

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 วิทยาเขตปราจีนบุรี
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 นมข้นข้าวโพด นมข้าวโพด รวมถึงไอศกรีมรสข้าวโพด เป็นต้น การแปรรูปข้าวโพดดังที่กล่าวมานั้นจะช่วยให้มีการยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีผู้บริโภคบางกลุ่มที่ปฏิเสธการรับประทานข้าวโพดทั้งฝัก เพราะความไม่สะดวกและมักพบปัญหาเรื่องเศษอาหารติดตามซอกฟัน นอกจากนี้ นมข้นข้าวโพดที่ผลิตได้ยังเหมาะสมกับผู้ที่แพ้น้ำตาลในนม (Lactose Intolerant) อีกทั้งยังเหมาะกับผู้ที่ต้องการรับประทานไขมันจากพืชแทนไขมันจากสัตว์เพราะไขมันจากสัตว์มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและโรคความดันโลหิตสูง [1]

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไป มีการผลิตทั้งในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนประกอบในการผลิตคือ

นม สารให้ความหวาน สารเพิ่มความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์ และอาจเติมส่วนผสมอื่นๆ โดยส่วนผสมเหล่านี้จะถูกนำไปผ่านกระบวนการโฮโมจีไนส์ และการพาสเจอร์ไรซ์ก่อนจะนำไปแช่แข็ง [2] โดยที่การผลิตไอศกรีมจำเป็นต้องมีการเติมสารเพิ่มความคงตัว เพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีม Marshall; et al. [3] กล่าวว่าสารเพิ่มความคงตัวที่ละลายในของเหลวทำให้น้ำไม่แยกตัวเป็นอิสระ เมื่อทำการตีปั่นส่วนผสมให้เป็นฟอง จึงทำให้ฟองอากาศในไอศกรีมไม่ยุบตัว เกิดการขึ้นฟูมากขึ้น และช่วยเพิ่มความชื้นหนืดทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่เนียนเรียบ ลดปัญหาเนื้อไอศกรีมแตกง่าย อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความลื่นคอ และช่วยในการปล่อยกลิ่นรสของไอศกรีมเมื่อรับประทานให้มีความสดชื่น จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการใช้กัวร์กัม ปริมาณร้อยละ 0.1 ในไอศกรีมนมข้าวโพดทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่ดีมีความหนืดสูงและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมาก [4] Cottrell; et al. [5] ศึกษาผลการใช้สารเพิ่มความคงตัวในไอศกรีมวานิลลา คือ กัวร์กัม โลกัสปีนกัน และคาร์ราจีแนน ช่วงความเข้มข้น 0.1-0.4 พบว่า โลกัสปีนกันทำให้ไอศกรีมมีลักษณะ มีความหนืด

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

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทำการศึกษาผลของชนิดของสารเพิ่มความคงตัว (โลกส์ปีนกัน กั้วร์กัม 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
วิปปีงครีม	13
เกลือ	0.1
น้ำตาล	12
สารเพิ่มความคงตัว	0.3
รวม	100

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

ที่มีขนาดของฝักสม่ำเสมอ เมล็ดมีสีเหลืองสด ปอกเปลือกแล้วต้มในน้ำเดือดนาน 9 นาที จากนั้นแช่ในน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของข้าวโพด ผานเอาเฉพาะเมล็ดออก โดยผสมข้าวโพดกับน้ำในอัตราส่วน 1:2 นํามบ้นละเอียดแล้วกรองเพื่อแยกกากออกด้วยผ้าขาวบางจะได้นํานมข้าวโพดที่มีสีเหลืองขุ่น

2.2 กระบวนการผลิตไอศกรีม

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

2.3 ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้

ชนิดและสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ได้จากการออกแบบการทดลองแบบ Mixture Design ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม

Treatment	ปริมาณสาร (เปอร์เซ็นต์)		
	โลโก้ปั่นกัม (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

วัดความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ที่ผ่านการปรมที่อุณหภูมิ 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 ดัดแปลงจาก Arbuckle [7] คือ นำไอศกรีมมิกซ์บรรจุลงถ้วยพลาสติกจนเต็มแก้ว ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่บรรจุเต็มถ้วยพลาสติก หลังจากนั้นนำไอศกรีมมิกซ์ทั้งหมดไปปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีม (ยี่ห้อ Homemate รุ่น HOM-4002 ประเทศไทย) จนได้ไอศกรีมหน้านมข้าวโพด นำออกจากเครื่องปั่นบรรจุลงถ้วย พลาสติกใบเดิมจนเต็มแก้ว แล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง คำนวณค่าโอเวอร์รัน ดังสมการที่ 1

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

2.4.3 การวัดอัตราการละลาย [8]

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

2.4.4 การวัดค่าสี

การวัดค่าสีโดยนำตัวอย่างที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 24 ชั่วโมง บรรจุลงในคิวเวต (Cuvette) ประมาณ 3-5 กรัม โดยใส่ตัวอย่างในขณะที่ยังเย็น 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 ที่มีค่าเป็นบวก (+) แสดงความ

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

2.5 ศึกษาคุณภาพด้านเคมีของไอศกรีม นำนมข้าวโพด: การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด [9] โดยนำตัวอย่างระเหยอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นในเดซีเคเตอร์เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักของถ้วยระเหยและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างไอศกรีมเหลวน้ำหนักประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยระเหยแล้วชั่งน้ำหนัก นำไประเหยด้วย Water bath (ตราสินค้า Memmert รุ่น WB14 ประเทศเยอรมัน) ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 30 นาที และอบที่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซีเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าที่แน่นอนแล้วนำไปคำนวณดังสมการที่ 2

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

2.6 ศึกษาและประเมินผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

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

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

ผลการวิจัย

3.1 ผลของชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 ความหนืด

ตารางที่ 3 แสดงผลของการใช้สารเพิ่มความคงตัว การใช้สารเพิ่มความคงตัวชนิดเดียว (ทรีทเมนต์ที่ 1, 3, 5) พบว่าสารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดส่งผลให้ค่าความหนืดของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งค่าความหนืดของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ใช้โลโก้สปินกัม ร้อยละ 0.3 มีความหนืดสูงที่สุดเท่ากับ 869 cps เนื่องจากโลโก้สปินกัมสามารถเกิดพันธะกับน้ำได้มากส่งผลช่วยให้ความหนืดเพิ่มขึ้น และพบว่าโลโก้สปินกัมช่วยทำให้ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดมากกว่าการใช้กัวร์กัม เนื่องจากโลโก้สปินกัมคุณสมบัติในการดูดน้ำและพองตัวได้ดี ส่วนกัวร์กัมมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับโลโก้สปินกัม จะเห็นว่าความหนืดขึ้นอยู่กับ การดูดซับน้ำของสายพอลิแซ็กคาไรด์ ยิ่งสายพอลิแซ็กคาไรด์ มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้นจะทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น ดังนั้นด้วยขนาดโมเลกุลที่ใหญ่กว่าของโลโก้สปินกัม จึงทำให้มีความหนืดมากกว่ากัวร์กัม [10] เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัว 2 ชนิด ร่วมกัน (ทรีทเมนต์ที่ 2, 4, 6) พบว่าทุกสภาวะการทดลองมีค่าความหนืดของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดเพิ่มขึ้นกว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว เป็นผลมาจากสารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดให้คุณสมบัติที่ต่างกันโดยทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้โลโก้สปินกัมร่วมกับกัวร์กัม มีค่าความหนืดสูงที่สุดเท่ากับ 1099 cps เนื่องจากกัวร์กัมละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำโดยหลังจากการละลาย 2-20 ชั่วโมง มีผลให้ความหนืดสูงสุด ในขณะที่โลโก้สปินกัมมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง แสดงว่าโลโก้สปินกัมและกัวร์กัมช่วยเสริมความสามารถซึ่งกันและกัน ทำให้พันธะระหว่าง

โมเลกุลแข็งแรงมากขึ้น จึงส่งผลให้ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดมากขึ้น[11]การใช้สารเพิ่มความคงตัว 3 ชนิด ร่วมกัน (ทรีทเมนต์ที่ 7 - 13) พบว่าความหนืดทุกสภาวะมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นทรีทเมนต์ที่ 9 มีค่าความหนืดต่ำที่สุดคือ 279 cps ซึ่งเป็นผลเนื่องจากในสภาวะนี้มีการเติมคาร์ราจีแนนในปริมาณที่มากกว่าสารอื่น จึงส่งผลให้ค่าความหนืดลดต่ำลงไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากคาร์ราจีแนนทำให้ไอศกรีมมิกซ์เกิดเจล ซึ่งจะทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีประจุระหว่างคาร์ราจีแนนและเคซีนในไอศกรีม ส่งผลทำให้มีค่าความหนืดโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลดลง [5]

3.1.2 อัตราการขึ้นฟู (% Overrun)

การใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (ทรีทเมนต์ที่ 1, 3, 5) พบว่าอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดที่เติมสารเพิ่มความคงตัวต่างชนิดกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งโลโก้สปินกัมทำให้อัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมสูงสุด คือ 37.40 ส่วนคาร์ราจีแนนให้อัตราการขึ้นฟูต่ำสุด คือ 19.04 เนื่องจากโลโก้สปินกัมช่วยจับอากาศขณะปั่นให้เป็นไอศกรีม ทำให้การปั่นให้เป็นไอศกรีมเกิดได้ดีและทำให้ขนาดของฟองอากาศมีความสม่ำเสมอ โลโก้สปินกัมมีความสามารถในการจับอากาศได้มากจึงทำให้อัตราการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น ส่วนคาร์ราจีแนนเมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้นจะได้เจลที่มีความแข็งแรงมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการจับอากาศขณะปั่นไอศกรีมทำได้ยากขึ้น จึงมีผลให้อัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมต่ำลง [5,12]

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

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

3.1.3 อัตราการละลาย

ผลของการใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (ทรีทเมนต์ที่ 1, 3, 5) แสดงในตารางที่ 3 พบว่าการเติม คาร์ราจีแนน ช่วยให้ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดมีคุณสมบัติด้านการละลายได้ดีที่สุด คือ ในเวลา 1 นาที ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดละลายเพียง 0.43 กรัม ในขณะที่การเติมกัวร์กัมไอศกรีมละลายเร็วที่สุดคือ 1.30 กรัม แม้ว่ากัวร์กัมและโลกส์บีนกัมจะมีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกันแต่ให้ผลต่อการละลายของไอศกรีมต่างกัน เนื่องจากโลกส์บีนกัมมีอัตราส่วนของแมนโนสต่อกาแล็กโทสเท่ากับ 4 ซึ่งมากกว่ากัวร์กัมที่มีอัตราส่วนเท่ากับ 2 ซึ่งจากงานวิจัยของ Fernandes; et al. [15] พบว่า อัตราส่วนของแมนโนสต่อกาแล็กโทสทำให้สารทั้งสองชนิดนี้มีการละลายที่ต่างกัน คือโลกส์บีนกัมมีคุณสมบัติในการให้ความหนืดสูงกว่ากัวร์กัม โดยเกาะเกี่ยวน้ำไว้ในโครงร่างตาข่ายในสภาพที่หนาแน่นกว่า ดังนั้นน้ำที่ละลายจากน้ำแข็งจะหลุดออกมาได้ยากกว่าน้ำที่อยู่ในกัวร์กัม จึงทำให้โลกส์บีนกัมละลายได้ช้ากว่ากัวร์กัม เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัว 2 ชนิด ร่วมกัน (ทรีทเมนต์ที่ 2, 4, 6) พบว่า อัตราการละลายของไอศกรีม

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

3.1.4 ค่าสี

จากการศึกษาชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ซึ่งได้ทำการวัดค่า $L a b$ โดยเลือกนำค่า L และค่า b มาทำการวิเคราะห์ผล เนื่องจากทั้งสองค่านี้ (L/b) มีความสอดคล้องกับสีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมหน้านมข้าวโพด พบว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (ทรีทเมนต์ที่ 1, 3, 5) ค่า L ของไอศกรีมหน้านมข้าวโพด 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 คือค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาลพบว่าการเติมสารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียว (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 ซึ่งจะมีความสว่างมากหรือสว่างน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับการอัดอากาศเข้าไปในระหว่าง การปั่นไอศกรีม โดยที่อากาศเหล่านี้จะมีผลต่อไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ถ้ามีการอัดอากาศเข้าไปมาก ทำให้มีความสว่างมาก ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดจึงมีสีเหลืองอ่อน หากมีการอัดอากาศเข้าไปน้อย 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 การละลายในปากกลิ่นรสข้าวโพดและความชอบโดยรวม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ คุณลักษณะความเป็นสีเหลืองของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทริทเมนต์ พบว่า ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในไอศกรีมหน้านมข้าวโพด ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทั้ง 13 ทริทเมนต์ มีความเป็นสีเหลืองอ่อนเหมือนสีของหน้านมข้าวโพดที่ใกล้เคียงกัน จึงเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคซึ่งคะแนนความ

ชอบทางประสาทสัมผัสด้านสีให้คะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง (6.37 - 7.06) แม้ว่าผลทางกายภาพค่าสี *b* จะมีความแตกต่างกันแต่ไม่มีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

คุณลักษณะความเป็นเนื้อเดียวกันของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทรีทเมนต์ พบว่าไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้โลกล์สปีนกัม ปริมาณร้อยละ 0.3 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกันสูงสุด (7.06) เนื่องจากโลกล์สปีนกัมมีคุณสมบัติในการให้คงตัวกับอิมัลชันและช่วยทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อที่เรียบเนียนและไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทรีทเมนต์ที่ 2, 3, 7, 8, 9, 11 และ 13 ให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง (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 ($p < 0.05$) ให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง (5.69 - 6.37)

คุณลักษณะด้านความนุ่มของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทรีทเมนต์ จากตารางที่ 4 พบว่า ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้โลกล์สปีนกัมปริมาณร้อยละ 0.3 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความนุ่มสูงสุด (7.38) เนื่องจากโลกล์สปีนกัมมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่สูงและอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดที่ใช้โลกล์สปีนกัมเพียงชนิดเดียว พบว่าให้อัตรา

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

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

คุณลักษณะการละลายในปากของไอศกรีมหน้านมข้าวโพดแต่ละทรีทเมนต์ จากตารางที่ 4 พบว่า ไอศกรีมหน้านมข้าวโพดทรีทเมนต์ที่ 7 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านการละลายในปากสูงสุด (7.19) เนื่องจากโลกล์สปีนกัมมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่สูง และการใช้โลกล์สปีนกัมให้อัตราการละลาย 1.19 กรัมต่อนาที และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 3, 8, 9 และ 11 ให้คะแนนความชอบด้านการละลายในปากอยู่ในระดับชอบปานกลาง (6.38 - 7.19) แต่ทรีทเมนต์ที่ 5 ใช้คาร์ราจีแนนปริมาณร้อยละ 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 ผู้ทดสอบ ให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสข้าวโพดสูงสุด (6.94) เนื่องจากโลกัสปิ่นกัม มีการดูดซับน้ำ ที่ดีและช่วยทำให้ไอศกรีมมีกลิ่นรสที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุษา [10] ที่ทดลองใช้โลกัสปิ่นกัมในไอศกรีมเชอร์เบทมีกซ์ผลไม้ พบว่าเมื่อใช้โลกัสปิ่นกัมในปริมาณที่มากขึ้น คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสก็มากขึ้นเช่นกัน เป็นเพราะโลกัสปิ่นกัมมีการกักเก็บกลิ่นรสไว้ และค่อยๆ ปล่อยกกลิ่นรสออกมาและไม่มี 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 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของไอศกรีมแผ่นข้าวโพด 13 ทริทเมนต์

Trt.	ปริมาณสาร (เปอร์เซ็นต์)				คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี				ของแข็ง ^{ns}	
	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 ^{cd}	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 = โลกัสปั่นกัม GG = กัวจั๊กกัม CG = คาร์วาลีนเน

^{a,b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 9

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมหน้าน้ำข้าวโพด 13 ทริทเมนต์

Trt.	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส												
	ปริมาณสาร (เปอร์เซ็นต์)	LBG	GG	CG	สีเหลือง ^{ns}	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	ความนุ่ม	การละลายในปาก	กลิ่นข้าวโพด	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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 = โลภเป็นกัม GG = กัวรัม CG = คาร์ราจีแนน

^{a,b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 9

สรุปและอภิปรายผล

ชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างกัน พบว่า ความหนืดและค่าอัตราการขึ้นฟูโลกส์บีนกัมและกัวร์กัมให้ค่าความหนืด ค่าอัตราการขึ้นฟูที่สูงกว่าคารราจีแนน ค่าอัตราการละลายคารราจีแนนมีคุณสมบัติต้านทานการละลายได้ดีกว่าโลกส์บีนกัมและกัวร์กัม ค่าสีมีผลเนื่องมาจากถ้าค่าอัตราการขึ้นฟูมีค่าสูงส่งผลให้ค่าความสว่าง L มีค่าสูง และมีความเป็นสีเหลือง b ต่ำ และพบว่าชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด

จากการหาพื้นผิวตอบสนอง (RSM) พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมหน้านมข้าวโพดประกอบด้วยโลกส์บีนกัม ร้อยละ 0.105 กัวร์กัม 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

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนสำหรับดำเนินงานวิจัย และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชลดา เอี่ยมสะอาด; และ วัฒนา กลิ่นศรีสุข. (2544). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมข้าวโพด*. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์). มหาสารคาม: คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [2] พัชรมณี เนตรสุวรรณ; นุชนาฏ เลี้ยงอำนาจ; และ ณัฐญา ขจรทศพล. (2548). *การผลิตไอศกรีมเนื้ออ่อนจากนํ้านมธัญชาติ*. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (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] นรัมนา วรนนตกุล; และ สมจิต สุรพัฒน์. (2549). *ผลของนมข้าวผงต่อสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมนมข้าว*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (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). *การผลิตไอศกรีมชนิดเนื้อนุ่มรูปปลั๊กแบบไทย*. 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.; Dagleish, 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] นายเยาว์ ชูสุข; และ จันทิมา ภูงามเงิน. (2553). การใช้สารเพิ่มความคงตัวบางชนิดในการพัฒนาสูตรไอศกรีมหวานเย็นรสนมข้าวโพด. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 20(1): 106-114.
- [13] อุษา นาดจรัญกูร. (2541). ผลของสารเพิ่มความคงตัวต่อไอศกรีมเชอร์เบทมิทท์รสผลไม้. 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.