17496

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T096623

# ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

นมข้าวโพดและผลิตภัณฑ์

(Corn milk and products)

ปพ.
17496
2544

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....23623.....

วัน,เดือน,ปี.....- 4 JUN 2009.....

โดย

นายกฤษฎา วิริยะธีรกิจ รหัสประจำตัว 40044417

นางสาวเบญญาลักษ์ จิตระมัย รหัสประจำตัว 40044437

นางสาวอารมย์ เหมือนสวาท รหัสประจำตัว 40044473

**ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก**

..... ...../...../..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายกฤษฎา วิริยะธีรกิจ นางสาวเบญญาลัทธ์ จิตระมัย และนางสาวอารมย์ เหมือนสวาท.2544 : นมข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ (Corn milk and products) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.อาจารย์ที่ปรึกษา:ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

จากการทดลองผลิตนมข้าวโพด พบว่าปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตมีดังนี้ อัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำเป็น 1 : 3 ปริมาณคาราจีแนนซึ่งทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว และสารให้ความข้นหนืด 0.03% ครีมเทียม (non-dairy product) 1.5% น้ำตาล 9% และเกลือ 0.1% นมข้าวโพดนี้สามารถนำมาผลิตเต้าฮวยเย็นข้าวโพดที่มีเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับได้ โดยเพิ่มปริมาณคาราจีแนนอีก 0.47% และผงวุ้น 0.5% และเมื่อนำนมข้าวโพดมาผลิตไอศกรีม โดยศึกษาผลของปริมาณไขมันในไอศกรีม พบว่าการปรับปริมาณไขมันในนมข้าวโพดก่อนการปั่นไอศกรีมให้เป็น 6 8 และ 10% ไม่ทำให้ไอศกรีมที่ได้มีคะแนนทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กฤษฎา วิริยะธีรกิจ
เบญญาลัทธ์ จิตระมัย
อารมย์ เหมือนสวาท

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนมข้าวโพดและผลิตภัณฑ์สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ได้เสียสละเวลามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะและข้อมูลต่างๆที่เป็นประโยชน์ การเอาใจใส่ดูแลระหว่างการทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดี รวมถึงการตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ จึงขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี

กฤษฎา วิริยะธีรกิจ
เบญญาลัทธ์ จิตระมัย
อารมย์ เหมือนสวาท
19 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญตาราง | ง |
| บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์การทดลอง | 1 |
| บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์ | 2 |
| - นมข้าวโพด | 2 |
| - ข้าวโพดหวาน | 2 |
| - ครีมเทียม | 3 |
| - อิมัลซิไฟเออร์ | 7 |
| - เลซิทิน | 8 |
| - เต้าฮวยเย็น | 9 |
| - วุ้น | 9 |
| - ไอศกรีม | 11 |
| บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง | 20 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง | 26 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 43 |
| เอกสารอ้างอิง | 44 |
| ภาคผนวก ก | 46 |
| ภาคผนวก ข | |
| - ภาคผนวก ข1. | 49 |
| - ภาคผนวก ข2. | 50 |
| - ภาคผนวก ข3. | 51 |
| ภาคผนวก ค. | 52 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | องค์ประกอบทั่วไปของครีมแท้ | 4 |
| 2.2 | ส่วนผสมพื้นฐานของครีมเทียม | 6 |
| 2.3 | องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างวุ้นที่ญี่ปุ่นผลิตเป็นการค้า | 10 |
| 2.4 | ปริมาณเป็น% และส่วนประกอบที่นิยมใช้ในไอศกรีมชนิดต่างๆ โดยประมาณ | 14 |
| 3.1 | อัตราส่วนการแปรค่าปริมาณคาราจีแนน และผงวุ้น | 24 |
| 4.1 | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด เมื่อใช้อัตราส่วนของข้าวโพด:น้ำเป็น 1:2 1:3 และ 1:4 ในการสกัดน้ำข้าวโพด | 26 |
| 4.2 | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด เมื่อใช้ปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% ในการสกัดน้ำข้าวโพด | 28 |
| 4.3 | ค่าความหนืดเฉลี่ยที่วัดได้ของน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด | 28 |
| 4.4 | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพด เมื่อใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด | 30 |
| 4.5 | ค่าเฉลี่ยความคงตัวของอิมัลชั่นของน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณของน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% | 30 |
| 4.6 | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด | 32 |
| 4.7 | ค่าเฉลี่ยของค่าสีที่วัดได้จากการทดสอบการวัดสีน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียมระดับต่างๆ ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% | 33 |
| 4.8 | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 8 9 และ 10% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด | 34 |
| 4.9 | ปริมาณโปรตีนและไขมันน้ำนมข้าวโพด | 35 |
| 4.10 | ปริมาณ (%) ของโปรตีนและไขมันของข้าวโพดหวาน น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมข้าว | 35 |
| 4.11 | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างเต้าฮวยเย็นๆจากน้ำนมข้าวโพด 9 สูตร ที่มีระดับของคาราจีแนนและผงวุ้นที่ระดับต่างๆ ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% | 36 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

4.12 ค่าเฉลี่ยของแรงที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณคาราจีแนนและผงวุ้นที่ระดับต่างๆ กัน 38

4.13 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด 3 สูตร ที่มีปริมาณครีมเทียมระดับต่างๆ ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 39

4.14 ค่าเฉลี่ยของค่าสีที่วัดได้ในเต้าฮวยเย็นๆข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียมที่ระดับต่างๆ กัน ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 40

4.15 ค่าเฉลี่ยของแรงกดสูงสุดที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียมที่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 40

4.16 ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างไอศกรีมน้ำนมข้าวโพด 3 สูตร ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 41

4.17 ค่าเฉลี่ยของอัตราเร็วในการละลายของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด 3 สูตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 42


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

ข้าวโพดเป็นผัก ชนิดหนึ่งที่มีการแปรรูปกันมาช้านานแล้วในประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับประเทศไทยนั้นข้าวโพดหวานเพิ่งเริ่มเข้ามาแพร่หลายเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา และนิยมบริโภคกันในลักษณะผักสด ต่อมาได้มีการปรับปรุงพันธ์ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ จนสามารถผลิตข้าวโพดหวานที่มีความหวานมาก เรียกว่าข้าวโพดหวานพิเศษ (super sweet corn) ในปัจจุบันเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปัญหาด้านการตลาดเป็นอย่างมาก เพราะราคาตกต่ำ และการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา จึงมีการหันมาปลูกพืชชนิดอื่นกันมาก ข้าวโพดหวานก็จัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจเป็นมาก เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่ายและได้ราคาสูงกว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ละอองวรรณ, 2530)

ดังนั้นเพื่อรองรับปริมาณข้าวโพดหวานที่มีปริมาณการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น การทดลองในครั้งนี้จึงได้เลือกที่จะนำข้าวโพดหวานมาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ นอกเหนือจากที่มีผลิตในท้องตลาดอยู่แล้ว เช่น ข้าวโพดครีม ข้าวโพดในน้ำเกลือ เป็นต้น นมข้าวโพดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภค นมข้าวโพดที่ผลิตกันในปัจจุบัน มักอยู่ในรูปน้ำผักที่มีการเติมส่วนผสมของหางนมผง และแป้งถั่วเหลือง แต่ยังมีข้อจำกัดของกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่ม เช่น กลุ่มที่บริโภคผัก (vegetarian) และกลุ่มที่แพ้นม เป็นต้น ซึ่งผู้บริโภคในกลุ่มที่บริโภคผักจะมีข้อจำกัดทางศาสนาที่ไม่สามารถจะรับประทานอาหารที่มาจากสัตว์ได้ ส่วนกลุ่มที่แพ้นมเมื่อรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของนมเข้าไปจะมีอาการอาเจียร หรือท้องเสีย การทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการค้นหาสูตร และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนมข้าวโพด และลดข้อจำกัดดังกล่าวของผู้บริโภค รวมทั้งนำน้ำนมข้าวโพดที่ได้มาทดลองผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่น คือ เต้าฮวยเย็นข้าวโพด และไอศกรีมข้าวโพด

**<u>วัตถุประสงค์การทดลอง</u>**

1. เพื่อศึกษากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดหวาน
2. เพื่อปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์นมข้าวโพดในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ไอศกรีมจากนมข้าวโพด และเต้าฮวยเย็นจากข้าวโพด
3. ปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์นมข้าวโพดเพื่อลดข้อจำกัดของผู้บริโภคในกลุ่มที่บริโภคผัก (vegetarian) และกลุ่มที่แพ้นม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# วารสารปริทรรศน์

## 2.1 น้ำนมข้าวโพด

น้ำนมข้าวโพดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากการบีบหรือสกัดน้ำจากข้าวโพดหวาน วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด จะเลือกใช้ข้าวโพดหวานที่ยังอ่อนอยู่และมีความสดใหม่ (พเยาว์, 2534) นำมาต้มในน้ำเดือด และปั่นเพื่อสกัดน้ำออกจากเม็ดข้าวโพด จึงกรองแยกกากออก นำน้ำข้าวโพดที่ได้ไปผสมกับส่วนผสมต่างๆ ได้แก่น้ำตาล เกลือ สารให้ความคงตัว และไขมัน จากนั้นนำไปทำการโฮโมจีไนส์เพื่อให้ไขมันรวมตัวเป็นอิมัลชั่นที่เสถียร

## 2.2 ข้าวโพดหวาน

นักพฤกษศาสตร์จัดข้าวโพดไว้ในตระกูลGramineaeโดยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า*Zea mays* สำหรับข้าวโพดหวานมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays saccharata* เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของสหรัฐอเมริกามาช้านาน ในเขตเอเชียและแปซิฟิกนี้ ข้าวโพดหวานมีการปลูกมากในประเทศญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และไทย การปลูกข้าวโพดหวานในประเทศไทยมีการปลูกอย่างกว้างขวาง แต่ข้าวโพดหวานยังไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมากนัก จนกระทั่งปี พ.ศ. 2537 จึงมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปข้าวโพดหวานในประเทศมาก และคาดว่าข้าวโพดหวานจะเข้ามาแทนที่อุตสาหกรรมข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งมีการย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศอื่นที่มีค่าแรงถูกกว่าดังนั้นข้าวโพดหวานจะมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศในอนาคตอันใกล้นี้ (ทวีศักดิ์, 2540)

### 2.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีบางอย่างของข้าวโพดหวาน

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดหวานจะมีความแตกต่างจากข้าวโพดไร่ เนื่องจากมียีนด้อย (recessive gene) ที่เกิดจากการผ่าเหล่า (mutation) จากยีนเด่น (dominant gene)ในข้าวโพดไร่ ซึ่งมีผลทำให้กระบวนการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตในเอนโดสเปิร์มเกิดได้ไม่สมบูรณ์ การสังเคราะห์แป้งจากน้ำตาลซูโครสจะเกิดได้ช้ามาก ทำให้เมล็ดข้าวโพดหวานมีปริมาณซูโครสสูง และมีการสะสมแป้งน้อยมากสำหรับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีนั้นพบว่าในเมล็ดข้าวโพดหวานที่ยังอ่อน (young kernel) จะมีน้ำตาลอยู่สูง โดยน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar)ได้แก่น้ำตาลกลูโคส (glucose) และน้ำตาลฟรุคโตส (fructose) จะมีปริมาณสูงที่สุดในระยะแรกของการพัฒนาเมล็ด (หลังการปฏิสนธิ) หลังจากนั้นจะลดลง และมีปริมาณน้ำตาลนอนรีดิวซ์(non-reducing sugar) ได้แก่น้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซูโครส (sucrose) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 15 วันหลังจากการปฏิสนธิ (หรือหลังการออกไหม) เมื่ออายุของเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้น ปริมาณโพลีแซกคาไรด์จะยิ่งมากขึ้น ในขณะเดียวกันปริมาณน้ำตาลและความชื้นจะค่อยๆ ลดลง โดยน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนเป็นแป้งอย่างช้าๆ เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น ไขมันและสารเยื่อใยมีปริมาณน้อยลง สำหรับปริมาณโปรตีนในข้าวโพดหวานนั้น ในขณะที่ข้าวโพดหวานยังอ่อนอยู่จะมีโปรตีนชนิดอัลบูมิน (albumin) และ โกลบูลิน (globulin) ในปริมาณสูง เมื่อเมล็ดแก่มากขึ้นจะมีปริมาณลดลง แต่กลูเตลิน (glutalin) มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนเซอีน (zein) มีปริมาณลดลงเล็กน้อย สำหรับอัลบูมินและโกลบูลินนั้นจะตกตะกอนเมื่อได้รับความร้อน (ละอองวรรณ, 2530)

2.3 ครีมเทียม (Nondairy creamer)

ครีมเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายครีมแท้ (dairy cream) ใช้เติมในเครื่องดื่ม ชา กาแฟ เพื่อปรับปรุงทางด้าน สี กลิ่น และรสชาติของเครื่องดื่มให้มีความน่าดื่มมากยิ่งขึ้น ลักษณะครีมเทียมที่ดีต้องมีสีขาวนวล กลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถละลายได้ดี และไม่เกิดการแยกตัวของไขมัน (oiling off) นอกจากนี้ครีมเทียมไม่ควรจับตัวแข็งเป็นก้อน (caking) และไม่เกิดลักษณะกลิ่นรสผิดปกติหลังการกลืน (after taste)

ครีมเทียมมีไขมันเป็นองค์ประกอบหลักประมาณ 10% โปรตีน 2% เนื่องจากครีมเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกฎหมายควบคุมในเรื่องของปริมาณส่วนผสมต่าง ๆ กรรมวิธีผลิตที่ถูกต้อง และต้องมีฉลากบอกให้ทราบถึงชนิด และปริมาณของส่วนผสมต่าง ๆ จากประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 49 (2523) ได้แบ่งผลิตภัณฑ์ครีมเป็น 3 ประเภท คือ ครีมแท้ ครีมผสม และครีมเทียม ครีมแท้คือผลิตภัณฑ์ที่แยกได้จากนมโดยกรรมวิธีต่าง ๆ และมีมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ครีมผสมคือครีมแท้ที่มีไขมันอื่นผสมอยู่ด้วย ส่วนครีมเทียมคือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบสำคัญหรือเป็นครีมที่มีมันเนยผสมอยู่น้อยกว่า 30% ของไขมันทั้งหมด ครีมแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบและกรรมวิธีการผลิตแตกต่างกันไปดังนี้

2.3.1 ครีมแท้ คือไขมันในนมเมื่อตั้งทิ้งไว้ไขมันที่เบากว่าจะลอยตัวขึ้นด้านบนและสามารถตักครีมออกมาได้ ครีมที่จำหน่ายจะมีปริมาณไขมันและองค์ประกอบแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2.1 จึงต้องเลือกซื้อให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น ไลท์ครีม (light cream) มีปริมาณไขมัน 18% เหมาะสำหรับผสมเครื่องดื่ม เช่น ชา หรือกาแฟ และใช้ประกอบอาหาร เฮฟวี่ครีม (heavy cream) มีปริมาณไขมันไม่น้อยกว่า 30% เหมาะสำหรับตีให้ขึ้นฟู (whipping cream) กินกับผลไม้ หรือไอศกรีมและแต่งหน้าของหวาน เช่น ใช้แต่งหน้าเค้ก เป็นต้น ดังนั้นครีมที่เหมาะกับการเติมในชา กาแฟ จึงควรใช้ไลท์ครีม โดยจะนำครีมที่ได้มาทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบฝอย (spray drying) จะได้ครีมผงสีขาวนวล ในระหว่างการผลิต ครีมผงจะถูกทำให้เย็นลงโดยเร็วเพื่อให้ไขมันนมแข็งตัว และผ่านการร่อนด้วยตะแกรงก่อนทำการบรรจุ เพื่อให้ได้ผงครีมที่มีขนาดสม่ำเสมอ การบรรจุครีมผงในภาชนะที่ไม่ยอมให้อากาศเข้าออกจะทำให้สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้หลายเดือนที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.1** แสดงองค์ประกอบโดยทั่วไปของครีมแท้

| องค์ประกอบ | ไลท์ครีม | เฮฟวี่ครีม |
|---|---|---|
| ไขมัน (%) | 19.00 | 36.00 |
| โปรตีน (%) | 2.94 | 2.20 |
| แลคโตส (%) | 4.05 | 3.15 |
| เถ้า (%) | 0.60 | 0.46 |
| น้ำ (%) | 73.41 | 48.19 |

ที่มา : นราทิป (2539)

2.3.2 ครีมผสม คือ ครีมแท้ที่มีไขมันอื่นผสมอยู่ ซึ่งอาจเป็นไขมันจากพืชหรือสัตว์ก็ได้ นอกจากนี้ยังมีการนำส่วนต่างๆของนมมาผสมกัน ปัจจุบันมีการผลิตครีมผสมโดยใช้ไขมันจากนม 5-45% นมผงขาดมันเนย 5-75% สารลดแรงตึงผิว (อิมัลซิไฟเออร์) 0.1-1% และสารคงตัว หลังผ่านการทำแห้งพบว่าครีมผสมนี้มีกลิ่นรสใกล้เคียงกับครีมแท้และสามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้ สำหรับไขมันถ้านำไปทำแห้งโดยการพ่นไขมันให้เป็นฝอยลงไปในถังให้ความเย็น และดึงความชื้นออกทันทีจะได้ผงไขมันที่เหมาะกับการทำครีมผสมผงเนื่องจากผงของครีมจะแห้งสนิท การผลิตครีมผสมมักจะเป็นการนำส่วนประกอบของนมมาผสมรวมกัน หรืออาจเติมน้ำตาลหรือไขมันชนิดอื่นลงไปเพื่อเพิ่มรสชาติหรือลดปริมาณต้นทุนการผลิต ดังนั้นครีมผสมจึงต้องมีการเติม อิมัลซิไฟเออร์และสารคงตัวเพื่อช่วยให้ไขมันและน้ำรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันได้ตลอดเวลา ปัจจุบันมีการผลิตครีมผสมโดยใช้ไขมันปาล์มแทนการใช้ไขมันนม 25.14% นมผงขาดมันเนย 3.39% น้ำเชื่อมจากข้าวโพด (corn syrup) ความหวาน 42 DE 61.79% สารอิมัลซิไฟเออร์ได้แก่ กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต (glycerol monostearate) 0.5% สารกันหืน วิตามิน และใช้โปแทสเซียมฟอสเฟต (potassium phosphate) เป็นสารให้ความคงตัว

2.3.2 ครีมเทียม ครีมเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มิได้มาจากนมโดยตรง โดยทำการดัดแปลงมาจากครีมแท้มีองค์ประกอบหลัก คือ ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต สามารถเรียกครีมเทียมได้ 2 แบบ คือ นอนไดอะรี ครีมเมอร์ (nondairy creamer) หรืออิมิเทชั่นมิลค์ (imitation milk) ครีมเทียมใช้เติมในเครื่องดื่มประเภท ชา กาแฟ เพื่อปรับปรุงสมบัติด้านความขาวให้ความข้นมัน ช่วยลดรสขมและให้กลิ่นรสคล้ายครีมแก่เครื่องดื่ม การผลิตครีมเทียมสามารถผลิตได้ 3 รูปแบบ คือ ชนิดผง ชนิดเหลว และชนิดแข็ง ส่วนใหญ่ครีมเทียมผงจะใช้ในภัตตาคาร หน่วยงานต่าง ๆ และยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคตามบ้านเรือนมาเป็นเวลานาน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีราคาถูก สามารถเก็บรักษาได้นานแม้อยู่ในอุณหภูมิห้อง จึงทำให้ผู้บริโภคชอบมากกว่าครีมชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครีมเทียมในอุตสาหกรรมจะประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) เกลือสเตบิไลซิงซ์ (Sterbilizing salt) และน้ำเพื่อช่วยในการกระจายตัวของโปรตีน

2.3.3.1 สมบัติของสารองค์ประกอบในครีมเทียม

ก. ไขมัน

เป็นองค์ประกอบสำคัญ ทำให้มีลักษณะข้นหนืด ให้ความข้นมัน และช่วยให้กาแฟเกิดความขาวคล้ายนมสด ไขมันที่ใช้ผลิตครีมเทียมควรเป็นชนิดที่ไม่เกิดกลิ่นหืนง่ายจึงมักใช้ไขมันที่มีความอิ่มตัวสูง และมีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งนิยมใช้ไขมันที่ประกอบด้วย กรดลอลิค (laulic acid) มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) สูง และผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชั่น (Hydrogenation) ไขมันประเภทนี้ได้แก่ ไขมันมะพร้าว และไขมันปาล์ม ซึ่งจะมีสายคาร์บอน (carbon-chain) สั้น มีจำนวนคาร์บอน 16-18 ตัวและโครงสร้างเป็นแบบบีต้า ฟอร์ม ($\beta$-form) ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่เกิดการรวมตัวกันหลังการละลาย และทำให้ไม่รู้สึกว่ามีไขมันติดค้างในปาก

ข. โปรตีน

โปรตีนทำหน้าที่เป็นสารให้ความขาว เพิ่มรสชาติและความข้นมัน ลดรสขมเฝื่อนของกรดแทนนิคในกาแฟ ลดความเป็นกรดในเครื่องดื่ม ช่วยให้เกิดสภาพคอลลอยด์เพื่อป้องกันการแยกตัวของครีมเทียมออกจากน้ำในสภาวะการละลายที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิที่ร้อนหรือเย็นจัดเกินไป นอกจากนี้โปรตีนยังช่วยให้เกิดสภาพความเป็นเนื้อเดียวกันระหว่างไขมันกับน้ำ โดยไขมันจะเข้าไปเคลือบโปรตีนที่จับตัวกับน้ำ เกิดลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันขึ้น โปรตีนจะกระจายตัวได้ดีในน้ำ ถ้ามีโซเดียมเคซีเนต (Sodium caseinate) ช่วยในปริมาณ 3-15% และยังสามารถช่วยในด้านโภชนาการอีกด้วย

ค. คาร์โบไฮเดรต

เป็นสารให้ความหวาน ป้องกันไม่ให้เกิดการรวมตัวของไขมัน ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี โดยทั่วไปมักใช้ในรูปน้ำเชื่อม เช่น น้ำเชื่อมจากข้าวโพด (corn syrup) น้ำเชื่อมจากมันสำปะหลัง (cassava syrup) น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) น้ำเชื่อมซูโครส (sucrose syrup) น้ำเชื่อมฟรุคโตส และน้ำเชื่อมแลคโตส โดยใช้ในปริมาณ 6%

ง. สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier)

เป็นสารที่ช่วยให้เกิดลักษณะการกระจายตัวและเพิ่มอัตราการละลายให้สูงขึ้นได้แก่ กลีเซอไรด์ โมโนสเตียเรต (glyceride monostearate) โพรพิลีนไกลคอล โมโนสเตียเรต (propylene glycol monostearate) และเลซิทิน (lecithin) เป็นสารประเภทลดแรงตึงผิวของไขมัน (lipophilic surfactants) ช่วยให้ครีมเทียมมีลักษณะกระจายตัวได้ดี สารโพลีซอเบต 60 (polysorbate 60) เป็นสารประเภทลดแรงตึงผิวของน้ำ (hydrophilic surfactants) เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการละลายของผลิตภัณฑ์ครีมเทียม และควบคุมความเป็นกรดด่างในครีมเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. สารให้ความคงตัว (stabilizer)

เป็นสารประเภทละลายน้ำ ทำหน้าที่ช่วยให้โปรตีนกระจายตัวได้ดีในน้ำ เพิ่มเนื้อสัมผัส และเพิ่มความหนืดให้แก่ครีมเทียม ได้แก่ คาราจีแนนกัม (carrageenan gum) คาร์บอกซิเมทธิลเซลลูโลส (Carboxy Methyl Cellulose) อัลจีเนต (algenate) และแป้งดัดแปลง (modified starch) ต่าง ๆ

ฉ. เกลือสเตอบิไลซิงซ์ (stabilizing salts)

ช่วยให้เกิดความสมดุลของอิออนในครีมเทียม ปรับปรุงสภาพความเป็นคอลลอยด์ของโปรตีน และป้องกันการตกตะกอนโปรตีนในเครื่องดื่มที่มีสภาพความเป็นกรดหรือมีอุณหภูมิที่ร้อนหรือเย็นจัดเกินไป ได้แก่ โซเดียมซิเตรต (sodium citrate) โซเดียมไตรฟอสเฟต (sodium triphosphate) เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟต (tetrasodium pyrophosphate) ไดโพแทสเซียมฟอสเฟต (dipotassium phosphate) โซเดียมอะซิเตต (sodium acetate) โพแทสเซียมอะซิเตต(potassium acetate) แคลเซียม อะซิเตต (calcium acetate)

ช. สารปรุงแต่งสีและรสชาติ

ช่วยเพิ่มความพอใจแก่ผู้บริโภคในด้านกลิ่นและรสชาติได้แก่ กลิ่นนม กลิ่นเนย และกลิ่นวานิลลาใช้ในปริมาณ 0.1-2.0%

สูตรพื้นฐานของครีมเทียมแสดงดังตารางที่ 2 .2

**ตารางที่ 2.2** แสดงส่วนผสมพื้นฐานของครีมเทียม

| องค์ประกอบ | ปริมาณ(%) |
|---|---|
| ไขมันพืชชนิดชอตเทนนิ่ง | 10-40 |
| โปรตีน | 2-10 |
| คาร์โบไฮเดรต (ได้แก่ น้ำเชื่อมกลูโคส ซูโครส) | 10-26 |
| สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) | 0.1-0.3 |
| สารคงตัว (stabilizer) | 0.1-0.15 |
| เกลือสเตบิไลซิงซ์ (stabilizing salts) | 0.1-1.0 |
| สารปรุงแต่งสี และรสชาติ | 0.1-0.2 |
| น้ำกลั่น | ตามต้องการ |
| รวม | 100 |

ที่มา : นราทิป (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifiers)

อิมัลซิไฟเออร์ คือสารที่เติมลงไปเพื่อให้สารละลายตั้งแต่ 2 ชนิด ซึ่งไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำผสมกับน้ำมันให้รวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ ส่วนสารที่เติมลงไปเพื่อช่วยรักษาอิมัลชั่นที่เกิดขึ้นให้คงอยู่ได้ อาจเรียกว่าสารช่วยให้ความคงตัว (stabilizer) สารช่วยให้เกิดความคงตัวนี้อาจมีสมบัติพื้นฐานเหมือนกับสารช่วยให้เกิดอิมัลชั่น หรืออิมัลซิไฟเออร์ หรืออาจเป็นสารที่ช่วยทำให้องค์ประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งหรือทั้งหมดในอิมัลชั่นมีความหนืดเพิ่มขึ้น (กิตติพงษ์, 2539)

ในโมเลกุลของอิมัลซิไฟเออร์จะมีทั้งส่วนที่มีขั้ว (polar) และส่วนที่ไม่มีขั้ว (non polar) พิจารณาโมเลกุลของเกลือของกรดไขมัน ส่วนที่เป็นโซ่ไฮโดรคาร์บอนจะไม่มีขั้ว แต่ส่วนที่มีกลุ่ม –COONa จะเป็นส่วนที่มีขั้ว เมื่อเติมสารเหล่านี้ลงไปสารเหล่านี้จะไปอยู่ที่ผิวสัมผัสของของเหลวทั้งสองชนิด ช่วยลดแรงตึงที่ผิวสัมผัส ส่วนที่ไม่มีขั้วจะจับกับน้ำมัน และส่วนที่มีขั้วจะยึดจับกับส่วนที่เป็นน้ำดังนั้นสารอิมัลซิไฟเออร์จะเรียงตัวเป็นฟิล์มบางๆ ที่ส่วนผิวสัมผัสระหว่างอาหารเหลวทั้งสอง ช่วยป้องกันไม่ให้ส่วนเล็ก ๆ ของส่วนกระจาย หรือส่วนไม่ต่อเนื่อง เข้ามารวมตัวกัน (กิตติพงษ์, 2539)

2.4.1 กลไกในการเกิดอิมัลชั่น

ผลิตภัณฑ์อิมัลชั่นเหลวหรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวที่ไม่ได้มีการรักษาความคงตัวโดยโครงสร้างของเจลมักจะผ่านกระบวนการลดขนาดของเม็ดไขมันโดยการโฮโมจีไนส์ การเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ในขณะที่ทำให้เกิดเป็นอิมัลชั่นจะช่วยลดแรงตึงผิว (interfacial tension) ของส่วนกระจาย (dispersed phase) และส่วนต่อเนื่อง (continuous phase) ทำให้เกิดเป็นอิมัลชั่นได้ง่ายขึ้น สารประกอบอิมัลซิไฟเออร์เป็นสารประกอบที่สามารถละลายได้ทั้งในส่วนกระจายและส่วนต่อเนื่องคือมีคุณสมบัติเป็น amphiphilic molecular เช่น เลซิทิน (lecithin) ที่มีอยู่ในน้ำนมสามารถละลายหรือกระจายตัวอยู่ได้ทั้งในน้ำและในไขมัน (ปาริฉัตร, 2542)

ที่ผิวสัมผัสของส่วนต่อเนื่องและส่วนไม่ต่อเนื่องจะมีพลังงานอิสระ (free energy) เกิดขึ้น เนื่องจากแรงที่พยายามทำให้ของเหลวแต่ละชนิดแยกออกมารวมตัวกัน พลังงานนี้จะเรียกว่าแรง ตึงที่ผิวสัมผัส (interfacial tension) ซึ่งจะพยายามทำให้เกิดการลดผิวสัมผัสให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้นส่วนไม่ต่อเนื่องของอิมัลชั่นจะอยู่ในรูปทรงกลมเล็กๆ เพราะจะเป็นรูปที่มีพื้นที่ผิวต่อหน่วยปริมาตรน้อยที่สุด นอกจากนั้นความพยายามในการลดพื้นที่ผิวจะทำให้หยดเล็กๆ ในส่วนไม่ต่อเนื่อง จะพยายามรวมตัวเป็นหยดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เพื่อลดพื้นที่ผิวต่อหน่วยปริมาตร จนในที่สุดจะสูญเสียความเป็นอิมัลชั่น และของเหลวทั้งสองจะแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์

การทำให้เกิดอิมัลชั่นจะต้องให้งานกับระบบจนมากกว่าแรงต้านทานการเกิดผิวสัมผัสใหม่ ซึ่งแรงต้านนี้จะเกิดจากแรงดึงที่ผิวสัมผัส และยังต้องทำให้เกิดแรงที่มากกว่าแรงเสียดทานระหว่างส่วนต่อเนื่องและส่วนไม่ต่อเนื่องซึ่งเป็นหยดเล็กๆ ที่เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ตามปกติงานที่ให้กับของเหลวจะให้ในรูปของการกวนอย่างรุนแรง (กิตติพงษ์, 2539) ซึ่งจะทำให้ผิวหน้าของส่วนที่ไม่ต่อเนื่องผิดรูปร่างไปและเกิดเป็นหยดขนาดใหญ่เกิดขึ้น หลังจากนั้นหยดขนาดใหญ่เหล่านั้นจะถูกทำให้แตกออกเป็นหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเล็กๆ เกิดเป็นอิมัลชั่นที่คงตัว และป้องกันการรวมตัวกันของส่วนที่ไม่ต่อเนื่องด้วยอิมัลซิไฟเออร์ที่มากเพียงพอที่จะดูดซับที่ผิวระหว่างส่วนที่ต่อเนื่องและส่วนที่ไม่ต่อเนื่องได้ หลังจากการเกิดหยดเล็กๆ ของส่วนที่ไม่ต่อเนื่องแล้ว อิมัลซิไฟเออร์จะแบ่งและเชื่อมต่อที่ผิวสัมผัสของส่วนทั้งสอง ทำให้เกิดความคงตัวของอิมัลชั่น ขนาดของหยดของส่วนที่ไม่ต่อเนื่องนั้นจะสัมพันธ์อยู่กับขั้นตอนในการทำให้เกิดอิมัลชั่นได้แก่ ชนิดและปริมาณอิมัลซิไฟเออร์ที่เติมลงไปในระบบ และอุณหภูมิของการเกิดอิมัลชั่น (William, 1990)

อิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ในอาหารจะมีหน้าที่อยู่หลายประการแต่หน้าที่ที่สำคัญของอิมัลซิไฟเออร์ คือ ความสามารถในการทำให้เกิดความคงตัว และเกิดเป็นอิมัลชั่น โดยการลดแรงตึงผิวระหว่างส่วนสองส่วนที่ไม่เข้ากัน ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อิมัลชั่นที่เห็นได้ชัดเจน คือ ผลิตภัณฑ์มายองเนส และมาการีน เป็นต้น ชนิดของอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลากหลายชนิด ดังแสดงตัวอย่างให้เห็น เช่น เลซิทิน และอนุพันธ์ (lecithin and lecithin derivatives) เอสเทอร์ของกรดไขมันกับ กลีเซอรอล (glycerol fatty acid esters) กรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิคและเอสเทอร์ของกรดไขมัน (hydroxycarboxylic acid and fatty acid ester) เอสเทอร์ของกรดไขมันแลคทิลเอท (lactylate fatty acid esters) เอสเทอร์ของกรดไขมันโพลีกลีเซอรอล (polyglycerol fatty acid esters) เอสเทอร์ของกรดไขมันโพพีลีนไกลคอลหรือเอทธิลีน (ethylene or propylene glycol fatty acid ester) อนุพันธ์ของอีทอกซิลเลทของโมโนกลีเซอไรด์ (ethoxylated derivatives of monoglycerides) เอสเทอร์ของกรดไขมันซอบิแทน (sorbitan fatty acid esters) อนุพันธ์ของมิสเซลลาเนียส (miscellaneous derivatives) (William, 1990)

2.4.2 เลซิทิน (Lecithin)

เลซิทินเป็นสารประกอบผสมของกลีเซอโรฟอสโฟลิปิด (glycerophospholipid)ที่ได้จากสัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ประกอบด้วยสารต่างๆ เช่นไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) กรดไขมัน (fatty acid) ไกลโคลิปิด (glycolipid) สเตอรอล (sterols) สฟิงโกฟอสโฟลิปิด (sphingophospholipids) เลซิทินเป็นเซอแฟคแทนต์ (surfectant) ตามธรรมชาติที่ได้จากถั่วเหลืองและไข่ จะพบมากในเมล็ดพืชและถั่ว ไข่ รำข้าว และผนังเซลล์

2.4.2.1 สมบัติของเลซิทินแบ่งสมบัติเป็น 2 ด้านคือ

ก. สมบัติทางเคมี

เลซิทินพบมากในธรรมชาติ นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารแหล่งที่พบมากที่สุด คือ ในถั่วเหลือง ข้าวโพด ดอกทานตะวัน เมล็ดฝ้าย และไข่ พบว่าในเลซิทินทางการค้ามีองค์ประกอบที่แตกต่างกันประมาณ 17 ชนิด ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ไฟโทสเตอรอล (phytosterol) และไฟโตไกลโคลิปิดย่อย (minor phytoglycolipids) องค์ประกอบหลักของฟอสโฟลิปิดมีอยู่ 3 ชนิด คือ ฟอสฟาทิดิลโคลิน ฟอสฟาทิ-ดิลเอททาโนลามีน ฟอสฟาทิดิลอินโนซิทอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. สมบัติทางกายภาพ

แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ ของไหล (fluid) และของแข็งคล้ายขี้ผึ้ง (waxy solids) เลซิทินที่เป็นของไหลมีความหนืดตั้งแต่ 5,000-100,000 เซนติพอยส์ขึ้นกับสภาพในการผลิตและความเจือจาง ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดต่ำผลิตโดยการเติมกรดไขมันและน้ำมันพืชจะขึ้นกับหน้าที่และความต้องการความเสถียร โลหะพวกไดวาเลนต์ เช่น แคลเซียม สามารถใช้เติมระหว่างการทำแห้งเพื่อลดความหนืด ปริมาณความชื้นก็สามารถทำให้เกิดความแตกต่างกันได้ ระดับของน้ำมากกว่า 1% จะเพิ่มลักษณะที่คล้ายพลาสติก เลซิทินที่เอาน้ำมันออกเป็นของแข็งที่มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง มีอนุภาคหลายขนาด มีความคงตัวเมื่อเป็นผง มีคุณสมบัติในการไหลที่ดี

2.4.2.2 องค์ประกอบของเลซิทิน

องค์ประกอบหลักของฟอสโฟลิปิดคือ โมเลกุลของไดเอซิลกลีเซอรอล (diacylglycerol) ที่คาร์บอนตัวที่ 3 ต่อกับกลุ่มของฟอสเฟต นอกจากนี้โคลีน (choline) เอททาโนลามีน (ethanolamine) ซีรีน (serine) และอินโนซิทอล (inositol) ยังต่อกับกลุ่มของฟอสเฟต ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและหน้าที่

2.5 <u>เต้าฮวยเย็นข้าวโพด</u>

เต้าฮวยเย็นเป็นผลิตภัณฑ์ของหวานที่ผลิตได้จากผงวุ้นผสมกับนมสด และเติมแต่งกลิ่นตามต้องการ ลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายวุ้น แต่มีความอ่อนตัวมากกว่า นิยมรับประทานร่วมกับ ผลไม้รวม (fruit salad)

2.6 <u>วุ้น</u> (Agar)

2.6.1 คำจำกัดความของวุ้น

วุ้น (Agar) ตามคำจำกัดความของ U.S.Pharmacopeia หมายถึง สารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง (Rhodophyceae) ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำเย็น แต่ละลายได้ในน้ำเดือด สารละลายวุ้นที่มีความเข้มข้น 1.5% จะมีลักษณะใส เมื่อทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิ 32-39 องศาเซลเซียสจะแข็งตัวเป็นเจล (gel) ซึ่งจะหลอมเหลวอีกครั้งเมื่อได้รับความร้อนที่ 85 องศาเซลเซียสขึ้นไป

2.6.2 สมบัติทางเคมี

วุ้นปกติจะสะสมอยู่ภายในเซลล์ของสาหร่าย สำหรับโครงสร้างที่สมบูรณ์ของวุ้นยังไม่ทราบแน่ชัด แต่พบว่าเป็นส่วนผสมของโพลีแซคคาไรด์อย่างน้อย 2 ชนิด คือ agarose และ agaropectin agarose เป็นส่วนที่ทำให้เกิดเจล ประกอบด้วย neutral chain ของ $\beta$ -D-galactopyranose เชื่อมกันที่ตำแหน่ง 1 , 3 และ 3,6-anhydro- $\alpha$ -L-galactopyranose เชื่อมกันที่ตำแหน่ง 1 , 4 และซ้ำไปเรื่อย ๆ องค์ประกอบทางเคมีของผงวุ้นที่ประเทศญี่ปุ่นผลิตเป็นการค้าแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.3** แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างวุ้นที่ญี่ปุ่นผลิตเป็นการค้ามีดังนี้

| องค์ประกอบทางเคมี | ปริมาณ (%) |
|---|---|
| ความชื้น | 16-20 |
| โปรตีน | 2.3-5.9 |
| ไขมัน | 0.3-0.55 |
| คาร์โบไฮเดรต | 67.85-76.15 |
| เส้นใย | 0.8-2.1 |
| เถ้า | 3.4-3.6 |

ที่มา: วศมวรรณ, 2538

2.6.3 คุณสมบัติของวุ้นที่ดี

ก. การละลาย (solubility) ปกติวุ้นจะไม่ละลายน้ำที่ 25 องศาเซลเซียส แต่จะละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสขึ้นไป สำหรับการละลายวุ้น 5% ถ้าจะให้มีการละลายอย่างสมบูรณ์ จะต้องใช้ความร้อนสูงขึ้น 95-100 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งคนด้วย ถ้าความเข้มข้นสูงกว่านี้จะต้องใช้หม้อนึ่งอัดความดัน (autoclave) ช่วยในการละลาย

ข. การเกิดเจล (gelation) ความเข้มข้นของวุ้นโดยทั่วไปที่สมารถทำให้เกิดเจลได้คือ 1-2% ซึ่งเจลที่ได้จะมีลักษณะแข็งเล็กน้อย ยืดหยุ่นได้ โปร่งแสง (transparent) ความสามารถในการเกิดเจลของวุ้นจะแตกต่างจากสารที่ทำให้เกิดเจลทั้งหลาย คือการเกิดเจลจะเกิดที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิในการละลายมาก

ค. ความแข็งของวุ้น (gel strength) เป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์สำคัญที่ใช้ประเมินคุณภาพของเจลของวุ้น สาหร่ายต่างชนิดกันจะมีอัตราส่วนของ agarose และ agaropectin แตกต่างกันมาก และเชื่อว่าความแข็งแรงส่วนใหญ่เกิดจาก agarose

การเกิดเจลเกิดขึ้นเนื่องจากไฮโดรเจนอะตอม (H-atom) ที่อยู่ตรงกลางของ 3, 6-anhydrogalactose residue ซึ่งทำให้ polysaccharide เปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูป helix ซึ่งการเกิด helix จะลดน้อยลงถ้ามี sulfate ester group เพิ่มขึ้น แสดงว่าความสามารถในการเกิดเจลของ polysaccharide ของกราซิลาเรียจะดีขึ้น ถ้ามีการแช่ด่างก่อน เนื่องจาก polysaccharide units ที่จะให้ 3, 6-anhydrogalactose sugar เมื่อผ่านด่างและให้ความร้อนจะเกิดโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับ agarose ขึ้นมาซึ่งจะทำให้ความสามารถในการเกิดเจลดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. จุดหลอมเหลว (melting point) จุดหลอมเหลวของเจลที่ได้จากวุ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นและน้ำหนักโมเลกุลของวุ้น ความหนืดของวุ้นที่เข้มข้น 1.5% จะหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 60-79 องศา
เซลเซียส วุ้นที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าจะมีลักษณะยืดหยุ่นดีกว่าวุ้นที่มีจุดหลอมเหลวต่ำเมื่อความเข้มข้นของวุ้นเท่ากัน

จ. ความหนืด (viscosity) ความหนืดของวุ้นจะต่างกันมากหรือน้อยนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ของสาหร่าย อุณหภูมิ และ pH ความหนืดของวุ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของการเกิดเจลจะมีค่าคงที่ในระหว่างช่วง pH 4.5-9.0 และ ionic strength จะไม่มีผลต่อความหนืดที่ pH 6.0-8.0 ที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ถ้าเพิ่มเวลาในการให้ความร้อนมากขึ้น ความหนืดจะเพิ่มขึ้น

## 2.7 ไอศกรีม

ไอศกรีมคือผลิตภัณฑ์นมประเภทแช่เย็นจัดจนแข็งตัว (frozen milk product) ที่มีรสหวานมันและมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน เป็นอาหารประเภทให้พลังงานสูง (ทองยศ, 2527) ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ของหวานที่รู้จักกันมานานแล้ว กล่าวกันว่าไอศกรีมทำขึ้นครั้งแรกในประเทศจีน โดยนำเอาหิมะมาผสมกับน้ำผลไม้ (ทองยศ, 2527) เมื่อมาโคโปโลกลับจากจีนก็นำเอาวิธีนี้ไปเผยแพร่ แต่ตามที่มีบันทึกพบว่าเริ่มรู้จักไอศกรีมที่ประเทศอังกฤษในช่วงต้นยุค ค.ศ. 1700 แต่ไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากหาได้ยากมาก จนกระทั่งมีการนำขึ้นเสริฟในทำเนียบขาว โดย Dolly Madison ในปี ค.ศ.1908 (Norman and Joseph, 1995) ในปัจจุบันนี้การผลิตไอศกรีมในอุตสาหกรรมได้มีการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่มีกำลังการผลิตได้มากกว่า 1,000 แกลลอนต่อชั่วโมง

2.7.1 ประเภทของไอศกรีม ได้แก่

ก. ไอศกรีมธรรมดา (plain ice cream) เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยสารให้สี และกลิ่น เช่น กลิ่นวานิลา สตรอเบอรี่ กาแฟ คาราเมล ซึ่งถือว่าเป็นกลิ่นพื้นๆของไอศกรีมในปริมาณน้อยกว่า 5% ของส่วนผสมของไอศกรีม

ข. ไอศกรีมช็อกโกเลต (chocolate ice cream) เป็นไอศกรีมที่เติมผงโก้โก้หรือช็อกโกแลต

ค. ไอศกรีมผลไม้ (fruit ice cream) เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้ อาจมีการเติมสี หรือกลิ่นของผลไม้ ผลไม้กระป๋อง ผลไม้แช่อิ่ม ผลไม้เชื่อม หรือผลไม้กวนก็ได้

ง. ไอศกรีมผลไม้เนื้อแข็ง (nut ice cream) เป็นไอศกรีมที่ผสมผลไม้เนื้อแข็งลงไปในไอศกรีมธรรมดา เช่นถั่วลิสงคั่ว อัลมอนด์ (almond) เมล็ดพีแคน (pecan) วอลนัท เป็นต้น อาจมีการเติมสีหรือกลิ่นเพิ่มเติม

จ. คัสตาร์ดแช่แข็ง (frozen custard) เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยไข่มีปริมาณเนื้อไข่แดงไม่น้อยกว่า 1.4% ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ. ไอศกรีมนม (ice milk) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 2 – 7% ปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (milk solid non-fat;MSNF) 12 – 15% โดยเติมสารให้ความหวาน กลิ่น และมีลักษณะแช่แข็งเหมือนไอศกรีม

ช. ไอศกรีมเชอร์เบทผลไม้ (fruit sherbet) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว และผลิตภัณฑ์นมมีลักษณะคล้ายน้ำแข็ง แต่ใช้นม (นมพร้อมมันเนย นมขาดมันเนย นมข้น) แทนที่จะใช้น้ำอย่างเดียว

ซ. ไอศกรีมหวานเย็น (ices or water ice ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว อาจมีการเติมกรดผลไม้ ( fruit acid ) สี กลิ่น หรือน้ำ แล้วนำไปแช่แข็ง โดยทั่วไปประกอบด้วยน้ำตาล 28 – 30% และมีค่าโอเวอร์รัน (overrun) 20 – 25%ไม่มีการใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นมแต่อย่างไร

ฌ. ไอศกรีมคอนเฟคชั่น (confection) เป็นไอศกรีมที่มีกลิ่นรสตามต้องการมีชิ้นลูกกวาด(candy) เช่น ไอศกรีมช็อกโกแลตชิพ

ญ. ไอศกรีมพุดดิ้ง (pudding) เป็นไอศกรีมที่มีผลไม้ผสม นัท ลูกเกด มีการเติมเหล้า เครื่องเทศ หรือไข่ ตัวอย่างเช่น พลัมพุดดิ้ง (plum pudding)

ฎ. ไอศกรีมมูสส์ (mousse) คือไอศกรีมที่ทำจากครีม น้ำตาล สี และกลิ่น และนำไปแช่แข็ง บางครั้งใช้นมข้นเพื่อให้ได้เนื้อไอศกรีมที่ดี

ฏ. ไอศกรีม soft serve เป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการแช่แข็ง (hardening) เหมือนไอศกรีมทั่วไป

2.7.2 องค์ประกอบของไอศกรีม

ไอศกรีมทำจากนมโดยปั่นให้มีลักษณะที่เป็นฟองและมีเซลล์อากาศแทรกตัวอยู่โดยมีส่วนของอิมัลชันเยือกแข็งบางส่วนล้อมรอบผลึกน้ำแข็งและเม็ดไขมันที่จับตัวแข็งจะแฝงตัวอยู่ในของเหลว ซึ่งของเหลวนี้จะประกอบไปด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เกลือ และสารให้ความคงตัว (ภัทรา, 2540)

นมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระบวนการผลิตไอศกรีม นมในที่นี้อาจมีรูปแบบในการนำมาใช้ที่แตกต่างกัน เช่น นมพร้อมมันเนย (full cream milk) หางนม ครีมแช่แข็ง ครีมสด เนย น้ำมันเนย นมข้นหวาน และนมผง เป็นต้น องค์ประกอบของไอศกรีมโดยทั่วไปจะประกอบด้วยไขมันนม ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (MSNF) น้ำตาล สารให้ความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์(emulsifier) สารให้กลิ่นรส น้ำ และอากาศ (Norman and Joseph, 1995)

องค์ประกอบของไอศกรีมโดยทั่วไปจะแตกต่างกันตามความต้องการของตลาด และชุมชนในแต่ละท้องถิ่น ชนิดและส่วนประกอบในไอศกรีมที่ใช้กันในทางการค้าจะแสดงให้เห็นได้ในตารางที่ 2.4 ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วไอศกรีมที่ดีควรจะมีส่วนประกอบไปด้วยไขมันนม 12% ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (MSNF) 11% น้ำตาล 15% และสารให้ความคงตัว 0.2% อิมัลซิไฟเออร์ 0.2% และกลิ่นเล็กน้อย ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมทั้งหมดจะให้ของแข็งทั้งหมด 38.4% ที่เหลือจะเป็นน้ำ ดังนั้นจึงทำให้สามารถเติมส่วนผสมอื่นๆ เช่น ผลไม้ ถั่ว ช็อกโกแลต ลงไปได้อีก

ไขมันนมเป็นส่วนผสมหลักที่มีราคาแพงมากที่สุดในไอศกรีมและปริมาณไขมันจะเป็นตัวกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์ด้วย ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งนับได้ว่าเป็นผู้นำทางด้านการผลิตไอศกรีม ได้กำหนดมาตรฐานของไอศกรีมธรรมดา (plain ice cream) ว่าประกอบด้วยปริมาณไขมันอย่างน้อย 10% ปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (MSNF) 20% และปริมาณสารให้ความคงตัวไม่เกิน 0.5% (Norman and Joseph, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.4** แสดงปริมาณเป็น%และส่วนประกอบที่นิยมใช้ในไอศกรีมชนิดต่างๆ โดยประมาณ

| ไขมันนม | MSNF[a] | น้ำตาล | สารให้ความคงตัว และ อิมัลซิไฟเออร์ | ปริมาณของแข็งทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|
| | | ไอศกรีมราคาประหยัด | | |
| 10 | 10 – 11 | 13 – 15 | 0.30 – 0.50 | 35.0 – 37.0 |
| 12 | 9 – 10 | 13 – 15 | 0.25 – 0.50 | |
| | | ไอศกรีมคุณภาพปานกลาง | | |
| 12 | 11 | 15 | 0.30 | |
| 14 | 8 – 9 | 13 – 16 | 0.20 – 0.40 | 37.5 – 39.0 |
| | | ไอศกรีมคุณภาพสูง | | |
| 16 | 7 – 8 | 13 – 16 | 0.20 – 0.40 | |
| 18 | 6 – 7 | 13 – 16 | 0.25 | 40.0 – 41.0 |
| 20 | 5 – 6 | 14 – 17 | 0.25 | |
| | | ไอศกรีมนม | | |
| 3 | 14 | 14 | 0.45 | 31.4 |
| | | ไอศกรีมนมที่ดีโดยเฉลี่ย (soft serve) | | |
| 4 | 12 | 13.5 | 0.40 | |
| 5 | 11.5 | 13.0 | 0.40 | 29.0 – 30.0 |
| 6 | 11.5 | 13.0 | 0.35 | |
| | | ไอศกรีมเชอร์เบทผลไม้ | | |
| 1 – 3 | 1 – 3 | 26 – 35 | 0.40 – 0.50 | 28.0 – 36.0 |
| | | ไอศกรีมหวานเย็น | | |
| - | - | 26 – 35 | 0.40 – 0.50 | 26.0 – 35.0 |

[a] MSNF หมายถึง milk solids non-fat

ที่มา: Norman and Joseph ( 1995 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.1 น้ำ (Water)

น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในไอศกรีม ไอศกรีมส่วนใหญ่จะประกอบด้วยน้ำประมาณ 60 – 70% โดยน้ำหนัก โดยอยู่ในสภาพผลึกน้ำแข็งเกือบทั้งหมด ปกติน้ำจะไม่ใช่ส่วนประกอบที่เติมลงในส่วนผสมไอศกรีม แต่จะมาจากส่วนผสมต่างๆได้แก่ นม ไข่เหลว น้ำเชื่อม และผลไม้ เป็นต้น (ภัทรา, 2540)

2.6.1.2 ไขมัน ( Fat )

ไขมันจะเป็นส่วนที่กระจายตัวอยู่ในส่วนของน้ำ ในระหว่างการโฮโมจีไนส์ไขมันจะแตกตัวออกเป็นเม็ดเล็กๆขนาด 1–10ไมครอน ไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ไอศกรีมมีความเนียน ความมัน ไขมันจะเคลือบปากเพื่อลดความรู้สึกเย็นจัดของไอศกรีม แหล่งไขมันที่ใช้ได้แก่ ไขมันเนยจากนม ครีม เนย ไขมันปราศจากน้ำ (anhydrous milk fat) และไขมันพืช ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงจะใช้ไขมันจากครีมสด (Norman and Joseph, 1995) ไขมันนมเป็นไขมันที่มีคุณภาพมากที่สุดในการทำไอศกรีม เพราะจะช่วยให้สมบัติด้านกลิ่นรสดีที่สุด (Robert and Arbuckle, 1996) การใช้ไขมันที่มีสภาพแข็งหรือมีจุดหลอมเหลวสูงมาทำไอศกรีมอาจมีผลทำให้ไอศกรีมที่ได้มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ในสหรัฐอเมริกามีกฎหมายกำหนดไว้ว่าไอศกรีมที่ใช้ไขมันจากพืชต้องแสดงบนฉลาก ปริมาณไขมันในไอศกรีมที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ขนาดของผลึกน้ำแข็งลดลง โดยการไปขัดขวางการเกิดช่องว่างภายในไอศกรีม เนื่องด้วยเหตุผลที่ไขมันสามารถไปยับยั้งการเพิ่มขึ้นของขนาดผลึกน้ำแข็งนี้เอง ไขมันจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตไอศกรีมที่มีไขมันต่ำเพราะจะทำให้การละลายของไอศกรีมเป็นไปได้ยาก แต่อย่างไรก็ตามไอศกรีมที่มีไขมันสูงก็จะมีข้อจำกัดในการบริโภคเช่นกัน กล่าวคือจะมีปริมาณแคลอรี่ที่สูง และมีราคาที่ค่อนข้างแพง (Robert and Arbuckle, 1996)

เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการเสนอให้แก้มาตรฐานกฎหมายในสหรัฐอเมริกา โดยให้ยกเลิกการจัดผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งไว้ในผลิตภัณฑ์นม โดยอนุญาตให้มีไอศกรีมปราศจากไขมันและไอศกรีมไขมันต่ำ ตลาดไอศกรีมในสหรัฐอเมริกาได้มีการแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ในทางการค้าโดยใช้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้คือประเภทซุปเปอร์พรีเมี่ยม (super premium) ประกอบด้วยไขมันมากกว่า 15% ประเภททั่วไป ( economy ) ประกอบด้วยไขมัน 10 – 20% ประเภทไขมันต่ำ หรือปราศจากไขมัน ต้องมีไขมันต่ำกว่า 3 กรัม หรือต่ำกว่า 0.5 กรัมต่อปริมาณที่รับประทาน 4 ฟลูอิดออนซ์ ตามลำดับ ( ภัทรา, 2540 )

2.7.2.3 อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier)

อิมัลซิไฟเออร์ มีความจำเป็นในการทำให้ไขมันกระจายตัวในส่วนของน้ำ อิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้จะมีอยู่ 2 ประเภท คือ ประเภทที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ ไข่แดง หรือเลซิทิน และอิมัลซิไฟเออร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ โมโน และไดกลีเซอไรด์ อิมัลซิไฟเออร์มีหน้าที่สำคัญในไอศกรีมหลายประการ เช่น ทำให้ไขมันเกิดการกระจายตัวในส่วนของน้ำ เพิ่มความสามารถในการจับอากาศของส่วนผสมในไอศกรีม ทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมเนียน ปรับปรุงคุณลักษณะของการละลาย และช่วยลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกส่วนของไขมันระหว่างการแช่แข็ง ข้อเสียหากใช้อิมัลซิไฟเออร์มากเกินไป จะมีผลทำให้ไอศกรีมมีคุณลักษณะการละลายที่ไม่ดี หรือกลิ่นรสที่ผิดปกติ ( ภัทรา, 2540)

2.7.2.4 ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (MSNF)

ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม เช่น นม หางนม นมที่เหลือจากการทำเนย (butter milk) หางนมที่เหลือจากการทำเนย (whey) และเคซีน(casein) ส่วนผสมเหล่านี้ประกอบด้วยโปรตีน น้ำตาลนม ( lactose ) และอิเลคโทรไลต์ โปรตีนมีความสำคัญต่อการทำให้ฟองไอศกรีมที่ได้หลังจากการปั่นเยือกแข็งตัว และทำให้ไขมันกระจายตัวเป็นเนื้อเดียวกัน (ภัทรา, 2540)

ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยเหล่านี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ราคาไม่แพง และทำให้กลิ่นรสที่สำคัญของไอศกรีมเปลี่ยนไปอีกด้วย ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยประกอบไปด้วยน้ำตาลนม (55%) จะให้รสหวานอ่อนๆ ซึ่งในการผลิตก็จำเป็นต้องเติมน้ำตาลอยู่แล้ว เกลือแร่ (8%) จะทำให้เกิดรสเค็มเล็กน้อย ซึ่งจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสกลมกล่อม โปรตีน (37%) จะช่วยทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่แน่นเนียนและมีแนวโน้มที่เป็นตัวที่ช่วยป้องกันเนื้อสัมผัสที่อ่อนและหยาบได้ แต่การเติมธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยเหล่านี้ในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้เกิดกลิ่นนมข้นหวาน กลิ่นไหม้ รสเค็ม และระหว่างการเก็บรักษาก็มีโอกาสเสี่ยงในการเกิดผลึกของน้ำตาลนมได้ (lactose crystallization) ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยยังทำให้ความหนืด และความสามารถในการทนทานการหลอมละลาย (resistance to melting)เพิ่มขึ้น แต่จะทำให้มีจุดเยือกแข็งที่ต่ำลง ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยควรจะมีค่าไม่เกิน 15.6 – 18.5% ของของแข็งทั้งหมดในส่วนผสมไอศกรีม (Robert and Arbuckle, 1996)

2.7.2.5 น้ำตาลนม (Lactose)

น้ำตาลนมช่วยลดจุดเยือกแข็งของไอศกรีม จึงมีผลทำให้เนื้อสัมผัสไอศกรีมนุ่มนวลขึ้น ตักรับประทานง่ายเมื่ออุณหภูมิเย็นจัด ข้อเสียของการใช้น้ำตาลนมมากเกินไป คือจะทำให้น้ำตาลแลกโตสตกผลึก เวลารับประทานจะรู้สึกคล้ายทราย อิเลคโตรไลท์ในนมมีความสำคัญต่อการลดลงของจุดเยือกแข็ง และความสมดุลของกลิ่นรส (ภัทรา, 2540)

2.7.2.6 สารให้ความหวาน (Sweeteners)

สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในไอศกรีมได้แก่ น้ำตาลทราย และน้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) สารให้ความหวานมีหน้าที่หลายประการในไอศกรีมได้แก่ เพิ่มรสหวาน เสริมกลิ่นรส และมีบทบาทป้องกันการเป็นน้ำแข็ง การเพิ่มปริมาณสารให้ความหวานในไอศกรีมมีผลทำให้จุดเยือกแข็งลดลง ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะมีความนุ่มนวลกว่าและง่ายต่อการตักรับประทานที่อุณหภูมิต่ำ เพราะปริมาณน้ำที่เป็นน้ำแข็งมีน้อย ถ้ามีการใส่น้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) ในผลิตภัณฑ์จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเหนียวคล้ายยาง และอาจมีกลิ่นรสผิดปกติ (ภัทรา, 2540)

2.7.2.7 สารให้ความคงตัว (Stabilizer)

สารให้ความคงตัวเป็นสารผสมของพวกไฮโดรคอลลอยด์ สามารถแบ่งชนิดของสารให้ความคงตัวออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. สารให้ความคงตัวพวกเจลาติน (gelatin stabilizer) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากสัตว์ เช่นจากหนัง และกระดูกสัตว์ เป็นต้น (Robert and Arbuckle, 1996)

ข. สารให้ความคงตัวที่มาจากพืช เช่น โซเดียมอัลจิเนท (sodium alginate) คาราจีแนน (carrageenan) อาการ์-อาการ์ (agar-agar) โซเดียมคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (sodium carboxymethylcellose CMC) (Robert and Arbuckle, 1996)

ค. กัม เช่น กัวร์กัม (guar gum) โลกัสบีน (locust bean) ทรากาเคนท์ (tragacanth) คารายา ( karaya) (Robert and Arbuckle, 1996)

สารให้ความคงตัวเหล่านี้มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) สูง ซึ่งจะมีผลต่อความเนียนของเนื้อสัมผัสของไอศกรีม (Robert and Arbuckle, 1996) หน้าที่ของสารให้ความคงตัวคือเป็นตัวช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของของหวานแช่แข็ง และป้องกันความเค้นเนื่องจากความร้อน (thermal stress) ในระหว่างการจัดจำหน่าย สารให้ความคงตัวยังช่วยเพิ่มความหนืดของไอศกรีม ความหนืดที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้อากาศแทรกตัวได้มากขึ้น นอกจากนี้แล้วยังช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีมให้ดีขึ้นด้วย สารให้ความคงตัวช่วยยับยั้งการยุบตัวและปรับปรุงความคงตัวโดยการทำให้ผลึกน้ำแข็งโตอย่างช้าๆ (ภัทรา, 2540) ปริมาณของสารให้ความคงตัวที่ใช้จะแปรผันตามชนิด สมบัติของสารให้ความคงตัว ปริมาณของแข็งทั้งหมดในส่วนผสม กรรมวิธีการผลิต และปัจจัยอื่นๆ แต่ปริมาณที่นิยมใช้กันจะอยู่ในช่วง 0 – 0.5% (Robert and Arbuckle, 1996) การใช้สารให้ความคงตัวมากเกินไป จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสเป็นเมือกหรือแข็งจนเคี้ยวได้ (ภัทรา, 2540)

2.7.2.8 อากาศและน้ำแข็ง (air and ice)

อากาศและน้ำแข็งเป็นส่วนประกอบที่มองไม่เห็นในไอศกรีม มีบทบาทในผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก อากาศจะกระจายตัวไปทั่วเนื้อไอศกรีมในช่วงที่มีการแช่แข็ง ผลึกน้ำแข็งจะเกิดขึ้นในช่วงนี้ด้วยเช่นกัน และส่วนของไขมันจะแข็งตัว ในกระบวนการผลิตที่ดีนั้น เซลล์อากาศจะมีขนาด 110 – 180 ไมครอน ขนาดผลึกน้ำแข็ง 30 – 45 ไมครอน และขนาดไขมัน 1 – 10 ไมครอน ผลของการเติมอากาศลงในไอศกรีมนั้น จะทำให้โอเวอร์รันของไอศกรีมเพิ่มขึ้น และทำให้ไอศกรีมตักได้ง่ายขึ้น ลดความเย็นจัด และเป็นการลดต้นทุนการผลิตด้วย (ภัทรา, 2540)

การเพิ่มขึ้นของปริมาตรไอศกรีมเนื่องมาจากการแทรกตัวของอากาศเข้าไปในส่วนผสมขณะแช่แข็ง กระบวนการนี้เราเรียกว่าโอเวอร์รัน (overrun) โดยปกติช่วงของโอเวอร์รันจะอยู่ในช่วง 70 – 100% โอเวอร์รัน ค่า%โอเวอร์รันหมายถึงสัดส่วนของอากาศที่แทรกตัวอยู่ในไอศกรีม เช่น 100% โอเวอร์รัน หมายความว่าในไอศกรีม 2 กิโลกรัมจะมีอากาศแทรกตัวอยู่ 1 กิโลกรัม เป็นต้น ค่า%โอเวอร์รันสามารถคำนวนได้จากสูตร ( Norman and Joseph, 1995 )

$$\%\text{โอเวอร์รัน} = \frac{(\text{ปริมาตรของไอศกรีมหลังปั่น} - \text{ปริมาตรของส่วนผสมก่อนปั่น})}{\text{ปริมาตรของส่วนผสมก่อนปั่น}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23623

2.7.3 กระบวนการผลิตไอศกรีม

ขั้นตอนแรกในการเตรียมไอศกรีมมิกซ์ (ice cream mix ) คือการนำเอาส่วนผสมที่เป็นของเหลวทั้งหมดมารวมกันในถังผสม ให้ความร้อนถึง 43 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำตาลและส่วนผสมแห้งอื่นๆ ใส่ตามเมื่ออุ่นส่วนของเหลวเสร็จซึ่งจะเป็นการช่วยในการละลายของส่วนผสม พวกส่วนผสมหยาบ เช่น ถั่ว ผลไม้ เป็นต้น จะเติมในช่วงการแช่เย็น ( Norman and Joseph, 1995 )

2.7.3.1 กระบวนการพาสเจอร์ไรเซชั่น (pasteurization)

การพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมไอศกรีมมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค(ภัทรา ,2540) อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมจะสูงกว่าการพาสเจอร์ไรซ์นม เนื่องจากในไอศกรีมมีปริมาณไขมันและน้ำตาลที่มากกว่าจึงอาจเกิดการเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่า อุณหภูมิทั่วไปที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Batch pasteurization) คือ 71 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที และสำหรับแบบต่อเนื่องอุณหภูมิสูงเวลาสั้น(HTST)ใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 25 วินาที (Norman and Joseph, 1995 )

2.7.3.2 กระบวนการโฮโมจีไนส์เซชั่น (homogenization)

การโฮโมจีไนส์เป็นกระบวนการที่ทำให้เม็ดไขมันแตกตัวเป็นเม็ดเล็กๆ และกระจายตัวทั่วส่วนผสม เครื่องโฮโมจีไนส์ เป็นเครื่องมือที่อาศัยความดันจากปั๊มในการทำให้เม็ดไขมันแตกตัวมีขนาดเม็ดไขมันประมาณ 1 – 2 ไมครอน ซึ่งนอกจากจะป้องกันการแยกชั้นของครีมแล้ว ยังช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม ทำให้การปั่นส่วนผสมเป็นไปได้ง่าย รวดเร็ว ใช้เวลาบ่มน้อย นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว (ภัทรา, 2540) การโฮโมจีไนซ์ยังช่วยปรับปรุงลักษณะของเนื้อสัมผัสของไอศกรีมให้ดีขึ้นอีกด้วย (Norman and Joseph, 1995 ) นิยมใช้การโฮโมจีไนซ์ 2 ระดับ โดยระดับแรกใช้ความดัน 1.7 X $10^7$ Pa ( 2500 psi ) และความดันระดับที่สองที่ 4.1X$10^6$ Pa ( 600 psi ) (Norman and Joseph, 1995 ) ข้อดีของการโฮโมจีไนซ์เซชั่นสองช่วงความดัน คือ จะช่วยให้ไขมันกระจายตัวได้ดีกว่า เพราะการเกาะตัวของไขมันจะมีผลทำให้ความหนืดของส่วนผสมสูงขึ้นซึ่งอาจมีผลทำให้ส่วนผสมเย็นช้าลง อุณหภูมิที่ใช้ในการโฮโมจีไนซ์เซชั่นเป็นจุดวิกฤตที่มีความสัมพันธ์ต่อความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม การใช้อุณหภูมิในการโฮโมจีไนซ์เซชั่นที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ มีผลทำให้การเกาะกลุ่มของไขมันและความหนืดน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่ต้องการในไอศกรีม (ภัทรา, 2540)

2.7.3.3 การบ่มไอศกรีม (aging the mix )

ส่วนผสมที่ผ่านการโฮโมจีไนส์แล้วต้องทำให้อุณหภูมิลงมาอยู่ที่ 4.4 องศาเซลเซียส และเก็บส่วนผสมนั้นไว้ที่ห้องเก็บที่ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 4.4 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าเป็นเวลา 3 – 24 ชั่วโมง (Norman and Joseph, 1995)ขณะทำการบ่มนั้นเม็ดไขมันส่วนที่เป็นของแข็งที่ละลายอยู่ในส่วนผสม เจลาติน หรือสารให้ความคงตัว และโปรตีนนมจะพองตัวออกและรวมตัวกับน้ำ ทำให้ส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การรวมตัวของอากาศได้ตามที่ต้องการอย่างรวดเร็ว และได้เนื้อไอศกรีมที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนียน อีกทั้งทำให้การละลายของไอศกรีมช้าลงด้วย ระยะเวลาของการบ่มไอศกรีมนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ ( Norman and Joseph, 1995 ) ประโยชน์ของการบ่มไอศกรีมคือ ทำให้โปรตีนล้อมรอบเม็ดไขมันได้ดีขึ้น โดยจะเกิดทันทีหลังการโฮโมจีไนซ์ (ภัทรา, 2540)

2.7.3.4 การปั่นไอศกรีม (freezing)

ไอศกรีมในท้องตลาดแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ไอศกรีมแบบ Soft serve และไอศกรีมแบบ hardening frozen ice cream ไอศกรีมจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ (ภัทรา, 2540 ) จุดประสงค์หลักในการปั่นไอศกรีม คือการทำให้ส่วนผสมแข็งจนมีอุณหภูมิถึง – 5.5 องศาเซลเซียส และมีการรวมเอาเซลล์อากาศเข้าไปในเนื้อไอศกรีม การปั่นนั้นจะต้องทำอย่างรวดเร็ว ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อหยาบ เซลล์อากาศที่แทรกตัวอยู่ก็ควรให้มีขนาดที่เล็กสุด และกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่คงตัว

2.7.3.5 การแช่แข็งไอศกรีม (hardening)

ปริมาณน้ำ 45 – 52% จะไม่แข็งตัวในเครื่องปั่นไอศกรีม จึงจำเป็นต้องนำมาทำการแช่แข็งอย่างรวดเร็ว พบว่าไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งแล้วนั้นจะมีปริมาณน้ำแข็งสูงสุดคิดเป็น 92% เท่านั้น น้ำจะไม่แข็งทั้งหมด การลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วจะทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กลง ไอศกรีมที่มีอากาศแทรกตัวอยู่มากจะมีการถ่ายเทความร้อนไม่ดี การแช่แข็งไอศกรีมทำโดยแช่ไอศกรีมไว้ในห้องเก็บที่มีอุณหภูมิ ประมาณ – 35 องศาเซลเซียส โดยรักษาอุณหภูมิให้ได้ระดับนี้จนกว่าจะขาย (ภัทรา,2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

### 3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1. ข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสม ATS จากบริษัทรีเวอร์แควฟู้ดส์อินเตอร์เนชั่นแนล
2. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัทมิตรผล จำกัด
3. น้ำมันข้าวโพด ตราไมซินา ผลิตโดยบริษัท
4. ครีมเทียม ตราบัดดี้ดีนมายด์แอนด์ครีมมี่ ผลิตโดยบริษัทเค.ที.วาย ฟู้ด อินเตอร์เนชั่นแนล
5. คาราจีแนน
6. ซอยเลซิทิน
7. นมผง ตรามิชชัน ผลิตโดยบริษัทมิชชั่นเฮสท์ฟู้ด
8. ผงวุ้น ตราปลาตะเพียนทอง
9. สารละลายซัลฟูริกเข้มข้น conc. $H_2SO_4$ reagent grade
10. สารละลายกรดบอริก 4% (boric acid)
11. สารสะลายไฮโดรคลอริก 0.01N (HCl)
12. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32%(NaOH)
13. โปแทสเซียมซัลเฟต ($K_2SO_4$)
14. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)
15. โบรโมครีซอล กรีน
16. เมทธิล เรท
17. เอทธานอล 95%
18. มิกซ์ อินดิเคเตอร์
19. ปิโตรเลียม อีเทอร์
20. น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17496

### 3.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องปั่นผสมอาหารปริมาตรบรรจุ 1.5 ลิตร (HR 2396/AB. PHILIPS) ผลิตในประเทศบราซิล
2. เครื่องปั่นผสมความเร็วสูง ยี่ห้อ WARING COMMERCIAL 32BL79 ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา
3. เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบตะกร้า (BASKET CENTIFUGE)
4. เครื่องโฮโมจิไนซ์ (HOMOGINIZER, FT9.ARMFIELD) ผลิตในประเทศอังกฤษ
5. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ยี่ห้อ ATAGO (HANDREFRACTOMETER, N1 BRIX 0-32%)
6. เครื่องวัดความหนืด (BROOKFIELD VISCOMETER)
7. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น DP 301 ผลิตในประเทศญี่ปุ่น
8. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA-XT2i ผลิตในประเทศอังกฤษ
9. เครื่องปั่นไอศกรีม ยี่ห้อ SORBETTO ผลิตในประเทศอิตาลี
10. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTER รุ่น PE3000 ผลิตในประเทศสวิตเซอร์แลนด์
11. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTER รุ่น AJ100 ผลิตในประเทศสวิตเซอร์แลนด์
12. เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์
13. เครื่องย่อยโปรตีน
14. เครื่องสกัดโปรตีน ยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-316 ผลิตในประเทศสวิตเซอร์แลนด์
15. เครื่องสกัดไขมัน (soxlet) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น 810 ผลิตในประเทศเยอรมัน
16. เครื่องแก้ว
17. เครื่องครัว
18. ตู้แช่แข็ง
19. เทอร์โมมิเตอร์
20. พิมพ์รูปสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

**3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง**

**3.3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด**

3.3.1.1 <u>กระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพด</u>

เตรียมน้ำข้าวโพดโดยนำข้าวโพดหวานตัดเฉพาะส่วนเมล็ด ต้มกับน้ำเดือดในอัตราส่วนที่เหมาะสมเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นจึงลดอุณหภูมิของส่วนผสมจนมีอุณหภูมิเหลือ 37 องศาเซลเซียส นำไปปั่นหยาบด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร และกรองแยกน้ำด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงแบบตะกร้า ชั่งน้ำหนักน้ำข้าวโพดที่ได้ และวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ของน้ำข้าวโพดโดยใช้รีแฟรคโตมิเตอร์ คำนวณส่วนผสมที่ต้องใช้เพื่อให้น้ำข้าวโพดมีส่วนผสมโดยน้ำหนักคือ ครีมเทียม 2.5% เกลือ 0.1% น้ำมันข้าวโพด 0.5% คาราจีแนน 0.05% และน้ำตาลทราย 9% นำน้ำข้าวโพดไปให้ความร้อนผ่านน้ำเดือดเติมส่วนผสมทั้งหมด คนให้ละลายและให้ความร้อนจนน้ำข้าวโพดมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำไปปั่นผสมที่ความเร็วสูงเป็นเวลา 30 วินาที บรรจุลงในภาชนะบรรจุที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วนำไปทำให้เย็น

3.3.1.2 <u>ศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด</u>

ทดลองผลิตน้ำนมข้าวโพดตามข้อที่ 3.3.1.1 โดยแปรอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำ เป็น 1:2 1:3 และ 1:4 นำน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบในด้าน

- ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นข้าวโพด ความข้น รสชาติ และการยอมรับรวม ใช้ผู้ทดสอบคือ นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรชั้นปีที่ 3 และปีที่ 4 จำนวน 20 คน ใช้แบบสอบถามแบบ Hedonic test ให้คะแนนตามระดับความชอบ ดังตัวอย่างในภาคผนวก ข.1 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range (DMRT)

เลือกอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.3.1.3 <u>ศึกษาปริมาณคาราจีแนนในน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด</u>

ทำการทดลองเช่นเดียวข้อ 3.3.1.1 โดยเลือกอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.2 แปรปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% โดยน้ำหนัก ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบทางด้าน

- ประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัดค่าหนืดของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดค่าความหนืด (Brookfield) ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ทำการวัด 3 ครั้งแล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เลือกปริมาณคาราจีแนนที่มีความเหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์

3.3.1.4 <u>ศึกษาปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด</u>

ทำการทดลองเช่นเดียวข้อ 3.3.1.1 โดยเลือกอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.2 และปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.3 แปรปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% โดยน้ำหนักของน้ำข้าวโพด โดยใช้ร่วมกับอิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5% โดยน้ำหนักของน้ำมันข้าวโพด ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบทางด้าน

- ประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2
- วัดค่าความคงตัวของอิมัลชั่นด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Were *et* al, 1997) นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เลือกปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่มีความเหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการวัดค่าความคงตัวของอิมัลชั่นของผลิตภัณฑ์

3.3.1.5 <u>ศึกษาปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด</u>

ทำการทดลองเช่นเดียวข้อ 3.3.1.1 โดยเลือกอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.2 ปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.3 ปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.4 แปรปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5% โดยน้ำหนักของน้ำข้าวโพด ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบทางด้าน

- ประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2
- วัดค่าสี ด้วยเครื่อง MINOLTA CHROMA COLOR METER นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เลือกปริมาณครีมเทียมที่มีความเหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.3.1.6 <u>ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด</u>

ทำการทดลองเช่นเดียวข้อ 3.3.1.1 โดยเลือกอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.2 ปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.3 ปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.4 และปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.5 แปรปริมาณน้ำตาลเพื่อให้ปริมาณของแข็งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็น 8 9 และ 10%โดยน้ำหนักของน้ำข้าวโพดทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 เลือกปริมาณน้ำตาลที่มีความเหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.3.1.7 <u>ศึกษาองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่ได้จากการทดลอง</u>

ทำการทดลองเช่นเดียวข้อ 3.3.1.1โดยเลือกอัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.2 ปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.3 ปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.4ปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.5 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.6 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์หาองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด ในด้าน

- ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)

**3.3.2 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด**

3.3.2.1 <u>ศึกษาปริมาณคาราจีแนนและผงวุ้นที่เหมาะสมในการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด</u>

ทำการผลิตน้ำนมข้าวโพดเช่นเดียวข้อ 3.3.1.1 โดยเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพดจากการทดลองข้อ 3.3.1 โดยแปรปริมาณคาราจีแนน และผงวุ้นดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** อัตราส่วนการแปรค่าปริมาณคาราจีแนน และผงวุ้น

| ปริมาณคาราจีแนน (%) | ปริมาณผงวุ้น (%) |
|---|---|
| 0.50 | 0.50 |
| 0.50 | 0.75 |
| 0.50 | 1.00 |
| 0.75 | 0.50 |
| 0.75 | 0.75 |
| 0.75 | 1.00 |
| 1.00 | 0.50 |
| 1.00 | 0.75 |
| 1.00. | 1.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบทางด้าน

- ประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2
- วัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA-XT2i นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เลือกปริมาณคาราจีแนน และผงวุ้นที่เหมาะสม โดยพิจรณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.3.2.2 ศึกษาปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสมในการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด

ทำการทดลองเช่นเดียวข้อ 3.3.2.1 โดยเลือกปริมาณของคาราจีแนนและผงวุ้นที่มีความเหมาะสมจากข้อ 3.3.2.1 แปรปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ3.5% โดยน้ำหนักของน้ำข้าวโพด ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบทางด้าน

- ประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2
- วัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA-XT2i นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT
- วัดค่าสีด้วยเครื่อง MINOLTA CHROMA COLOR METER นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เลือกปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสม โดยพิจรณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส การวัดค่าเนื้อสัมผัส และการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์

### 3.3.3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด

3.3.2.1 ศึกษาผลของไขมันที่เหมาะสมต่อการผลิตไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด

ทำการผลิตน้ำนมข้าวโพดเช่นเดียวข้อ 3.3.1.1 โดยเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพดจากการทดลองข้อ 3.3.1 ปรับปริมาณไขมันในน้ำนมข้าวโพดก่อนการปั่นไอศกรีมให้เป็น 6 8 และ 10% โดยน้ำหนักของน้ำข้าวโพด ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพดมาทดสอบทางด้าน

- ประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2
- วัดอัตราการละลายของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด นำผลการทดลองมวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เลือกปริมาณไขมันที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและอัตราการละลายของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 4.1 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด

4.1.1 การศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดและน้ำที่เหมาะสมในการสกัดน้ำนมข้าวโพด

เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อน้ำนมข้าวโพดเป็นปัจจัยแรกโดยทำการแปรค่าอัตราส่วนของข้าวโพดและน้ำในการสกัดน้ำนมข้าวโพดเป็น 1: 2 1: 3 และ 1: 4 นำน้ำนมข้าวโพดที่ได้มาทดสอบด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นข้าวโพด ความข้น รสชาติ และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 20 คน โดยการให้คะแนนแบบ Hedonic scale วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลที่ได้ตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized complete block design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT เลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้อัตราส่วนของข้าวโพด : น้ำเป็น 1: 2 1: 3 และ 1: 4 ในการสกัดน้ำนมข้าวโพด

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส | | |
|---|---|---|---|
| | 1 : 2 | 1 : 3 | 1 : 4 |
| สี | $3.50^{ab} \pm 1.07$ | $3.87^{a} \pm 0.86$ | $3.27^{b} \pm 3.27$ |
| กลิ่นข้าวโพด | $3.60^{a} \pm 1.04$ | $3.63^{a} \pm 0.99$ | $2.93^{b} \pm 0.78$ |
| ความข้น | $3.50^{ab} \pm 1.11$ | $3.90^{a} \pm 0.84$ | $3.27^{b} \pm 0.78$ |
| รสชาติ | $3.20^{b} \pm 0.96$ | $3.93^{a} \pm 0.94$ | $3.57^{ab} \pm 0.94$ |
| การยอมรับรวม | $3.33^{b} \pm 0.96$ | $4.07^{a} \pm 0.94$ | $3.43^{b} \pm 0.85$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวอย่างนมข้าวโพดที่แปรค่าอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำในปริมาณ 1:3 มีคะแนนการยอมรับด้านสี ความข้นมากกว่าอัตราส่วนอื่น และมีความแตกต่างกับอัตราส่วน 1:4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบการยอมรับด้านกลิ่นข้าวโพด พบว่าน้ำนมข้าวโพดที่ใช้อัตราส่วนข้าวโพด:น้ำในปริมาณ 1:4 มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด และมีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ด้านรสชาติพบว่าน้ำนมข้าวโพดที่อัตราส่วนข้าวโพด : น้ำในปริมาณ 1:2 และ 1:3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราส่วน 1:4 ส่วนด้านการยอมรับรวมพบว่าน้ำนมข้าวโพดที่อัตราส่วนข้าวโพด:น้ำในปริมาณ 1:3 มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดและมีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เมื่อพิจารณาการยอมรับของผู้บริโภคในปัจจัยคุณภาพต่างๆ พบว่าอัตราส่วนข้าวโพด:น้ำที่เหมาะสมในการผลิตเป็นน้ำนมข้าวโพด คือ อัตราส่วนข้าวโพด:น้ำในปริมาณ 1:3 ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราส่วน ข้าวโพด : น้ำในปริมาณ 1:2 มีกลิ่นของข้าวโพดมากเกินไป และอัตราส่วนข้าวโพด : น้ำในปริมาณ 1:4 มีกลิ่นของข้าวโพดน้อยเกินไป ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

4.1.2 ศึกษาปริมาณการใช้คาราจีแนนที่เหมาะสมในน้ำนมข้าวโพด

คาราจีแนนเป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความข้นหนืดเพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดความรู้สึกในปาก (mouth feel) เมื่อทดลองแปรปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% (โดยน้ำหนักของน้ำนมข้าวโพด) นำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบ จะได้ผลคือ

4.1.2.1 ด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่4.2** คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณ คาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทางประสาทสัมผัส | | |
|---|---|---|---|
| | 0.03% | 0.05% | 0.07% |
| สี[ns] | 3.65± 0.67 | 3.75 ±0.85 | 3.30±0.47 |
| กลิ่นข้าวโพด[ns] | 3.45 ± 1.05 | 3.60 ± 1.04 | 3.20± 0.95 |
| ความข้น[ns] | 3.65 ±0.81 | 3.60 ± 0.82 | 3.55 ± 0.94 |
| รสชาติ[ns] | 4.00 ± 0.97 | 3.70 ±0.97 | 3.80 ± 0.83 |
| การยอมรับรวม[ns] | 3.75 ±0.85 | 3.70± 1.03 | 3.65± 0.82 |

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าตัวอย่างที่ใช้คาราจีแนนในปริมาณ 0.03 0.05 และ 0.07% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%ในทุกปัจจัยคุณภาพ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากช่วงการแปรค่าของการทดลองในแต่ละช่วงมีความห่างกันน้อยเกินกว่าที่ผู้บริโภคสามารถจะรับรู้ได้ทางประสาทสัมผัส

4.1.2.2 ด้านกายภาพ

โดยวัดความหนืดของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brookfield ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความหนืดเมื่อใช้ปริมาณคาราจีแนนเพิ่มขึ้น วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลการทดลองแบบ CRD (Complete randomized design) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ค่าความหนืดเฉลี่ยที่วัดได้ของน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด

| ปริมาณคาราจีแนน (%) | ความหนืด (mPa-s) |
|---|---|
| 0.03 | $10.00^{b} \pm 0.00$ |
| 0.05 | $16.67^{a} \pm 1.44$ |
| 0.07 | $17.50^{a} \pm 2.50$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลที่ได้จากการทดสอบด้านกายภาพโดยการหาวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscosity) มาวิเคราะห์ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3 พบว่าเมื่อปริมาณคาราจีแนนเพิ่มขึ้น ค่าความหนืดก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณคาราจีแนนในน้ำนมข้าวโพดที่ 0.03% จะมีค่าความหนืดน้อยที่สุด และมีความแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) แต่ปริมาณคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้นในช่วง 0.05 ถึง 0.07% พบว่าค่าความหนืดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งอาจหมายความว่า เมื่อเพิ่มปริมาณคาราจีแนนแล้วความหนืดจะเพิ่มขึ้นแต่เมื่อถึงค่าหนึ่งแล้วความหนืดจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จึงทำให้เห็นค่าดังที่แสดงในตารางที่ 4.3

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองข้างต้นปริมาณคาราจีแนนที่มีความเหมาะสมในการผลิตเป็นน้ำนมข้าวโพด คือ ปริมาณ 0.03% โดยพิจารณาจากปริมาณคาราจีแนนที่ทำให้ต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณคาราจีแนนที่ 0.03 0.05 และ 0.07% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นไม่ว่าจะเลือกใช้ปริมาณคาราจีแนนที่ค่าใดก็ไม่มีผลต่อการรับรู้ด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ดังนั้นจึงเลือกใช้ค่าที่ใช้ปริมาณคาราจีแนนน้อยที่สุด

4.1.3 ศึกษาปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่เหมาะสมในน้ำนมข้าวโพด

น้ำมันเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความมันของผลิตภัณฑ์ จากการทดลองใช้น้ำมันข้าวโพดเป็นส่วนผสมในการผลิตโดยแปรปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ร่วมกับการใช้ อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5% (โดยน้ำหนักน้ำมันข้าวโพด) นำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบจะได้ผลคือ

4.1.3.1 ด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4** คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพด เมื่อใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0% | 0.5% | 1.0% | 1.5% |
| สี $^{ns}$ | 3.30±1.26 | 3.90±0.85 | 3.50± 0.83 | 3.45± 1.15 |
| กลิ่นข้าวโพด $^{ns}$ | 3.45±1.23 | 3.45±1.10 | 3.20±0.95 | 3.45± 1.05 |
| ความข้น $^{ns}$ | 3.10±0.85 | 3.45±0.94 | 3.35± 0.67 | 3.55± 1.05 |
| ความมัน $^{ns}$ | 3.70±1.03 | 3.50±1.15 | 3.90± 0.79 | 3.75± 1.12 |
| การยอมรับรวม $^{ns}$ | 3.50±1.10 | 3.55±0.95 | 3.75± 0.91 | 3.45± 1.15 |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่าตัวอย่างที่ใช้น้ำมันข้าวโพดในปริมาณ 0 0.5 1.0 และ 1.5% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%ในทุกปัจจัยคุณภาพ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากช่วงการแปรค่าของการทดลองในแต่ละช่วงมีความห่างกันน้อยเกินกว่าที่ผู้บริโภคสามารถจะรับรู้ได้ทางประสาทสัมผัส

4.1.3.2 ด้านกายภาพ

โดยการหาค่า Stability of emulsion เพื่อศึกษาความคงตัวของอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เมื่อมีปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** แสดงค่าเฉลี่ยค่าความคงตัวของอิมัลชั่นของน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณของน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5%

| ปริมาณน้ำมันข้าวโพด (%) | ค่าความคงตัวของอิมัลชั่น |
|---|---|
| 0 | $4.35^{b} \pm 1.33$ |
| 0.5 | $6.51^{b} \pm 0.22$ |
| 1.0 | $13.41^{a} \pm 0.11$ |
| 1.5 | $12.25^{a} \pm 0.80$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลที่ได้จากการทดสอบด้านกายภาพโดยการหาค่าความคงตัวของอิมัลชั่นด้วยเครื่อง Spectrophotometer ซึ่งจะบอกถึงความคงตัวของการเกิดอิมัลชัน มาวิเคราะห์ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าความคงตัวของอิมัลชั่นจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และตัวอย่างที่ใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดปริมาณ 2.5% มีค่าความคงตัวของอิมัลชั่นสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 และ 1.5% แต่ไม่มีความแตกต่างกับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 3.5% จากภาพที่ 4.2 แสดงค่าความคงตัวของอิมัลชั่นจะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่มีการใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพด 0% จะมีค่าความคงตัวของอิมัลชั่นน้อยที่สุด ซึ่งความจริงแล้วผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมน้ำมันควรจะมีค่าความคงตัวของอิมัลชั่นมาก แต่ในการทดลองนี้กลับไม่เป็นไปตามนั้น อาจเป็นเพราะว่าในการทดลองมีการเติมครีมเทียมซึ่งมีไขมันเป็นองค์ประกอบ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเป็นอิมัลชั่น ในตัวอย่างที่ไม่ใช้ไขมัน และไม่มีการเติมอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้มีปริมาณไขมันจากครีมเทียมกระจายตัวอยู่ในน้ำนมข้าวโพด ปริมาณไขมันส่วนนี้จะมีส่วนหนึ่งที่จับตัวอยู่กับอิมัลซิไฟเออร์ที่มีอยู่ในครีมเทียม แต่อาจยังเหลือส่วนหนึ่งที่มีเกินกว่าปริมาณอิมัลซิไฟเออร์ที่มีอยู่ในครีมเทียม จึงทำให้อิมัลชั่นที่เกิดขึ้นมีความเสถียรน้อย แต่ในตัวอย่างมี่มีการใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 1.5 2.5 และ 3.5% มีการเติมอิมัลซิไฟเออร์เข้าไปพร้อมกับน้ำมันข้าวโพด จากการทดลองพบว่าค่าความคงตัวของอิมัลชั่นมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น อาจเกิดเนื่องจาก ปริมาณอิมัลซิไฟเออร์ที่เติมเข้าไปมีปริมาณเหลือเกินกว่าที่เข้าไปจับตัวกับไขมันจริง ทำให้ส่วนที่มากเกินนี้เข้าจับตัวกับไขมันที่เหลือจากครีมเทียม ทำให้เมื่อวัดค่าความคงตัวของอิมัลชั่น พบว่าตัวอย่างจึงมีความเสถียรมากขึ้น

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองข้างต้นปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่มีความเหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด คือ ปริมาณ 0% เนื่องจากปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่ 0% ทำให้ต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด และจะช่วยทำให้การควบคุมกระบวนการผลิตเป็นไปได้ง่ายขึ้น กล่าวคือเมื่อเลือกใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่ 0% จะทำให้กระบวนการโฮโมจีไนซ์ไม่จำเป็นต้องเข้มงวดมากนัก อีกเหตุผลหนึ่งในการเลือกใช้ปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่ 0% คือ อาจทำให้ช่วยลดปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว (stabilizer) ให้ลดน้อยลงได้เนื่องจากเหตุผลของการใช้สารช่วยให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ประการหนึ่ง คือช่วยให้การกระจายตัวของเม็ดไขมันมีความคงตัวเพิ่มมากขึ้น เมื่อในผลิตภัณฑ์ไม่มีการเติมน้ำมันข้าวโพดการใช้สารให้ความคงตัวก็อาจจะลดปริมาณลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ศึกษาปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสมในน้ำนมข้าวโพด

การเติมครีมเทียมลงในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดมสี กลิ่นรส และรสชาติที่ดีขึ้นโดยจะทำให้น้ำนมข้าวโพดมีความมันเพิ่มมากขึ้น จากการทดลองเมื่อแปรปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5% นำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบจะได้ผลคือ

4.1.4.1 ด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0% | 1.5% | 2.5% | 3.5% |
| สี | $2.55^{c} \pm 0.93$ | $4.25^{a} \pm 0.79$ | $3.60^{b} \pm 0.67$ | $3.75^{b} \pm 1.02$ |
| กลิ่นข้าวโพด | $2.75^{b} \pm 0.88$ | $3.60^{a} \pm 0.83$ | $3.75^{a} \pm 0.94$ | $3.95^{a} \pm 0.77$ |
| ความข้น | $2.35^{b} \pm 0.63$ | $3.75^{a} \pm 0.99$ | $3.70^{a} \pm 0.88$ | $4.20^{a} \pm 0.99$ |
| ความมัน | $2.40^{c} \pm 0.88$ | $3.55^{b} \pm 0.99$ | $3.80^{ab} \pm 0.95$ | $4.20^{a} \pm 1.07$ |
| การยอมรับรวม | $2.70^{b} \pm 0.61$ | $3.65^{a} \pm 0.86$ | $3.90^{a} + 0.97$ | $4.20^{a} \pm 0.83$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 พบว่าน้ำนมข้าวโพดที่ใช้ครีมเทียมในปริมาณ 1.5% มีคะแนนการยอมรับด้านสีมากที่สุด และมีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งอาจเกิดเนื่องจาก ตัวอย่างที่ใช้ครีมเทียม 0% นั้นสีของน้ำนมข้าวโพดที่ได้ จะมีสีเหลืองเข้ม (สังเกตจากค่า (b) ในตารางที่ 4.7) ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ส่วนการใช้ครีมเทียมที่ปริมาณ 1.5% ทำให้น้ำนมข้าวโพดที่ได้มีสีขาวนวลไม่เข้ม หรืออ่อนเกินไปผู้บริโภคจึงให้การยอมรับมากที่สุด แต่การใช้ปริมาณครีมเทียมที่ 2.5 และ 3.5% จะทำให้น้ำนมข้าวโพดที่ได้มีสีที่ขาวมากเกินความต้องการของผู้บริโภคจึงทำให้คะแนนการยอมรับด้านสีมีความแตกต่างเกิดขึ้น การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพด ความข้น พบว่าปริมาณครีมเทียมที่ 0% มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด และมีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งอาจสรุปได้ว่าครีมเทียมมีผลต่อการทำให้กลิ่นข้าวโพด หรือกลิ่นโดยรวมของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นได้ ส่วนด้านความมันพบว่าปริมาณครีมเทียมที่ 3.5% มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 ด้านกายภาพ

โดยวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยเครื่อง Minolta chroma color meter เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณครีมเทียมเพิ่มขึ้น ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7** แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสีที่วัดได้จากการทดสอบการวัดสีน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียมระดับต่างๆ ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

| ค่าของสี | ปริมาณครีมเทียม | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0% | 1.5% | 2.5% | 3.5% |
| L | $44.68^{c} \pm 1.76$ | $50.72^{b} \pm 0.13$ | $55.75^{a} \pm 0.40$ | $56.01^{a} \pm 0.50$ |
| a. | $-2.09^{a} \pm 0.14$ | $-3.46^{b} \pm 0.005$ | $-3.27^{b} \pm 0.27$ | $-3.49^{b} \pm 0.07$ |
| b. | $1.62^{b} \pm 0.91$ | $7.00^{a} \pm 0.28$ | $7.42^{a} \pm 1.38$ | $7.51^{a} \pm 0.69$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าค่าความสว่าง (L) ซึ่งแสดงถึงความมืด – ความสว่างโดยมีค่าตั้งแต่ 0 (มืด) ถึง 100 (สว่าง) นั้น พบว่าค่าความสว่าง (L) ของน้ำนมข้าวโพดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณครีมเทียมในสูตรมากขึ้นส่วนค่าความสว่าง (a) ซึ่งแสดงถึงสีเขียว (ค่า a เป็นลบ) ถึงสีแดง (ค่า a เป็นบวก) และค่าความสว่าง (b) ซึ่งแสดงถึงสีน้ำเงิน (ค่า b เป็นลบ) ถึงสีเหลือง (ค่า b เป็นบวก) จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5% ที่มีความเหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพดมีค่าความสว่าง (L) เป็น 50.72 ค่าความสว่าง (a) เป็น -3.46 และค่าความสว่าง (b) เป็น 7.00

เมื่อพิจารณาผลการทดลองข้างต้นพบว่าปริมาณครีมเทียมที่มีความเหมาะสมในการผลิตน้ำนม ข้าวโพดคือ ครีมเทียมปริมาณ 1.5% เนื่องจากให้ต้นทุนในการผลิตต่ำสุดเมื่อเทียบกับครีมเทียมในปริมาณ 1.5% และ 3.5%

4.1.5 ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสม

เป็นการศึกษาความหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จากการทดลองเมื่อแปรปริมาณน้ำตาลทรายเป็น 8 9 และ 10% โดยน้ำหนักของน้ำข้าวโพด จะได้ผลด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส ดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.8** คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 8 9 และ 10% ในการผลิตน้ำนมข้าวโพด

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส | | |
|---|---|---|---|
| | 8% | 9% | 10% |
| สี | $4.00^{b} \pm 1.05$ | $4.20^{ab} \pm 0.81$ | $4.45^{a} \pm 1.00$ |
| กลิ่นข้าวโพด | $3.70^{b} \pm 1.05$ | $4.05^{ab} \pm 0.89$ | $4.20^{a} + 0.86$ |
| ความข้น | $3.40^{b} \pm 1.03$ | $3.95^{a} \pm 0.68$ | $4.00^{a} \pm 0.93$ |
| ความหวาน $^{ns}$ | $3.80 \pm 1.07$ | $4.10 \pm 0.95$ | $4.15 \pm 0.81$ |
| การยอมรับรวม $^{ns}$ | $3.90 \pm 0.97$ | $4.15 \pm 0.81$ | $4.25 \pm 0.99$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.8 การทดลองการยอมรับทางประสาทสัมผัสในน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณน้ำตาล 8% มีคะแนนการยอมรับด้านสี และกลิ่นข้าวโพด แตกต่างกับตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาล 10% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มเข้าไปจะไปเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ทำให้การหักเหของแสงเปลี่ยนไปจึงส่งผลให้สีมีการเปลี่ยนแปลงไปส่วนด้านกลิ่นข้าวโพดอาจเกิดจากความหวานที่เพิ่มขึ้นไปส่งผลเสริมกับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ด้านความข้นพบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาล 8% มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อาจทำให้สามารถสรุปได้ว่าปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย และด้านความหวานและการยอมรับรวมพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เมื่อพิจารณาจากการทดลองข้างต้น ปริมาณน้ำตาลที่มีความเหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพด คือ น้ำตาลปริมาณ 9% เนื่องจากเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีปริมาณเหมาะสมในกับต้นทุนการผลิตด้วย เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณน้ำตาลที่ 9 และ 10% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นไม่ว่าที่จะเลือกใช้น้ำตาลที่ระดับใดก็ไม่ส่งผลต่อการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ดังนั้นจึงเลือกใช้ระดับที่มีการใช้ปริมาณน้ำตาลต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 <u>ศึกษาองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่ผลิตโดยสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลอง</u>

จากการทดลองผลิตน้ำนมข้าวโพดโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมคือใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวโพดต่อน้ำ คือ 1 : 3 ปริมาณคาราจีแนนคือ 0.03% ปริมาณครีมเทียมคือ 1.5% และปริมาณน้ำตาล คือ 8% นำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและไขมันของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** แสดงปริมาณโปรตีนและไขมันของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด

| องค์ประกอบทางเคมี | ปริมาณ (%) |
|---|---|
| โปรตีน | 1.98 |
| ไขมัน | 5.90 |

นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้าวโพดหวาน น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมข้าว แสดงดังตารางที่ 4.10

**ตารางที่ 4.10** แสดงปริมาณ (%) ของโปรตีนและไขมันของข้าวโพดหวาน น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมข้าว

| องค์ประกอบทางเคมี | ข้าวโพดหวาน* | น้ำนมข้าวโพด | น้ำนมถั่วเหลือง** | น้ำนมข้าว*** |
|---|---|---|---|---|
| โปรตีน | 4.96 | 1.98 | 4.28 | 0.28 |
| ไขมัน | 1.82 | 5.90 | 5.56 | 5.71 |

ที่มา * http://nutrition.about.com/health/nutrition/library/foodfind/blcorn.htm

** สมชาย, 2523

*** สุธาสินี, 2543

จากตารางที่ 4.10 พบว่าปริมาณโปรตีนในน้ำนมข้าวโพดจะน้อยกว่าที่ได้จากการบริโภคสดและจะมีปริมาณที่น้อยกว่าในน้ำนมถั่วเหลือง แต่มีมากกว่าในน้ำนมข้าว ส่วนปริมาณไขมันในน้ำนมข้าวโพดจะมีปริมาณไขมันมากที่สุดเนื่องจากการผลิตจะมีการเพิ่มไขมันจากแหล่งอื่นเข้าไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด**

4.2.1 <u>ศึกษาปริมาณคาราจีแนนและปริมาณผงวุ้นที่เหมาะสมต่อการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด</u>

คาราจีแนนและผงวุ้นเป็นสารที่ช่วยสร้างเนื้อสัมผัสที่ดีกับผลิตภัณฑ์เต้าฮวยเย็น จากการทดลองแปรค่าคาราจีแนนเป็น 0.5 0.75 และ1.0 % และแปรค่าวุ้นผงเป็น 0.5 0.75 และ 1.0 %ของน้ำหนักน้ำข้าวโพด นำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบ จะได้ผลคือ

4.2.1.1 ด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1.1

**ตารางที่ 4.11** แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด 9 สูตรที่มีระดับของคาราจีแนนและผงวุ้นที่ระดับต่างๆ

| ตัวอย่างที่ | ปริมาณ (%) | | ปัจจัยคุณภาพ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คาราจีแนน | ผงวุ้น | สี | กลิ่นข้าวโพด | เนื้อสัมผัส | รสชาติ | การยอมรับรวม |
| 1 | 0.50 | 0.50 | $4.00^{a}\pm0.65$ | $3.50^{a}\pm0.89$ | $4.00^{a}\pm0.91$ | $4.10^{a}\pm0.91$ | $3.85^{a}\pm0.87$ |
| 2 | 0.50 | 0.75 | $3.60^{ab}\pm0.68$ | $3.15^{a}\pm0.87$ | $3.00^{bcd}\pm0.86$ | $3.40^{bc}\pm0.82$ | $3.15^{bcd}\pm0.88$ |
| 3 | 0.50 | 1.00 | $3.85^{ab}\pm0.67$ | $3.45^{a}\pm1.05$ | $2.85^{cd}\pm1.09$ | $3.35^{bc}\pm0.88$ | $3.20^{bcd}\pm0.89$ |
| 4 | 0.75 | 0.50 | $4.00^{a}\pm0.73$ | $3.30^{a}\pm0.73$ | $3.50^{abc}\pm1.05$ | $3.60^{ab}\pm0.88$ | $3.65^{ab}\pm1.04$ |
| 5 | 0.75 | 0.75 | $3.80^{ab}\pm0.77$ | $3.70^{a}\pm0.80$ | $3.65^{ab}\pm0.88$ | $3.50^{abc}\pm0.89$ | $3.65^{ab}\pm0.75$ |
| 6 | 0.75 | 1.00 | $3.65^{ab}\pm0.67$ | $3.45^{a}\pm0.94$ | $2.65^{d}\pm1.09$ | $3.05^{bc}\pm0.83$ | $2.85^{cd}\pm0.81$ |
| 7 | 1.00 | 0.50 | $3.70^{ab}\pm0.57$ | $3.60^{aa}\pm0.75$ | $3.45^{abc}\pm0.94$ | $3.55^{ab}\pm1.05$ | $3.65^{ab}\pm1.04$ |
| 8 | 1.00 | 0.75 | $3.70^{ab}\pm0.47$ | $3.65^{a}\pm0.75$ | $3.20^{bcd}\pm1.15$ | $3.30^{bc}\pm0.98$ | $3.40^{abc}\pm0.94$ |
| 9 | 1.00 | 1.00 | $3.45^{b}\pm0.69$ | $3.35^{a}\pm0.88$ | $2.65^{d}\pm1.09$ | $2.90^{c}\pm0.91$ | $2.70^{d}\pm0.92$ |

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 ข้างต้นพบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีในผลิตภัณฑ์เต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณผงวุ้นและคาราจีแนนเป็น 0.5% (ตัวอย่างที่ 1) มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้านการยอมรับรวมที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อาจสรุปได้ว่าปริมาณของคาราจีแนน และผงวุ้นที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสีของผู้บริโภค จากปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีเพิ่มมากขึ้นเป็นผลทำให้เกิดการหักเหของแสงจึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์อ่อนลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ ด้านกลิ่นรสทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านเนื้อสัมผัสพบว่าตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีความแตกต่างกับตัวอย่างที่ 2 3 6 8 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้านรสชาติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ในบางตัวอย่าง และด้านการยอมรับรวมพบว่าตัวอย่างที่ 1 4 5 7 และ 8 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ 9 ซึ่งมีปริมาณคาราจีแนนและปริมาณผงวุ้นมากที่สุด พบว่ามีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุดและมีความแตกต่างกับทุกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% จากผลการทดลองข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ปริมาณคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ แต่การเพิ่มปริมาณผงวุ้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ ส่วนด้านเนื้อสัมผัสการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาราจีแนนและผงวุ้นจะทำให้เนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลง โดยจะเห็นได้ชัดเจนถ้าปริมาณผงวุ้นเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาจากผลข้างต้น ปริมาณคาราจีแนนและผงวุ้นที่มีความเหมาะสมในการผลิตเป็นเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด คือ สูตรที่ 1 (คาราจีแนน 0.5% และผงวุ้น 0.5%) เนื่องจากการยอมรับของผู้บริโภค และเป็นปริมาณที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำสุด เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทางประสาทสัมผัสในทุกด้านได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด และปริมาณคาราจีแนน และผงวุ้นที่ใช้ก็ต่ำสุดด้วย อีกทั้งไม่มีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่มีระดับคะแนนใกล้เคียงกัน ดังนั้นการเลือกใช้ปริมาณคาราจีแนน และผงวุ้นตามตัวอย่างที่ 1 จึงไม่ส่งผลต่อการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

4.2.1.2 ด้านกายภาพ

ศึกษาลักษณะของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) เมื่อใช้ปริมาณคาราจีแนนและผงวุ้นในระดับต่างๆ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.12** แสดงค่าเฉลี่ยของแรงที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของงผลิตภัณฑ์เต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณคาราจีแนนและผงวุ้นที่ระดับต่างๆกัน

| ปริมาณคาราจีแนน(%) | ปริมาณผงวุ้น (%) | แรงกดสูงสุด (g/mm) |
|---|---|---|
| 0.50 | 0.50 | $60.96^{h} \pm 4.61$ |
| 0.50 | 0.75 | $107.13^{e} \pm 7.35$ |
| 0.50 | 1.00 | $133.80^{d} \pm 2.11$ |
| 0.75 | 0.50 | $82.70^{g} \pm 4.20$ |
| 0.75 | 0.75 | $84.77^{fg} \pm 3.91$ |
| 0.75 | 1.00 | $198.60^{c} \pm 2.65$ |
| 1.00 | 0.50 | $136.07^{d} \pm 2.44$ |
| 1.00 | 0.75 | $262.00^{b} \pm 4.23$ |
| 1.00 | 1.00 | $284.90^{a} \pm 3.20$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.12 จากผลการวัดเนื้อสัมผัส พบว่าทุกตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยค่าความแข็งแรงของเต้าฮวยเย็นจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของคาราจีแนนและปริมาณของผงวุ้นที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณของผงวุ้นที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อความแข็งแรงของเจล ซึ่งเกิดจากไฮโดรเจนอะตอม (H-atom) ที่อยู่ตรงกลางของ 3,6-anhydrogalactose residue ทำให้ polysaccharide เปลี่ยนไปอยู่ในรูป helix เป็นผลให้เจลที่เกิดขึ้นมีความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้นตามปริมาณของผงวุ้นที่เพิ่มขึ้น (ปนัดดา, 2542) จากผลการทดลองจะเลือกปริมาณของคาราจีแนนและปริมาณของผงวุ้นที่ระดับ 0.50% และ 0.50% ตามลำดับ เนื่องจากให้ค่าเฉลี่ยของแรงที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสต่ำสุดและใช้ปริมาณของคาราจีแนนและปริมาณของผงวุ้นต่ำสุดเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

4.2.2 ศึกษาปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสมในการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด

เป็นการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณครีมเทียมที่เหมาะสมต่อการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด เมื่อทดลองแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5% (โดยน้ำหนักน้ำนมข้าวโพด) นำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบจะได้ผล คือ

4.2.2.1 ด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.13** แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด 3 สูตรที่มีปริมาณครีมเทียมระดับต่างๆ

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัส | | |
|---|---|---|---|
| | 1.5% | 2.5% | 3.5% |
| สี ns | 3.65 ± 0.49 | 3.75 ± 0.71 | 3.75 ± 0.58 |
| กลิ่นข้าวโพด ns | 3.60 ± 0.82 | 3.35 ± 0.58 | 3.55 ± 0.65 |
| เนื้อสัมผัส ns | 3.85 ± 0.81 | 3.60 ± 0.94 | 3.50 ± 0.87 |
| ความมัน ns | 3.65 ± 0.98 | 3.65 ± 0.88 | 3.45 ± 0.83 |
| การยอมรับรวม ns | 3.90 ± 0.97 | 3.55 ± 0.94 | 3.40 ± 0.75 |

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 14.3 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดในทุกปัจจัยคุณภาพไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และเมื่อพิจารณาจากตารางข้างต้นนี้แล้วปริมาณครีมเทียมที่มีความเหมาะสมในการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด คือ ปริมาณครีมเทียม 1.5% เนื่องจากเป็นปริมาณที่ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ และจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่าทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการเลือกใช้ปริมาณครีมเทียมที่ระดับใดก็ตาม ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของ ผู้บริโภคได้ ดังนั้นในการทดลองจึงเลือกใช้ปริมาณครีมเทียมที่ 1.5% เนื่องจากเป็นปริมาณที่น้อยที่สุดทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำสุดด้วย

4.2.2.2 ด้านกายภาพ

โดยวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยเครื่อง Minolta chroma color meter เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เต้าฮวยเย็นข้าวโพดเมื่อใช้ปริมาณครีมเทียมเพิ่มขึ้น ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.14** แสดงค่าเฉลี่ยของค่าสีที่วัดได้ในเต้าฮวยเย็นข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียมที่ระดับต่างๆ

| ค่าของสี | ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0% | 1.5% | 2.5% | 3.5% |
| L | $72.27^{c} \pm 0.36$ | $73.09^{c} \pm 0.89$ | $74.55^{b} \pm 0.15$ | $78.28^{a} \pm 0.60$ |
| a | $-5.42^{b} \pm 0.002$ | $-5.55^{c} \pm 0.009$ | $-4.96^{a} \pm 0.008$ | $-4.86^{a} \pm 0.003$ |
| b | $20.99^{b} \pm 0.77$ | $23.65^{a} \pm 1.42$ | $24.75^{a} \pm 0.003$ | $25.24^{a} \pm 0.77$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 14.4 ปริมาณครีมเทียมในเต้าฮวยเย็นที่แตกต่างกัน จะทำให้ค่าสีต่างกันด้วย ปริมาณครีมเทียมที่มากขึ้นจะทำให้ค่า L a และ b เพิ่มขึ้นตามเนื่องจากครีมเทียมมีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากขึ้น เต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดที่เลือกจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้การทดสอบด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5% มีค่าความสว่าง (L) เป็น 74.55 ค่าความสว่าง (a) เป็น-5.55 และค่าความสว่าง (b) เป็น 23.65

นำผลการทดลองที่ได้จากวัดการค่าสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta chroma color meter) ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.15

**ตารางที่ 4.15** แสดงค่าเฉลี่ยของแรงกดสูงสุดที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียมที่แตกต่างกัน

| ปริมาณครีมเทียม (%) | แรงกดสูงสุด ($g.mm.sec^2$) |
|---|---|
| 0 | $4.12^{d} \pm 0.24$ |
| 1.5 | $5.10^{c} \pm 0.30$ |
| 2.5 | $6.43^{b} \pm 0.55$ |
| 3.5 | $11.30^{a} \pm 0.62$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากการวัดเนื้อสัมผัสจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณครีมเทียมในสูตรมากขึ้นและตัวอย่างเต้าฮวยจากน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณครีมเทียม 1.5% เมื่อทดสอบโดยวัดเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยเย็น มีค่าแรงจากการวัดเนื้อสัมผัสเท่ากับ 5.10 $g.mm.sec^2$ สรุปได้ว่าครีมเทียมทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็ง ซึ่งมีผลมาจากปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.3 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด**

4.3.1 ศึกษาปริมาณไขมันที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด

จากการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณไขมันที่เหมาะสมต่อการผลิตไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพดไขมันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในไอศกรีม ยังเป็นตัวบอกคุณภาพ และระดับของไอศกรีม จากการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณไขมันที่เหมาะสมต่อการผลิตไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด โดยแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 6 8 และ 10% นำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบจะได้ผล คือ

4.3.1.1 ด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.16

**ตารางที่ 4.16** แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างไอศกรีมน้ำนมข้าวโพด 3 สูตร

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส | | |
|---|---|---|---|
| | 6% | 8% | 10% |
| สี ns | 4.13 ± 0.83 | 3.75 ± 0.71 | 3.63 ± 0.91 |
| กลิ่นข้าวโพด ns | 3.75 ± 0.71 | 3.63 ± 0.92 | 3.63 ± 0.52 |
| ความเนียน ns | 3.50 ± 0.53 | 4.13 ± 0.64 | 3.88 ± 0.99 |
| ความมัน ns | 4.00 ± 0.76 | 4.38 ± 0.74 | 3.88 ± 0.35 |
| การยอมรับรวม ns | 3.88 ± 0.64 | 4.25 ± 0.71 | 3.88 ± 0.35 |

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.14 ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างในทุกปัจจัยคุณภาพของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทำการแปรค่าปริมาณไขมันในน้ำนมข้าวโพดในปริมาณ 6 8 และ10% เมื่อพิจารณาจากข้างต้นแล้วการปรับปริมาณไขมันโดยใช้น้ำมันข้าวโพดเป็นส่วนผสมในไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพดจึงไม่มีความ จำเป็น เนื่องจากไม่ทำให้คะแนนทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3.1.2 ด้านกายภาพ

วัดอัตราเร็วในการละลายของไอศกรีม โดยตั้งไอศกรีมทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 50 นาที เพื่อดูอัตราเร็วในการละลาย ผลการทดลองแสดงดังในตารางที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.17** แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราเร็วในการละลายของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด 3 สูตร

| ปัจจัยทางกายภาพ | ค่าเฉลี่ยอัตราการละลายของไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด | | |
|---|---|---|---|
| | 6% | 8% | 10% |
| อัตราการละลาย (กรัม/นาที) | $2.41 \pm 0.00^{a}$ | $1.82 \pm 0.00^{b}$ | $1.66 \pm 0.01^{c}$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 14.7 พบว่าเมื่อใช้ปรับปริมาณไขมันในไอศกรีมเพิ่มขึ้น อัตราการละลายของไอศกรีมจะลดลงเนื่องจากไขมันจะเป็นส่วนที่ป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ไอศกรีมได้เป็นอย่างดี (Robert and Arbuckle, 1996)

จากการทดลองแปรค่าปริมาณไขมันทั้งหมดในไอศกรีมข้าวโพด สามารถสรุปการเลือกใช้ปริมาณไขมันทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการผลิตไอศกรีมกล่าวคือ หากต้องการผลิตไอศกรีมโดยคำนึงถึงต้นทุนการผลิตก็ควรเลือกใช้ไอศกรีมข้าวโพดที่ใช้ปริมาณไขมันเป็น 6% เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่ใช้ปริมาณไขมันที่น้อยที่สุดต้นทุนในการผลิตจึงต่ำสุดด้วย ทั้งยังไม่มีความแตกต่างทางด้านประสาทสัมผัสอีกด้วย แต่ถ้าหากต้องการผลิตไอศกรีมเป็นไอศกรีมที่มีคุณภาพสูง (premium ice cream) ก็ควรเลือกใช้ปริมาณไขมันที่มีปริมาณมากขึ้น เพราะการจัดระดับของไอศกรีมทางการค้านั้นจะใช้ปริมาณไขมันเป็นตัวกำหนดระดับคุณภาพของไอศกรีม จากการทดลองทางด้านกายภาพในการผลิตไอศกรีมข้าวโพด (การทดลองที่ 4.3.1.2) จะเห็นได้ว่าการผลิตไอศกรีมที่มีคุณภาพสูง ควรเลือกใช้ไอศกรีมข้าวโพดที่มีปริมาณไขมันทั้งหมดเป็น 10% เนื่องจากมีอัตราการละลายที่ช้าที่สุด (ตารางที่ 4.17) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีที่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ ไอศกรีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

1. กระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมคือ การใช้อัตราส่วนของข้าวโพดและน้ำเป็น 1 : 3 ปริมาณคาราจีแนน 0.03% ปริมาณครีมเทียม 1.5% ปริมาณน้ำตาล 9% และเกลือ 0.1%

2. น้ำนมข้าวโพดสามารถเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆได้ เช่น เต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพด ไอศกรีมจากน้ำนมข้าวโพด

3. จากการทดลอง พบว่าการผลิตเต้าฮวยเย็นจากน้ำนมข้าวโพดที่มีเนื้อสัมผัสที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดทำได้โดยเพิ่มปริมาณคาราจีแนนอีก 0.47% และผงวุ้น 0.5%

4. การปรับปริมาณไขมันในน้ำนมข้าวโพดก่อนการปั่นไอศกรีมให้เป็น 6 8 และ 10% ไม่ทำให้ไอศกรีมที่ได้มีคะแนนทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองพบว่า ปริมาณโปรตีนของน้ำนมข้าวโพดยังมีน้อย สามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ได้จากการหาแหล่งโปรตีนอื่นมาเสริม เช่น การผสมถั่วเหลือง

2. ควรมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถกวนผสม หรือทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำนมเพื่อลดปัญหาการตกตะกอนของน้ำนมข้าวโพด

3. ควรหาแหล่งไขมันอื่นเพิ่มเติมนอกจากครีมเทียม เนื่องจากการทดลองผลิตน้ำนมข้าวโพดพบว่าครีมเทียมทำให้เกิดฟิล์มบนผิวหน้า

4. ควรศึกษาเพิ่มเติมในด้านอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด

5. ควรมีการศึกษาการนำข้าวโพดหวานมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2539. **กระบวนการแปรรูปอาหาร.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ 797 น.

จิราภรณ์ เดารพาพงษ์ และ อภัย พงศ์พุทธชาติ. 2539 **ไฮโดรไลซ์เลซิตินผง.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ 75 น.

ทวีศักดิ์ ภู่หล้า. 2540. **ข้าวโพดหวาน การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า.** โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์. กรุงเทพ 188 น.

ทองยศ อเนกะเวียง. **ผลิตภัณฑ์นม.** ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ

นราทิป เดียวนิช. 2539. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 169 น.

นรินทร์ ทองสิริ. 2531. **เทคโนโลยีอาหารนม.** พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีอาหาร คณะ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เนตร เพ็ชระ. 2540. **การวิเคราะห์ลูกผสมแบบพบกันหมดของข้าวโพดหวานซุปเปอร์สวีท สายพันธุ์ "จักรา" และ "ทองดี"** วิทยานิพนธ์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 91 น.

ปาริฉัตร หงสประภาส. 2542 **เคมีกายภาพของอาหาร : คอลลอยด์ อิมัลชั่น และเจล.** กรุงเทพ. 92 น.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534. **น้ำสมุนไพร การเตรียมน้ำดื่มจากพืชที่มีสรรพคุณทางยาและมีคุณค่าทางอาหาร.** สำนักพิมพ์เมดิคัลมีเดีย. กรุงเทพ 231 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรรณี เดชกำแหง และ ศศิเกษม ทองยงค์. 2530. **เคมีอาหารเบื้องต้น.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ. 211 น.

ภัทรา กุลกิจวโรภาส. 2534. **การพัฒนาไอศกรีมลดพลังงานกลิ่นรสผลไม้ไทย.** วิทยานิพนธ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 199 น.

ละอองวรรณ เหมจินดา. 2530. **ผลของพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว และปริมาณแป้งต่อคุณภาพของข้าวโพดครีมกระป๋อง.** วิทยานิพนธ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ 94 น.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์. 2531 **นมและผลิตภัณฑ์นม.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ

วศมวรรณ คล้ายทอง. 2538. **การศึกษาอายุการเก็บรักษาสับปะรดกึ่งแปรรูปโดยการเคลือบวุ้น และเจลาติน.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ 57 น.

อรรถพล เจริญพักตร์. 2542. **ไอศกรีมผง.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ 51 น.

AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Norman N. Potter and Joseph H. Hotchkiss. 1995. **Food science** 5th ed. Chapman & Hall. USA.

Robert T. Marshall and Arukle W.S. 1996. **Ice Cream** 5th ed. Chapman & Hall. USA.

Were L., Hettiarachchy N.S., and Kalapathy U. 1997. "Modified soy proteins with improved foaming and water hydration properties" **Journal of Food science,** 62(Vol.) 821 - 823

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## การวิเคราะห์ทางเคมี

### 1. การหาปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. Sulfuric acid)
2. กรดบอริก 4% (4% Boric acid)
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32% (32% Sodium hydroxide)
4. คะตะไลท์ (catalyst) ประกอบด้วย โปแตสเซียมซัลเฟต (Potassium sulphate)8 กรัม
   คอปเปอร์ซัลเฟต(Cupper sulphate) 1 กรัม
5. มิกซ์อินดิเคเตอร์ (mixed indicator) เตรียมจาก 0.1%โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green) 10 มิลลิลิตร และ เมทธิลเรด (Methyl red) 2 มิลลิลิตร
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N (0.1N Hydrocloric acid)
7. ชุดวิเคราะห์โปรตีน Buchi-Kjedahl systems
8. digestion flask

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน
2. เติม reagent ได้แก่ คะตะไลท์ 7 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร
3. ประกอบ digestion vessels แล้ววางบนเครื่องย่อย
4. ย่อยตัวอย่างโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมงหรือจนสารละลายมีสีเขียวใส
5. ปล่อยให้สารละลายมีสีฟ้าและหมดควันของไอกรด
6. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โดยแยกเติมพร้อมกับเขย่า
7. เทสารละลายทั้งหมดลงในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ล้างขวดย่อยโปรตียด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้งแล้วเทลงในขวดปรับปริมาตรจนถึงขีด
8. ทำ blank (เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1-7) โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ดูดกรดบอริก 60 มิลลิลิตรลงในฟลาส์กขนาด 250 มิลลิลิตร ที่แห้งและสะอาด หยดมิกซ์อินดิเคเตอร์ 4 หยด เขย่าแล้วนำไปกลั่นโปรตีน ปรับให้ปลายคอนเดนเซอร์จุ่มลงในสารละลาย
10. ดูดสารละลายในข้อ 7 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรลงในขวดกลั่น
11. กลั่นสารละลายที่ได้โดยใช้เวลา 4-5 นาที
12. นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นมาไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
13. การคำนวณ % ไนโตรเจน

$$\%\text{ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times CDE \times 100}{FG \times 1000}$$

เมื่อ A = มิลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับ blank

C = ความเข้มข้น (N) ของกรดไฮโดรคลอริก

D = 14

E = มิลลิลิตรของสารละลายที่ผ่านการย่อย (100 มล.)

F = มิลลิลิตรของสารละลาย E ที่นำไปกลั่น

G = น้ำหนักตัวอย่าง

2. การหาปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. อะลูมิเนียมแคน (Aluminum can)
2. ตู้อบลมร้อน
3. ช้อนตักสาร
4. ปีกเกอร์ไขมัน
5. กระบอกตวง 250 มิลลิลิตร
6. ทิมเบิล (thimble)
7. ปิโตรเลียม อีเทอร์ (petrorium ether)
8. ชุดสกัดไขมันซ็อกเลท (soxhlet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม ในอะลูมิเนียมแคนที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
2. นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝาที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมง
3. นำมาทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์
4. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 5 กรัมในทิมเบิลปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง
5. บรรจุทิมเบิลในชุดสกัดไขมันซ็อกเลท
6. ตวงปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตรในขวดแก้วก้นกลมทำการสกัดไขมันนาน 3ชั่วโมง
7. นำบีกเกอร์ไขมันไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที
8. การคำนวณ %ไขมัน

$$\%\text{ไขมัน} = \frac{(\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ข.**

**แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส**

**ภาคผนวก ข1.**

**ชื่อผู้ชิม.....** **ลำดับที่.....**

**วันที่.....**

**ผลิตภัณฑ์ น้ำนมข้าวโพด**

**คำชี้แจง** ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนตามความรู้สึกที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์ตามความเป็นจริง โดย

1 หมายถึง ไม่ชอบ

2 หมายถึง ชอบน้อย

3 หมายถึง เฉยๆ

4 หมายถึง ชอบ

5 หมายถึง ชอบมาก

| รหัสตัวอย่าง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| สี | | | | | |
| กลิ่นข้าวโพด | | | | | |
| ความข้น | | | | | |
| รสชาติ | | | | | |
| การยอมรับรวม | | | | | |

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

**ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ข2.**

**ชื่อผู้ชิม.....** **ลำดับที่.....**

**วันที่.....**

**ผลิตภัณฑ์ เต้าฮวยเย็นน้ำนมข้าวโพด**

**คำชี้แจง ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนตามความสู้สึกที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์ตามความเป็นจริง โดย**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | หมายถึง | ไม่ชอบ |
| 2 | หมายถึง | ชอบน้อย |
| 3 | หมายถึง | เฉยๆ |
| 4 | หมายถึง | ชอบ |
| 5 | หมายถึง | ชอบมาก |

| รหัสตัวอย่าง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| สี | | | | | |
| กลิ่นข้าวโพด | | | | | |
| รสชาติ | | | | | |
| การยอมรับรวม | | | | | |

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

**ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ข3.**

**ชื่อผู้ชิม.....** **ลำดับที่.....**

**วันที่.....**

**ผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมน้ำนมข้าวโพด**

**คำชี้แจง ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนตามความรู้สึกที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์ตามความเป็นจริง โดย**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | หมายถึง | ไม่ชอบ |
| 2 | หมายถึง | ชอบน้อย |
| 3 | หมายถึง | เฉยๆ |
| 4 | หมายถึง | ชอบ |
| 5 | หมายถึง | ชอบมาก |

| รหัสตัวอย่าง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| สี | | | | | |
| กลิ่นข้าวโพด | | | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | | | |
| รสชาติ | | | | | |
| การยอมรับรวม | | | | | |

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

**ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค.

## การวิเคราะห์ทางสถิติ

**ตารางที่ ค.1** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าอัตราส่วนข้าวโพด : น้ำ เป็น 1:2 1:3 และ 1:4

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 5.489 | 2.744 | 2.442 | 0.096* |
| ผู้ชิม | 29 | 19.656 | 0.678 | 0.603 | 0.930$^{ns}$ |
| error | 58 | 65.178 | 1.124 | | |
| รวม | 89 | 90.322 | 1.015 | | |

**ตารางที่ ค.2** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าอัตราส่วนข้าวโพด : น้ำ เป็น 1:2 1:3 และ 1:4

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 9.356 | 4.678 | 5.502 | 0.006* |
| ผู้ชิม | 29 | 28.722 | 0.990 | 1.165 | 0.304* |
| error | 58 | 49.311 | 0.850 | | |
| รวม | 89 | 87.389 | 0.982 | | |

**ตารางที่ ค.3** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าอัตราส่วนข้าวโพด : น้ำ เป็น 1:2 1:3 และ 1:4

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 6.156 | 3.078 | 3.086 | 0.053* |
| ผู้ชิม | 29 | 16.222 | 0.559 | 0.561 | 0.954$^{ns}$ |
| error | 58 | 57.844 | 0.997 | | |
| รวม | 89 | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.4** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของนมข้าวโพด เมื่อแปรค่าอัตราส่วนข้าวโพด : น้ำ เป็น 1:2 1:3 และ 1:4

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 8.067 | 4.033 | 4.337 | 0.018* |
| ผู้ชิม | 29 | 24.100 | 0.831 | 0.894 | 0.621 ns |
| error | 58 | 53.933 | 0.930 | | |
| รวม | 89 | 86.100 | 0.967 | | |

**ตารางที่ ค.5** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าอัตราส่วนข้าวโพด : น้ำ เป็น 1:2 1:3 และ 1:4

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 9.489 | 4.744 | 5.448 | 0.007* |
| ผู้ชิม | 29 | 23.389 | 0.807 | 0.926 | 0.579 ns |
| error | 58 | 50.511 | 0.871 | | |
| รวม | 89 | 83.389 | 0.937 | | |

**ตารางที่ ค.6** การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% (โดยน้ำหนักของน้ำนมข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 2.233 | 1.117 | 2.691 | 0.081* |
| ผู้ชิม | 19 | 10.733 | 0.565 | 1.362 | 0.204 ns |
| error | 38 | 15.767 | 0.415 | | |
| รวม | 59 | 28.733 | 0.487 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค7.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนน เป็น 0.03 0.05 และ 0.07% (โดยน้ำหนักของน้ำนมข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 1.633 | 0.817 | 1.022 | 0.370$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 28.583 | 1.504 | 1.883 | 0.048* |
| error | 38 | 30.367 | 0.799 | | |
| รวม | 59 | 60.583 | 1.027 | | |

**ตารางที่ ค8.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% (โดยน้ำหนักของน้ำนมข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.100 | 5.000E-02 | 0.095 | 0.909$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 29 | 22.400 | 1.179 | 2.251 | 0.016* |
| error | 38 | 19.900 | 0.524 | | |
| รวม | 59 | 42.400 | 0.719 | | |

**ตารางที่ ค.9** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% (โดยน้ำหนักของน้ำนมข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.933 | 0.467 | 0.516 | 0.601$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 29 | 15.000 | 0.789 | 0.872 | 0.616$^{ns}$ |
| error | 38 | 34.400 | 0.905 | | |
| รวม | 59 | 50.333 | 0.853 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค10.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ 0.07% (โดยน้ำหนักของน้ำนมข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.100 | 5.000E-02 | 0.062 | 0.940 ns |
| ผู้ชิม | 29 | 15.933 | 0.839 | 1.043 | 0.441 ns |
| error | 38 | 30.567 | 0.804 | | |
| รวม | 59 | 46.600 | 0.790 | | |

**ตารางที่ ค11.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางกายภาพโดยการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscosity เมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.03 0.05 และ0.07%(โดยน้ำหนักของน้ำนมข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 101.389 | 50.694 | 18.250 | 0.030* |
| error | 6 | 16.667 | 2.778 | | |
| รวม | 8 | 118.056 | 14.757 | | |

**ตารางที่ ค12.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ร่วมกับการใช้อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5%(โดยน้ำหนักของน้ำมันข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 3.966 | 1.322 | 1.578 | 0.205* |
| ผู้ชิม | 19 | 34.199 | 1.800 | 2.149 | 0.140* |
| error | 57 | 47.751 | 0.838 | | |
| รวม | 79 | 85.888 | 1.087 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค13.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ร่วมกับการใช้อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5%(โดยน้ำหนักของน้ำมันข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 0.850 | 0.283 | 0.339 | 0.797$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 42.400 | 2.232 | 2.670 | 0.002* |
| error | 57 | 47.650 | 0.836 | | |
| รวม | 79 | 90.987 | 1.152 | | |

**ตารางที่ ค14.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ร่วมกับการใช้อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5%(โดยน้ำหนักของน้ำมันข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 2.086 | 0.695 | 1.373 | 0.260$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 31.370 | 1.651 | 3.259 | 0.000* |
| error | 57 | 28.880 | 0.507 | | |
| รวม | 79 | 62.488 | 0.791 | | |

**ตารางที่ ค15.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0และ1.5%ร่วมกับการใช้อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5% (โดยน้ำหนักของน้ำมันข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 1.638 | 0.546 | 0.581 | 0.630$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 27.138 | 1.428 | 1.519 | 0.114$^{ns}$ |
| error | 57 | 53.612 | 0.941 | | |
| รวม | 79 | 82.387 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค16.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ร่วมกับการใช้อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5%(โดยน้ำหนักของน้ำมันข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 1.253 | 0.418 | 0.423 | 0.737 $^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 24.353 | 1.282 | 1.298 | 0.221 $^{ns}$ |
| error | 57 | 56.297 | 0.988 | | |
| รวม | 79 | 81.688 | 1.034 | | |

**ตารางที่ ค17.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทดสอบทางกายภาพโดยการวัดค่า stability of emulsion ด้วยเครื่อง spectrophotometer เมื่อแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% ร่วมกับการใช้อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณ 2.5%(โดยน้ำหนักของน้ำมันข้าวโพด)

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 115.481 | 38.494 | 62.001 | 0.001* |
| error | 4 | 2.483 | 0.621 | | |
| รวม | 7 | 117.965 | 16.852 | | |

**ตารางที่ ค18.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 30.637 | 10.212 | 23.180 | 0.000* |
| ผู้ชิม | 19 | 18.137 | 0.955 | 2.167 | 0.013* |
| error | 57 | 25.113 | 0.441 | | |
| รวม | 79 | 73.888 | 0.935 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค19.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 16.738 | 5.579 | 8.710 | 0.000* |
| ผู้ชิม | 19 | 14.737 | 0.776 | 1.211 | 0.282 ns |
| error | 57 | 36.513 | 0.641 | | |
| รวม | 79 | 67.988 | 0.861 | | |

**ตารางที่ ค20.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 1.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 38.300 | 12.767 | 25.805 | 0.000* |
| ผู้ชิม | 19 | 17.500 | 0.921 | 1.562 | 0.037* |
| error | 57 | 28.200 | 0.495 | 5.127 | |
| รวม | 79 | 84.000 | 1.063 | | |

**ตารางที่ ค21.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 35.838 | 11.946 | 16.442 | 0.000* |
| ผู้ชิม | 19 | 18.737 | 0.986 | 1.357 | 0.186 ns |
| error | 57 | 41.413 | 0.727 | | |
| รวม | 79 | 95.988 | 1.215 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค22.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 25.238 | 8.413 | 11.551 | 0.000* |
| ผู้ชิม | 19 | 12.237 | 0.644 | 0.884 | 0.602 ns |
| error | 57 | 41.513 | 0.728 | | |
| รวม | 79 | 78.955 | 1.000 | | |

ทดสอบทางกายภาพโดยการวัดค่าสีด้วยเครื่อง Minolta chroma color meter โดยแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็นเป็น 0 1.5 2.5 และ 3.5%

**ตารางที่ ค23.** ค่า L

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 255.424 | 85.141 | 96.840 | 0.000* |
| error | 8 | 7.034 | 0.879 | | |
| รวม | 11 | 262.458 | 23.860 | | |

**ตารางที่ ค24.** ค่า a

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 3.978 | 1.326 | 53.780 | 0.000* |
| error | 8 | 0.197 | 2.466E-02 | | |
| รวม | 11 | 4.176 | 0.380 | | |

**ตารางที่ ค25.** ค่า b

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 73.346 | 24.449 | 29.507 | 0.000* |
| error | 8 | 6.629 | 0.829 | | |
| รวม | 11 | 79.974 | 7.270 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค26.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำตาลเป็น 8 9 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 2.033 | 1.017 | 4.154 | 0.023* |
| ผู้ชิม | 19 | 10.850 | 0.571 | 2.333 | 0.013* |
| error | 57 | 9.300 | 0.245 | | |
| รวม | 79 | 22.183 | 0.376 | | |

**ตารางที่ ค27.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำตาลเป็น 8 9 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 2.633 | 1.317 | 5.342 | 0.009* |
| ผู้ชิม | 19 | 8.983 | 0.473 | 1.918 | 0.043* |
| error | 57 | 9.367 | 0.246 | | |
| รวม | 79 | 20.983 | 0.356 | | |

**ตารางที่ ค.28.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำตาลเป็น 8 9 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 4.433 | 2.217 | 7.728 | 0.002* |
| ผู้ชิม | 29 | 10.850 | 0.571 | 1.991 | 0.035* |
| error | 57 | 10.900 | 0.287 | | |
| รวม | 79 | 26.183 | 0.444 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค29.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำตาลเป็น 8 9 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 1.433 | 0.717 | 1.467 | 0.243 ns |
| ผู้ชิม | 29 | 6.983 | 0.368 | 0.752 | 0.743 ns |
| error | 57 | 18.567 | 0.489 | | |
| รวม | 79 | 26.983 | 0.457 | | |

**ตารางที่ ค30.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของนมข้าวโพดเมื่อแปรค่าปริมาณน้ำตาลเป็น 8 9 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 1.300 | 0.650 | 1.422 | 0.254 ns |
| ผู้ชิม | 29 | 6.733 | 0.354 | 0.775 | 0.719 ns |
| error | 57 | 17.367 | 0.457 | | |
| รวม | 79 | 25.400 | 0.431 | | |

**ตารางที่ ค31.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.5 0.75 และ 1.0% ผงวุ้น 0.5 0.75 และ 1.0%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 8 | 5.300 | 0.663 | 2.116 | 0.037* |
| ผู้ชิม | 19 | 26.861 | 1.414 | 4.516 | 0.000* |
| error | 152 | 47.589 | 0.313 | | |
| รวม | 179 | 79.750 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค32.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของเต้าฮวยเย็น เมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.5 0.75 และ 1.0% ผงวุ้น 0.5 0.75 และ 1.0%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 8 | 4.978 | 0.622 | 1.231 | $0.284^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 48.950 | 2.576 | 5.099 | 0.000* |
| error | 152 | 76.800 | 0.505 | | |
| รวม | 179 | 130.728 | | | |

**ตารางที่ ค33.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.5 0.75 และ 1.0% ผงวุ้น 0.5 0.75 และ 1.0%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 8 | 35.200 | 4.400 | 4.986 | 0.000* |
| ผู้ชิม | 19 | 41.217 | 2.169 | 2.458 | 0.000* |
| error | 152 | 134.133 | 0.882 | | |
| รวม | 179 | 210.550 | 1.176 | | |

**ตารางที่ ค34.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเต้าฮวยเย็น เมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.5 0.75 และ 1.0% ผงวุ้น 0.5 0.75 และ 1.0%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 8 | 18.900 | 2.363 | 3.560 | 0.001* |
| ผู้ชิม | 19 | 39.972 | 2.104 | 3.170 | 0.000* |
| error | 152 | 100.878 | 0.664 | | |
| รวม | 179 | 159.750 | 0.892 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค35.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.5 0.75 และ 1.0% ผงวุ้น 0.5 0.75 และ 1.0%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 8 | 25.144 | 3.143 | 4.768 | 0.000* |
| ผู้ชิม | 19 | 41.311 | 2.174 | 3.299 | 0.000* |
| error | 152 | 100.189 | 0.659 | | |
| รวม | 179 | 166.644 | 0.931 | | |

**ตารางที่ ค36.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทดสอบทางกายภาพโดยวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วย texture analyzer เมื่อแปรค่าปริมาณคาราจีแนนเป็น 0.5 0.75 และ 1.0% ผงวุ้น 0.5 0.75 และ 1.0%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 154350.3 | 8 | 19293.787 | 1127.632 | 0.000* |
| error | 307.980 | 18 | 17.110 | | |
| รวม | 154658.3 | 26 | 5948.395 | | |

**ตารางที่ ค37.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.133 | 6.667E-02 | 0.202 | 0.818 $^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 7.517 | 0.396 | 1.199 | 0.308 $^{ns}$ |
| error | 38 | 12.533 | 0.330 | | |
| รวม | 59 | 20.183 | 0.342 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค38.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.700 | 0.350 | 0.740 | 0.484$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 6.333 | 0.333 | 0.705 | 0.791$^{ns}$ |
| error | 38 | 17.967 | 0.473 | | |
| รวม | 59 | 25.000 | 0.424 | | |

**ตารางที่ ค39.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 1.300 | 0.650 | 1.000 | 0.377$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 19.650 | 1.034 | 1.591 | 0.110$^{ns}$ |
| error | 38 | 24.700 | 0.650 | | |
| รวม | 59 | 45.650 | 0.774 | | |

**ตารางที่ ค.40** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.533 | 0.267 | 0.444 | 0.644$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 17.250 | 0.908 | 1.531 | 0.136$^{ns}$ |
| error | 38 | 22.800 | 0.600 | | |
| รวม | 59 | 40.583 | 0.688 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค41.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของเต้าฮวยเย็นเมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 2.633 | 1.317 | 1.828 | 0.175 ns |
| ผู้ชิม | 19 | 18.183 | 0.957 | 1.329 | 0.223 ns |
| error | 38 | 27.367 | 0.720 | | |
| รวม | 59 | 48.183 | 0.817 | | |

ทดสอบทางกายภาพโดยการวัดค่าสีด้วยเครื่อง Minolta chroma color meter เมื่อแปรค่าปริมาณครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5%

**ตารางที่ ค42.** ค่า L

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 63.803 | 21.268 | 64.454 | 0.000* |
| error | 8 | 2.604 | 0.330 | | |
| รวม | 11 | 66.443 | 6.040 | | |

**ตารางที่ ค43.** ค่า a

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 1.039 | 0.346 | 80.543 | 0.000* |
| error | 8 | 3.440E-02 | 4.300E-03 | | |
| รวม | 11 | 1.073 | 9.758E-02 | | |

**ตารางที่ ค44.** ค่า b

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 32.368 | 10.789 | 13.498 | 0.002* |
| error | 8 | 6.395 | 0.799 | | |
| รวม | 11 | 38.762 | 3.524 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค45.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทดสอบทางกายภาพโดยวัดเนื้อสัมผัสเมื่อแปรค่าครีมเทียมเป็น 1.5 2.5 และ 3.5% ด้วยเครื่อง texture analyzer

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 3 | 115.481 | 38.494 | 62.001 | 0.001* |
| error | 8 | 2.483 | 0.621 | | |
| รวม | 11 | 117.965 | 16.852 | | |

**ตารางที่ ค46.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของไอศกรีมเมื่อแปรค่าปริมาณของน้ำมันข้าวโพดเป็น 6 8 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 1.083 | 0.542 | 1.784 | $0.204^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 10.000 | 1.429 | 4.706 | 0.007* |
| error | 38 | 4.250 | 0.304 | | |
| รวม | 59 | 15.333 | | | |

**ตารางที่ ค47.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นข้าวโพดของไอศกรีมเมื่อแปรค่าปริมาณของน้ำมันข้าวโพดเป็น 6 8 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 8.333E-02 | 4.167E-02 | 0.089 | $0.916^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 4.667 | 0.667 | 1.418 | $0.273^{ns}$ |
| error | 38 | 6.583 | 0.470 | 1.122 | |
| รวม | 59 | 11.333 | 0.493 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค48.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเนื้อสัมผัสของไอศกรีมเมื่อแปรค่าปริมาณของน้ำมันข้าวโพดเป็น 6 8 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 1.583 | 0.792 | 1.430 | 0.272$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 4.000 | 0.571 | 1.032 | 0.452$^{ns}$ |
| error | 38 | 7.750 | 0.554 | | |
| รวม | 59 | 13.333 | 0.580 | | |

**ตารางที่ ค49.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของไอศกรีมเมื่อแปรค่าปริมาณของน้ำมันข้าวโพดเป็น 6 8 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 1.083 | 0.542 | 0.919 | 0.422$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 0.500 | 7.143E-02 | 0.121 | 0.995$^{ns}$ |
| error | 38 | 8.250 | 0.589 | | |
| รวม | 59 | 9.833 | 0.428 | | |

**ตารางที่ ค50.** การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของไอศกรีมเมื่อแปรค่าปริมาณของน้ำมันข้าวโพดเป็น 6 8 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.750 | 0.375 | 0.887 | 0.434$^{ns}$ |
| ผู้ชิม | 19 | 1.333 | 0.190 | 0.451 | 0.854$^{ns}$ |
| error | 38 | 5.917 | 0.423 | | |
| รวม | 59 | 8.000 | 0.348 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค51.** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทดสอบทางกายภาพโดยการวัดอัตราการละลายของไอศกรีม เมื่อแปรค่าปริมาณน้ำมันข้าวโพดเป็น 6 8 และ 10%

| SOV | D.F. | SS | MS | F | Sig of F |
|---|---|---|---|---|---|
| ตัวอย่าง | 2 | 0.630 | 0.315 | 2100.778 | 0.000* |
| error | 6 | 4.500E-04 | 1.500E-04 | | |
| รวม | 8 | 0.631 | 0.126 | | |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้