

ผลของสารเพิ่มความคงตัวบางชนิดต่อคุณภาพของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด EFFECT OF STABILIZERS ON QUALITIES OF CORN MILK ICE CREAM

จันทิมา พงงามเงิน* ณัฐรยาน์ ชูสุข นฤมล นามชุย สุวรรณ ไชโย
Chanthima Phungamngoen*, Nathaya Choosuk, Naruemon Namsui, Suwana Chaiyo

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี
Faculty of Agro-industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
Prachinburi Campus.

*Corresponding author, E-mail: chanthimap@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัส ของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ซึ่งสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้คือ Locust bean gum, Guar gum และ Carrageenan ปริมาณร้อยละ 0 - 0.3 w/w ตามแผนการทดลองวิธี Mixture design แบบ Simplex axial design โดยใช้ค่าความหนืด อัตราการละลาย อัตราการขึ้นฟู ค่าสี ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความนุ่ม การละลายในปาก กลิ่นรสข้าวโพด และความชอบโดยรวม เป็นพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา ผลการทดลองพบว่า สารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดมีผลต่อคุณภาพในด้านต่างๆ ของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียวพบว่า โลกัสبینกัมและกัวร์กัมให้ค่าความหนืดและอัตราการขึ้นฟูที่สูงกว่าคาร์ราจีแนน แต่คาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติต้านทานการละลายได้ดีกว่าโลกัสبینกัมและกัวร์กัม แต่เมื่อนำสารเพิ่มความคงตัวมาผสมกัน 2 ชนิด พบว่าโลกัสبینกัมและกัวร์กัมช่วยเสริมความสามารถซึ่งกันและกันโดยให้ค่าความหนืดและอัตราการขึ้นฟูที่สูงขึ้น เมื่อนำโลกัสبینกัมหรือกัวร์กัมผสมกับคาร์ราจีแนน พบว่าความหนืดลดลงและสามารถต้านทานการละลายได้ดีขึ้น และเมื่อนำสารเพิ่มความคงตัวมาผสมกัน 3 ชนิด พบว่าทั้งความหนืด อัตราการขึ้นฟู และสามารถต้านทานการละลายได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้สารเพิ่มความคงตัวชนิดเดียว และ 2 ชนิด สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมหน้านมข้าวโพดพิจารณาจากวิธี Response surface คือ เติมโลกัสبینกัมเข้มข้น 0.105% กัวร์กัมเข้มข้น 0.09% และคาร์ราจีแนนเข้มข้น 0.105% ลงในหน้านมข้าวโพด

คำสำคัญ: การละลาย อัตราการขึ้นฟู สเตบิลไลเซอร์ สเตอริไรส์

Abstract

The work was aimed to study the types and concentration of stabilizer on physical, chemical properties as well as sensory evaluation of corn milk ice cream. The stabilizer used in this experiment were locust bean gum, carrageenan and guar gum with concentration of 0-0.3 %w/w. The mixture design (simplex axial design) method was used as a design experiment. The considered parameters were viscosity, melting rate, overrun, color (hunter L/b), total solid,

homogenize, softness, melting in mount, corn flavor and overall perception. The results showed that each stabilizers affecting the quality of corn milk ice cream. When using stabilizers alone, locust bean gum and guar gum gave higher viscosity and overrun than carrageenan. However the carrageenan was better melting properties than locust bean gum and guar gum. In case of two types of mixed stabilizer, locust bean gum and guar gum have helped enhance mutual leading to high viscosity and high overrun. Combined locust bean gum, guar gum and carrageenan resulted in a lower viscosity and a decrease melting. In using three types of mixed stabilizer, the viscosity, overrun and good melting compared to using one or two types of stabilizer. To optimize of corn milk ice cream by using the response surface method, it found that the addition of locust bean gum 0.105%, guar gum 0.09% and carrageenan 0.105%, respectively the corn milk ice cream overall acceptance score.

Keywords: Melting in Mount, Overrun, Stabilizer, Sterilize

บทนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากของโลกผลผลิตประมาณครึ่งหนึ่งใช้เป็นอาหารของมนุษย์ สำหรับประเทศไทยข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการเพาะปลูกกันมาก รู้จักและนิยมนำมาบริโภคในรูปอาหารว่างระหว่างมื้อมาช้านาน เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูก มีคุณค่าทางโภชนาการจึงได้นำข้าวโพดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ เช่น แป้งข้าวโพด น้ำมันข้าวโพด นํ้านมข้าวโพด รวมถึงไอศกรีมรสข้าวโพด เป็นต้น การแปรรูปข้าวโพดดังที่กล่าวมานั้นจะช่วยให้มีการยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีผู้บริโภคบางกลุ่มที่ปฏิเสธการรับประทานข้าวโพดทั้งฝัก เพราะความไม่สะดวกและมักพบปัญหาเรื่องเศษอาหารติดตามซอกฟัน นอกจากนี้ นํ้านมข้าวโพดที่ผลิตได้ยังเหมาะสมกับผู้ที่แพ้น้ำตาลในนม (Lactose Intolerant) อีกทั้งยังเหมาะกับผู้ที่ต้องการรับประทานไขมันจากพืชแทนไขมันจากสัตว์เพราะไขมันจากสัตว์มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและโรคความดันโลหิตสูง [1]

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไป มีการผลิตทั้งในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนประกอบในการผลิตคือ

นม สารให้ความหวาน สารเพิ่มความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์และอาจเติมส่วนผสมอื่นๆ โดยส่วนผสมเหล่านี้จะถูกนำไปผ่านกระบวนการโฮโมจีไนส์ และการพาสเจอร์ไรส์ก่อนจะนำไปแช่แข็ง [2] โดยที่การผลิตไอศกรีมจำเป็นต้องมีการเติมสารเพิ่มความคงตัว เพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีม Marshall; et al. [3] กล่าวว่าสารเพิ่มความคงตัวที่ละลายในของเหลวทำให้นํ้าไม่แยกตัวเป็นอิสระ เมื่อทำการตีปั่นส่วนผสมให้เป็นฟอง จึงทำให้ฟองอากาศในไอศกรีมไม่ยุบตัว เกิดการขึ้นฟูมากขึ้น และช่วยเพิ่มความชื้นหนืดทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่เนียนเรียบ ลดปัญหาเนื้อไอศกรีมแตกง่าย อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความลื่นคอ และช่วยในการปล่อยกลิ่นรสของไอศกรีมเมื่อรับประทานให้มึกลิ่นรสที่ชัดเจนขึ้น จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการใช้กัวร์กัม ปริมาณร้อยละ 0.1 ในไอศกรีมนมข้าวโพดทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่ดีมีความหนืดสูงและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมาก [4] Cottrell; et al. [5] ศึกษาผลการใช้สารเพิ่มความคงตัวในไอศกรีมวานิลลา คือ กัวร์กัม โลกัสปินกัม และคาร์ราจีแนน ช่วงความเข้มข้น 0.1-0.4 พบว่าโลกัสปินกัมทำให้ไอศกรีมมิกซ์ มีความหนืด

มากกว่ากัวร์กัมและคาร์ราจีแนน ตามลำดับ นอกจากนี้มีรายงานว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัวหลายชนิดผสมกัน เช่น การเติมโลกส์ปีนกัน ร้อยละ 0.2 กัวร์กัมร้อยละ 0.05 และคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.05 ผสมกันจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีม คือทำให้ไอศกรีมมีกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี โดยได้การยอมรับจากผู้บริโภคมาก [6] จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัวเป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการผลิตไอศกรีมให้ได้คุณภาพเป็นที่ยอมรับ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทำการศึกษาผลของชนิดของสารเพิ่มความคงตัว (โลกส์ปีนกัน กัวร์กัม และคาร์ราจีแนน) ที่ระดับความเข้มข้น 0.05-0.3 %w/v ต่อคุณภาพของไอศกรีม นำนมข้าวโพด โดยความรู้และข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการผลิตไอศกรีม นำนมข้าวโพดให้มีคุณภาพดีในอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมนำนมข้าวโพด

คัดเลือกข้าวโพดหวาน (Sweet Corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays saccharata*

ตารางที่ 1 สูตรการผลิตไอศกรีม นำนมข้าวโพด

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)
นํานมข้าวโพด	74.6
วิปปิ้งครีม	13
เกลือ	0.1
น้ำตาล	12
สารเพิ่มความคงตัว	0.3
รวม	100

ที่มา: ดัดแปลงจาก พรหล้า ขาวเขียว. (2550). สูตรไอศกรีม. ใน *บทความไอศกรีม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ที่มีขนาดของผักสมม่าเสมอ เมล็ดมีสีเหลืองสด ปอกเปลือกแล้วต้มในน้ำเดือดนาน 9 นาที จากนั้นแช่ในน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของข้าวโพด ผ่านเอาเฉพาะเมล็ดออก โดยผสมข้าวโพดกับน้ำในอัตราส่วน 1:2 นํามันบดละเอียดแล้วกรองเพื่อแยกกากออกด้วยผ้าขาวบางจะได้นํานมข้าวโพดที่มีสีเหลืองขุ่น

2.2 กระบวนการผลิตไอศกรีม

ซึ่ง ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต ไอศกรีม นำนมข้าวโพดตามสูตรพื้นฐาน ดังตารางที่ 1 นำส่วนผสมที่เป็นของแข็งผสมเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 50 °C แล้วคงอุณหภูมินี้ นาน 5 นาที เพื่อให้ส่วนผสมรวมเข้ากันดี จากนั้นเติมวิปปิ้งครีม แล้วคนให้ส่วนผสมละลายเข้าด้วยกัน นำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นโฮโมจีไนส์ (ตราสินค้า Pytron รุ่น PT-MR 3100 ประเทศเยอรมัน) ที่อุณหภูมิประมาณ 55 °C ที่ความเร็วรอบ 12,000 rpm นาน 15 นาที ลดอุณหภูมิของส่วนผสมลงอย่างรวดเร็ว แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยนำไปปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีม ตักไอศกรีมใส่ในภาชนะบรรจุเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 °C

2.3 ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้

ชนิดและสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ได้จากการออกแบบการทดลองแบบ Mixture Design ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

Treatment	ปริมาณสาร (เปอร์เซ็นต์)		
	โลกส์ปิ่นกัม (LGB)	กัวร์กัม (GG)	คาร์ราจีแนน (CG)
1	0.3	-	-
2	0.15	0.15	-
3	-	0.3	-
4	-	0.15	0.15
5	-	-	0.3
6	0.15	-	0.15
7	0.2	0.05	0.05
8	0.05	0.2	0.05
9	0.05	0.05	0.2
10	0.1	0.1	0.1
11	0.1	0.1	0.1
12	0.1	0.1	0.1
13	0.1	0.1	0.1

2.4 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด

2.4.1 การวัดค่าความหนืด

วัดความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 ± 1 °C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง นำไอศกรีมมิกซ์ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เทใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Viscometer (ตราสินค้า Brookfield รุ่น LVDV - IT + PRO ประเทศอเมริกา) และใช้หัวเข็ม (Spindle) เบอร์ 3 ที่ความเร็วรอบ 50 rpm

2.4.2 การวัดอัตราการขึ้นฟู (% overrun)

การวัดอัตราการขึ้นฟู จัดแปลงจาก Arbuckle [7] คือ นำไอศกรีมมิกซ์บรรจุลงถ้วยพลาสติกจนเต็มแก้ว ซึ่งน้ำหนักไอศกรีมที่บรรจุเต็มถ้วยพลาสติก หลังจากนั้นนำไอศกรีมมิกซ์ทั้งหมดไปปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีม (ยี่ห้อ Homemate รุ่น HOM-4002 ประเทศไทย) จนได้ไอศกรีมหน้านมข้าวโพด นำออกจากเครื่องปั่นบรรจุลงถ้วย พลาสติกใบเดิมจนเต็มแก้ว แล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง คำนวณค่าโอเวอร์รัน ดังสมการที่ 1

$$\% \text{ overrun} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมมิกรีซ} - \text{น้ำหนักไอศกรีม}}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}} \times 100 \quad (1)$$

2.4.3 การวัดอัตราการละลาย [8]

การวัดอัตราการละลายโดยนำตัวอย่างที่บรรจุเต็มถ้วยพลาสติก 50 กรัม หลังผ่านการแช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิเริ่มต้นของตัวอย่างคือ -15°C ปลดปล่อยให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ โดยจับเวลาการละลายแล้วชั่งน้ำหนักของเหลวที่ละลายออกมาทุกๆ 5 นาที

2.4.4 การวัดค่าสี

การวัดค่าสีโดยนำตัวอย่างที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 24 ชั่วโมง บรรจุลงในคิวเวต (Cuvette) ประมาณ 3-5 กรัม โดยใส่ตัวอย่างในขณะที่ยื่น แล้วนำมาวัดค่า $L a b$ ด้วยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex ประเทศอเมริกา) ใช้แหล่งแสง D65 ที่ 10° โดยค่าสี L (lightness) เป็นค่าแสดงความสว่าง คือ มีค่าตั้งแต่ 0 แสดงความเป็นสีดำ ถึง 100 แสดงความเป็นสีขาว ค่า b ที่มีค่าเป็น บวก (+) แสดงความ

เป็นสีเหลืองหรือมีค่าเป็นลบ (-) แสดงความเป็นสีน้ำเงิน และค่า a ที่มีค่าเป็นบวก (+) แสดงความเป็นสีเขียวหรือมีค่าเป็นลบ (-) แสดงความเป็นสีแดง

2.5 ศึกษาคุณภาพด้านเคมีของไอศกรีม

นํ้านมข้าวโพด: การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด [9] โดยนำถ้วยระเหยอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักของถ้วยระเหยและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างไอศกรีมเหลว น้ำหนักประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยระเหยแล้วชั่งน้ำหนัก นำไประเหยด้วย Water bath (ตราสินค้า Memmert รุ่น WB14 ประเทศเยอรมัน) ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 30 นาที และอบที่อุณหภูมิร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าที่แน่นอนแล้วนำไปคำนวณดังสมการที่ 2

$$\text{Total solid} = \frac{(\text{น้ำหนักถ้วย} + \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) - \text{น้ำหนักถ้วย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100 \quad (2)$$

2.6 ศึกษาและประเมินผลการยอมรับทาง

ด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีม นํ้านมข้าวโพด 13 ทริทเมนต์ โดยนำไอศกรีม นํ้านมข้าวโพดที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 - Hedonic scale ซึ่งให้ผู้ทดสอบ จำนวน 52 คน โดยจัดสิ่งทดลองตามมาตรฐานแผนการทดลองแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (Balanced Incomplete Block Design ; BIB) เสิร์ฟตัวอย่าง

ไอศกรีม นํ้านมข้าวโพดโดยนำไอศกรีมออกจากตู้แช่แข็งทิ้งไว้เป็นเวลา 3-5 นาที ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ สีเหลือง ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความนุ่ม การละลายในปาก กลิ่นรสข้าวโพด รสหวาน และความชอบโดยรวม ซึ่งผู้ทดสอบ 1 คน ทดสอบไอศกรีม นํ้านมข้าวโพด 4 ทริทเมนต์ โดยสุ่มลำดับการเสิร์ฟตัวอย่างเพื่อให้มีความสมดุล โดยแต่ละทริทเมนต์ จะถูกทดสอบ 16 ครั้ง

ผลการวิจัย

3.1 ผลของชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 ความหนืด

ตารางที่ 3 แสดงผลของการใช้สารเพิ่มความคงตัว การใช้สารเพิ่มความคงตัวชนิดเดียว (ทริทเมนต์ที่ 1, 3, 5) พบว่าสารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดส่งผลให้ค่าความหนืดของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งค่าความหนืดของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทริทเมนต์ที่ใช้โลก์สปีนกัมร้อยละ 0.3 มีความหนืดสูงที่สุดเท่ากับ 869 cps เนื่องจากโลก์สปีนกัมสามารถเกิดพันธะกับน้ำได้มากส่งผลช่วยให้ความหนืดเพิ่มขึ้น และพบว่าโลก์สปีนกัมช่วยทำให้ไอศกรีมมีกซ์มีความหนืดมากกว่าการใช้กัวร์กัม เนื่องจากโลก์สปีนกัมคุณสมบัติในการดูดน้ำและพองตัวได้ดี ส่วนกัวร์กัมมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับโลก์สปีนกัม จะเห็นว่าความหนืดขึ้นอยู่กับ การดูดซับน้ำของสายพอลิแซ็กคาไรด์ ยิ่งสายพอลิแซ็กคาไรด์มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้นจะทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น ดังนั้นด้วยขนาดโมเลกุลที่ใหญ่กว่าของโลก์สปีนกัม จึงทำให้มีความหนืดมากกว่ากัวร์กัม [10] เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัว 2 ชนิด ร่วมกัน (ทริทเมนต์ที่ 2, 4, 6) พบว่าทุกสภาวะการทดลองมีค่าความหนืดของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดเพิ่มขึ้นกว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว เป็นผลมาจากสารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดให้คุณสมบัติที่แตกต่างกันโดยทริทเมนต์ที่ 2 ใช้โลก์สปีนกัมร่วมกับกัวร์กัม มีค่าความหนืดสูงที่สุดเท่ากับ 1099 cps เนื่องจากกัวร์กัมละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำโดยหลังจากการละลาย 2-20 ชั่วโมง มีผลให้ความหนืดสูงสุด ในขณะที่โลก์สปีนกัมมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง แสดงว่าโลก์สปีนกัมและกัวร์กัมช่วยเสริมความสามารถซึ่งกันและกัน ทำให้พันธะระหว่าง

โมเลกุลแข็งแรงมากขึ้น จึงส่งผลให้ไอศกรีมมีกซ์มีความหนืดมากขึ้น[11] การใช้สารเพิ่มความคงตัว 3 ชนิด ร่วมกัน (ทริทเมนต์ที่ 7 - 13) พบว่าความหนืดทุกสภาวะมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นทริทเมนต์ที่ 9 มีค่าความหนืดต่ำที่สุดคือ 279 cps ซึ่งเป็นผลเนื่องจากในสภาวะนี้มีการเติมคาร์ราจีแนนในปริมาณที่มากกว่าสารอื่น จึงส่งผลให้ค่าความหนืดลดต่ำลงไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากคาร์ราจีแนนทำให้ไอศกรีมมีกซ์เกิดเจล ซึ่งจะทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีประจุระหว่างคาร์ราจีแนนและเคซีนในไอศกรีม ส่งผลทำให้มีค่าความหนืดโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลดลง [5]

3.1.2 อัตราการขึ้นฟู (% Overrun)

การใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (ทริทเมนต์ที่ 1, 3, 5) พบว่าอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดที่เติมสารเพิ่มความคงตัวต่างชนิดกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งโลก์สปีนกัมทำให้ร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีมสูงสุด คือ 37.40 ส่วนคาร์ราจีแนนให้ร้อยละการขึ้นฟูต่ำสุด คือ 19.04 เนื่องจากโลก์สปีนกัมช่วยจับอากาศขณะปั่นให้เป็นไอศกรีม ทำให้การปั่นให้เป็นไอศกรีมเกิดได้ดีและทำให้ขนาดของฟองอากาศมีความสม่ำเสมอ โลก์สปีนกัมมีความสามารถในการจับอากาศได้มากจึงทำให้ร้อยละการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น ส่วนคาร์ราจีแนนเมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้นจะได้เจลที่มีความแข็งแรงมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการจับอากาศขณะปั่นไอศกรีมทำได้ยากขึ้น จึงมีผลให้ร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีมต่ำลง [5,12]

เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัว 2 ชนิด ร่วมกัน (ทริทเมนต์ที่ 2, 4, 6) ลงในไอศกรีมหน้านมข้าวโพด พบว่าสารเพิ่มความคงตัวต่างชนิดกันไม่ทำให้อัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การใช้โลก์สปีนกัมร่วมกับกัวร์กัมหรือร่วมกับคาร์ราจีแนนทำให้ร้อยละการขึ้นฟูเพิ่มขึ้นกว่าการใช้คาร์ราจีแนนหรือกัวร์กัมเพียง

ชนิดเดียว เนื่องจากโลกส์ปินกัมมีความสามารถในการละลายน้ำและดูดน้ำได้ดีทำให้ได้ปริมาตรของไอศกรีมที่มาก รวมทั้งการเกาะเกี่ยวระหว่างโมเลกุลที่มีความจำเพาะจึงทำให้มีผลต่อการจับอากาศได้ดี [13] ส่วนการใช้สารเพิ่มความคงตัว 3 ชนิด ร่วมกัน (ทรีทเมนต์ที่ 7 - 13) พบว่า การใช้คาร์ราจีแนนมากกว่าสารอื่นๆ ส่งผลให้ร้อยละการขึ้นฟูมีค่าต่ำลง เนื่องจากคาร์ราจีแนนสามารถจับกับโปรตีนได้ดีจึงเกิดการเซตตัวของเจล [14] เมื่อนำไปปั่นให้เป็นไอศกรีมจะต้องปั่นให้เจลเหล่านี้นแตกออกจากกันก่อนจะแข็งตัวเป็นไอศกรีม ทำให้อากาศแทรกตัวเข้าไปได้น้อย ไอศกรีมที่ได้จึงมีเนื้อสัมผัสที่แน่นแข็งและมีร้อยละการขึ้นฟูต่ำ

3.1.3 อัตราการละลาย

ผลของการใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (ทรีทเมนต์ที่ 1, 3, 5) แสดงในตารางที่ 3 พบว่าการเติม คาร์ราจีแนน ช่วยให้ไอศกรีมน้ำหนักข้าวโพดมีคุณสมบัติด้านการละลายได้ดีที่สุด คือ ในเวลา 1 นาที ไอศกรีมน้ำหนักข้าวโพดละลายเพียง 0.43 กรัม ในขณะที่การเติมกัวร์กัมไอศกรีมละลายเร็วที่สุดคือ 1.30 กรัม แม้ว่ากัวร์กัมและโลกส์ปินกัมจะมีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกันแต่ให้ผลต่อการละลายของไอศกรีมต่างกัน เนื่องจากโลกส์ปินกัมมีอัตราส่วนของแมนโนสต่อกาแล็กโทสเท่ากับ 4 ซึ่งมากกว่ากัวร์กัมที่มีอัตราส่วนเท่ากับ 2 ซึ่งจากงานวิจัยของ Fernandes; et al. [15] พบว่า อัตราส่วนของแมนโนสต่อกาแล็กโทสทำให้สารทั้งสองชนิดนี้มีการละลายที่ต่างกัน คือโลกส์ปินกัมมีคุณสมบัติในการให้ความหนืดสูงกว่ากัวร์กัม โดยเกาะเกี่ยวน้ำไว้ภายในโครงร่างตาข่ายในสภาพที่หนาแน่นกว่า ดังนั้นน้ำที่ละลายจากน้ำแข็งจะหลุดออกมาได้ยากกว่าน้ำที่อยู่ในกัวร์กัม จึงทำให้โลกส์ปินกัมละลายได้ช้ากว่ากัวร์กัม เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัว 2 ชนิด ร่วมกัน (ทรีทเมนต์ที่ 2, 4, 6) พบว่า อัตราการละลายของไอศกรีม

น้ำหนักข้าวโพด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทรีทเมนต์ที่ใช้คาร์ราจีแนนเป็นส่วนประกอบมีอัตราการละลายที่ต่ำ เนื่องจากคาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติในการต้านทานการละลายดี การใช้สารเพิ่มความคงตัว 3 ชนิด ร่วมกัน (ทรีทเมนต์ที่ 7 - 13) ในเวลา 1 นาทีเท่ากัน อัตราการละลายของไอศกรีมน้ำหนักข้าวโพด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยทรีทเมนต์ที่ 8 มีอัตราการละลายสูงสุดคือ 1.23 เนื่องจากกัวร์กัมมีผลทำให้อัตราการละลายของไอศกรีมสูง เมื่อใช้ร่วมกับโลกส์ปินกัมและคาร์ราจีแนน ทำให้อิทธิพลของไอศกรีมน้ำหนักข้าวโพดละลายเร็วขึ้น ทรีทเมนต์ที่ 9 มีอัตราการละลายต่ำคือ 0.46 ซึ่งใช้คาร์ราจีแนนมากกว่าสารอื่น จึงละลายได้น้อย แสดงว่าคาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติในการต้านทานการละลายได้ดีเมื่อใช้ร่วมกับสารอื่น

3.1.4 ค่าสี

จากการศึกษาชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวของไอศกรีมน้ำหนักข้าวโพด ซึ่งได้ทำการวัดค่า $L a b$ โดยเลือกนำค่า L และค่า b มาทำการวิเคราะห์ผล เนื่องจากทั้งสองค่านี้ (L/b) มีความสอดคล้องกับสีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมน้ำหนักข้าวโพด พบว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (ทรีทเมนต์ที่ 1, 3, 5) ค่า L ของไอศกรีมน้ำหนักข้าวโพด ที่ใช้กัวร์กัมร้อยละ 0.3 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 80.19 เพราะกัวร์กัมมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำดี แต่ในน้ำเย็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะชุ่มเล็กน้อย ทำให้มีความสว่างน้อยกว่าสารชนิดอื่น ส่วนทรีทเมนต์ที่ใช้คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.3 มีค่า L สูงที่สุดเท่ากับ 81.32 เนื่องจากคาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติในการเกิดเจล เกิดการรวมตัวและคงสภาพ จึงไม่เกิดการแยกชั้น เนื้อไอศกรีมเนียนจึงทำให้มีความสว่างสูงกว่าสารชนิดอื่น อย่างไรก็ตามค่าสีของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัว

ร่วมกัน 2 และ 3 ชนิด (ทริทเมนต์ที่ 2, 4, 6 และ 7-13) พบว่า ค่า L ของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่า b คือค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินพบว่าการเติมสารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (ทริทเมนต์ที่ 1, 3, 5) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 ทริทเมนต์ที่เติมคาร์ราจีแนนมีค่า b ต่ำที่สุด เท่ากับ 23.35 ส่วนทริทเมนต์ที่ใช้กัวร์กัมร้อยละ 0.3 มีค่า b สูงที่สุดเท่ากับ 24.10 เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัวร่วมกัน 2 ชนิด (ทริทเมนต์ที่ 2, 4, 6) พบว่า ค่า b ของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่า b ลดลงอยู่ในช่วง 23.84 - 24.84 ผลของการใช้สารเพิ่มความคงตัวร่วมกัน 3 ชนิด (ทริทเมนต์ที่ 7-13) พบว่า ค่า b ของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่า b มีค่าลดลงเช่นกันอยู่ในช่วง 21.40 - 23.97 เพราะสารเพิ่มความคงตัว เมื่อนำมาผสมรวมกัน จะช่วยให้ไอศกรีมมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำสูง มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน จึงทำให้มีความสว่างมาก แต่กลับส่งผลให้ความเป็นสีเหลืองมีค่าลดต่ำลง จะเห็นว่าค่า b กับค่า L มีความสอดคล้องกัน เนื่องจากไอศกรีมหน้านมข้าวโพดมีลักษณะเป็นสีเหลือง ซึ่งจะมีแสงสว่างมากหรือสว่างน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับการดูดอากาศเข้าไปในระหว่าง การปั่นไอศกรีม โดยที่อากาศเหล่านี้จะมีผลต่อไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ถ้ามีการดูดอากาศเข้าไปมาก ทำให้มีความสว่างมาก ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดจึงมีสีเหลืองอ่อน หากมีการดูดอากาศเข้าไปน้อย ค่าความสว่างก็ลดลง ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดจึงมีสีเหลืองเข้ม

3.2 ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวต่อคุณภาพทางเคมี

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวในไอศกรีมหน้านมข้าวโพด (ตารางที่ 3) พบว่าค่าปริมาณของแข็งของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทั้ง 13 ทริทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 22.90 - 25.09 เนื่องจากชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวไม่มีผลต่อค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในไอศกรีม โดยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดจะช่วยในเรื่องของการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ปรับปรุงรูปร่างและเนื้อสัมผัสของไอศกรีม เมื่อปริมาณของแข็งเพิ่มมากขึ้น ปริมาณน้ำในการแข็งตัวก็จะลดลงซึ่งจะทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมมีความนุ่มขึ้น [16] ดังนั้นหากปริมาณของแข็งทั้งหมดในสูตรไอศกรีมลดลง ผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ย่อมมีผลให้รูปร่างและเนื้อสัมผัสของไอศกรีมด้อยลงได้ [17]

3.3 ผลของชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดที่ใช้สารเพิ่มความคงตัวในชนิดและปริมาณที่แตกต่างกันดังตารางที่ 4 พบว่า สารเพิ่มความคงตัวช่วยปรับปรุงคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดให้ดีขึ้น ได้แก่ ด้านสีเหลือง ความเป็นเนื้อเดียวกันความนุ่ม การละลายในปากกลิ่นรสข้าวโพด และความชอบโดยรวม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ คุณลักษณะความเป็นสีเหลืองของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทริทเมนต์ พบว่า ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทั้ง 13 ทริทเมนต์ มีความเป็นสีเหลืองอ่อนเหมือนสีของหน้านมข้าวโพดที่ใกล้เคียงกัน จึงเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคซึ่งคะแนนความ

ขอบทางประสาทสัมผัสด้านสีให้คะแนนอยู่ในระดับขอบปานกลาง (6.37 - 7.06) แม้ว่าผลทางกายภาพค่าสี b จะมีความแตกต่างกันแต่ไม่มีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

คุณลักษณะความเป็นเนื้อเดียวกันของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทรีทเมนต์ พบว่า ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้โลกล์สปีนกัน ปริมาณร้อยละ 0.3 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกันสูงสุด (7.06) เนื่องจากโลกล์สปีนกันมีคุณสมบัติในการให้ความคงตัวกับอิมัลชันและช่วยให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อที่เรียบเนียนและไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทรีทเมนต์ที่ 2, 3, 7, 8, 9, 11 และ 13 ให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับขอบเล็กน้อย ถึง ขอบปานกลาง (6.31 - 7.06) แต่ทรีทเมนต์ที่ 5 ใช้คาร์ราจีแนน ปริมาณร้อยละ 0.3 มีคะแนนความชอบในด้านความเป็นเนื้อเดียวกันน้อย (5.69) เนื่องจากคาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติในการจับกับโปรตีนแล้วเกิดการเซตตัวของเจลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งและเปราะ ดังนั้นอาจมีเจลที่ยังแตกตัวไม่หมดปนอยู่จึงทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและไม่มี ความแตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับขอบเล็กน้อย ถึง ขอบปานกลาง (5.69 - 6.37)

คุณลักษณะด้านความนุ่มของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทรีทเมนต์ จากตารางที่ 4 พบว่า ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้โลกล์สปีนกัน ปริมาณร้อยละ 0.3 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความนุ่มสูงสุด (7.38) เนื่องจากโลกล์สปีนกันมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่สูงและอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดที่ใช้โลกล์สปีนกันเพียงชนิดเดียว พบว่าให้อัตรา

การขึ้นฟูสูงสุดจึงส่งผลให้ไอศกรีมมีความนุ่มมาก เนื่องจากมีการตีเอาอากาศเข้าไปมาก และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทรีทเมนต์ที่ 3, 7 และ 8 ให้คะแนนความชอบด้านความนุ่มอยู่ในระดับขอบปานกลางถึง ชอบมาก (6.56 - 7.37) แต่ทรีทเมนต์ที่ 5 ใช้คาร์ราจีแนน ปริมาณร้อยละ 0.3 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความนุ่มน้อยสุด (5.38) เนื่องจากคาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติในการจับตัวกับโปรตีนได้ดี เมื่อใช้มากไอศกรีมมักจะจับตัวเป็นเจลแข็ง การเกิดสารเชิงซ้อนที่มีประจุระหว่างคาร์ราจีแนนและเคซีน โดยอนุภาคเคซีนทำให้เกิดการเชื่อมโยงและมีความแข็งแรงทางโครงสร้างทำให้โครงร่างตาข่ายของเจลจากคาร์ราจีแนนมีความแข็งแรง [13] ดังนั้นการปั่นให้อากาศแทรกเข้าไปได้ไม่มากนัก ทำให้ได้ไอศกรีมที่มีเนื้อแน่นและพบว่าอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดที่ใช้คาร์ราจีแนนเพียงชนิดเดียวให้อัตรา

การขึ้นฟูต่ำสุดและไม่มี ความแตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 4, 6, 9, 10, 11, 12 และ 13 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ให้คะแนนความชอบด้านความนุ่มอยู่ในระดับเฉยๆ ถึงขอบเล็กน้อย (5.37 - 6.25)

คุณลักษณะการละลายในปากของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทรีทเมนต์ จากตารางที่ 4 พบว่า ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ 7 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านการละลายในปากสูงสุด (7.19) เนื่องจากโลกล์สปีนกันมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่สูง และการใช้โลกล์สปีนกันมีอัตราการละลาย 1.19 กรัมต่อนาที และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 3, 8, 9 และ 11 ให้คะแนนความชอบด้านการละลายในปากอยู่ในระดับขอบปานกลาง (6.38 - 7.19) แต่ทรีทเมนต์ที่ 5 ใช้คาร์ราจีแนน ปริมาณร้อยละ 0.3 ผู้ทดสอบ

ให้คะแนนความชอบด้านการละลายในปากน้อยสุด (5.75) เนื่องจากคาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติในการเกิดเจล และทำปฏิกิริยากับโปรตีนนมจนทำให้มีโครงสร้างที่จับกันได้แน่น ทำให้ไอศกรีมละลายช้า และยังพบว่า คาร์ราจีแนนช่วยให้ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดมีคุณสมบัติต้านทานการละลายได้ดีที่สุด คือ ในเวลา 1 นาที ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดละลายเพียง 0.43 กรัม และไม่มี ความแตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ให้คะแนนความชอบด้านการละลายในปากอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง (5.75 - 6.56)

คุณลักษณะด้านกลิ่นรสข้าวโพดของ ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทรีทเมนต์ พบว่า ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ 11 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสข้าวโพดสูงสุด (6.94) เนื่องจากโลกัสปินกัม มีการดูดซับน้ำ ที่ดีและช่วยทำให้ไอศกรีมมีกลิ่นรสที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุษา [10] ที่ทดลองใช้โลกัสปินกัมในไอศกรีมเชอร์เบทมีกลิ่นผลไม้ พบว่าเมื่อใช้โลกัสปินกัมในปริมาณที่มากขึ้น คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสมากขึ้นเช่นกัน เป็นเพราะโลกัสปินกัมมีการกักเก็บกลิ่นรสไว้ และค่อยๆ ปล่อยกลิ่นรสออกมาและไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12 และ 13 ให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสข้าวโพด อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง (5.88 - 6.94) และทรีทเมนต์ที่ 8 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสข้าวโพด น้อยสุด (5.19) และไม่มี ความแตกต่างกับ ทรีทเมนต์ที่ 2, 3, 4, 5, 7, 12 และ 13 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ให้คะแนน ความชอบด้านกลิ่นรสข้าวโพดอยู่ในระดับเฉยๆ

ถึงชอบเล็กน้อย (5.19 - 6.25) คุณลักษณะ ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ชนิดและปริมาณ สารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบโดยรวมให้คะแนนอยู่ในระดับชอบ เล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.12 - 7.12)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของไอศกรีมน้ำนมข้าวโพด 13 ทรีทเมนต์

ปริมาณสาร (เปอร์เซ็นต์)					คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี					
Trt.	LBG	GG	CG	ความหนืด (centipoint)	อัตราการขึ้นฟู (%)	อัตราการละลาย (g/min)	ค่าสี			
							L	a	b	
1	0.3	-	-	869±9.90 ^b	37.40±3.74 ^b	1.19±0.00 ^c	80.27±0.17 ^d	1.80±0.06 ^{ab}	23.87±0.14 ^b	24.76±0.32
2	0.15	0.15	-	1099±41.01 ^a	35.40±0.81 ^b	1.19±0.00 ^c	80.20±0.48 ^d	1.44±0.09 ^{de}	23.84±0.43 ^b	24.39±2.01
3	-	0.3	-	827±26.87 ^c	20.78±0.84 ^c	1.30±0.01 ^a	80.19±0.35 ^d	1.67±0.21 ^{abc}	24.10±0.04 ^b	23.90±2.30
4	-	0.15	0.15	469±12.73 ^e	32.78±0.16 ^b	0.91±0.01 ^d	81.30±0.04 ^{cd}	1.14±0.01 ^f	24.84±0.49 ^a	23.98±2.17
5	-	-	0.3	98±22.63 ^g	19.04±0.83 ^c	0.43±0.01 ^h	81.32±0.18 ^{cd}	1.58±0.19 ^{cde}	23.34±0.60 ^b	24.18±1.94
6	0.15	-	0.15	472±2.83 ^e	33.18±1.12 ^b	0.76±0.02 ^f	81.45±0.51 ^{bcd}	1.89±0.09 ^a	23.90±0.53 ^b	24.47±1.05
7	0.2	0.05	0.05	518±11.31 ^d	52.50±0.28 ^a	0.81±0.00 ^e	82.87±0.29 ^a	1.04±0.11 ^f	21.40±0.32 ^d	25.09±2.16
8	0.05	0.2	0.05	540±19.80 ^d	55.76±5.17 ^a	1.23±0.02 ^b	82.33±0.37 ^{abc}	1.78±0.06 ^{abc}	23.97±0.39 ^b	22.98±0.06
9	0.05	0.05	0.2	279±1.41 ^f	37.38±1.58 ^b	0.46±0.01 ^{gh}	83.11±0.45 ^a	1.42±0.31 ^e	21.85±0.35 ^{cd}	22.90±0.46
10	0.1	0.1	0.1	469±21.21 ^e	33.48±1.35 ^b	0.48±0.02 ^g	82.49±0.50 ^{abc}	1.77±0.10 ^{abc}	22.42±0.45 ^c	24.47±2.63
11	0.1	0.1	0.1	478±11.31 ^e	33.38±1.57 ^b	0.47±0.01 ^g	82.69±1.33 ^{ab}	1.64±0.10 ^{bcd}	22.22±0.22 ^c	24.69±0.59
12	0.1	0.1	0.1	464±5.66 ^e	33.54±0.26 ^b	0.48±0.01 ^g	83.12±1.26 ^a	1.76±0.10 ^{abc}	22.13±0.45 ^c	24.66±1.28
13	0.1	0.1	0.1	456±22.63 ^e	33.82±2.24 ^b	0.47±0.01 ^g	83.08±0.76 ^a	1.66±0.11 ^{bc}	22.20±0.39 ^c	24.55±1.43

หมายเหตุ LBG = โลกัสบินกัม GG = กัวร์กัม CG = คาร์ราจีแนน

^{a,b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 9

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมหน้าน้ำข้าวโพด 13 ทรีทเมนต์

ปริมาณสาร (เปอร์เซ็นต์)				คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
Trt.	LBG	GG	CG	สีเหลือง ^{ns}	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	ความนุ่ม	การละลายในปาก	กลิ่นรสข้าวโพด	ความชอบโดยรวม ^{ns}
1	0.3	-	-	6.69±1.08	7.06±1.34 ^a	7.38±1.02 ^a	7.00±1.15 ^{ab}	6.50±1.83 ^{ab}	7.12±1.20
2	0.15	0.15	-	6.94±1.48	6.75±0.77 ^{ab}	6.44±1.59 ^b	6.75±1.18 ^{abc}	5.88±1.93 ^{abc}	6.69±0.95
3	-	0.3	-	6.44±1.59	6.31±1.40 ^{abc}	6.56±1.26 ^{ab}	6.56±1.46 ^{abcd}	5.62±1.89 ^{bc}	6.12±1.89
4	-	0.15	0.15	6.81±1.11	6.00±1.21 ^{bc}	6.00±1.46 ^{bc}	5.94±1.48 ^{cd}	6.06±2.17 ^{abc}	6.31±1.78
5	-	-	0.3	6.38±1.54	5.69±1.78 ^c	5.38±1.82 ^c	5.75±1.77 ^d	5.56±1.55 ^{bc}	6.25±1.48
6	0.15	-	0.15	6.75±1.44	6.06±1.29 ^{bc}	6.06±1.29 ^{bc}	6.25±1.18 ^{bcd}	6.44±1.50 ^{ab}	6.75±1.48
7	0.2	0.05	0.05	6.75±1.24	6.69±0.95 ^{ab}	6.69±1.19 ^{ab}	7.19±1.17 ^a	6.25±2.27 ^{abc}	7.06±1.44
8	0.05	0.2	0.05	6.94±0.77	6.38±1.02 ^{abc}	6.75±1.39 ^{ab}	6.50±1.15 ^{abcd}	5.19±1.97 ^c	6.62±1.03
9	0.05	0.05	0.2	6.62±1.26	6.31±1.19 ^{abc}	6.06±1.29 ^{bc}	6.38±1.45 ^{abcd}	6.44±2.16 ^{ab}	6.94±1.24
10	0.1	0.1	0.1	6.81±1.11	6.06±1.34 ^{bc}	6.25±1.57 ^{bc}	6.19±1.22 ^{bcd}	6.75±1.24 ^{ab}	6.56±1.55
11	0.1	0.1	0.1	7.06±1.06	6.44±1.03 ^{abc}	6.25±1.57 ^{bc}	6.50±1.32 ^{abcd}	6.94±1.69 ^a	7.12±1.50
12	0.1	0.1	0.1	6.38±1.36	5.88±1.45 ^{bc}	6.25±1.69 ^{bc}	6.12±1.41 ^{cd}	6.06±2.02 ^{abc}	6.69±1.45
13	0.1	0.1	0.1	6.37±1.41	6.19±0.91 ^{abc}	6.00±1.51 ^{bc}	6.06±1.44 ^{cd}	6.25±1.57 ^{abc}	6.62±1.45

หมายเหตุ LBG = โลกัลเป็นกัม GG = กัวรกัม CG = คาร์ราจีแนน

^{a,b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 9

สรุปและอภิปรายผล

ชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างกัน พบว่า ความหนืดและค่าอัตราการขึ้นฟูของโลโก้สปีนนิ่งและกั๊วรั้งให้ค่าความหนืด ค่าอัตราการขึ้นฟูที่สูงกว่าคาร์ราจีแนน ค่าอัตราการละลายคาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติต้านทานการละลายได้ดีกว่าโลโก้สปีนนิ่งและกั๊วรั้ง ค่าสีมีผลเนื่องมาจากค่าอัตราการขึ้นฟูมีค่าสูงส่งผลให้ค่าความสว่าง L มีค่าสูง และมีความเป็นสีเหลือง b ต่ำ และพบว่าชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด

จากการหาพื้นผิวตอบสนอง (RSM) พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมหน้านมข้าวโพดประกอบด้วยโลโก้สปีนนิ่ง ร้อยละ 0.105 กั๊วรั้ง ร้อยละ 0.09 และ คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.105 เนื่องจากคะแนนความชอบในด้านความเป็นเนื้อเดียวกันและความชอบโดยรวมมีคะแนน

สูงสุด การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมหน้านมข้าวโพด พบว่า ลักษณะด้านสีเหลือง ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในระดับชอบมากเท่ากับ 7.27 ความเป็นเนื้อเดียวกันชอบปานกลาง เท่ากับ 7.17 ความนุ่มชอบปานกลางเท่ากับ 7.06 ส่วนการละลายในปากกลืนรสข้าวโพด และความชอบโดยรวมชอบมากเท่ากับ 7.32, 7.32 และ 7.49 และยังพบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 100 ชอบรับประทานไอศกรีมร้อยละ 90 ชอบรับประทานหน้านมข้าวโพด และผู้บริโภคร้อยละ 100 ยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมหน้านมข้าวโพด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนสำหรับดำเนินงานวิจัย และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชลดา เอี่ยมสะอาด; และ วัฒนา กลิ่นศรีสุข. (2544). การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมข้าวโพด. วิทยาลัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์). มหาสารคาม: คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [2] พัชรณิ เนตรสุวรรณ; นุชนาฏ เลี้ยงอำนาจ; และ ณัฐญา ขจรทศพล. (2548). การผลิตไอศกรีมเนื้ออ่อนจากนํ้านมธัญชาติ. วิทยาลัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). นครปฐม: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- [3] Marshall, R. T.; Goff, H. D.; & Hartel, R. W. (2003). *Ice Cream*. 6th ed. New York: Kluwer Academic Plenum Publishers.
- [4] นรมภา วรนนตกุล; และ สมจิต สุพัฒน์. (2549). ผลของนมข้าวผงต่อสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมนมข้าว. วิทยาลัยวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] Cottrell, J. I.; Pass, L.; & Phillips, G. O. (1980). The Effect of Stabilizers on the Viscosity of an Ice Cream Mix. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 31: 1066-1070.
- [6] อรพิน ชัยประสพ. (2548). การผลิตไอศกรีมชนิดเนื้อนุ่มรูปลักษณะแบบไทย. ใน งานวิจัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- [7] Arbuckle, W. S. (1986). *Ice Cream*. 4th ed. New York: Van Nostrand Reinhold. p. 483.
- [8] Garcia, R. S.; Marshall R. T.; & Heymann, H. (1995). Low Fat Ice Cream from Freeze Concentrated Versus Heat-Concentrated Non Fat Milk Solids. *Journal of Dairy Science*. 78(11): 2345 - 2351.
- [9] A.O.A.C. (1995). *Official Method of Analysis*. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemist Virginia. Arlington.
- [10] Vega, C.; Dalgleish, D.G.; & Goff, H.D. (2005). Effect of K- Carrageenan Addition to Dairy Emulsion Containing Sodium Caseinate and Locust Bean Gum. *Food Hydrocolloids*. 19: 187 - 195.
- [11] Marshall, R.T.; & Arbuckle, W. S. (1996). *Ice Cream*. 5th ed. New York: Chapman & Hall.
- [12] นงเยาว์ ชูสุข; และ จันทิมา ภูงามเงิน. (2553). การใช้สารเพิ่มความคงตัวบางชนิดในการพัฒนาสูตรไอศกรีมหวานเย็นรสนมข้าวโพด. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 20(1): 106-114.
- [13] อุษา นาคจิรังกูร. (2541). ผลของสารเพิ่มความคงตัวต่อไอศกรีมเชอร์เบตมิกซ์รสผลไม้. ปรินญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [14] Therkelsen, G. H. (1993). *Carrageenan*. In R. L. Whistler and J. N. BeMiller (eds). *Industrial Gums: Polysaccharides and Their Derivatives*. 3rd ed. San Diego: Academic Press Inc.
- [15] Fernandes, P. B.; Goncalves M. P.; & Doublier, J. L. (1995). *Thermal Behavior of Kappa - Carrageenan+ Galactomannan Mixed Systems*. In E. Dickinson and D. Lorient (eds.) *Food Macromolecules and Colloids*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- [16] Schmidt, K. A.; & Smith D. E. (1992). Rheological Properties of Gum and Milk Protein Interactions. *Journal of Dairy Science*. 75(1): 36 - 42.
- [17] Donhowe, D. P.; Hartel R. W.; & Bradley, R. L. (1991). Determination of Ice Crystal Distributions in Frozen Desserts. *Journal of Dairy Science*. 74(10): 3334 - 3344.