที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของน้ำนมหรือผลิตภัณฑ์นม วัตถุดิบที่มาจากน้ำนมหรือผลิตภัณฑ์นม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญและเป็นส่วนประกอบพื้นฐานในการผลิตไอศกรีม ส่วนประกอบเหล่านี้ ได้แก่ ไขมันและของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน ซึ่งได้จากนมสด นมข้นระเหยเนย นมผงและหางนมผง ส่วนวัตถุดิบที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ น้ำ น้ำตาล สารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์ วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตไอศกรีมมีผลต่อลักษณะและคุณภาพของไอศกรีม ดังนี้ (อรพิน, 2553 ; วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

(1) ไขมันเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญในการผลิตไอศกรีมซึ่งช่วยเพิ่มรสชาติ ความมันทำให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่มและสร้างบอดี้ให้แก่ไอศกรีมที่เป็นที่พอใจ มีความเกี่ยวข้องกับกลิ่นรสที่ซับซ้อนและเป็นตัวช่วยเสริมกลิ่นรสที่เติมลงไปแต่มีข้อจำกัดที่ราคาแพง แคลอรีสูง ปริมาณไขมันสูงเป็นข้อจำกัดในการบริโภคไอศกรีม นอกจากนี้ ไขมันยังมีผลทำให้อัตราการตีขึ้นฟูลดลงไขมันนมใช้กับไอศกรีมที่มีคุณภาพดีแต่ในกรณีที่มีการนำน้ำมันพืชมาใช้แทนไขมันนมไอศกรีมที่ได้ก็มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับแต่จะต้องคำนึงถึงชนิดและคุณสมบัติของน้ำมันที่นำมาใช้โดยเฉพาะ จุดหลอมเหลวและส่วนประกอบซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและความคงตัวของผลิตภัณฑ์

ไอศกรีมในระหว่างการเก็บรักษาชนิดของน้ำมันพืชที่เหมาะสมที่สุดจะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ไอศกรีม และของหวานแช่เยือกแข็งคือ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์มและ plam kernel oil น้ำมันเหล่านี้ต้องผ่านการไฮโดรจิเนทบางส่วนจนมีจุดหลอมเหลว 30 - 35 องศาเซลเซียสและให้ลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไอศกรีมที่ทำจากไขมันนม

(2) ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย ประกอบด้วย โปรตีน แลกโตส แร่ธาตุ และส่วนประกอบอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญ ช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และการตีขึ้นฟูของไอศกรีม ส่วนประกอบที่สำคัญในของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันคือ โปรตีน ซึ่งมีบทบาทสำคัญคือความสามารถในการจับน้ำและคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ น้ำตาลแลกโตสเป็นตัวจำกัดปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันเพราะแลกโตสละลายได้ค่อนข้างต่ำ หากใช้ในปริมาณสูงกว่าร้อยละ 10 - 11 จะตกผลึกมีผลทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเป็นเนื้อทราย ให้ความรู้สึกที่ไม่ดีเมื่อรับประทาน หรือหากใช้น้ำนมเข้มข้นจะส่งผลให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสหยาบ และเกิดกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อาจเกิดรสชาติเค็มและมีกลิ่น cook flavor หางนมผงที่ผลิตโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย ใช้กันมากในอุตสาหกรรมการผลิตไอศกรีมและมีข้อดีที่มีอายุการเก็บยาวนานภายใต้สภาวะการเก็บที่ดี นมผงที่ผ่านความร้อนปานกลางเหมาะสมที่สุด เพราะมีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ การเกิดโฟม และการดูดซับน้ำ ส่วนนมผงพร่องมันเนยอาจเป็นทั้งแหล่งของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน และไขมันนม แต่เสื่อมคุณภาพจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายซึ่งไม่เป็นผลดีต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีม และผลิตภัณฑ์จากเวย์ได้รับความสนใจในการนำไปใช้เป็นแหล่งของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มมากขึ้น เวย์ผงสามารถใช้ทดแทนหางนมผงบางส่วนได้เป็นอย่างดี แต่ใช้ปริมาณมากไม่ได้เพราะมีปริมาณแร่ธาตุสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มมาก และมีปริมาณแลกโตสสูงทำให้เกิดการตกผลึก ในปัจจุบันจะใช้ของผสมระหว่างหางนมผง เวย์ผงและในบางกรณีอาจใช้เคซีนด้วย

(3) สารให้ความหวานเป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำที่แข็งตัวและความอ่อนนุ่มในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมช่วยปรับปรุงคุณภาพของเนื้อสัมผัส และเพิ่มรสชาติ แต่หากใช้ปริมาณมากจะทำให้ไอศกรีมมีรสหวานจัดเกินไป และลดอัตราการตีขึ้นฟู นอกจากนี้ทำให้ใช้เวลาในการปั่นไอศกรีมนาน ตลอดจนต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ๆ ในขั้นตอนการบ่มแข็ง สารให้ความหวานที่นิยมใช้ ได้แก่ ซูโครส เพราะมีราคาถูก โดยอาจใช้เพียงอย่างเดียวหรือใช้ผสมกับคาร์โบไฮเดรตตัวอื่น ใช้ได้ทั้งรูปเม็ด ผลึกและน้ำเชื่อม สารให้ความหวานจากการย่อยสลายข้าวโพดมีทั้งในรูปผงและน้ำเชื่อม และมักใช้ในระดับร้อยละ 30 ร่วมกับซูโครส น้ำเชื่อมข้าวโพดจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีม สารให้ความหวานชนิดอื่น ๆ ที่ได้จากแป้งข้าวโพด พบว่า มีการนำมาใช้ในการผลิตไอศกรีมเพิ่มขึ้น เด็กโทสมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งและลดการผลึกของแล็กโตส น้ำเชื่อมข้าวโพดมีปริมาณฟรุกโตสสูง ทำให้จุดเยือกแข็งลดต่ำลง และเหมาะสำหรับใช้ในการผลิตไอศกรีมที่สามารถบริโภคได้ทันทีที่นำออกจากตู้แช่เยือกแข็งที่มีอุณหภูมิต่ำมาก นอกจากนี้น้ำเชื่อมข้าวโพด มีฟรุกโตสสูงมีความสำคัญในการผลิตไอศกรีมสำหรับผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก ขณะที่ผู้ผลิตบางรายเห็นว่าน้ำเชื่อมข้าวโพดที่มีมอลโทสสูงมีข้อดีกว่าคือให้ไอศกรีมที่มีเนื้อและกลิ่นรสที่ดี

(4) อิมัลซิไฟเออร์เป็นสารทีทำให้เกิดอิมัลชัน เพราะมีความสามารถในการลดแรงตึงผิวใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติในการตีให้ขึ้นฟูของส่วนผสม และให้ส่วนผสมมีเนื้อเนียนและเนื้อสัมผัสที่แห้งนอกจากนี้ยังช่วยให้กระบวนการผลิตง่ายขึ้นด้วยการเติมอิมัลซิไฟเออร์มีประสิทธิภาพ

มากกว่าการใช้โปรตีนนมเพราะมีโมเลกุลที่เล็กและเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าและทำให้เม็ดไขมันเสียความทรงตัว (destabilize) ซึ่งทำให้เกิดการจับตัวเป็นกลุ่มก้อนในระดับที่เหมาะสมและป้องกันการละลายที่เร็วเกินไป

(5) สารให้ความคงตัวมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำ ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนอีกส่วนหนึ่งมาจากการสร้างร่างแหสามมิติขึ้นในส่วนของเหลว ทำให้น้ำไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ การจับกับน้ำหรือการดึงน้ำไม่ให้เคลื่อนที่ช่วยปรับปรุงความคงตัวของไอศกรีมในระหว่างการเก็บรักษา ชะลอการเกิดผลึกน้ำแข็ง สาเหตุจากความแปรปรวนของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาและการส่งจำหน่าย นอกจากนี้สารให้ความคงตัวช่วยให้ส่วนผสมมีความข้นหนืด ให้ความมันเมื่อบริโภค และเกี่ยวข้องกับอากาศที่แทรกอยู่ภายในเนื้อ ลักษณะเนื้อสัมผัสจุดหลอมเหลวของไอศกรีม ชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวที่ใช้ขึ้นกับส่วนประกอบธรรมชาติของส่วนประกอบตัวแปรในกระบวนการผลิต และอายุการเก็บรักษาที่ต้องการ โดยทั่วไปส่วนผสมที่มีปริมาณของแข็งสูงและผลิตโดยกระบวนการยูเอชที ต้องการสารให้ความคงตัวน้อยกว่า ส่วนผสมที่มีปริมาณของแข็งต่ำ และผลิตโดยการพาสเจอไรส์แบบใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (HTST) ชนิดของสารให้ความคงตัวมีอยู่มากมาย (ตารางที่ 1) ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเล เช่น คาราจีแนน และอัลจีเนตมีการใช้กันมาก

(6) สีและสารให้กลิ่นรสใช้เติมในไอศกรีมเกือบทุกชนิด โดยมีแนวโน้มในการนำสารจากธรรมชาติมาใช้ ซึ่งสีและสารให้กลิ่นรสจะช่วยสร้างความนิยมให้กับผู้บริโภคและดึงดูดความสนใจต่อผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ก็ต้องคำนึงถึงปริมาณที่เติมเพราะอาจจะมีกลิ่นฉุน หรือมีสีเข้มมากเกินไปทำให้ผู้บริโภคไม่นิยมในผลิตภัณฑ์ได้ ไอศกรีมที่ผลิตโดยใช้น้ำมันพืชทดแทนไขมันนมจะมีกลิ่นรสเฉพาะตัวของน้ำมันพืชจำเป็นต้องกลบกลิ่นโดยเติมกลิ่น สำหรับกลิ่นรสของไขมันนมจะรบกวนกลิ่นรสที่เติมลงไปจำเป็นต้องปรับสมดุลระหว่างกลิ่นรสและความหวาน สำหรับอุณหภูมิในการเสิร์ฟหรือบริโภคจะมีผลต่อกลิ่นรสด้วย คือที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้กลิ่นรสอ่อนลง

ตารางที่ 1 ชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

ชนิดของสารให้ความคงตัว	ผลของสารให้ความคงตัวต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีม
- โปรตีนเจลาติน	ช่วยให้เนื้อไอศกรีมอยู่ตัวดี
- อนุพันธ์ของสาหร่ายทะเลคาราจีแนน	ป้องกันการตกตะกอนของเวย์โปรตีนและการแยกตัวของของเหลวทำให้ส่วนผสมของไอศกรีมมีความข้นหนืดสูง
- อัลจีเนตให้คุณสมบัติที่ดีด้านเนื้อสัมผัสการหลอมเหลวและความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษา	
- อนุพันธ์ของเซลลูโลส CMC – carboxymethyl cellulose ละลายได้ในน้ำเย็น	ให้เนื้อไอศกรีมที่แห้งมีเนื้อสัมผัสที่ดีและทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี
- อนุพันธ์ของเซลลูโลส Microcrystalline cellulose	ใช้ร่วมกับสารให้ความคงตัวในกลุ่มของกัมจะมีประสิทธิภาพสูงในส่วนผสมที่ใช้เวย์โปรตีน
- กัวร์กัม ละลายได้ดีในน้ำเย็น	ให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อที่มีความข้นมากแต่หากใช้มากเกินไป

ตารางที่ 1(ต่อ) ชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

จะเกิดลักษณะเป็นเมือก - ยางโลคัสบีนให้ความข้นหนืดและเนื้อสัมผัสที่ดีมีคุณสมบัติที่ดีเกี่ยวกับการหลอมเหลวและการป้องกันการเกิด heat shock ในไอศกรีมได้ดี

ที่มา : ดัดแปลงจากอรพิน (2553)

1.4 กระบวนการพื้นฐานในการผลิตไอศกรีม

กระบวนการพื้นฐานในการผลิตไอศกรีมประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ (อรพิน, 2553; ปราณี, 2545)

(1) การผสมวัตถุดิบที่เป็นของเหลว เช่น ครีมนม นมข้น น้ำเชื่อมและอื่น ๆ จะผสมในถังโดยทำให้ส่วนผสมร้อนพร้อมกับคนไปเรื่อย ๆ ส่วนวัตถุดิบแห้ง เช่น ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน ไข่ผง โกโก้ น้ำตาลและสารให้ความคงตัวจะเติมลงในส่วนผสมที่เป็นของเหลว วิธีป้องกันไม่ให้ส่วนผสมจับตัวกันเป็นก้อน คือผสมวัตถุแห้งทั้งหมดเข้ากับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้า ๆ และร่อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลวโดยที่ของเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส หรือหากเป็นครีมแข็งเนยและผลิตภัณฑ์แช่แข็งควรตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ส่วนสีและกลิ่นจะเติมในส่วนผสมเป็นลำดับสุดท้าย ก่อนนำส่วนผสมไปปั่นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในระหว่างการผสมคือหากมีอากาศปะปนเข้าไปอาจเกิดปัญหาการไหม้ในกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ หรือเกิดการแยกชั้นของเวย์ที่ก้นภาชนะในกระบวนการโฮโมจิไนส์หรือการบ่ม

(2) การพาสเจอไรส์ โดยทั่วไปการให้ความร้อนกับส่วนผสมของไอศกรีมจะใช้ในระดับที่สามารถทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค แต่อย่างไรก็ตามจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรคก็จะลดลงด้วยการพาสเจอไรส์แบบใช้อุณหภูมิต่ำเวลานาน (LTLT,Low Temperature Long Time) ใช้กับกระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง เหมาะสำหรับการผลิตที่มีกำลังการผลิตต่ำใช้อุณหภูมิ 65 – 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 30 นาที ส่วนการให้ความร้อนแบบ HTST(High Temperature Short Time) ใช้อุณหภูมิ 82 – 87 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 30 วินาที ในระเหว่างการพาสเจอไรส์ อิมัลซิไฟเออร์และสารให้ความคงตัว ที่ต้องอาศัยความร้อนช่วยในการละลาย จะละลายและเปลี่ยนเป็นสารแขวนลอย คุณสมบัติในการอิมัลซิไฟต์ และการให้ความคงตัวของเวย์โปรตีน จะเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการเสียสภาพธรรมชาติของโมเลกุลของเวย์โปรตีน ซึ่งจะให้ผลดีต่อคุณภาพของไอศกรีม ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นครีมมากกว่า เนื้อสัมผัสเรียบ และเนื้อดีกว่าการเสียสภาพธรรมชาติอย่างสมบูรณ์ ต้องอาศัยความร้อนที่รุนแรง แต่การใช้ความร้อนมากเกินไปนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสจนไม่เป็นที่ยอมรับรสชาติ เป็นปัจจัยที่จำกัดการใช้อุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นต้มและคาราเมลขึ้น

(3) การโฮโมจิไนส์ จุดประสงค์เพื่อกาลดขนาดของเม็ดไขมัน และเพื่อให้อิมัลซิ-ไฟเออร์ที่เติมลงไปไกระจายอยู่ในส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งที่ผิวหน้าของเม็ดไขมันที่เกิดขึ้นใหม่ เพื่อจะปรับปรุงคุณสมบัติการตีให้ขึ้นฟู และการเติมอากาศ นอกจากนี้การโฮโมจิไนส์จะป้องกันการแยกชั้นของครีมช่วยทำให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม และทำให้การปั่นผสมเป็นไปได้ง่ายรวดเร็ว ใช้เวลาในการบ่มไม่นาน และช่วยลดปริมาณการใช้สารให้ความคงตัวให้น้อยลงด้วย

(4) การบ่มส่วนผสมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์และโฮโมจิไนส์แล้ว จะถูกทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วและนำส่วนผสมไปบ่มที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 8-24 ชั่วโมง ซึ่งจุดประสงค์ของการบ่มส่วนผสมคือเพื่อให้เนื้อไอศกรีมมีความนุ่ม ไม่เหลวตัวง่าย และทำให้การตีปั่นง่ายขึ้น และระหว่างการบ่มจะมีกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้นดังนี้

4.1) ส่วนผสมแห้งจะดูดซับน้ำอย่างสมบูรณ์มีผลต่อความข้นหนืดของส่วนผสมและทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อความมัน ความต้านทางการละลายและความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษา

4.2) เกิดการตกผลึกของไขมันและโปรตีน จะคายน้ำจากผิวหน้าของเม็ดไขมัน ทำให้ไอศกรีมมีคุณภาพดี และความคงตัวในการเก็บรักษา

(5) การแช่เยือกแข็ง ขั้นตอนการแช่เยือกแข็งหรือการปั่นไอศกรีม แบ่งเป็นสองขั้นตอน คือ ขั้นที่หนึ่ง เป็นขั้นการลดอุณหภูมิของเครื่องแช่เยือกแข็ง มีการกวนการเติมอากาศทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีอากาศแทรกอยู่ภายในหรือเรียกว่าขั้นการปั่นให้แข็ง ซึ่งจะประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก ขั้นที่สองจะไม่มีการเติมอากาศและการแช่เยือกแข็งเกิดขึ้นในสภาวะที่สงบนิ่งภายในห้องแช่เยือกแข็งเพื่อทำให้เนื้อไอศกรีมทั้งหมดแข็งตัว เรียกขั้นนี้ว่าการบ่มแข็ง

(6) การบ่มแข็งไอศกรีมที่ได้จากการปั่นมีลักษณะที่ค่อนข้างเหลว มีรูปร่างไม่แน่นอน จึงต้องนำมาแช่แข็งโดยที่ไม่ต้องคนหรือปั่นจนมีอุณหภูมิ

(7) การเก็บรักษา การเก็บผลิตภัณฑ์ไอศกรีมควรเก็บที่อุณหภูมิคงที่ ไม่เช่นนั้นการแปรปรวนของอุณหภูมิในห้องเก็บจะนำไปสู่การเกิดเนื้อสัมผัสที่เป็นน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ คือควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -25 ถึง -30 องศาเซลเซียสและควรวางภาชนะติด ๆ กัน จะทำให้ผลิตภัณฑ์จะมีอายุการเก็บรักษาที่ดีมาก

2. ฟักข้าว (gac fruit)

ฟักข้าว (gac fruit) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Momordica cochinchinensis Spreng. จัดอยู่ในพืชตระกูลแตงและมะระ มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ทางตอนใต้ของประเทศจีน พม่า ญี่ปุ่น อินเดีย ไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย และบังคลาเทศ ประเทศเวียดนาม นิยมปลูกฟักข้าวเพื่อการค้า ในประเทศไทยฟักข้าวเป็นผักโบราณพื้นบ้านนิยมนำมาบริโภคกันทุกภูมิภาคโดยนำยอดอ่อนและผลอ่อนมาลวกรับประทานกับ

น้ำพริกหรือทำแกงเลียง พันธุ์ของฟักข้าวที่มีการปลูกเพื่อการค้าในเวียดนามนั้นจะมีขนาดของผลใหญ่กว่าของไทยโดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 710.80 กรัมและมีเยื่อหุ้มเมล็ด 124.68 กรัม คิดเป็นร้อยละ 17.54 โดยน้ำหนักในขณะที่พันธุ์พื้นเมืองของไทยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 437.90 กรัม มีส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด 110.28 กรัม คิดเป็นร้อยละ 20.5 โดยน้ำหนักซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่าผลสุกเต็มที่ของแหล่งพันธุ์จากเวียดนาม

ฟักข้าว *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. เป็นไม้เถาอายุหลายปีอยู่ในวงศ์แตง พบการกระจายพันธุ์เฉพาะในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลสุกมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีแดงเข้มซึ่งอุดมไปด้วยสารไลโคฟีนและบีตาแคโรทีน ในด้านการให้ผลผลิตพบว่า ฟักข้าวแหล่งพันธุ์ไทยให้ผลผลิตตลอดปีผลผลิตรวม 134.97 กิโลกรัม ในขณะที่แหล่งพันธุ์เวียดนามให้ผลผลิตในช่วง

เดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ผลผลิตรวม 17.55 กิโลกรัม ผลสุกของฟักข้าวอุดมไปด้วยสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่ให้สีเหลืองส้มและส้มแดง สารสีเหล่านี้พบมากที่เยื่อหุ้มเมล็ด (ภาพที่ 1) ซึ่งมีสารไลพีนมากและมีความแปรปรวนของข้อมูลอยู่ในช่วงกว้างตั้งแต่ 38.00 – 372.80 มิลลิกรัม / 100 กรัมน้ำหนักสด และมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่นในช่วง 8.30 – 83.60 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 2) ความแปรปรวนในช่วงกว้างนี้อาจมีสาเหตุจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธ์ฤดูกาล พื้นที่การผลิต ระยะเก็บเกี่ยว และการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน ส่วนในเนื้อผลฟักข้าวมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ในช่วง 1.60 – 5.80 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด แต่ไม่พบปริมาณสารไลโคฟีนอยู่เลย (อภิญญา และมนต์ทิพย์, 2012) ปริมาณสารไลโคพีนในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีปริมาณมากกว่ามะละกอ แตงโม ฝรั่ง และมะเขือเทศ ถึงประมาณ 13 10 10 และ 7 เท่าตามลำดับ นอกจากนี้ในผลฟักข้าวยังประกอบด้วยกรดไขมันที่จำเป็นและเป็นแหล่งของวิตามินอีที่มีปริมาณ 7.60 มิลลิกรัม/100 กรัม อีกด้วย ประโยชน์ของการบริโภคอาหารที่มีสารไลโคพีนและเบต้าแคโรทีน
ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทีเกิดขึ้นในร่างกายเหล่านี้ จะสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคเกี่ยวกับการมองเห็น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก และโรคหลอดเลือดหัวใจ อีกทั้งช่วยเพิ่มพลาสมาในเลือดได้ด้วย (อภิญญา และ มนต์ทิพย์, 2012)

ตารางที่ 2 ไลโคปีน (Lycopene) และ เบต้า-แคโรทีน (β-carotene) (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ในเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ กัน

Reference	Cultivar	Season	Stage	Lycopene	β-carotene	method
Vuong *et al.* (2002)	Hanoi, Vietnam	NA	NA	80.20	17.50	HPLC
Aoki et al. (2002)	Ho Chi minh, Vietnam	NA	NA	38.00	10.10	HPLC
Ishida et al. (2004)	Northern, Vietnam	NA	Fully ripe	154.60-305.40	63.60-83.60	HPLC
Vuong et al. (2006)	Vietnam	NA	Fully ripe	40.80	8.30	HPLC
Nhung et al.	Hai Duong, Vietnam	Nov 2008	Colour Break to fully Ripe	237.80-372.80	25.70-37.90	HPLC
Kubola and Siriamornpun	Naknophanom, Thailand	May-July	Fully ripe	70.00	-	HPLC

(2011) 2009

ที่มา : อภิญญา และ มนต์ทิพย์, 2012

ภาพที่ 1 ลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว
ที่มา : วัชราภรณ์, 2011

ฟักข้าวเป็นพืชที่ปลูกมากในแถบภูมิภาคเขตร้อนและในเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมีปริมาณไลโคพีนรวมทั้งบีตาแคโรทีนอยู่ในปริมาณสูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาคุณภาพของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวทางด้านกายภาพ และเคมี ตลอดจนมีการนำเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมาใช้ร่วมในการผลิตไอศกรีม ศศิกานต์ และ บวรศักดิ์ (2012) ศึกษาคุณภาพของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสี พบว่า มีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 43.51, 26.56 และ 18.15 ตามลำดับ ด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าพร้อมทั้งปริมาณไลโคพีน พบว่า มีค่าพีเอช 4.78 ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าร้อยละ 7.92, 17.20 และ 1.01 ตามลำดับ ส่วนปริมาณไลโคพีน 338.32 ไมโครกรัม/กรัม ด้านจุลินทรีย์ พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ประมาณ 2.2×10^7 โคโลนี/กรัม จากนั้นศึกษาการผลิตไอศกรีม จากนั้นศึกษาการผลิตไอศกรีมฟักข้าวโดยใช้ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ ร้อยละ 60, 70, 80 และ 90 แล้วประเมินความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่า ค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของไอศกรีมซึ่งเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวร้อยละ 60, 70, 80 และ 90 มีค่าเท่ากับ 5.58, 5.68, 5.70 และ 5.48 ตามลำดับ ($p>0.05$)

วัตถุประสงค์ของโครงกรวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพของไอศกรีมเสริมด้วยเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบคุณภาพของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 วัสดุ

1.1.1 วัตถุดิบในการผลิตไอศกรีม

(1) นม UHT สหกรณ์โคนมพัทลุง
(2) วิปปิ้งครีม ตรา โฟร์โมส
(3) น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล
(4) แป้งข้าวเจ้า ตรา ช้างสามเศียร
(5) ไข่ไก่ เบอร์ 3
(6) หัวนมผง ตรา Miss Icecream
(7) เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

1.1.2 สารเคมีเกรดสำหรับการวิเคราะห์

(1) กรดซัลฟุริก ()Sulfuric acid
(2) สารป้องกันการเกิดโฟม (Antifoam)
(3) อะซีโตน (Acetone)
(4) เอธิลแอลกอฮอล์ (Ethanol)

1.2 อุปกรณ์

1.2.1 อุปกรณ์สำหรับการผลิตไอศกรีม

(1) เครื่องทำไอศกรีมยี่ห้อ Nemox รุ่น Gelato Pro 2500
(2) ตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 - 5 องศาเซลเซียสยี่ห้อ SANDENINTERCOOL
(3) ตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียสยี่ห้อ SANYO รุ่น MEDICAL FREEZER
(4) เครื่องปั่นผสม
(5) อุปกรณ์เครื่องครัว

1.2.2 อุปกรณ์สำหรับการศึกษาลักษณะด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

(1) เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer รุ่น DV III ULTRA
(2) เครื่อง Texture Analyzer ของ CARPA รุ่น TA.XT.Plus
(3) เครื่องวัดค่าสี รุ่น Mini Scan EZ ยี่ห้อ Huntger Lab
(4) เครื่องวัดค่าสี รุ่น Hunter lab Ultra Scan vis ยี่ห้อ Hunter Lab

(5) อุปกรณ์เครื่องแก้วสำหรับการวัดค่าอัตราการละลาย

1.2.3 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีของไอศกรีม

(1) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ยี่ห้อ ATAGO
(2) เครื่องอบลมร้อน ยี่ห้อ MEMMERT
(3) เครื่อง pH meter ยี่ห้อ METTLER TOLED รุ่น Seven Easy
(4) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า รุ่น ElF 11/6 ยี่ห้อ CARBOLITE
(5) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน รุ่น CHNS/O-932
(6) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ยี่ห้อ FOSS รุ่น Unit 2050
(7) เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย ยี่ห้อ VELP

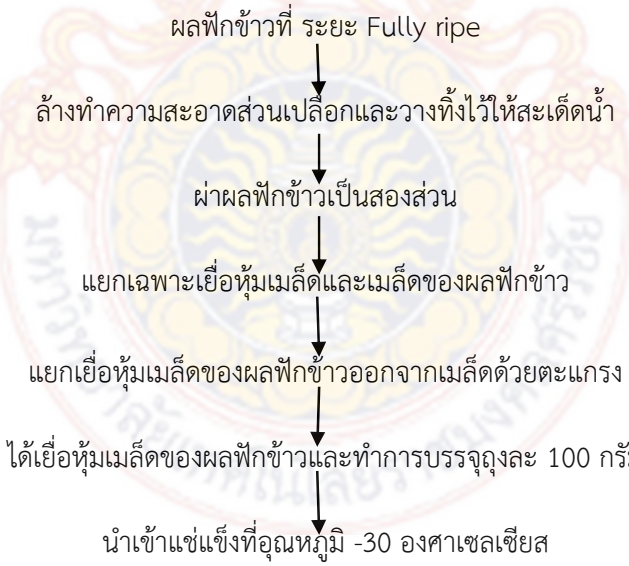
1.2.4 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ชุดการทดสอบทางประสาทสัมผัสและแบบสอบถาม

2. วิธีการ

2.1 ศึกษาคุณลักษณะของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

คัดเลือกผลฟักข้าวที่ระยะ Fully ripe และแยกเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวตามขั้นตอนดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวสำหรับนำมาใช้ในการทดลองนี้
ที่มา : ดัดแปลงจากวิธีของ ศศิกานต์และบวรศักดิ์ (2012)

เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) คุณภาพทางเคมี

1) ค่าความเป็นกรด – ด่าง

2) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ

(2) คุณภาพทางกายภาพ

1) ค่าสี L* ค่าสี a* ค่าสี b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี รุ่น Mini Scan EZ ยี่ห้อ Hunter Lab (วัดเปลือกของฟักข้าว)

2) ค่าสี L* ค่าสี a* ค่าสี b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี รุ่น Hunter lab Ultra Scan vis ยี่ห้อ Hunter Lab (วัดเยื่อหุ้มของเมล็ดของผลฟักข้าว)

(3) องค์ประกอบทางโภชนาการ

1) ค่าปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC (2000)

2) ค่าปริมาณโปรตีนโดยใช้เครื่อง Carbon Hydrogen Nitrogen Sulfur Analyzer

3) ค่าปริมาณไขมันโดยวิธี AOAC (2000)

4) ค่าปริมาณเส้นใยโดยวิธี AOAC (2000)

5) ค่าปริมาณเถ้าโดยวิธี AOAC (2000)

6) ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธี Calculation by difference โดยวิธี AOAC (2000)

2.2 ศึกษาปริมาณของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเสริมไอศกรีม

ในการทดลองนี้ผลิตไอศกรีมสูตรพื้นฐานดังรายละเอียดในสูตร (ตารางที่ 3) โดยใช้เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวผสมในส่วนผสมของไอศกรีมที่ร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักรวมของส่วนผสมไอศกรีมและขั้นตอนการผลิตไอศกรีม ดังภาพที่ 3

ตารางที่ 3 ส่วนผสมของไอศกรีมสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	อัตราส่วน (ร้อยละ)
นม UHT	46.04
วิปปิ้งครีม	29.47
น้ำตาลทราย	13.81
ไข่ไก่	7.37
หัวนมผง	1.84

ตารางที่ 3 (ต่อ) ส่วนผสมของไอศกรีมสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	อัตราส่วน (ร้อยละ)
แป้งข้าวเจ้า	1.47
น้ำหนักรวม	100.00

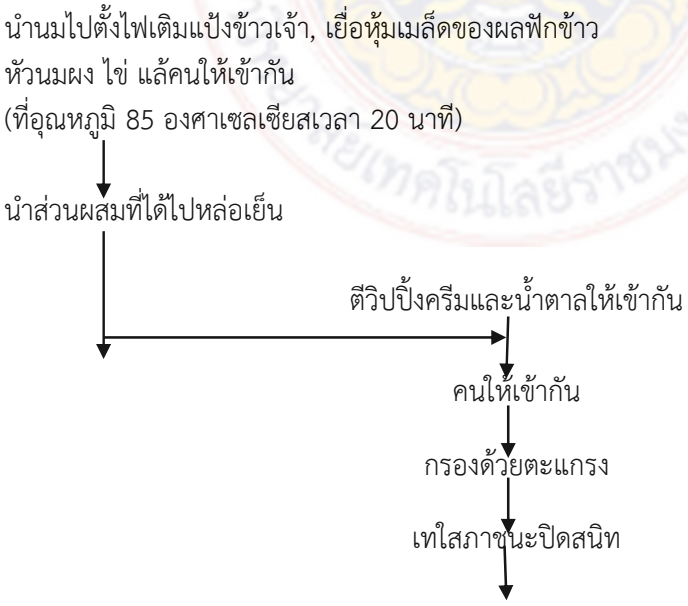
สูตรที่ 1 ไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

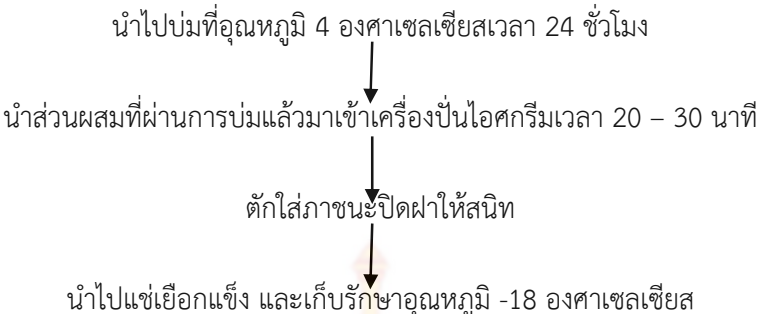
สูตรที่ 2 เติมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ร้อยละ 5 ของน้ำหนักรวมของส่วนผสมไอศกรีม

สูตรที่ 3 เติมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ร้อยละ 10 ของน้ำหนักรวมของส่วนผสมไอศกรีม

สูตรที่ 4 เติมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ร้อยละ 15 ของน้ำหนักรวมของส่วนผสมไอศกรีม

ที่มา: ดัดแปลงจากวิธีของ ศศิกานต์และบวรศักดิ์ (2012)





ภาพที่ 3 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว
ที่มา: ดัดแปลงจากวิธีของ.ศศิกานต์และบวรศักดิ์ (2012)

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized Design) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี, กายภาพและประสาทสัมผัส นำมาวิเคราะห์ค่า ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (ล้วนและอังคณา, 2541)

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ได้ ตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) คุณภาพทางเคมี

1) ค่าปริมาณความชื้น

2) ค่าความเป็นกรด – ด่าง

3) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

(2) คุณภาพทางกายภาพ

1) ค่าสี L* ค่าสี a* ค่วสี b*

2) ค่าความแน่นเนื้อ

3) ค่าความหนืด

4) ค่าอัตราการละลาย โดยดัดแปลงจากวิธีของ Garcia และคณะ (1995)

(3) การทดสอบด้านประสาทสัมผัส

ทำการทดลองด้านประสาทสัมผัสในช่วงเวลา 10:00 - 11:00 น. และ 14:00 - 15:00 น. โดยใช้ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอาหารและโภชนาการและสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ผ่านการฝึกการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีม จำนวน 30 คน ใช้สภาวะตัวอย่างที่อุณหภูมิ -15 เซลเซียส ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยการทดสอบการยอมรับ (Acceptance Test(9 point scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สีกลิ่น รสหวาน ความมัน ความเนียนของเนื้อและความชอบโดยรวมโดยคะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ดังตารางที่ 4 คะแนนประเมินนำไปประมวลผลทาง

สถิติที่มีการวางแผนแบบ RCBD (Random complete Block Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสิถิติของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan Multiple Rang's Test

ตารางที่ 4 ระดับคะแนนแบบ 9-point hedonic scale ของการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

ลักษณะการยอมรับ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	9
ชอบมาก	8
ชอบปานกลาง	7
ชอบเล็กน้อย	6
เฉยๆ	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ไม่ชอบปานกลาง	3

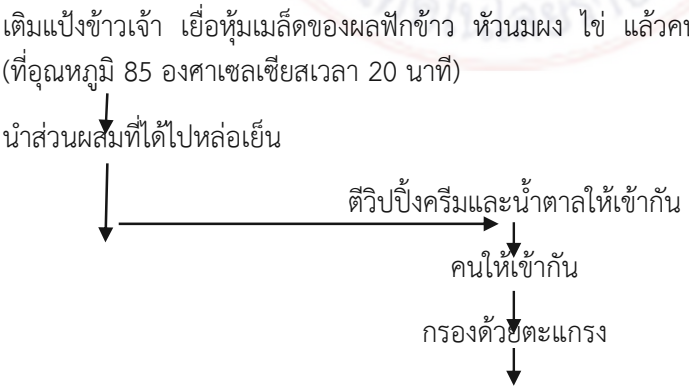
ตารางที่ 4 (ต่อ) ระดับคะแนนแบบ 9-point hedonic scale ของการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

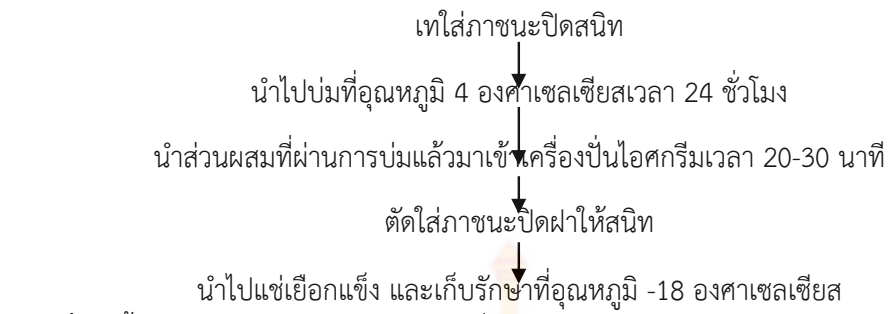
ลักษณะการยอมรับ	คะแนน
ไม่ชอบมาก	2
ไม่ชอบมากที่สุด	1

ที่มา:ปราณี (2551)

2.3 การศึกษาชนิดของกลิ่นที่เหมาะสม ต่อการปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

2.3.1 การคัดเลือกกลิ่นที่เหมาะสมต่อไอศกรีมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวเป็นการคัดเลือกชนิดของกลิ่นสังเคราะห์ที่เติมในไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวโดยการประกอบด้วย 2 กลิ่นคือ นมกลิ่นสตรอเบอรี่และนมกลิ่นกล้วยหอม มีขั้นตอนการทดลองดังภาพที่ 4





ภาพที่ 4 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมสูตรแต่งกลิ่น
ที่มา : ดัดแปลงจากวิธีของ ศศิกานต์และบวรศักดิ์ (2012)

2.3.2 การตรวจสอบคุณภาพ นำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่ได้ มาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน ดังนี้

(1) องค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการ

1) ค่าปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC (2000)

2) ค่าปริมาณโปรตีนโดยใช้เครื่อง Carbon Hydrogen Nitogen Sulfur Analyzer

3) ค่าปริมาณไขมันโดยวิธี AOAC (2000)

4) ค่าปริมาณเส้นใยโดยวิธี AOAC (2000)

5) ค่าปริมาณเถ้าโดยวิธี AOAC (2000)

6) ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธี Calculation by difference โดยวิธี AOAC (2000)

(2) การทดสอบด้านประสาทสัมผัสกระทำเช่นเดียวกับการทดลองข้อ 2.3.(3)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การคัดเลือกปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่เหมาะสมต่อไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

1.1 ศึกษาคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และองค์ประกอบทางโภชนาการของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

ในการศึกษาทดลองนี้ได้คัดเลือกผลฟักข้าว ระยะ Fully ripe (ภาพที่ 5) โดยผลฟักข้าวที่คัดเลือกมาอยู่ในระยะสีเปลือก L*, a* และ b* เป็น 38.70±0.67, 42.83±1.37 และ 35.99±1.82 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ได้ร้อยละ 26.81 สอดคล้องกับรายงานของณัฐยาพรและคณะ (2014) ที่ได้ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 26.01

ผลศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางโภชนาการของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ดังตารางที่ 5 เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมีค่าสี a* 38.89±0.16 และค่าสี b* 30.59±0.34 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับหยาดฝนและพูนพัฒน์ (2014) รายงานว่า สีของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ผ่านการแยกเอาเมล็ดออกด้วยวิธีการใช้มือมีค่าสี L* 43.51±2.43 ค่าสี a* 26.56±1.29 และค่าสี b* 18.15±3.05 การประเมินด้วยสายตาจะมีสีแดง ดังภาพที่ 6 ซึ่งสีแดงได้จากสารเบต้าแคโรทีน และไลโคปีน หยาดฝนและคณะ (2559) รายงานปริมาณ เบต้าแคโรทีน (β-carotene) 197.75±19.64 (mg/g dry weight) และ ไลโคปีน (lycopene) 270.19±15.75 (mg/g dry weight) และไลโคปีน (lycopene) 270.19±15.75 (mg/g dry weight) ในเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส อินทิราและภาริตา (2017) รายงานว่า เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมีปริมาณสารต้านออกซิเดชัน 1.09 ± 0.01 มิลลิกรัม ต่อกรัม ดังนั้น จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาเป็นสีทางธรรมชาติเพื่อเพิ่มสีของผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้มีรายงานการนำเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมาเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด เช่น แยมฟักข้าว และฟักข้าวแผ่น ซึ่งเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (พัชริน, 2006) องค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการของเยื่อหุ้มเมล็ดของฟักข้าว พบว่า มีความชื้นร้อยละ 89.28±0.16 ความเป็นกรด-ด่าง 6.26±0.46 โปรตีนร้อยละ 1.46±0.18 ไขมันร้อยละ 3.50±0.40 เยื่อใยร้อยละ 8.63±0.31 เถ้าร้อยละ 6.85±0.70 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 79.56±0.25 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของหยาดฝนและพูนพัฒน์ (2014) ดังข้อมูลในตารางที่ 5 จะเห็นว่าเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมีสารทางโภชนาการต่ำจึงไม่ได้เป็นสารที่เสริมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ รวมทั้งไม่มีผลต่อเพิ่มปริมาณไขมันที่มีผลต่อกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคเพราะในเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมีไขมันในปริมาณเล็กน้อย

ภาพที่ 5 ลักษณะระยะการสุกของผลฟักข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้

ภาพที่ 6 เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้

ตารางที่ 5 คุณลักษณะของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้

คุณลักษณะ	**ปริมาณ**	
	ผลการศึกษา[1]	**หยาดฝนและพูนพัฒน์ (2014)**[2]
เปลือกของผลฟักข้าว		
ค่าสี L* (ความสว่าง)	38.70±0.67	
ค่าสี a* (สีแดง)	42.83±1.37	
ค่าสี b* (สีเหลือง)	35.99±1.82	
เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว		

คุณภาพทางเคมีและโภชนาการ		
ความชื้น	89.29±0.67	
ความเป็นกรด-ด่าง	6.26±0.46	
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกส์)	14.33±0.58	
โปรตีน[3] (ร้อยละ)	1.46±0.18	2.43±0.73
ไขมัน[3] (ร้อยละ)	3.50±0.40	1.02±0.11
เยื่อใย[3] (ร้อยละ)	8.63±0.31	20.25±1.89
เถ้า[3] (ร้อยละ)	6.85±0.70	8.59±0.97
คาร์โบไฮเดรต[3] (ร้อยละ)	79.56±0.25	67.71±0.99
คุณภาพทางกายภาพ		
สี L* (ความสว่าง)	35.46±0.07	43.51±2.43
สี a* (สีแดง)	38.89±0.16	26.56±1.29
สี b* (สีเหลือง)	30.59±0.34	18.15±3.05

หมายเหตุ 1 คือ ผลวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองนี้
2 คือ การทดลองของหยาดฝนและพูนพัฒน์, 2014
3 คือ ปริมาณฐานน้ำหนักแห้ง

1.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมีและทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

คุณภาพทางกายภาพ

- ค่าสี L* , ค่าสี a* และค่าสี b* การเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของส่วนผสมรวมของไอศกรีม ทำให้ได้ไอศกรีมมีคุณภาพของค่าสี L*, ค่าสี a* และค่าสี b* ที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 6 และภาพที่ 7) เยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมีค่าสี L* 35.46±0.07, ค่าสี a* 38.89±0.26 และค่าสี b* 30.59±0.34 เมื่อนำมาเสริมในไอศกรีม พบว่าการใช้ในปริมาณที่มากขึ้น จะได้ไอศกรีมที่มีค่าความทึบแสงที่มากขึ้นโดยมีค่าสี L* 67.06±0.25, 63.51±0.37 และ 59.68±0.85 ตามลำดับ ของการเสริมด้วยเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5, 10 และ 15 ค่าดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับค่าสี a* มีค่า 19.70±0.16, 24.38±0.31 และ 28.01±1.03 แสดงให้เห็นว่ามีสีแดงเพิ่มขึ้น และค่า b* เป็น 26.8±0.32, 31.21±0.67 และ 34.49±1.44 แสดงว่ามีสีเหลืองเพิ่มขึ้นในไอศกรีมที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ ค่าดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p<0.05$) บ่งชี้ได้ว่าการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลทำให้ได้ไอศกรีมที่มีค่าสีแตกต่างกัน

- ค่าความหนืด อัตราการขึ้นฟูและความแน่นเนื้อ ความหนืดของไอศกรีมมีความสำคัญต่อการควบคุมปริมาณของแข็งที่ใช้ในการสร้างโครงสร้างของไอศกรีมจาก นม น้ำตาล ปริมาณเนื้อของวัตถุดิบ รวมทั้งสารให้ความคงตัว และการบ่มของไอศกรีม และส่งผลต่อค่าการขึ้นฟูของไอศกรีมด้วย (Patel และคณะ, 2010) ในการทดลองนี้พบว่า การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวในปริมาณที่มากขึ้นมีผลทำให้ไอศกรีมมีค่าของความหนืดเพิ่มมากขึ้น โดยไอศกรีมที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5, 10 และ 15 มีความหนืดเป็น 381.87±14.01, 506.23±3.32 และ 852.50±2.46 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การวัดการขึ้นฟู พบว่าไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5 มีอัตราการขึ้นฟูมากที่สุด คือ 19.16±0.35 รองลงมาคือไอศกรีมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 10 มีอัตราการขึ้นฟู 18.73±0.40 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 15 ที่มีอัตราการขึ้นฟู 13.60±0.71 ตรีชฎา, 2013 รายงานไอศกรีมลูกหม่อนที่มีส่วนผสม(ร้อยละ) น้ำตาลทรายขาว 10 น้ำตาลเด็กซ์โตส 5 สารให้ความคงตัว (สำหรับไอศกรีมเชอร์เบท) 0.2 หางนมผง 1 น้ำเดือด จัด 43.5 เนยขาว 2 และกรดซิตริก 0.3 ไอศกรีมลูกหม่อนที่ได้มีอัตราการขึ้นฟูร้อยละ 19.39 โดยไอศกรีมที่มีอัตราการขึ้นฟูสูงจะเป็นไอศกรีมที่มีฟองอากาศมากและมีสีสว่างกว่าไอศกรีมที่มีฟองอากาศน้อยกว่า ทั้งนี้เพราะฟองอากาศจะสะท้อนแสงได้ (Sofain และคณะ, 2004) ซึ่งสอดคล้องกับค่า L* ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองนี้ คือ ไอศกรีมที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

ร้อยละ 5 มีอัตราการขึ้นฟูร้อยละ 19.16±0.35 มีค่าสี L* 67.06±0.25 ในขณะที่ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 15 มีอัตราการขึ้นฟู 18.73±0.40 มีค่าสี L* 59.68±0.85 ส่วนค่าความแน่นเนื้อพบว่าไอศกรีมที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวทุกระดับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 6 คุณลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

คุณลักษณะ	ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว (โดยน้ำหนักของส่วนผสมรวมของไอศกรีม)		
	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
สี L* (ความสว่าง)	67.06^{a}±0.25	63.51^{b}±0.37	59.68^{c}±0.85
สี a* (สีแดง)	19.70^{c}±0.16	24.38^{b}±0.31	28.01^{a}±1.03
สี b* (สีเหลือง)	26.87^{c}±0.32	31.21^{b}±0.67	34.49^{a}±1.44
ความหนืด(cP)	381.87^{c}±14.01	506.23^{b}±3.332	852.50^{a}±2.46
ความแน่นเนื้อ	13.04±4.00	8.29±1.33	10.91±1.67
^{ns}(kg/sec)			
การขึ้นฟู(ร้อยละ)	19.16^{a}±0.35	18.73^{a}±0.40	13.60^{b}±0.71

หมายเหตุ อักษร a, b และ c ในแนวนอนแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) และอักษร ns ในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

ภาพที่ 7 ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของส่วนผสมรวมของสูตรไอศกรีม

- อัตราการละลาย การศึกษาอัตราการละลายของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่า ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวทั้ง 3 ระดับ มีอัตราการละลายที่ใกล้เคียงกันในช่วงเวลา 40 นาทีแรก แต่เมื่อหลังจาก 40 นาที พบว่า ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดขอผลฟักข้าวปริมาณร้อยละ 10 และ 15 มีอัตราการละลายเร็วกว่าที่อัตราร้อยละ 5 (ภาพที่ 8) การเพิ่มปริมาณของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมีผลทำให้ร้อยละของปริมาณไขมันในสูตรไอศกรีมลดลง ซึ่งปริมาณไขมันในสูตรไอศกรีมมีผลต่ออัตราการละลายของไอศกรีม สอดคล้องกับการทดลองของ Clarke (2004) กล่าวว่า เม็ดไขมันจะช่วยเพิ่มความหนืดให้กับส่วนผสม ช่วยให้โฟมมีความคงตัวซึ่งมีผลอย่างมากต่อลักษณะความเป็นครีมของไอศกรีม และทำให้การละลายลดลง จากกราฟอัตราการละลายของไอศกรีมที่มีไขมันร้อยละ 8, 12 และ 15 จะเห็นว่าไอศกรีมที่มีไขมันร้อยละ 8 มีอัตราการละลายเร็วที่สุด และไอศกรีมที่มีไขมันร้อยละ 12 มีอัตราการละลายช้าที่สุด และซึ่งจะเห็นได้ว่า การลดลงของปริมาณไขมันในไอศกรีมจะทำให้ปริมาณของแข็งลดลง และมีปริมาณน้ำในส่วนผสมมากขึ้นจึงทำให้โครงสร้างของไอศกรีมอ่อนตัวซึ่งมีแนวโน้มทำให้เกิดการละลายได้อย่างรวดเร็ว

ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละอัตราการละลายของไอศกรีมกับเวลาของไอศกรีม

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) เมื่อนำไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวมาศึกษาคุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ค่าความชื้นพบว่า ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดจากผลฟักข้าวเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้มีความชื้นเพิ่มมากขึ้นด้วยคือ 66.30±0.50, 64.11±0.15 และ 62.48±0.36 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) และสอดคล้องกับความชื้นของเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่มีปริมาณสูงถึง 89.28 ส่งผลให้ไอศกรีมมีความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 คุณภาพทางเคมีของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

คุณลักษณะ	**ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว**		
	ร้อยละ 5	**ร้อยละ 10**	**ร้อยละ 15**
ความชื้น	62.48^{c}±0.36	64.11^{b}±0.15	66.30^{a}±0.50
ความเป็นกรด-ด่าง^{ns}	6.92±0.13	6.96±0.20	6.96±0.10
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้^{ns}	30.67±0.58	31.67±0.58	33.00±0.00

หมายเหตุ อักษร a, b และ c ในแนวนอนแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) และอักษร ns ในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

1.3 ศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวปริมาณร้อยละ 5. 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านกลิ่น และความหวาน สำหรับด้านสี ความมัน ความเนียนของเนื้อ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวปริมาณร้อยละ 5 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ดังนี้ มีค่าสีเป็น 7.50±0.53 ค่าความมันเป็น 7.75±0.55 ค่าความเนียนเนื้อเป็น 8.05±0.61 และค่าความชอบโดยรวมเป็น 7.96±0.52 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ค่าทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

คุณลักษณะ	ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว		
	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
ค่าสี	7.50^{ab}±0.53	7.74^{a}±0.54	7.26^{b}±0.81
ค่ากลิ่น^{ns}	7.01±0.78	6.98±0.70	6.88±0.59
ค่าความหวาน^{ns}	7.51±0.46	7.41±0.50	7.35±0.79
ค่าความมัน	7.75^{a}±0.55	7.43^{b}±0.66	7.25^{b}±0.60
ค่าความเนียนเนื้อ	8.05^{a}±0.61	7.59^{b}±0.56	7.22^{c}±0.65
ค่าความชอบรวม	7.96^{a}±0.52	7.73^{a}±0.55	7.34^{b}±0.68

หมายเหตุ อักษร a, b และ c ในแนวนอนแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) และอักษร ns ในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

2. การคัดเลือกชนิดของกลิ่นที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

2.1 ศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวภายหลังการปรับปรุงกลิ่น

การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านสี ความหวาน และความเนียนเนื้อ

สำหรับด้านกลิ่น ความมัน และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวกลิ่นกล้วยหอมมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดดังนี้ มีค่ากลิ่นเป็น 8.17±0.66 ค่าความมันเป็น 7.97±0.52 และค่าความชอบโดยรวมเป็น 8.44a±0.48 (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ค่าทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวภายหลังการปรับปรุงกลิ่น

คุณลักษณะ	**ชนิดของกลิ่น**		
	ไม่ปรับปรุงกลิ่น	**กลิ่นสตรอเบอรี่**	**กลิ่นกล้วยหอม**
ค่าสี^{ns}	7.41±0.54	7.34±0.60	7.26±0.61
ค่ากลิ่น	6.51^{b}±1.02	6.84^{b}±0.75	8.17^{a}±0.66
ค่าความหวาน^{ns}	7.63±0.53	7.69±0.41	7.69±0.49
ค่าความมัน	7.52^{b}±0.58	7.62^{b}±0.55	7.97^{a}±0.52
ค่าความเนียนเนื้อns	7.64±0.63	8.17±0.45	8.27±2.83
ค่าความชอบรวม	7.27^{b}±0.54	7.36^{b}±0.40	8.44^{a}±0.48

หมายเหตุ อักษร a, b และ c ในแนวนอนแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) และอักษร ns ในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

2.2 ศึกษาการทดสอบทางเคมีและโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวภายหลังการปรับปรุงกลิ่น

องค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวกลิ่นกล้วยหอมและไอศกรีมสูตรพื้นฐานมาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเสริมกลิ่นกล้วยหอมในไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวนั้น ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการของไอศกรีมไม่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว และไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวกลิ่นกล้วยหอม

คุณลักษณะ	**ปริมาณ/ฐานน้ำหนักแห้ง (ร้อยละ)**	
	ไอศกรีมไม่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว	**ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวกลิ่นกล้วยหอม**
ความชื้น^{ns} (ร้อยละ)	58.77±0.45	62.15±0.69
โปรตีน^{ns} (ร้อยละ)	1.46±0.18	2.43±0.73
ไขมัน^{ns} (ร้อยละ)	18.51±0.28	14.40±0.37
เยื่อใย^{ns} (ร้อยละ)	0.57±0.13	0.48±0.06
เถ้า^{ns} (ร้อยละ)	0.68±0.01	0.73±0.03

คาร์โบไฮเดรต^{ns} (ร้อยละ)	18.01±0.28	18.78±0.39

หมายเหตุ อักษร ns ในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

สรุป

จากการศึกษาปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวที่เหมาะสมต่อไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว พบว่า ไอศกรีมที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว ร้อยละ 5 มีคุณภาพทางกายภาพเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงกว่าสูตรอื่น ๆ และได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.96 ดังนั้น จึงเลือกไอศกรีมที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวร้อยละ 5 ไปศึกษาชนิดของกลิ่นที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว พบว่า จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวกลิ่นกล้วยหอมได้รับคะแนนความชอบสูงสุด เท่ากับ 8.44 องค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการ โดยเปรียบเทียบกับไอศกรีมไม่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าการเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวไม่มีผลต่อปริมาณสารอาหารทางโภชนาการแต่มีผลทางด้านเป็นสีที่ใช้ใส่ในอาหารเพื่อเพิ่มสีสัน

เอกสารอ้างอิง

ตรีชฎา อุทัยดา. 2013. **การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลูกหม่อน**. เพชรบูรณ์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2551. "หลักการวิเคราะห์ด้วยประสาทสัมผัส". พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชริน ส่งศรี. 2012. **ฟักข้าว พืชพื้นบ้านคุณค่าสูงเพื่อสุขภาพ**. แก่นเกษตร มหาวิทยาลัย-ขอนแก่น ปีที่ 40 : หน้า 1 - 6

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540. **"สถิติวิทยาทางการวิจัย"**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

วัชราภรณ์ ศิริหล้า. 2011. "ฟักข้าวอาหารต้านมะเร็ง". เข้าถึงได้จาก : https://kluayfw.wordpress.com/.สืบค้น 28 มกราคม 2558

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. **นมและผลิตภัณฑ์นม**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ศศิกานต์ ซองทุมมินทร์ และ บวรศักดิ์ ลีนานนท์. 2012. **การผลิตไอศกรีมฟักข้าวเสริมโปรไบโอติก**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ: 315-318.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2554. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 354/2556**.

กระทรวงสาธารณสุข.

หยาดฝน ทะนงการกิจ และ พูนพัฒน์ พูนน้อย. 2014. **การผลิตสีผสมอาหารธรรมชาติจากเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว**. เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อภิญญา ภูมิสายดอน และ มนต์ทิพย์ ช่ำชอง. 2012. **การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไลโคปีนหลังการเก็บเกี่ยวของผลฟักข้าวและการทำนาย**. นครปฐม : ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรพิน ชัยประสพ. 2544. **ไอศกรีมและผลิตภัณฑ์. ใน เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์นม**. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

AOAC. 2000. **Association of Official Analylical Chemists**. (17th edition), Washington, D.C.,

Clarke, C. (2004). **The science of ice cream**. UK: Cambridge: The royal society of chemistry. 187p.

Patel, A.S., Jana, A.H., Aparnathi, K.D. and Pinto, S.V. 2010. Evaluating sago as a functional ingradient in dietetic mango ice cream**. Journal of Food Science and Tchnology**. Vol.47, No.5 : 582-585.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter ยี่ห้อ METTLER TOLED รุ่น Seven Easy

วิธีการ คือ

1.1 ชั่งตัวอย่างใส่บีกเกอร์ขนาด 200 ml 1 กรัม และเติมน้ำกลั่น 10 ml เขย่าให้เข้ากัน ทำการกรองด้วยผ้าขาวบางให้ได้สารละลาย

1.2 นำไปวัดด้วยเครื่อง pH meter กดปุ่ม Read รอจนตัวเลขนิ่งและอ่านค่า

2. ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ยี่ห้อ ATAGO

วิธีการ คือ

2.1 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม และเติมน้ำกลั่น 10 ml เขย่าให้เข้ากันและทำการกรองด้วยผ้าขาวบางให้ได้สารละลาย

2.2 หยดตัวอย่างด้วยหลอดหยดใส่เครื่องและกดปุ่ม Start

2.3 รอจนตัวเลขปรากฏและอ่านค่าที่ได้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. ค่าสี L* ค่าสี a* ค่าสี b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี รุ่น Mini Scan EZ ยี่ห้อ Hunter Lab (วัดเปลือกของผลฟักข้าว)

วิธีการ คือ

1.1 เปิดเครื่องวัดค่าสีและคอมพิวเตอร์เข้าโปรแกรมวัดค่าสี

1.2 นำตัวอย่างใส่ในจานพลาสติกมาวางบนตัว Scan วัดค่าสี

1.3 กด Read Sample .ใส่ชื่อตัวอย่างและกด OK

1.4 หน้าจอคอมพิวเตอร์จะขึ้นค่าประมวลผล

2. ค่าสี L* ค่าสี a* ค่าสี b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี รุ่น Hunter lab Ultra Scan vis ยี่ห้อ Hunter Lab (วัดเยื่อหุ้มของเมล็ดของผลฟักข้าวและผลิตภัณฑ์ไอศกรีม)

วิธีการ คือ

2.1 เปิดเครื่องวัดค่าสีและคอมพิวเตอร์เข้าโปรแกรมวัดค่าสี

2.2 นำตัวอย่างใส่กล่องตัวอย่างให้เกือบเต็มกล่อง

2.3 นำกล่องตัวอย่างไปวางด้านนอกของเครื่องและปิดฝาเครื่องวัดค่าสี (ตัวอย่างโปร่งแสงวัดด้านใน, ตัวอย่างทึบแสงวัดด้านนอก)

2.4 กด Read Sample ใส่ชื่อตัวอย่างและกด OK

2.5 หน้าจอคอมพิวเตอร์จะขึ้นค่าประมวลผล

3. ค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ CHARPA รุ่น TA.XT.Plus

วิธีการ คือ

3.1 เปิดเครื่องวัดค่าความแน่นเนื้อ และคอมพิวเตอร์เข้าโปรแกรมวัดค่าความแน่นเนื้อ

3.2 นำตัวอย่างที่ผ่านการปั่นด้วยเครื่องไอศกรีมและบ่มไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมงมาวางบนฐานวัด

3.3 กดปุ่ม T.A. เลือก Run a test และเลือก Quick Test Run ในกรณีซ้ำต่อไป

3.4 เมื่อสิ้นสุดการวัดให้ลากแถบสีน้ำเงินคลุมบริเวณตัวอย่างที่ผ่านการวัดและกด Run Macro เพื่อให้คอมพิวเตอร์แปรผลจากกราฟเป็นตัวเลข

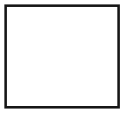
3.5 รอจนตัวเลขปรากฏและอ่านค่าที่ได้

4. ค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer รุ่น DV III UlTRA

<u>วิธีการ</u> คือ

4.1 เปิดเครื่องและกดปุ่มแล้วใส่หัวหมุน

4.2 นำตัวอย่างปริมาตร 500 ml ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 ml นำไปวัดกับเครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer โดยใช้ระดับขีดของเข็มจุ่มลงในเนื้อตัวอย่าง (ใช้หัววัดขนาด 61, 62 และ 63 ตามลักษณะความหนืดของตัวอย่าง)

4.3 ใส่ตัวเลข Speed เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนค่า TORQUE มีค่าประมาณ 85-100 กดปุ่ม  เพื่ออ่านค่า

5. ค่าอัตราการละลาย โดยดัดแปลงจากวิธีของ Garcia และคณะ (1995)

<u>วิธีการ</u> คือ

5.1 นำกรวยแก้ววางบนฟลาสก์ ขนาด 250 ml และนำตะแกรงวางบนกรวยแก้ว

5.2 นำตัวอย่างที่ผ่านการปั่นด้วยเครื่องไอศกรีมและบ่มไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง มาวางบนตะแกรง

5.3 ปล่อยให้ไอศกรีมละลายและทำการชั่งน้ำหนักของไอศกรีมที่ละลายทุก ๆ 5 นาที จนกว่าไอศกรีมจะละลายหมดโดยทำในอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส

5.4 ค่าที่ได้แสดงเป็นร้อยละของน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายต่อน้ำหนัก ดังสมการ

$$\text{ร้อยละการละลายของไอศกรีม} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย}}{\text{น้ำหนักไอศกรีมก่อนละลาย}} \times 100$$

6. ค่าการขึ้นฟู โดยใช้วิธีของ Arbuckle (1986)

วิธีการ คือ

6.1 ชั่งน้ำหนักไอศกรีมในถ้วยที่ทราบน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักไอศกรีมเหลว

6.2 แช่เยือกแข็งด้วยเครื่องทำไอศกรีมจนแข็งตัวและตักไอศกรีมที่ได้ในถ้วยพลาสติกใบเดิม ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

6.3 ค่าการขึ้นฟูสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าการขึ้นฟู (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักไอศกรีมเหลว} - \text{น้ำหนักไอศกรีม})}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}} \times 100$$

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ

1. ค่าปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจา AOAC., 2000)

วิธีการ

1.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 - 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมที่มีฝาปิด (ผ่านการอบไล่ความชื้นและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว)

1.2 นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส โดยขณะนำเข้าตู้อบให้เปิดฝาถ้วยอะลูมิเนียมออกและทำการอบพร้อมถ้วยอะลูมิเนียม 24 ชั่วโมง

1.3 นำถ้วยอะลูมิเนียมที่มีตัวอย่างพร้อมฝาถ้วยออกมาทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Dessicator) ชั่งน้ำหนักให้แน่นอน

1.4 ทำการอบซ้ำเป็นระยะครั้งละ 30 นาที แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ทำซ้ำจนกระทั่งน้ำหนักคงที่แตกต่างกันไม่ควรเกิน 3 มิลลิกรัม จากนั้นนำไปคำนวณร้อยละปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น – น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

2. ปริมาณเถ้า (ดัดแปลงจาก AOAC., 2000)

วิธีการ

2.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 - 3 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักแน่นอนแล้ว

2.2 นำตัวอย่างไปเผาไล่ควันจนหมดจึงนำตัวอย่างไปเผาในตู้เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน

2.3 ทิ้งให้เย็นในตู้เผาและนำออกจากตู้เผาใส่ในเดสสิเคเตอร์ (Dessicator) ปล่อยไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2.4 เผาตัวอย่างซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งชั่งได้น้ำหนักคงที่คำนวณปริมาณร้อยละของเถ้าในตัวอย่างดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา)}}{} \times 100$$

น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

3. ปริมาณเยื่อใย (ดัดแปลงจาก AOAC., 2000)

วิธีการ

3.1 นำตัวอย่างที่ได้จากหาค่าความชื้นไปบดให้ละเอียดใส่ถ้วยแก้วน้ำหนักปริมาณ 1 กรัม

3.2 เติม Sulfuric acid ความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 ที่ผ่านความร้อนมาแล้ว ลงในหลอดแก้วคอนเดเซอร์ จนถึงระดับ 150 มิลลิลิตร และเติม Antifoam 3 – 5 หยด

3.3 หลังจากนั้นเปิดลิ้นไปที่ Pressure ต้มให้เดือด 30 นาที

3.4 เปิดลิ้นไปที่ VACUUM เพื่อระบาย Sulfuric acid ออกและล้าง 3 ครั้งด้วยน้ำกลั่นร้อน ๆ ครั้งละ 30 มิลลิลิตร ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิดไปที่ลิ้น Pressure เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด

3.5 หลังจากปล่อยน้ำออกครั้งสุดท้ายหมดแล้วเติมสารละลาย 1.25% Potassium Hydroxide ที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงไป 150 มิลลิลิตร พร้อมกับ Antifoam 3 – 5 หยด

3.6 ต้มให้เดือดนาน 30 นาที และทำขั้นตอน 3.4 ซ้ำ

3.7 ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร แล้วล้างอีก 3 ครั้ง ด้วย Acetone 25 มิลลิลิตร เปิดให้ความร้อนเข้าทุกครั้งที่ล้าง

3.8 ทำให้แข็งโดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ ค่านี้คือค่าน้ำหนักเส้นใยเริ่มต้น

3.9 หากต้องการปริมาณเถ้าให้เผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก ค่านี้คือ ค่าน้ำหนักเส้นใยหลังเผา นำไปคำนวณปริมาณร้อยละของเส้นใยในตัวอย่างดังนี้

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น – น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

4. ปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจาก AOAC., 2000)

วิธีการ

4.1 ทำการล้างและนำถ้วยอะลูมิเนียมที่สะอาดและแห้งแล้วนำไปอบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

4.2 เสียบปลั๊ก Cooling water, Auto Control Unit และ Drive Unit แล้วเปิดเครื่อง (switch on) ทั้ง 3 เครื่อง กดปุ่ม Pre-Heat เพื่อให้ Heater ทำงานตามที่ตั้งอุณหภูมิไว้ (เครื่องจะทำงานเมื่ออุณหภูมิที่ Hot plate) มีค่าเท่ากับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ±5 องศาเซลเซียส

4.3 นำตัวอย่างที่ผ่านการบดละเอียดชั่งน้ำหนักแล้ว 3 กรัม ใส่ใน Thimble โดยใส่สำลีรองที่ก้น Thimble ก่อนใส่ตัวอย่างแล้วนำสำลีวางบนตัวอย่างอีกชั้นหนึ่ง

4.4 นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ใส่ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น

4.5 ใส่เข้าเครื่องโดยใช้ Thimble holder แล้วกดปุ่มขึ้น-ลงโดย thimble จะถูกดึงขึ้นไปบนสุด จัดตำแหน่ง Thimble ให้ตรงกับแม่เหล็ก

4.6 นำถ้วยอะลูมิเนียมที่อบแห้งและชั่งน้ำหนักแล้ววางบน cup holder แล้วนำเข้าเครื่อง หลังจากนั้นกดปุ่มขึ้น – ลง

4.7 เติมตัวทำละลาย 70 – 90 ml ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยใช้ Solvent addition tubing ทำการเติมบริเวณส่วนบนของเครื่อง

4.8 เมื่ออุณหภูมิ Cooling water ถึงตามที่ตั้งไว้ประมาณ 10 – 15 องศาเซลเซียส ให้กดปุ่ม start เครื่องก็จะทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

4.9 เมื่อเครื่องทำงานเสร็จแล้ว (ใช้เวลาประมาณ 2.30 ชั่วโมง) ให้กดปุ่มขึ้น – ลง เพื่อนำเอาถ้วยออกมา หลังจากนั้นจึงเอา Thimble ออกมาตามลำดับ โดยกดปุ่มขึ้น-ลงเช่นเดียวกัน

4.10 นำถ้วยอะลูมิเนียมที่มีไขมันจากการสกัดตัวอย่างออกจากเครื่องสกัด (ห้ามสัมผัสถ้วยอะลูมิเนียมด้วยมือ เพราะจะมีส่วนปนเปื้อนบนถ้วยที่ทำให้ค่าที่ได้ผิดพลาด)

4.11 ปิดเครื่อง switch off ทั้ง Control Unit, Drive Unit และ Cooling water

4.12 เมื่อเสร็จสิ้นการใช้งานทำการถอดปลั๊ก จัดเก็บเครื่องมือ และทำความสะอาดพื้นที่ใช้งานให้เรียบร้อย

4.13 นำถ้วยอะลูมิเนียมที่มีไขมันจากการสกัดเข้าอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำออกจากข้อมูล ใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก ค่าที่ได้นำไปทำการคำนวณหาปริมาณไขมันที่มีนตัวอย่างดังสมการ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{(น้ำหนักถ้วยที่มีตัวอ่างมันหลังอบ – น้ำหนักถ้วยหลังอบ)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

5. ปริมาณโปรตีนโดยใช้เครื่อง Carbon Hydrogen Nitrogen Sulfur Analyzer ตรวจสอบหน้าจอ Ambient Monitor เพื่อดูค่าที่เหมาะสม

วิธีการ คือ

5.1 ตรวจสอบหน้าจอ Ambient Monitor เพื่อดูค่าที่เหมาะสม

5.1.1 ก่อนเริ่มทำการวิเคราะห์ให้เปิดเครื่องรอไว้อย่างน้อย 1 – 2 ชั่วโมง

5.1.2 ไปที่ Diagnostics Menu แล้วกดแท็บ Ambient

5.1.3 ตรวจสอบ System Parameters ทั้งหมดในระบบ ให้มีค่าอยู่ในช่วงดังที่กำหนดในตาราง

Parameter	Nominal Value	Range	Unit
TC Cell Output	4.0	3.55-4.45	V
TC Cell current	90	88-92	Ma
System Pressure	Altitude Dependent	-	mmHg
Combustion Furnace	850	825-875	℃
Reduction (Catalyst) Heater	750	725-750	℃
Flow Ctrl Temp	40	38-42	℃
Gold Junction	Ambient	-	-
Cooler Temp	5	2-10	℃

5.2 ทำการตรวจสอบการรั่วของก๊าซ ออกซิเจน และฮีเลียม

5.3 สร้าง Method ที่จะใช้ในการวิเคราะห์

5.3.1 ไปที่ Configuration Menu, ให้กดเลือก Method, หน้าต่าง Method จะแสดงขึ้นมา

5.3.2 กดปุ่ม Properties Menu, หน้าต่าง Method Properties และกด OK เพื่อปิดหน้าต่าง Method Properties

5.4 การ Log in เพื่อทำการวิเคราะห์ Blank

5.4.1 ไปที่ Samples Menu แล้วกดปุ่ม Log in, หน้าต่าง Sample Log in จะแสดงขึ้นมา

5.4.2 ใส่ข้อมูล Blank ที่จะทำการวิเคราะห์

<u>หมายเหตุ</u>

- ในช่อง Sample Name ให้ใส่ Blank
- ในช่อง Mass ให้ใส่ค่า 0.5000
- ในช่อง Protein Factor ให้ใส่ค่า 6.38 เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของ %Protein
- ในการวิเคราะห์ Blank จะทำจนกว่าเส้นกราฟของ Blank จะไม่มารเบี่ยงเบน (ประมาณ ±0.001% Nitrogen) และทำการวิเคราะห์ Blank เพิ่มอีก 3 – 5 ครั้ง แล้วทำการตั้งค่าเป็น Blank Area

5.4.3 กดปุ่ม OK เพื่อ Login Blank

5.4.4 ถ้ามีการใช้ Autoloader ให้ใส่หมายเลข (1) ในคอลัมน์ Location บนตารางคำนวณหลัก (Main Spreadsheet) และเลือก Carousel สำหรับโหมดการวิเคราะห์

5.5 การวิเคราะห์ Blank

5.5.1 ไปที่ Samples Menu แล้วกดปุ่ม Analyze จะแสดงขึ้นมา และกดปุ่ม OK เพื่อทำการวิเคราะห์

5.6 การทำการสอบเทียบ Blank

5.6.1 ทำการตั้งค่า “Initial Blank CALIBRATION Value Area” โดยเลือก Blanks เดียวกันกับในขั้นตอนที่ 5.4

5.6.2 ไปที่ Configuration Menu แล้วกดปุ่ม Blank จากนั้น หน้าต่าง Blank จะแสดงขึ้นมาพร้อมกับการสอบเทียบ Blank ใหม่

5.7 การล็อกอิน Standard

5.7.1 ไปที่ Samples Menu แล้วกดปุ่ม Loin, หน้าต่าง Sample Login จะแสดงขึ้นมา

5.7.2 ใส่ข้อมูล Standard ทีทำการวิเคราะห์

5.7.2.1 ในช่อง Sample Name ให้ใส่ชื่อ Standard (โดยปกติจะใช้ EDTA)

5.7.2.2 ในช่อง Protein Factor ให้ใส่ค่าแฟกเตอร์ 6.38 เพื่อต้องการให้ผลการวิเคราะห์แสดงค่าออกเป็น %Protein

<u>หมายเหตุ</u>

- เมื่อมีการเพิ่ม Standard จำเป็นจะต้องใส่ค่าน้ำหนัก ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ จะใส่ค่าให้อย่างอัตโนมัติตามการใส่ค่าจากตัวอย่างแรก ในการวิเคราะห์นี้ให้ใส่ค่าน้ำหนักให้ใกล้เคียงกันมาก

5.7.3 กดปุ่ม OK เพื่อทำการล็อกอิน Standard

5.8 กาวิเคราะห์ ตัวอย่าง

5.8.1 ชั่งตัวอย่างใส่แคปซูล 0.2 กรัม และใส่ในช่องใส่ตัวอย่าง

5.8.2 กดปุ่ม Analyze รอเครื่องวิเคราะห์และจดบันทึกผลการวิเคราะห์

6. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธี Calculation by difference โดยวิธี AOAC (2000)

<u>วิธีการ</u> คือ

6.1 การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ จะต้องหาองค์ประกอบทางเคมีอย่างอื่น เป็นร้อยละก่อน ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า แล้วนำค่าทั้งหมดดังกล่าวมารวมกัน ผลต่างระหว่าง 100 กับค่ารวมของความชั้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า จะเป็นค่าของคาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100 - (ความชื้น + โปรตีน + ไขมัน + เยื่อใย + เถ้า)

ภาคผนวก ง
การทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
โดยให้คะแนนความชอบ แบบ 9 point-Hedonic Scale
ใช้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

ผลิตภัณฑ์ : ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าว

ลำดับที่.....ผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....ตัวอย่างชุดที่.....

คำแนะนำ กรุณาประเมินความชอบและความรู้สึกที่มีต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์ตามลำดับตัวอย่างที่นำเสนอพร้อมทั้งให้ระดับคะแนนความชอบและความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละลักษณะคุณภาพ ตามความรู้สึกของท่านและกรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่างโดยกำหนดระดับคะแนนความชอบ

1 ไม่ชอบมากที่สุด	2 ไม่ชอบมาก	3 ไม่ชอบปานกลาง
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	5 เฉย ๆ	6 ชอบเล็กน้อย
7 ชอบปานกลาง	8 ชอบมาก	9 ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ
สี			
กลิ่น			
รสหวาน			
ความมัน			
ความเนียนของเนื้อ			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
โดยให้คะแนนความชอบ แบบ 9 point-Hedonic Scale
ใช้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวเสริมกลิ่นสังเคราะห์

ผลิตภัณฑ์ : ไอศกรีมเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดของผลฟักข้าวเสริมกลิ่นสังเคราะห์

ลำดับที่.....ผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....ตัวอย่างชุดที่.....

คำแนะนำ กรุณาประเมินความชอบและความรู้สึกที่มีต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์ตามลำดับตัวอย่างที่นำเสนอพร้อมทั้งให้ระดับคะแนนความชอบและความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละลักษณะคุณภาพ ตามความรู้สึกของท่านและ**กรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่าง**โดยกำหนดระดับคะแนนความชอบ

1 ไม่ชอบมากที่สุด	2 ไม่ชอบมาก	3 ไม่ชอบปานกลาง
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	5 เฉย ๆ	6 ชอบเล็กน้อย
7 ชอบปานกลาง	8 ชอบมาก	9 ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ
สี			
กลิ่น			
รสหวาน			
ความมัน			
ความเนียนของเนื้อ			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....
.

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ