บทความวิจัย

การใช้มิวซิเลจแห้งจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม

Utilization of Mucilage from Hairy Basil Seed (*Ocimum canum* Sims) as a Stabilizer in Banana Ice Cream

[1]ปิยนุสร์ น้อยด้วง และ[1]วชิรพันธ์ จันทร์พงษ์

Piyanoot Noiduang and Vachirapun Janpong

บทคัดย่อ

การใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวแทนกัวร์กัมในการผลิตไอศกรีมกล้วยหอม โดยแปรปริมาณของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 (w/w) พบว่าเมื่อปริมาณของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น ไอศกรีมจะมีความหนืดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผล ทำให้อัตราการขึ้นฟูและการละลายลดลง เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไอศกรีมกล้วยหอมที่เติมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวมสูงที่สุด และเมื่อนำมาทดสอบเปรียบเทียบกับไอศกรีมกล้วยหอมสูตร มาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัว พบว่าสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักมีเนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวมสูงกว่า และองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยหอมที่เติมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 0.5 พบว่ามีความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใย ร้อยละ 73.83, 16.07, 4.90, 4.20, 1.00 และ 7.30 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐาน พบว่ามีปริมาณเส้นใยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: มิวซิเลจ เมล็ดแมงลัก สารให้ความคงตัว ไอศกรีมกล้วยหอม

ABSTRACT

Utilization of mucilage prepared from hairy basil seed (*Ocimum canum* Sims) in banana ice cream was studied. The content of 0.3, 0.4 and 0.5% (w/w) dried mucilage was added in banana ice cream. The results showed that the viscosity of banana ice cream increased while the overrun and melting rate significant decreased as the level of dried mucilage from hairy basil seed increased. Banana ice cream contained 0.5% (w/w) dried mucilage from hairy basil seed gave the highest sensory score in terms of texture, melting in mouth and overall acceptance. From comparison of the sensory evaluation with standard banana ice cream, it found that ice cream contained 0.5% (w/w) dried mucilage from hairy basil seed gave highest sensory score in terms of texture, melting in mouth and overall acceptance. The proximate analysis of banana ice cream was as following: moisture 73.83%, carbohydrate 16.07%, protein 4.90%, fat 4.20%, ash 1.00% and fiber 7.30%. The fiber content is significantly higher ($p \leq 0.05$) as compared to standard formula.

Keywords: Mucilage, Hairy basil seed (*Ocimum canum* Sims), Stabilizer, Banana ice cream

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

บทนำ

แมงลัก (*Ocimum canum* Sims) เป็นพืชสมุนไพร ที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ทั้งใบและเมล็ด ในเมล็ดมีส่วนที่เป็นมิวซิเลจหรือสารเมือก ซึ่งสามารถพองตัวในน้ำได้หลายเท่า เมล็ดแมงลักที่พองน้ำแล้วสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับคนที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก และสามารถใช้เป็นยาระบายชนิด bulk forming laxatives ในคนไข้หลังผ่าตัดหรือในคนสูงอายุ นอกจากนี้ยังใช้ทดแทนเมล็ดซิเลียม (Psyllium seed) เพื่อผลิตเป็นยาระบายสำเร็จรูป (ณรงค์และคณะ, 2544) สำหรับประโยชน์ด้านอื่นๆ ของเมล็ดแมงลัก มีรายงานว่า สารเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารที่ใช้เพิ่มความข้นหนืดและใช้เป็นสารแขวนลอย (suspending agent) ในผลิตภัณฑ์ยา (ปลื้มจิตต์และคณะ, 2526 และ2528) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเกิดจากสารเมือกที่อยู่ในมิวซิเลจหรือสารเมือกเป็นสารในกลุ่มใยอาหารที่สามารถละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ซึ่งจัดเป็นสารประเภทเดียวกับกัม (gum) โดยเฉพาะกัมที่มาจากเมล็ด เช่น กัวร์กัม เป็นต้น (ศศิธรและปราณี, 2545) ซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์ โดยใช้เป็นสารเพิ่มความข้นหนืดและทำให้อิมัลชันคงตัวได้ดี และได้มีการใช้มิวซิเลจเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและมายองเนส (ละอองดาวและกุลยา, 2545)

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการใช้สารให้ความคงตัว เนื่องจากสารให้ความคงตัว (stabilizer) มีความสำคัญต่อการผลิตและคุณภาพไอศกรีม โดยมีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้ไอศกรีมมีเนื้อเนียน และเป็นเนื้อเดียวกัน ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการละลายของไอศกรีม และช่วยลดหรือชะลอการเกิดผลึกน้ำแข็งในไอศกรีม ซึ่งสารให้ความคงตัวในไอศกรีมส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เช่น อะราบิกกัม (gum arabic) เพคติน (pectin) โลคัสบีนกัม (locust bean gum) กัวร์กัม (guar gum) อัลจิเนต (alginate) คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose) เป็นต้น และเนื่องจากผงเมือกจากเมล็ดแมงลักจัดเป็นสารประเภทเดียวกับกัม และเป็นวัตถุดิบที่ปลูกได้ภายในประเทศ มีราคาที่ถูกมากเมื่อเทียบกับสารจำพวกกัมต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่ใช้มิวซิเลจหรือสารเมือกจากเมล็ดแมงลักที่มีราคาถูกและมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกัม (ละอองดาวและกุลยา, 2545) มาใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม นอกจากช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารในแง่สุขภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดแมงลักอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักในรูปผงแห้ง

ร่อนเมล็ดแมงลักผ่านตะแกรง เพื่อแยกฝุ่นและสิ่งสกปรก แช่เมล็ดแมงลักในน้ำสะอาด ในอัตราส่วน 1:30 ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองแยกน้ำส่วนเกินออก นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นผสม (blender) ที่ความเร็วต่ำสุด นาน 1 นาที บีบแยกมิวซิเลจด้วยผ้าขาวบาง เทมิวซิเลจที่ได้ใส่ถาดอะลูมิเนียม รองด้วยพลาสติก ขนาด 30×30 cm^2 หนาประมาณ 0.5 cm นำไปอบใน hot air oven ที่ 55°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้เป็นผงและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมันและเส้นใยของผงมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักตามวิธีของ AOAC (1984,1990) และคำนวณหาร้อยละของผลผลิต (%yield)

2. การศึกษาปริมาณกล้วยหอมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม

การเตรียมกล้วยหอมสำหรับการผลิตไอศกรีมกล้วยหอมโดยแปรปริมาณของกล้วยหอมที่เติมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 (โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) ซึ่งมีส่วนผสมแสดง

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ในตารางที่ 1 (ดัดแปลงมาจาก นภาศรี, 2545) นำไอศกรีมที่เตรียมได้ ไปตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยวัดค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น LVT, USA หาค่าอัตราการขึ้นฟู (%overrun) (วรรณาและวิบูลย์ศักดิ์, 2531) และการละลาย (Geilman และ Schmidt, 1992) และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี preference test โดยใช้ 9-point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวม โดย 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3. การศึกษาปริมาณมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม

นำสูตรไอศกรีมสูตรที่ได้ผ่านการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบทางกายภาพจากข้อ 2 มาใช้เป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาปริมาณมิวซิเลจที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกล้วยหอม โดยแปรปริมาณของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 (โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) นำไอศกรีมที่เตรียมได้ ไปตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยวัดค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม หาค่าอัตราการขึ้นฟู การละลาย และทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale เช่นเดียวกับข้อ 2

4. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมและสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว

โดยนำไอศกรีมสูตรที่ใช้มิวซิเลจเมล็ดแมงลักที่ผ่านการทดสอบทางกายภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดีและมีคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สูงที่สุด จากข้อ 3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่นเดียวกับข้อ 1 เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่ใช้กวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัว

5. การตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมและสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว

โดยนำไอศกรีมที่ผลิตได้ มาตรวจหาปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อ 1 กรัมของไอศกรีม โดยวิธี standard plate count (SPC) และตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มต่อ 1 กรัมของไอศกรีม โดยวิธี Coliform count (Wilkie, 1998)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมเบื้องต้นของไอศกรีมสูตรมาตรฐาน

ส่วนผสม	ไอศกรีมกล้วยหอม (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
นมสด:นมสดระเหย (1:1)	78.05	73.05	68.05
น้ำตาลทราย	9.35	9.35	9.35
ไข่ไก่ทั้งฟอง	2.25	2.25	2.25
กัวร์กัม	0.30	0.30	0.30
เกลือ	0.05	0.05	0.05
กล้วยหอม	10.00	15.00	20.00

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการเตรียมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักในรูปผงแห้งและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

จากการผลิตมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักในรูปผงแห้ง จะได้มิวซิเลจที่มีลักษณะสีขาวนวลหรือคล้ำเป็นเกล็ดแผ่นบางๆ ฟุ้งกระจายง่าย ดูดความชื้นได้ดี ซึ่งการผลิตมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักในรูปผงแห้ง ได้ผลผลิตเท่ากับร้อยละ 20.60 ของเมล็ด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปลื้มจิตต์และคณะ (2526) ซึ่งได้เท่ากับร้อยละ 21 จากเมล็ด ในการแยกมิวซิเลจออกจากเมล็ดให้ได้หมดนั้นเป็นการทำได้ยาก เพราะส่วนสีดำของเปลือกเมล็ดแมงลักถูกปั่นเป็นชิ้นเล็กๆ และเมื่อบีบแยกเมือกออกจึงรอดผ่านผ้ากรองและติดมากับส่วนเมือกที่ได้ ทำให้มิวซิเลจที่ได้มีเศษของเปลือกหุ้มเมล็ดติดมาด้วยทำให้มีสีเข้มขึ้น และพบว่าผงเมือกมีความชื้นค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 11.29 และยังสามารถดูดความชื้นจากภายนอกได้มากและรวดเร็วอีกด้วย เนื่องจากมิวซิเลจเป็นสารที่สามารถพองตัวในน้ำได้ดี เป็นสารประกอบพวก polyuronide ประกอบด้วยน้ำตาลและกรด uronic (ปลื้มจิตต์และคณะ, 2526) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยและคาร์โบไฮเดรต ปริมาณร้อยละ 1.75, 0.67, 4.70, 81.04 และ 0.55 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จะเห็นว่าผงมิวซิเลจที่ได้มีองค์ประกอบหลัก คือ มีเส้นใย ซึ่งสูงถึงร้อยละ 81.04 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศศิธรและปราณี (2545)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	11.29±0.44
โปรตีน	1.75±0.00
ไขมัน	0.67±0.10
เถ้า	4.70±0.48
เส้นใย	81.04±0.63
คาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณ)	0.55

2. ผลการศึกษาปริมาณกล้วยหอมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม

การแปรปริมาณของกล้วยหอมที่เติมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 (โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) จากการตรวจสอบทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยหอม ทั้ง 3 สูตร ที่ใช้กัวร์กัม 0.3% เป็นสารให้ความคงตัว พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของกล้วยหอมจะมีผลทำให้ความหนืดและ %overrun เพิ่มขึ้น แสดงในตารางที่ 3 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมทั้ง 3 สูตร เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมปริมาณกล้วยหอมมากขึ้น โดยไอศกรีมที่มีการเติมกล้วยหอมร้อยละ 20 มีความหนืดสูงสุด เท่ากับ 2150 cP และมี %overrun สูงสุด คือ 57.61 ซึ่งความหนืดที่เพิ่มขึ้น อาจจะเนื่องจากองค์ประกอบของกล้วยหอมมีสารเพคตินเป็นองค์ประกอบ (เบญจมาศ, 2532) ซึ่งเพคตินเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีผลต่อความสามารถ ในการอุ้มน้ำ และถ้ามีการอุ้มน้ำได้ดี จะส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคให้ช้าลง และถ้ายิ่งเพิ่มปริมาณของกล้วยหอมมากขึ้น จะต้องใช้แรงมากยิ่งขึ้นในการ ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ จึงทำให้ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมเพิ่มขึ้นด้วย (ศศิธรและปราณี, 2545) โดยทั่วไปความหนืดมีส่วนช่วยทำให้เกิดการจับอากาศได้ดีขึ้นและจะมีผลทำให้ค่า %overrun สูงขึ้น (วรรณาและวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยหอมที่ปริมาณต่างกัน ใช้กัวร์กัม 0.3% เป็นสารให้ความคงตัว

สูตร	overrun (%)	ความหนืด (cP)
กล้วยหอมร้อยละ 10	38.32	350
กล้วยหอมร้อยละ 15	45.16	800
กล้วยหอมร้อยละ 20	57.61	2150

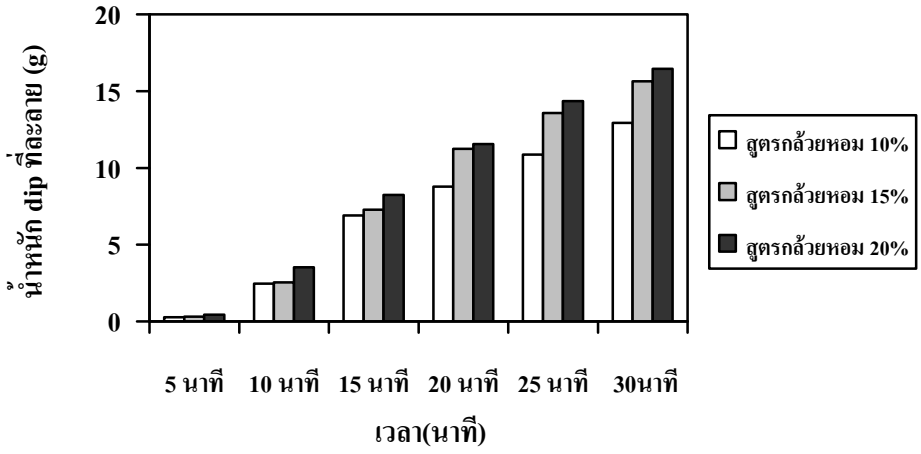
ส่วนอัตราการละลาย พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของกล้วยหอมมีผลทำให้อัตราการละลายของไอศกรีมเพิ่มขึ้น แสดงผลในรูปที่ 1 ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าไอศกรีมกล้วยหอมที่ร้อยละ 20 ละลายได้เร็วกว่า

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ร้อยละ 15 และ 10 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการเติมปริมาณกล้วยหอมลงไปมีผลต่อการละลายของไอศกรีม



รูปที่ 1 การละลายของไอศกรีมกล้วยหอมปริมาณต่างๆ กัน ซึ่งใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัว

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยหอม จากผลการทดลองพบว่า ระดับคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัสและการละลายในปาก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นกลิ่นรสและความชอบโดยรวมของไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 20 ดังแสดงในตารางที่ 4

ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการทดลองทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยหอม พบว่าไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 20 มีความหนืดและ %overrun สูงสุด และละลายได้เร็วที่สุด แต่เมื่อนำไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 20 มาทดสอบด้านประสาทสัมผัส พบว่ากลิ่นรสและความชอบโดยรวม มีระดับคะแนนต่ำกว่าไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 10 และ 15 ดังนั้นจึงเลือกใช้ไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 15 เนื่องจากผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 10 และ 15 ไม่แตกต่างกัน แต่ไอศกรีมที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 15 มีความหนืดและ %overrun รองลงมา คือ 800 cP และ 45.16% ตามลำดับ และละลายได้ช้ากว่า

ตารางที่ 4 ระดับคะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยหอมที่ใช้มิวซิเลจเป็นสารให้ความคงตัว

สูตรไอศกรีม	ระดับคะแนน*					
	ลักษณะปรากฏ ns	สี ns	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส ns	การละลายในปาก ns	ความชอบโดยรวม
สูตรที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 10	6.26±2.03	6.43±1.43	6.90±1.02 a	6.60±1.69	6.67±1.56	7.06±1.48 a
สูตรที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 15	6.60±1.69	7.03±1.35	6.80±1.47 a	6.66±1.62	6.80±1.76	6.90±1.51 a
สูตรที่ใช้กล้วยหอมร้อยละ 20	5.90±1.64	6.20±1.60	5.53±1.69 b	6.00±1.46	6.20±1.62	6.03±1.69 b

หมายเหตุ a,b,... ที่กำกับตัวเลขในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ที่กำกับตัวเลขในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* คะแนนตั้งแต่ 1-9 โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

3. ผลการศึกษาปริมาณมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม

จากการตรวจสอบทางกายภาพของไอศกรีมที่มีกล้วยหอมร้อยละ 15 ที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว เป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ตามลำดับ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของมิวซิเลจจะมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ในขณะที่ %overrun ลดลง แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐาน (กัวร์กัม) และสูตรที่ใช้ผงเมือกแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในปริมาณต่าง ๆ กัน

สูตรไอศกรีม	overrun (%)	ความหนืด (cP)
สูตรมาตรฐาน (กัวร์กัมร้อยละ 0.3)	45.16	800
สูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.3	29.72	1225
สูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.4	26.94	1500
สูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.5	26.23	2225

ในการวัดความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณมิวซิเลจมากขึ้น มีผลทำให้ส่วนผสมไอศกรีมมีความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากมิวซิเลจมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และเมื่อมิวซิเลจมีการอุ้มน้ำไว้จะส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคให้ช้าลง และถ้ายิ่งเพิ่มปริมาณของมิวซิเลจมากขึ้น จะต้องใช้แรงมากกว่าในการทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ จึงทำให้ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมเพิ่มขึ้นด้วย (ศศิธร และปราณี, 2545) โดยทั่วไปความหนืดมีส่วนช่วยทำให้เกิดการจับอากาศได้ดีขึ้นและมีความสม่ำเสมอของเซลล์อากาศ (อุษา, 2541) และจะมีผลทำให้ค่า %overrun สูงขึ้น แต่ในกรณีของมิวซิเลจ พบว่า ความหนืดของส่วนผสมมีผลต่อค่า %overrun โดยทำให้มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของ มิวซิเลจ เนื่องจากความหนืดที่สูงขึ้น ส่งผลต่อการตีให้จับกับอากาศทำได้ยากขึ้น จึงทำให้มีผลต่อเนื้อสัมผัสของไอศกรีมมีความเหนียวมากขึ้น นอกจากนี้ความหนืดที่เพิ่มขึ้นยังช่วยชะลอการเกิดและโตขึ้นของผลึกน้ำแข็งได้ (Macrae และคณะ, 1993) เมื่อเปรียบเทียบผลของการใช้กัวร์กัม (สูตรมาตรฐาน) และมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมกล้วยหอม พบว่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมของสูตรที่ใช้มิวซิเลจ มีความหนืดที่สูงกว่าสูตรมาตรฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากมิวซิเลจมีความเข้มข้นมากกว่า ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่ากัวร์กัม ทำให้อนุภาคเมื่อพองน้ำแล้วมีขนาดใหญ่กว่า การไหลของอนุภาคในสารละลายเป็นไปได้ช้ากว่า ซึ่งต้องใช้แรงมากกว่าในการทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ จึงส่งผลต่อความหนืดของสารละลายให้มีค่าสูงขึ้นด้วย (ศศิธรและปราณี, 2545) และจากการที่ส่วนผสมไอศกรีมสูตรที่ใช้มิวซิเลจ มีความหนืดสูงกว่า จะส่งผลให้การตีจับกับอากาศในขณะปั่นให้เป็นไอศกรีมจึงทำได้ยากขึ้น ค่า %overrun ที่ได้จึงน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน

ส่วนการละลายของไอศกรีมที่ใช้มิวซิเลจเป็นสารให้ความคงตัวในปริมาณต่าง ๆ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณมิวซิเลจมากขึ้นจะทำให้ไอศกรีมละลายได้ช้าลง และเมื่อเปรียบเทียบกับการละลายกับไอศกรีมที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัว พบว่าไอศกรีมที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวสามารถต้านทานการละลายได้ดีกว่า ดังที่แสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถเกาะเกี่ยวโมเลกุลของน้ำไว้ภายในโครงสร้างตาข่ายในสภาพที่แน่นหนากว่า ดังนั้นน้ำที่ละลายจากน้ำแข็งของไอศกรีมดังกล่าวจึงหลุดออกมาได้ยากกว่าน้ำที่อยู่ในไอศกรีมที่มีความหนืดของส่วนผสมที่น้อย (อุษา, 2541)

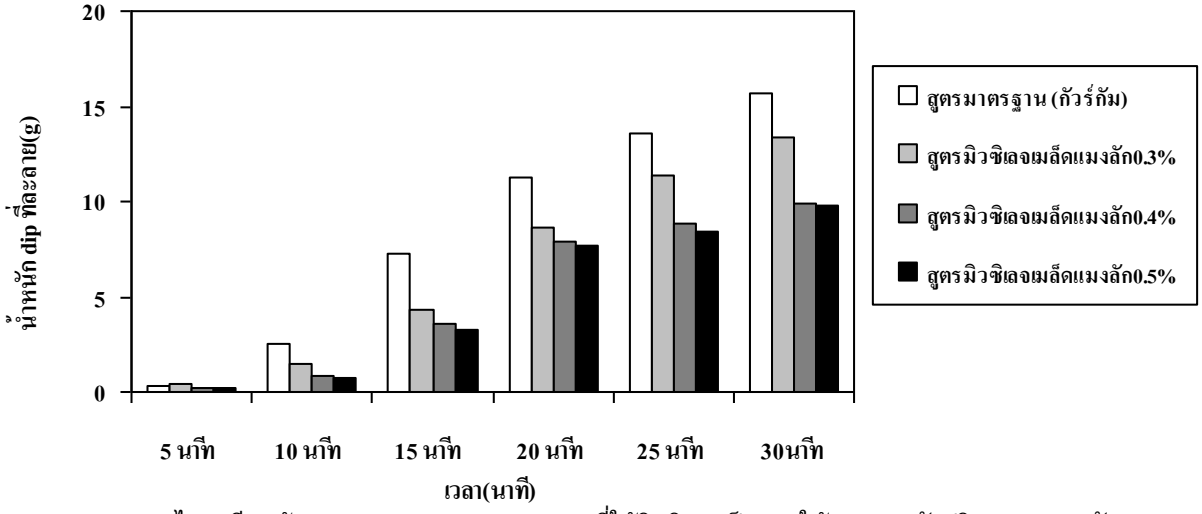
จากการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยหอมทั้ง 4 สูตร คือ สูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 เป็นสารให้ความคงตัวแทนกัวร์กัม เพื่อหาสูตรที่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภคจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าทั้ง 4 สูตร มี

npiyanoot@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

คะแนนในด้านสีและกลิ่นรส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 6 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.5 มีคะแนนสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบด้านความหนืดและอัตราการละลาย เนื่องจากสูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.5 มีความหนืดมากกว่าสูตรอื่นๆ และการใช้มิวซิเลจในปริมาณที่สูง ทำให้มีความหนืดสูง และส่งผลให้การตีให้จับกับอากาศได้ยากขึ้น ค่า %overrun ที่ได้จึงน้อยกว่า ซึ่งจากผลดังกล่าวจะส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.5 มีลักษณะที่เหนียวนุ่มเนียนกว่าไอศกรีมสูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.3, 0.4 และสูตรมาตรฐาน ซึ่งปกติแล้วการเพิ่มปริมาณกัมที่ใช้ในไอศกรีมโดยทั่วไปนั้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี เนื่องจากความหนืดมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส โดยทำให้ผลิตภัณฑ์เหนียวนุ่ม ให้การรับรู้ที่ดีขณะรับประทานไอศกรีมรวมทั้งการละลายในปาก และเมื่อเปรียบเทียบสูตรมาตรฐาน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านเนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวม ทั้งนี้เนื่องมาจากไอศกรีมสูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.5 มีความหนืดที่สูงกว่าจึงส่งผลให้ไอศกรีมมีเนื้อที่นุ่ม เหนียวมากกว่า และการใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวยังช่วยต้านทานการละลายได้ดี จึงทำให้ได้รับคะแนนที่สูงกว่าสูตร มาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัว

4. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัวกับสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว

เมื่อนำไอศกรีมสูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 เป็นสารให้ความคงตัว มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีปริมาณไขมัน โปรตีน ความชื้นและเถ้าไม่ต่างกัน ยกเว้นปริมาณเส้นใย พบว่าไอศกรีมที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวมีเส้นใยสูงกว่าสูตรมาตรฐาน ส่วนพลังงานของไอศกรีมสูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากแมงลัก ได้เท่ากับ 131.75 และ 121.68 kcal/100g ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาในองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมทั้ง 2 สูตรนี้ จะเห็นได้ว่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปริมาณเส้นใยที่ไอศกรีมสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักมีสูงกว่าสูตรมาตรฐาน ทั้งนี้เนื่องจากมิวซิเลจที่ใช้เป็นสารให้ความคงตัวมีปริมาณของเส้นใยสูงถึงร้อยละ 81.04 จึงส่งผลให้ไอศกรีมมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นด้วย และจากผลดังกล่าวจึงทำให้พลังงานที่จะได้รับเมื่อรับประทานไอศกรีมสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักต่ำกว่า (ศศิธรและปราณี, 2545)



รูปที่ 2 การละลายของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้มิวซิเลจเป็นสารให้ความคงตัวปริมาณต่างๆ กัน

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ตารางที่ 6 ระดับคะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐาน และไอศกรีมกล้วยหอมที่ใช้มิวซิเลจเป็นสารให้ความคงตัวในปริมาณต่างๆ

สูตรไอศกรีม	ระดับคะแนน*					
	ลักษณะปรากฏ	สี^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	เนื้อสัมผัส	การละลายในปาก	ความชอบโดยรวม
สูตรมาตรฐานที่ใช้กัวร์กัม	6.40±1.63^{ab}	6.95±1.31	6.60±1.42	6.45±1.50^{b}	6.45±1.73^{b}	6.70±1.49^{b}
สูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ0.3	6.30±0.92^{b}	6.45±1.05	6.75±1.25	6.35±1.18^{b}	5.90±1.16^{b}	6.40±1.23^{b}
สูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.4	6.75±1.41^{ab}	6.95±1.09	6.70±0.08	6.90±0.96^{b}	6.80±0.83^{b}	6.80±1.05^{b}
สูตรที่ใช้มิวซิเลจร้อยละ 0.5	7.50±1.23^{a}	7.05±1.05	7.35±1.13	7.95±0.99^{a}	7.70±1.21^{a}	8.15±0.87^{a}

หมายเหตุ $^{a,b,...}$ที่กำกับตัวเลขในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ที่กำกับตัวเลขในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* คะแนนตั้งแต่ 1-9 โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว

สูตรไอศกรีม	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)						พลังงาน (kcal/100 g) (จากการคำนวณ)
	ไขมัน^{ns}	โปรตีน^{ns}	เส้นใย	เถ้า	ความชื้น^{ns}	คาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณ)	
สูตรมาตรฐาน	3.95±0.07	4.60±0.21	0.90±0.07^{b}	0.60±0.07^{b}	71.40±0.28	19.45	131.75
สูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก	4.20±0.14	4.90±0.24	7.30±0.04^{a}	1.00±0.07^{a}	73.83±0.09	16.07	121.68

หมายเหตุ $^{a,b,...}$ที่กำกับตัวเลขในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ที่กำกับตัวเลขในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. การตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัวกับสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว

ในการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ โดย standard plate count (SPC) พบว่าไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐาน (กัวร์กัม) และสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 เป็นสารให้ความคงตัว พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 213 และ 760 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และเมื่อตรวจหาปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม พบว่าไม่พบการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 8

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มของไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว

การตรวจสอบจุลินทรีย์	สูตรไอศกรีม		ICMSF (colony/g)
	สูตรมาตรฐาน	สูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก	
Standard Plate Count (colony/g)	213	760	ไม่เกิน 2.5×10^5
Coliform Count (colony/g)	0	0	ไม่เกิน 10^3

คุณภาพด้านจุลชีววิทยา ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544 ได้ประกาศว่า ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม จะต้องมีแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน 600,000 โคโลนีในไอศกรีม 1 กรัม ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *Escherichia coli* ในไอศกรีม 0.01 กรัม ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และนอกจากนี้ International Commission on Microbiological Specification for Food (ICMSF) ได้เสนอเกณฑ์กำหนดของแบคทีเรียสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภท simple ice cream ดังนี้ (ทองยศ, 2530) คือ standard colony count ต้องมีค่าไม่เกิน 2.5×10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ต้องมีค่าไม่เกิน 10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากผลการทดสอบทางด้านจุลชีววิทยา พบว่าไอศกรีมสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าไอศกรีมสูตรมาตรฐาน เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ยุ่งยากมากกว่าทำให้มีโอกาสปนเปื้อนของจุลินทรีย์มากกว่า อย่างไรก็ตามไอศกรีมทั้ง 2 สูตร มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบนั้นมีจำนวนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และไม่พบการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตไอศกรีมได้มีขั้นตอนการพาสเจอไรซ์เซชันส่วนผสมของไอศกรีมที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และคำนึงถึงสุขลักษณะที่ถูกต้องในกระบวนการผลิตไอศกรีม

สรุป

ในการผลิตไอศกรีมกล้วยหอม ปริมาณกล้วยหอมที่เหมาะสม คือ กล้วยหอมร้อยละ 15 และการใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวแทนกัวร์กัมในการผลิตไอศกรีมกล้วยหอม เมื่อปริมาณของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น ไอศกรีมจะมีความหนืดสูงขึ้น และมีผลทำให้อัตราการขึ้นฟูและการละลายลดลง ซึ่งปริมาณมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมกล้วยหอม คือ ร้อยละ 0.5 น้ำหนักโดยน้ำหนัก ไอศกรีมที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว มีความหนืดสูงกว่าและสามารถต้านทานการละลายของไอศกรีมได้ดีกว่าไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัว ดังนั้นมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักจึงใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอมได้เช่นเดียวกับกัวร์กัม แต่มีราคาถูกกว่าและไอศกรีมกล้วยหอมที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก พบว่ามีปริมาณเส้นใยสูงกว่า จึงมีผลทำให้มีพลังงานต่ำกว่าสูตรมาตรฐานอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222. (พ.ศ. 2544). เรื่องไอศกรีม. เล่ม 114 ตอนพิเศษ 70 ง.

ทองยศ อเนกะเวียง. 2530. ผลิตภัณฑ์นม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ ยุคันตรพงพงษ์, นงนิตย์ ธีระวัฒนสุข และศิริรัตน์ ทองเทพ. 2524. การแยกสารที่มีคุณสมบัติใน

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

การพองตัวจากเมล็ดแมงลักเพื่อใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรมและเภสัชอุตสาหกรรม. โครงการพิเศษสาขาเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ.

นภาศรี ไวศยะนันท์. 2545. ไอศกรีม. เกษตรศาสตร์ 40 ปี. ฉบับวิทยาการเพื่อประชาชน.

เบญจมาศ ศิลาน้อย. 2532. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 357 หน้า

ปลื้มจิตต์ โรจนพันธุ์, สุทิน ศิริไพรวัน, ณรงค์ ยุคันตพรพงษ์, นวนิตย์ ธีระวัฒนสุข และศิริรัตน์ ทอง เทพ. 2526. เมล็ดแมงลัก I: การแยกสารเมือก. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 10(1): 19-24.

ปลื้มจิตต์ โรจนพันธุ์, สุทิน ศิริไพรวัน, เกษม วัฒนานิยม, สันต์ ดอรอมาน และสินชัย คุณยืนยงวานิชย์. 2528. เมล็ดแมงลัก II: คุณสมบัติของสารเมือก. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 12(1): 1-9.

ปลื้มจิตต์ โรจนพันธุ์, สุทิน ศิริไพรวัน, สมพงษ์ อธิการยานันท์, สุวรรณ กอบหิรัญกุล และสุวิทย์ งานภูพันธ์. 2528. เมล็ดแมงลัก III: การทำผงเมือกแห้งโดยวิธี freeze-drying. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 12(4):88-94.

ละอองดาว ว่องเอกลักษณ์ และกุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. 2545. การใช้มิวซิเลจแห้งจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและมายองเนส. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 7(1): 17-24

วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์โอเอส พริ้นติ้ง เฮาส์. กรุงเทพฯ. 131-166

ศศิธร เรืองจักเพ็ชร และปราณี อ่านเปรื่อง. 2545. การผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก. วารสารอาหาร. 32(2):144-153.

ศศิธร เรืองจักเพ็ชร และปราณี อ่านเปรื่อง. 2545. ลักษณะทางกายภาพของผงเมือกเมล็ดแมงลัก. วารสารอาหาร. 32(3):223-232.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2540. สารเพิ่มความหนืดและสารทำให้เกิดเจลสำหรับอาหาร. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. กรุงเทพฯ

อุษา นาคจิรังกูร. 2541. ผลของสารคงตัวต่อไอศกรีมเซอร์เบทมิกซ์รสผลไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

A.O.A.C.1984. Official Method of Analysis. 13th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1018 p.

A.O.A.C.1990. Official Method of Analysis. 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1298 p.

Geilman, W.G. and Schmidt, D.E.1992. Physical characteristics of frozen desserts made from ultrafiltered milk and various carbohydrates. J.Dairy Sci. 75(10): 2670-2675.

Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J. 1993. Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition. London: Academic Press.

Wilkie, F.H. 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology. London. WBC Book Manufacturers.

npiyanoot@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University