ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ

(Low Fat Frozen Dessert)

โดย นางสาวนิรุบล โตสกุลวงศ์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ผ่าน..... ๑๐/๓/๓๓ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อ. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

..... 17/12/33 กรรมการของภาควิชา

(อ. [illegible])

.....[illegible]..... 17/12/33 กรรมการของภาควิชา

(อ. [illegible])

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(อ. เยาวลักษณ์ สุรวินรมิตชัย)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ผ่าน

๒๖๕๑

๒๕๓

วันที่ 17 **เดือน** ธ.ค. **พ.ศ.** 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14104

ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ
(Low Fat Frozen Dessert)

โดย

นางสาวนิรุบล โตสกุลวงศ์

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2532

ปพ.
ท658ผ
2532

สขหมู่ 97118
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

บทคัดย่อ

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ

(Low Fat Frozen Dessert)

ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค สามารถผลิตได้โดยใช้นมผงขาดมันเนยหรือของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม 13 %,น้ำตาลทราย 7 %,น้ำเชื่อมข้าวโพด 10% สารช่วยให้คงตัว ที่ใช้คือเจลาติน 0.3 %,สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำประมาณ 60-70 %เมื่อนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่ามีปริมาณไขมันน้อยกว่า 0.5 % ซึ่งต่ำกว่าปริมาณไขมันในไอศกรีมปกติ ผลิตภัณฑ์นี้จะให้พลังงานน้อยกว่าไอศกรีมปกติคือประมาณ 110 แคลอรี่ต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอาหารเพื่อลดน้ำหนักได้

กรรมวิธีการผลิตภัณฑ์ อาจทำได้ง่ายๆในครัวเรือน โดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ ข้อเสียของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้คือ มีรสหวานจัดและมีปริมาณโอเวอร์รันต่ำกว่าในไอศกรีม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรน้อยเมื่อเทียบกับไอศกรีมปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้า ได้จัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ขึ้นมาจากความต้องการของข้าพเจ้า เพราะเป็นเรื่องที่ข้าพเจ้ามีความสนใจอยู่มาก จากการศึกษา ค้นคว้าและทำการทดลองจนสามารถกล่าวได้ว่าประสบความสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากคำแนะนำที่มีคุณค่าจากอาจารย์ กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ และจากกำลังใจจากเพื่อนๆ ดังนั้นข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณ และขอบคุณท่านอาจารย์และเพื่อนๆ ไว้ ณ ที่นี้

นางสาวนิรุบล โตสกุลวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก	(6)
บทนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	20
ผลการทดลองและวิจารณ์	22
สรุปผลการทดลอง	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก ก	29
ภาคผนวก ข	30
ภาคผนวก ค	31
ภาคผนวก ง	32
ภาคผนวก จ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อาหาร	3
2.2	แสดงองค์ประกอบโดยเฉลี่ยในอาหารหวานแช่แข็ง	8
2.3	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันของผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ	17
4.1	แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม	22
4.2	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันโดยเฉลี่ย	23
4.3	แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของปริมาณน้ำตาลทราย	24
4.4	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันโดยเฉลี่ย	25
4.5	แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของสารช่วยให้คงตัว	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงขั้นตอนการผลิตไอศกรีม	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่ หน้า

ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำที่มีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 12 %, 13 %และ 14 %

จ1 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านสี 33

จ2 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านกลิ่น 34

จ3 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก 34

จ4 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านรสชาติ 35

จ5 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน 35

จ6 แสดงค่า Analysis of variance ของการยอมรับทั่วไป 36

ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำที่มีปริมาณน้ำตาลทราย 5 %, 6 %และ 7 %

จ7 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านสี 37

จ8 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านกลิ่น 37

จ9 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก 38

จ10 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านรสชาติ 38

จ11 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน 39

จ12 แสดงค่า Duncan's new multiple range test ของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน 39

จ13 แสดงค่า Analysis of variance ของการยอมรับทั่วไป 40

จ14 แสดงค่า Duncan's new multiple range test ของการยอมรับทั่วไป 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำที่มีปริมาณเจลาติน 0.3 %, 0.4 %และ 0.5 %

จ15 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านสี 41

จ16 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านกลิ่น 41

จ17 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก 42

จ18 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านรสชาติ 42

จ19 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน 43

จ20 แสดงค่า Analysis of variance ของการยอมรับทั่วไป 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพที่		หน้า
ค1	แบบทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้โรคอ้วนเป็นปัญหาหนึ่งที่จัดได้ว่ามีความสำคัญ ไม่เพียงแต่กับผู้หญิงเท่านั้น ในผู้ชาย ผู้สูงอายุและเด็ก ก็เกิดปัญหานี้เช่นกัน ซึ่งสาเหตุหนึ่งก็คือ การบริโภคอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง

ไอศกรีมก็เป็นอาหารชนิดหนึ่งที่มีปริมาณไขมันสูง คือประมาณ 12 % และมีผู้นิยม บริโภคกันมาก การทดลองนี้จึงมุ่งศึกษาการผลิต ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ หรือไม่มีไขมันและสามารถผลิตได้เองในครัวเรือน โดยให้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีลักษณะทางด้านสี กลิ่นรสและเนื้อสัมผัส คล้ายกับไอศกรีมโดยทั่วไปแต่มีปริมาณไขมันน้อยกว่า เพื่อให้เหมาะกับผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนัก

ในการทดลอง จะศึกษาปริมาณองค์ประกอบต่างๆที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นที่ยอมรับมากที่สุด โดยศึกษาปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม ในระดับ 12 %, 13 %, 14 % ,ปริมาณน้ำตาลทราย ในระดับ 5 %, 6 %, 7 % ,ปริมาณสารช่วยให้คงตัว ในระดับ 0.1 %, 0.2 %, 0.3 %, 0.4 %, 0.5 %

การศึกษาจะนำตัวอย่างมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อมองเห็นภายนอก รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสภายหลังการรับประทานและการยอมรับทั่วๆไปโดยการตอบแบบสอบถามแบบ Hedonic scale โดยนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปีที่ 4คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ผลการทดลองจะถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance และ Duncan's new multiple range test ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีนั้น จะวิเคราะห์โดยวิธีของ Gerber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ไขมันกับอาหาร

สำหรับคนหลายๆคนแล้วคำว่า "ไขมัน" จะให้ปฏิกิริยาตอบสนองในทางลบ สำหรับผู้ที่ต้องการจะลด อาหารไขมันก็ดูเหมือนจะเป็นปัญหาหลัก สำหรับพ่อครัวแล้ว ไขมันจะช่วยในด้านความลื่น ความน่ารับประทาน สำหรับแพทย์ไขมันจะทำให้เกิดโรคหัวใจและทำให้อ้วน แต่หากปราศจากไขมัน อาหารจะไม่มีรสที่ดี หรือมีลักษณะที่ชวนรับประทานเพียงแค่ช่วงสั้นๆ

คุณค่าทางโภชนาการของไขมัน

ไขมันเป็นแหล่งที่สำคัญของสารอาหารและแหล่งพลังงาน รวมทั้งยังเกี่ยวข้องกับ รสชาติ (flavors) กลิ่น (aromas) และเนื้อสัมผัส (texture) ในอาหาร ไขมันยังช่วยให้รู้สึกอร่อยภายหลังการรับประทาน

ไขมัน คาร์โบไฮเดรท โปรตีน เป็นองค์ประกอบหลัก 3 อย่างในอาหาร บางครั้งเราจะเรียกว่า "macro nutrient" ไขมัน (fats) และน้ำมัน (oil) ซึ่งบางครั้งเราจะเรียกรวมว่า "ไลปิด" (lipid) ทั้งสองชนิดนี้จะเป็นแหล่งของพลังงานถึง 40-50 %ของพลังงานทั้งหมดโดยเฉลี่ยในอาหารที่บริโภคเข้าไป ไขมันเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ โดยจะให้พลังงาน 9 แคลอรี่ต่อกรัมมากกว่า 2 เท่าของพลังงานที่ได้รับจากคาร์โบไฮเดรทและโปรตีน ซึ่งทั้งสองชนิดนี้จะให้พลังงานเพียง 4 แคลอรี่ต่อกรัม ในไขมันและน้ำมันยังประกอบด้วยวิตะมินเอ ดี อีและเค

การใช้ไขมันในขบวนการผลิตอาหาร

เนื่องจากคุณลักษณะทางกายภาพ จึงทำให้มีการใช้ไขมันในการทำอาหารกันอย่างกว้างขวาง เช่นในการทำขนมปัง ไขมันจะช่วยให้ขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม และในเพสตรีจะช่วยให้มีความกรอบ ช่วยให้เค้ก (cake) คุกกี้ (cookies) เบา โดยการทำให้เกิดโพรงอากาศเล็กๆในbatter ทำให้ไอศกรีมมีความข้นมันโดยการป้องกันการรวมตัวกันของผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ เนื่องจากไขมันมีอุณหภูมิจุดเดือดสูงกว่าจุดเดือดของน้ำทำให้อาหารที่ถูกให้ความร้อนในน้ำมันร้อนๆ จึงไม่เพียงที่จะทำให้แกสุกเท่านั้น แต่ยังทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อีกด้วย

"Standard of Identity" จะเป็นการกำหนดปริมาณไขมันที่น้อยที่สุดหรือมากที่สุดที่จะต้องมีในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่นไอศกรีมจะต้องมีไขมันนมอย่างน้อย 10 % จึงจะเรียกได้ว่าเป็น ไอศกรีม มาการีนจะต้องมีไขมันสัตว์หรือไขมันพืชอย่างน้อย 80 %และมายองเนส (mayonnaise) จะต้องมีน้ำมัน

พืชอย่างน้อย 65 % ไส้กรอกและเนื้อวัวบดจะมีไขมันได้ไม่เกิน 30 % ถ้ามาตรฐานเหล่านี้เองที่จะเป็นตัวชี้บ่งถึงความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ดูเหมือนกัน โดยผลิตภัณฑ์ที่ต่างไปจากปกติจะต้องมีข้อความบอกเอาไว้ เช่นDiet margarine spreadซึ่งจะมีไขมันอยู่ประมาณ 40 % จากตารางที่ 2.1 แสดงถึงปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารที่บริโภคสำหรับการลดน้ำหนัก อาหารเหล่านี้จะลดปริมาณไขมันหรือคาร์โบไฮเดรทลงอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นปริมาณ 1 ใน 3 เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปกติ

การประมาณค่าการบริโภคไขมันโดยทั่วๆไป จะอาศัยจากข้อมูล"fat disappearance" ข้อมูลนี้จะแสดงปริมาณไขมันที่แต่ละคนบริโภคในหนึ่งปี อย่างไรก็ตามตัวเลขจากข้อมูลนี้ไม่ค่อยถูกต้องนัก เนื่องจากไม่ได้คิดปริมาณไขมันที่ถูกกำจัดออกภายหลังจากที่อาหารถูกทำให้สุก หรือมิฉะนั้นก็ถูกกำจัดออกก่อนที่จะบริโภคอาหารนั้น

ปัจจุบันมีการบริโภคไขมันสูงขึ้นกว่าสมัยช่วงต้นปีคริสตวรรษ 1990 โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 25 % สาเหตุหลายประการที่มีส่วนทำให้มีการบริโภคไขมันมากขึ้น ก็คือการหันมานิยมบริโภคผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์มากกว่าการบริโภคธัญพืชและมันฝรั่ง การบริโภคไขมันคิดเป็นสัดส่วนกับพลังงานที่ได้รับสามารถประมาณได้จาก food intake survey data(Pao and Mickle1981)ข้อมูลเหล่านี้ได้ชี้บอกว่า โดยเฉลี่ย 41 % ของพลังงานจากอาหารนั้นได้มาจากไขมัน

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อาหาร

Table 1—FAT CONTENT OF SOME FOODS *based on standards of identity or USDA specifications.*

Food	Fat content prescribed	
	Minimum %	Maximum %
Milk	3.25	—
Milk, skim	—	0.5 (unless listed on label)
Milk, evaporated	7.5	—
Milk, evaporated skim	—	0.5 (unless listed on label)
Milk, sweetened condensed skim	—	0.5 (unless listed on label)
Cheese, cheddar	50% (of solids)	—
Cheese, cottage	(Not prescribed, but must be stated on label)	
Cheese, low-fat cottage	0.5	2.0
Cheese, cream	33	—
Cheese, hard-grating	32% (of solids)	—
Cheese, pasteurized processed food	23	—
Cheese, pasteurized processed spread	20	—
Ice cream	10	—
Ice milk	2	7
Mellorine	6	—
Sherbet	1	2
Peanut butter	—	55
Margarine	80	—
Mayonnaise	65	—
French dressing	35	—
Salad dressing	30	—
Frankfurters	—	30
Ham, deviled	—	35
Hamburger (ground beef)	—	30
Sausage, breakfast	—	50
Sausage, brown & serve	—	35

ที่มา : Department of Nutrition,University of California

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ บางครั้งอาจใช้คำว่า"no fat" ซึ่งจะหมายความว่า ในผลิตภัณฑ์นั้นจะมีปริมาณไขมันอยู่เพียงเล็กน้อย ไม่เกิน 1 % โดยน้ำหนัก ปริมาณไขมันที่มีอยู่นี้จะมาจากนมพร่องมันเนย หรือนมพร่องมันเนยที่มีการใช้จุลินทรีย์ในขบวนการ(cultured skim milk)ซึ่งเป็นแหล่งของสารอาหารโปรตีน และมาจากไขมันที่มีอยู่ในอิมัลซิไฟเออร์(emulsifier) หรืออาจหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมองค์ประกอบของไขมันลงไป

ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งที่ผลิตขึ้นมานี้ ทำขึ้นให้มีลักษณะคล้ายไอศกรีม ดังนั้นคุณภาพ กรรมวิธีการผลิตและลักษณะในด้านต่างๆจะอ้างอิงถึงลักษณะและคุณภาพที่ดีของไอศกรีมเป็นหลัก

2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ

Pisani and Hilker1967ได้อธิบายถึงสัดส่วนองค์ประกอบของอาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวนี้สามารถผลิตไอศกรีม หรือice milk ที่มีลักษณะที่ดี และประกอบด้วยไขมันน้อยกว่า 0.5 %โดยน้ำหนัก ส่วนประกอบที่ใช้จะประกอบไปด้วย ของแข็งที่ไม่รวมไขมันจากนม milk solid nonfat น้ำตาลทราย น้ำเชื่อมข้าวโพด สารช่วยให้คงตัวstabilizer น้ำกลิ่นและรส ปริมาณของน้ำเชื่อมข้าวโพด จะใช้เป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนักกับน้ำตาลทรายในช่วง 1: 1 ถึง 2:1จากอัตราส่วนนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ไม่มีลักษณะเป็นเนื้อทราย(sandy) ปริมาณสารช่วยให้คงตัวจะใช้น้อยกว่า 1 % เพื่อช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อเหมือนไอศกรีม และสามารถคงสภาพอยู่ได้ภายใต้สภาวะที่แช่แข็ง หรือในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

โดยทั่วๆไปอาหารหวานแช่แข็งนี้จะประกอบด้วย ของแข็งที่ไม่รวมไขมันจากนมมากกว่า 12 % โดยน้ำหนักซึ่งปริมาณของของแข็งไม่รวมไขมันนมที่มากเกินไปนี้ จะมีผลต่อการเกิดผลึกของแลคโตสและทำให้เกิดลักษณะเนื้อทราย อาหารหวานแช่แข็งที่ผลิตด้วยสัดส่วนนี้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี และไม่เกิดลักษณะเนื้อทรายทั้งๆที่มีปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันนมอยู่ในปริมาณที่สูง

อัตราส่วนของน้ำเชื่อมข้าวโพดกับน้ำตาลทราย อาจใช้ 1.6:1 ระดับปริมาณของน้ำเชื่อมข้าวโพดจะใช้ตั้งแต่ 10-15 % โดยน้ำหนักของอาหารหวานแช่แข็ง และปริมาณของน้ำตาลทรายจะใช้ตั้งแต่ 7-10 % ของแข็งจากน้ำเชื่อมข้าวโพดใส่ลงไปเพื่อยับยั้งการเกิดนิวเคลียส (nucleation) ของผลึกของน้ำตาลไดแซคคาไรด์(disaccharide)ที่ละลายน้ำได้น้อย ซึ่งก็คือแลคโตส โดยการแยกผลึกที่ก่อตัวในระยะแรกที่อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่แข็งออกจากกัน ปริมาณของน้ำที่ใช้ในส่วนผสม จะใช้ในปริมาณที่จะทำให้ส่วนผสมมีปริมาณของแข็งทั้งหมด(total solid)ประมาณ 35 % โดยทั่วๆไปจะแสดงอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด

ส่วนผสมที่ประกอบด้วยนมพร่องมันเนยหรือของแข็งที่ไม่รวมไขมันจากนมชนิดอื่น น้ำเชื่อมข้าวโพด น้ำตาลทราย สารช่วยให้คงตัว น้ำและกลิ่นรส จะถูกนำมาทำให้ร้อนเพื่อทำลายเชื้อ โฮโมจีไนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแช่แข็งภายใต้สภาวะที่มีการกวน เพื่อทำให้อาหารหวานแช่แข็งมีปริมาณโอเวอร์รัน(overrun) ที่ต้องการ (โอเวอร์รัน หมายถึงปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์จากส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เนื่องมาจากอากาศในระหว่างขบวนการผลิต โอเวอร์รันนิยมเปรียบเทียบเป็นปริมาณเปอร์เซ็นต์ เช่นอาหารหวานแช่แข็งมีปริมาตรของกาซ 50 % และของแข็ง 50 % จะมีเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน 100 %) ปริมาณองค์ประกอบในอาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักคิดได้ดังนี้

ของแข็งไม่รวมไขมันจากนม	12–14
น้ำเชื่อมข้าวโพด	10–15
น้ำตาลทราย	7–10
อัตราส่วน น้ำเชื่อมข้าวโพด ต่อ น้ำตาลทราย	1:1–2:1
สารช่วยให้คงตัว	น้อยกว่า 1
กลิ่นและรส	เล็กน้อย
น้ำ	*

จะเติมน้ำลงไปในปริมาณที่ทำให้ได้ปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ระหว่าง 33–37 %

ในกรณีที่จะทำผลิตภัณฑ์รสช็อคโกแลต ปริมาณองค์ประกอบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักได้ดังนี้

นมข้นขาดมันเนย	43
น้ำ	31
น้ำเชื่อมข้าวโพด	13
น้ำตาลทราย	11
โกโก้	1.5
สารช่วยให้คงตัว	0.2
อัตราส่วนของน้ำเชื่อมข้าวโพด ต่อ น้ำตาลทราย	1.2:1

2.3 องค์ประกอบต่างๆในผลิตภัณฑ์

2.3.1 ของแข็งที่ไม่รวมไขมันจากนม

หมายถึง องค์ประกอบของน้ำนมทั้งหมดไม่รวมน้ำกับไขมัน ของแข็งที่ไม่รวมไขมันจากนมประกอบด้วย แลคโตส โปรตีนและพวกเกลือแร่อื่นๆ ซึ่งปริมาณของของแข็งที่ไม่รวมไขมันจากนมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

แลคโตสจะช่วยให้เกิดรสหวานและมีจุดเยือกแข็งต่ำลง แต่ถ้าใช้แลคโตสมากเกินไปจะทำให้เกิดลักษณะเนื้อทราย เนื่องจากผลึกของแลคโตสละลายช้า เวลารับประทานในปากจะรู้สึกเป็นทรายหยาบๆ การเกิดลักษณะเนื้อทรายนั้นนอกจากจะมีแลคโตสเข้มข้นสูงแล้ว ยังเนื่องจากสาเหตุอีก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายประการ เช่นมีของแข็งจากน้ำเชื่อมข้าวโพดมากเกินไป อุณหภูมิในขณะเก็บไม่สม่ำเสมอขึ้นๆลงๆ และการเก็บไว้นานเกินไปในสภาวะของการเก็บ

โปรตีน จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ทำให้รสชาติดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์คงรูปร่าง ช่วยดูดซึมน้ำ ช่วยเพิ่มความหนืดและไม่ให้ผลิตภัณฑ์ละลายเร็ว

แหล่งของของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม อาจใช้ นมข้นไม่หวาน(fresh condensed milk) นมข้นขาดมันเนย(condensed skim milk) สวีท แดรี่ เวย์ (sweet dairy whey) นิวทรัลไลซ์ แอซิด เวย์(neutralze acid whey) โมดิไฟด์ เคซีน(modified casein) โซเดียม เคซีเนต (sodium caseinate) แคลเซียม เคซีเนต(calcium caseinate) โมดิไฟด์ เวย์ (modified whey) เคซีน (casein) โปรตีนเวย์เข้มข้น(whey protein concentrate) นมระเหยน้ำชนิดขาดมันเนย หางนมผง

เคซีนเมื่อนำมาเติมน้ำและทำให้มีฤทธิ์เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จนได้pH = 7.0 เคซีนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเกลือของโซเดียมหรือเรียกว่า โซเดียมเคซีเนต ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดีกว่าในสภาพของเคซีน เกลือโซเดียมเคซีเนตนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม เพราะโซเดียมเคซีเนตมีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี

เนื่องจากแหล่งของของแข็งที่ไม่รวมไขมันนมจะเป็นพวกนม ดังนั้นถ้าหากใส่ของแข็งไม่รวมไขมันนมมากเกินไปจะมีกลิ่นของนมมากอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อาจทำให้เกิดรสชาติเค็มและมีกลิ่นนมต้ม (cooked flavor)

2.3.2 สารที่ให้ความหวาน

สารที่ให้ความหวานในผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาล อาจใช้ในรูปของแข็งหรือของเหลวก็ได้ทั้งนี้ขึ้นกับความสะดวกในการผลิต คุณสมบัติและชนิดของผลิตภัณฑ์ ส่วนผสมอาจใช้น้ำตาลทรายอย่างเดียวหรือส่วนผสมของน้ำตาลทรายกับน้ำเชื่อมข้าวโพดก็ได้ หน้าที่หลักของน้ำตาลทรายคือให้ความหวาน เพิ่มรส ถ้าขาดไปผลิตภัณฑ์จะจืด ถ้ามากไปผลิตภัณฑ์จะหวานมาก เก็บรักษาไม่ดีเป็นผลึก นอกจากเพิ่มความหวานแล้วยังช่วยเพิ่มความข้นหนืด เพิ่มวัตถุแข็งในส่วนผสม เพิ่มคุณค่าทางอาหารและลดจุดเยือกแข็ง ความหวานปกติ 10–18 % น้ำตาลที่ใช้มีดังนี้

1 น้ำตาลทราย ให้รสหวานจัด จึงกำหนดให้ใช้น้ำตาลทรายได้ 30 % ของน้ำตาลทั้งหมดที่เหลือให้ใช้น้ำตาลที่รสไม่หวานจัดแทน เช่นเดกโตรส(dextrose) มอลโตส(maltose) และโคส นำเชื่อมข้าวโพด

2 เดกโตรสหรือกลูโคส มีผลต่อการลดจุดเยือกแข็งของส่วนผสม ใช้ได้ 25 %ของน้ำตาลทั้งหมด

3 อินเวอร์ท ชูการ์ inverted sugar เป็นส่วนผสมของฟรุคโตส fructose และกลูโคสมีผลต่อความหวานสูงและมีผลต่อการลดจุดเยือกแข็งของส่วนผสม ใช้ได้ 25 %ของน้ำตาลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 และโตส พบในน้ำนม ต้องไม่ใช้ปริมาณมากเกินไปจะมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์คือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อหยาบ

5 ซอร์บิทอล(sorbital)และแมนนิทอล(mannitol)ใช้ในผลิตภัณฑ์สำหรับคนเป็นโรคเบาหวาน

6 น้ำเชื่อมข้าวโพด ใช้เพื่อปรับปรุงรูปร่างและลักษณะโดยไม่เพิ่มความหวาน มีราคาถูกและช่วยปรับปรุงความสามารถในการเก็บรักษา มีผลเล็กน้อยต่อจุดเยือกแข็งของผลิตภัณฑ์ ปริมาณที่ใช้ 25-50 % ขึ้นกับคุณภาพ ชนิดและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์

7 โพลีเดกโตรส(polydextrose)เป็นสารที่ให้พลังงานต่ำคือ 1 กรัม ต่อ 1 แคลอรี่ ทำหน้าที่ได้เหมือนกับน้ำตาลแต่ไม่ทำให้เกิดความหวานในผลิตภัณฑ์ โพลีเดกโตรสสามารถละลายน้ำได้ โมเลกุลมีสาขามากมาย มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 1,500-18,000 ประกอบด้วย

- 0.5-5 %โดยโมลของโพลีคาร์บอกซิลิค แอซิด เอสเทอร์กรุ๊ป(polycarboxylic acid ester group)ซึ่งกรดอาจเป็นพวกซิตริค(citric) ฟูมาริค(fumaric) ทาร์ทาริค(tartaric) ซัคซินิค(succinic)อิทาโคนิค(itaconic) และมาลิค แอซิด (malic acid)

- 5-20 % โดยน้ำหนักของสารโพลีออล(polyol)ชนิดที่ยอมรับให้มีได้ในอาหารเช่น ซอร์บิทอล กลีเซอรอล(glycerol) อีริทริทอล erythritol ไซลิทอลxylitol, แมนนิทอลและกาแลคทิทอล (galactitol)

โพลีเดกโตรสสามารถใช้ได้ในรูปของนิวทรัลไลซ์ ลิควิด(neutralized liquid)30 %น้ำหรือในรูปผงกรด(acid powder) แต่อย่างไรก็ตามหากใช้ในรูปของผงกรดก็จะต้องนำมาทำให้เป็นกลางด้วยเบส เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ potassium hydroxide)

8 อื่นๆ อาจใช้ส่วนผสมของโพลีเดกโตรส 10-90 % กับฟรุคโตส 90-10 % ฟรุคโตสจะช่วยยับยั้งการตกผลึกcrystallization ของน้ำอันเนื่องมาจากการลดต่ำลงของจุดเยือกแข็ง ฟรุคโตสมีความหวานเป็น 1.5 เท่าของน้ำตาลชนิดอื่นเช่น น้ำตาลทราย จึงสามารถใช้ฟรุคโตสในปริมาณต่ำได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สารให้ความหวานเช่น แซคคาริน saccharin หรือแอสปาเทน aspartane)แทนฟรุคโตสได้โดยใช้ในปริมาณเพียงครึ่งเท่าของฟรุคโตส

โดยทั่วๆไปแล้วยิ่งปริมาณไขมันมีน้อยลงเท่าไร น้ำตาลก็จะยิ่งมีผลต่อผลิตภัณฑ์มากขึ้นเท่านั้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลและปริมาณไขมันในอาหารหวานแช่แข็งดังแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบโดยเฉลี่ยของไขมัน น้ำตาล ของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม และปริมาณของแข็งทั้งหมด จากตารางอธิบายได้ว่า เมื่อปริมาณของไขมันลดต่ำลง(ซึ่งจะพบในการเตรียมอาหารหวานแช่แข็งเพื่อใช้ลดน้ำหนัก)ปริมาณของน้ำตาล จะเป็นตัวช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของปริมาณของแข็งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบโดยเฉลี่ยในอาหารหวานแช่แข็ง

Composition	Ice Cream			Ice Milk			Sherbets			Water Ices		
	Per-cent	Cal./pt.[1]	Percent Cal.	Per-cent	Cal./pt.[1]	Percent Cal.	Per-cent	Cal./pt.[1]	Percent Cal.	Per-cent	Cal./pt.[1]	Percent Cal.
Fat	12	309	53	4	102	25	2	66	12	0	0	0
MSNF [4]	10	103	18	12	123	30	3	39	7	0	0	0
Sugar	15	171	29	16	182	45	32	464	81	35	570	100
Total Solids	37	582	100	32	407	100	37	569	100	35	570	100

2.3.3 น้ำ

น้ำในส่วนผสมจะช่วยในการละลายของสารอาหารต่างๆ อาจใส่ลงไปได้สูงถึง 40 % โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์โดยไม่รวมน้ำที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในสารอาหารเช่น นมพร่องมันเนย ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งและถูกนำมาบริโภค ส่วนของน้ำที่ยังไม่แข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็งเนื่องจากการลดต่ำลงของจุดเยือกแข็งโดยน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ น้ำในส่วนนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้โดยง่าย ในขณะเดียวกันส่วนของน้ำที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นผลึกน้ำแข็งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าปริมาณน้ำมากเกินไปจะทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งมากไป แต่หากน้ำน้อยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีโครงสร้างที่ไม่ดีพอและผลิตภัณฑ์ไม่เกิดความแข็ง

2.3.4 สารช่วยให้คงตัว

สารช่วยให้คงตัวที่เติมลงไปในส่วนผสมจะมีคุณสมบัติที่เด่นชัดอยู่ 2 ประการคือ

1 การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (hydration)

2 เกิดการฟอร์มโครงสร้างเจลขึ้น

เนื่องจากสารช่วยให้คงตัวหรือProtective colliodเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocooliod สามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ในส่วนผสมที่ประกอบด้วยไขมันสารช่วยให้คงตัวจะเกาะยึดติดกับเม็ดไขมันโดยแรงยึดที่ขั้วดีกใช้ไฮโดรโฟบิค กรุ๊ปhydrophobic group จับกับขั้วของเม็ดไขมันและใช้ไฮโดรฟิลิค กรุ๊ปhydrophilic group จับกับขั้วของน้ำ aqueoue medium จึงเกิดแรงยึดระหว่างเฟสขึ้นมีผลให้เกิดการอุ้มน้ำหรือยึดจับกับโมเลกุลของน้ำไว้ binding of water ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

ความเสถียรหรือความคงตัวของส่วนผสมจะมีมากที่สุดเมื่ออยู่ในสภาพของไฮโดรฟิลิค

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การใช้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ และห้ามดัดแปลงเนื้อหาก่อนนำไปใช้

ซัสเพนชั่น hydrophilic suspensio อนุภาคถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำและประจุ ส่วนผสมที่มีความเสถียรอีกชนิดหนึ่งอยู่ในสภาพของไฮโดรโฟบิค ซัสเพนชั่น (hydrophobic suspension) อนุภาคถูกล้อมรอบด้วยประจุแต่ไม่มีโมเลกุลน้ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของโปรตีนนมได้แก่ อุณหภูมิ ขบวนการที่เกี่ยวข้องกับความร้อน เกลือ ความเป็นกรด-ด่าง และการโยโมจีไนซ์ ไฮเดรชั่นเกิดได้มากที่สุดเมื่อความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 6.2-6.4

ส่วนการฟอร์มตัวของเจลจะช่วยเพิ่มค่าความหนืด (viscosity) ของส่วนผสมให้สูงขึ้น เจลจะแข็งตัวมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งทั้งหมดในของเหลว เจลจะแตกต่างจากการจับตัวเป็นก้อนหรือที่เรียกว่า coagulum โดยเจลที่สร้างขึ้นนั้นจะสามารถเปลี่ยนสถานะได้ทั้งในรูปเจลและของแข็ง (sol-gel transformation) แต่ถ้าเป็น coagulum จะไม่สามารถกลับอีกสถานะได้ โดยกลไกการเกิดเจลนั้นยังไม่ปรากฏแน่ชัด

<u>ผลของสารช่วยให้คงตัวในผลิตภัณฑ์</u>

ในผลิตภัณฑ์ถ้าผ่านการแช่แข็งที่ดีแล้ว ผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดเล็ก แต่ถ้าผลึกน้ำแข็งเกิดการละลายในระหว่างการเก็บรักษาแล้ว ผลึกน้ำแข็งจะไม่สามารถคงสภาพอยู่ได้เช่นเดิมเมื่อมีการทำให้แข็งอีกครั้งหนึ่งผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หยาบ ซึ่งสามารถแก้ไขโดยการแช่ผลิตภัณฑ์ไว้ในที่ที่อุณหภูมิต่ำตลอดเวลาและป้องกันมิให้อุณหภูมิของตู้แช่ไม่คงที่

การรักษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้คงสภาพอยู่ได้ก็โดยการเติมสารช่วยให้คงตัว ซึ่งสารช่วยให้คงตัวจะช่วยป้องกันมิให้ขนาดของผลึกน้ำแข็งเปลี่ยนไปโดยลดอัตราการละลายลงและยังช่วยป้องกันการเกิด heat shock อันเนื่องจากอุณหภูมิของตู้แช่ไม่คงที่ ซึ่งผลของการเติมสารช่วยให้คงตัวสามารถแยกได้ดังนี้

1 สารช่วยให้คงตัวจะป้องกันการก่อตัวเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่เพราะมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง (water-holding capacity) ทำให้เนื้อสัมผัสและลักษณะของผลิตภัณฑ์เนียน เรียบและไม่มีกลิ่นของสารช่วยให้คงตัว

2 เพิ่มความหนืดทำให้ผลิตภัณฑ์มีสภาพคงตัว ไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็งแต่มีผลต่อความสามารถในการตีขึ้นฟู (whipping ability) โดยเมื่อความหนืดเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ความสามารถในการตีขึ้นฟูลดลง

3 ป้องกันมิให้เนื้อสัมผัสหยาบ เนื่องจากอุณหภูมิไม่คงที่ขณะเก็บ

4 ต้านทานการละลายของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของสารช่วยให้คงตัวที่ใช้

- จะต้องสามารถรวมกับส่วนผสมได้เป็นอย่างดีและไม่จับตัวเป็นก้อน
- ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและถ้าเป็นไปได้ควรให้คุณค่าทางโภชนาการ
- ไม่ควรเพิ่มความหนืดของส่วนผสมมากจนเกินไป เพราะจะทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนอื่นโดยเฉพาะการทำให้แข็งตัวจะช้า
- ไม่ควรมีผลต่อการลดปริมาณโอเวอร์รันและข้อสำคัญจะต้องไม่เพิ่มเวลาในการตีปั่น
- ควรจะมีรสชาติที่เป็นธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดรสชาติที่ผิดปกติ
- ไม่ควรจะทำให้เกิดการแยกของเวย์จากทั้งส่วนผสมและจากผลิตภัณฑ์ที่ละลาย
- หาง่ายและราคาถูก

การเลือกใช้สารช่วยให้คงตัวจะต้องคำนึงถึง

1 คุณสมบัติ ผลและจุดประสงค์ในการเลือกใช้

2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้

ปริมาณสารช่วยให้คงตัวจะอยู่ระหว่าง 0.2–0.25 % โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ปริมาณที่ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามประสิทธิภาพของสารช่วยให้คงตัวที่ใช้

ชนิดของสารช่วยให้คงตัวที่ใช้เช่น โลคัส บีน กัม(locust bean gum) กอร์ กัม(guar gum) หารา กัท(tara gum) แซนธัม กัม(xanthum gum) คาราจีแนน(caragenan) เจลาติน (gelatin) โพรพิลีน ไกลคอล อัลจิเนต(propylene glycol alginate) เพคติน(pectin) โซเดียม อัลจิเนต(sodium alginate) ไมโครคริสตัลลีน เซลลูโลส(microcrystalline cellulose) เซลลูโลสไฟเบอร์(cellulose fiber) และเซลลูโลส เอสเทอร์(cellulose fiber) สารช่วยให้คงตัวที่จัดอยู่ในกลุ่มของเซลลูโลส เอสเทอร์คือ เมทิล เซลลูโลส(methyl cellulose) ไฮดรอกซี โพรพิล เซลลูโลส(hydroxy propyl cellulose) และไฮดรอกซี โพรพิล เมทิล เซลลูโลส(hydroxy propyl methyl cellulose)

สารช่วยให้คงตัวแต่ละตัวมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปเช่น อุณหภูมิในการละลายและปฏิกิริยาที่เกิดกับส่วนประกอบของส่วนผสม ในขณะที่เพคตินเป็นสารที่ทำให้เกิดความคงตัวที่ดีและเหมาะสำหรับพวกไอศกรีมผลไม้และไอศกรีมน้ำแต่เพคตินก็ไม่เหมาะสมสำหรับไอศกรีมมาตรฐาน สารอัลจิเนตละลายได้ดีในน้ำร้อนเท่านั้น แต่กอร์ กัมละลายได้ในขณะที่เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 สารที่ให้กลิ่นและรส

ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์จะเลือกกลิ่นและรสเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรก กลิ่นและรสของผลิตภัณฑ์เป็นผลที่ได้จากกลิ่นและรสทั้งหมดของส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เมื่อผสมรวมกัน ดังนั้นจึงมีผลต่อการยอมรับขั้นสุดท้ายของผู้บริโภคและเป็นการยากที่จะคาดคะเนว่าผลของส่วนผสมผลิตภัณฑ์จะมีผลต่อกลิ่นและรสอย่างไรบ้าง จึงทำให้การยอมรับกลิ่นและรสนั้นขึ้นอยู่กับกลุ่มลูกค้าแต่ละบุคคลในการชิมรสชาติที่พิเศษแตกต่างกันออกไป ถ้าจะใช้ผลไม้เพื่อเพิ่มกลิ่นและรสควรใช้ในช่วง 10–25 %โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

สารให้กลิ่นและรสแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1 กลิ่นและรสที่ได้จากธรรมชาติ เช่น วานิลา โคโค่ กาแฟ เครื่องเทศ ผลไม้

2 กลิ่นและรสที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น วานิลา ช็อคโกแลต

2.3.6 ของแข็งทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

ของแข็งทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ช่วยเพิ่มความเหนียว ปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (body and texture) ช่วยลดเวลาในการทำให้แข็ง ทำให้ปริมาณโอเวอร์รันสูงขึ้น แต่ถ้าปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่า 40–42 % จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดสูงยากต่อการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยเครื่องมือที่ต้องใช้ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นเพลท Plate heat exchanger

2.3.7 สรุปข้อดีและข้อเสียของส่วนผสมแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์

1 ของแข็งไม่รวมไขมันนม

ข้อดี – ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์
– ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน
– ราคาถูก

ข้อเสีย – ถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้เนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์หยาบ
– อาจเกิดรสเค็มและกลิ่นนมต้ม

2 สารให้ความหวาน

ข้อดี – ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์
– ส่งเสริมรสชาติ
– ราคาถูก

ข้อเสีย – ถ้าใช้มากเกินไปจะหวานจัด
– การแช่แข็งจะต้องใช้เวลานานและต้องใช้อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 สารช่วยให้ความคงตัว

ข้อดี – ให้เปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันที่พอเหมาะ

– ช่วยป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์ละลายเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

– ทำให้ส่วนผสมข้นหนืดสามารถนำมาปั่นได้

ข้อเสีย – ทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งเกินไป ถ้าใช้มากเกินไปจะไม่ละลาย

4 ของแข็งทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

ข้อดี – ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์เนียน

– ช่วยทำให้โครงสร้างดีขึ้น

ข้อเสีย – ทำให้เกิดลักษณะหนืด

– การแช่แข็งต้องเพิ่มความเย็นให้มากขึ้น

5 สารให้กลิ่นและรส

ข้อดี – เพิ่มการยอมรับจากผู้บริโภค

– ช่วยกลบกลิ่นที่ไม่ต้องการได้

ข้อเสีย – ถ้าใช้ไม่เหมาะสมจะทำให้ความต้องการของผู้บริโภคลดลง

– หากใช้มากไปอาจทำให้เกิดรสขมได้

6 น้ำ

ข้อดี – ช่วยเพิ่มปริมาตรผลิตภัณฑ์

ข้อเสีย – หากใส่มากเกินไปจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดต่ำลงเช่น ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีความคงตัวในการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์

วิธีการที่ใช้ในโรงงานจะมีขั้นตอนดังนี้คือ ผสมส่วนผสมต่างๆเข้าด้วยกัน (Mixing ingredient) ฆ่าเชื้อในส่วนผสม(Pasteurization)การโฮโมจีไนซ์(Homogenization) ทำให้เย็น(Cooling) การบ่ม(Aging) การแช่แข็ง (Frozen) บรรจุ (Packaging)เก็บในห้องเย็นจัด (Hardening storage)

1 ผสมส่วนผสมต่างๆเข้าด้วยกัน

นำวัตถุดิบที่เป็นของเหลวเช่น ครีม นม นมข้น น้ำเชื่อมและอื่นๆ ใส่ลงในภาชนะ คนพร้อมกับทำให้ร้อนแล้วเติมวัตถุดิบที่เป็นของแห้งเช่น ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน ไข่ โกโก้ น้ำตาลและสารช่วยให้คงตัวลงในส่วนที่เป็นของเหลว ก่อนที่ของเหลวจะมีอุณหภูมิสูงถึง 120 องศาฟาเรนไฮต์ วิธีป้องกันมิให้ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อนมีดังนี้คือ

- ผสมวัตถุดิบแห้งทั้งหมดกับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้าๆพร้อมกับคนไปเรื่อยๆ
- ร่อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลวขณะที่ของเหลวมีอุณหภูมิ 80 องศาฟาเรนไฮต์
- ครีมแช่แข็ง เนยหรือผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่จะใช้ในส่วนผสมควรตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ
- สีและกลิ่นจะเติมในส่วนผสมเป็นอันดับสุดท้ายก่อนนำส่วนผสมไปปั่น

2 ฆ่าเชื้อในส่วนผสม

การฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค อุณหภูมิมาตรฐานที่ใช้คือ 175 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 25 วินาที วิธีนี้จะช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3 การโฮโมจีไนซ์

ขั้นตอนนี้จะทำเพื่อให้ไขมันแทรกเข้าไปในเนื้อไอศกรีมอย่างสม่ำเสมอ โดยลดขนาดของเม็ดไขมันให้เล็กลง ให้มีขนาด 1-2 ไมครอน ขบวนการนี้จะช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม ทำให้การปั่นส่วนผสมเป็นไปได้ง่าย รวดเร็ว ใช้เวลาบ่มส่วนผสมไม่นานนัก และยังช่วยลดปริมาณสารช่วยให้คงตัวที่ใช้ให้น้อยลง

อุณหภูมิของส่วนผสมขณะโฮโมจีไนซ์ประมาณ 145-170 องศาฟาเรนไฮต์ ใช้เวลา 30 นาที ความดัน 2500-3000 ปอนด์/ตารางนิ้ว และลดเป็น 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ในภายหลัง หากใช้อุณหภูมิ 120-130 องศาฟาเรนไฮต์ในการโฮโมจีไนซ์แล้ว เม็ดไขมันจะจับเป็นก้อน มีความหนืดสูง และต้องใช้เวลานานในการปั่นส่วนผสม

4 การทำให้เย็น

หลังจากการโฮโมจีไนซ์แล้ว ต้องลดอุณหภูมิของส่วนผสมจนถึง 32-40 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าไม่ทำให้เย็นลงส่วนผสมจะเหนียว แบคทีเรียสามารถเจริญได้

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 การบ่ม

ก่อนทำการปั่นควรบ่มส่วนผสมก่อน มักใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง การบ่มทำโดยการเก็บส่วนผสมในห้องที่มีอุณหภูมิ 32–40 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งในระหว่างการบ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนผสมดังนี้

- เม็ดไขมันในส่วนผสมจะกลายเป็นไขมันแข็ง
- เจลาตินที่ใช้เป็นสารช่วยให้คงตัวจะอมน้ำและพองตัว
- ความหนืดของส่วนผสมจะสูงขึ้น

การบ่มทำเพื่อให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม ไม่เหลวง่ายและทำให้การตีปั่นง่ายขึ้น

6 การแช่แข็ง

ส่วนผสมที่บ่มแล้วนำมาเติมสีและกลิ่นแล้วใส่เครื่องปั่นเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากับอากาศและเกิดเกล็ดน้ำแข็งเล็กๆ ควรปั่นจนได้ความหนืดที่แน่นอน อุณหภูมิขณะปั่นประมาณ 21–23 องศาฟาเรนไฮต์ อาจสูงหรือต่ำกว่านี้ได้เล็กน้อยแล้วแต่ชนิดของเครื่องปั่น

การปั่นผลิตภัณฑ์หากใช้เวลาน้อย จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเนียน ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำจะเกิดเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก แต่ถ้าใช้เวลานานจะได้ผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่และทำให้เนื้อหยาบ

การปั่นมีวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่คือ

- เพื่อเพิ่มความเหนียวข้นของผลิตภัณฑ์
- ทำให้เกิดเกล็ดน้ำแข็ง
- เพื่อเพิ่มปริมาตร
- ช่วยให้ผสมผลไม้และกลิ่นรสได้ดีขึ้น

การปั่นจะสิ้นสุดลงเมื่อผลิตภัณฑ์มีความข้นเหนียวหรือเมื่อมีปริมาณอากาศและผลึกน้ำแข็งมากเพียงพอแล้ว

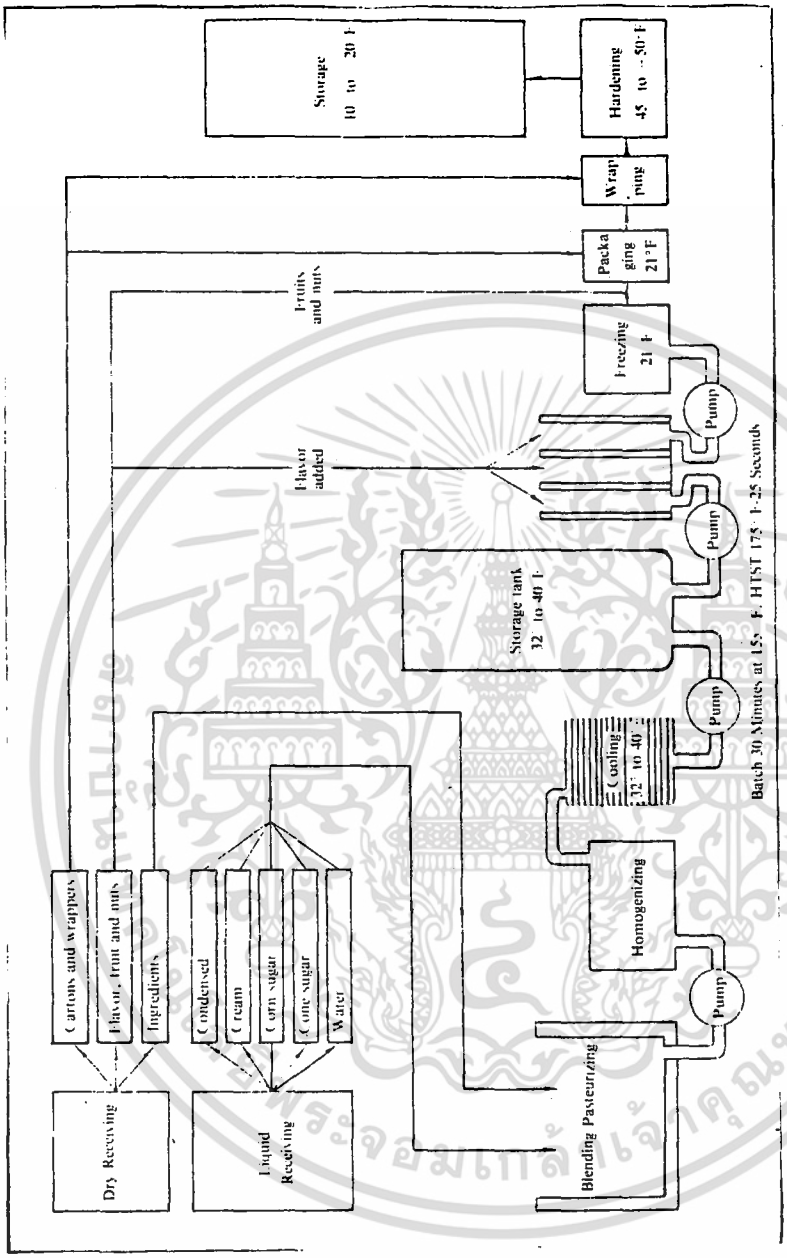
7 การบรรจุ

หลังจากปั่นแล้ว ผลิตภัณฑ์จะถูกบรรจุลงในภาชนะที่สะอาด เพื่อนำไปเก็บให้แข็งที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเวลา 4–12 ชั่วโมง ก่อนนำออกจำหน่าย

8 เก็บในห้องเย็น

นำผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเรียบร้อยแล้วมาเก็บที่อุณหภูมิ –20 ถึง –40 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเนียน ละเอียดไม่หยาบ ผลิตภัณฑ์ที่แข็งตัวแล้วอาจส่งจำหน่ายเลยทันทีหรือเก็บไว้ 1–2 อาทิตย์ แต่ส่วนมากจะเก็บไว้ในห้องเย็นจนกระทั่งจำหน่าย ระหว่างเก็บภาชนะบรรจุควรปิดสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการผลิตไอศกรีม

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 <u>ลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์</u>

- มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน
- มีโครงสร้างเนื้อนุ่มเหยาบ
- มีเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันที่เหมาะสม
- ไม่ละลายเร็วจนเกินไป
- มีลักษณะปรากฏน่ารับประทาน
- ตัดได้ง่าย
- เมื่อละลายแล้วยังมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันอยู่
- มีจุดเยือกแข็งที่เหมาะสม
- มีคุณค่าทางอาหารพอสมควร
- มีความกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน
- มีรสชาติดี
- ส่วนผสมที่นำมาปรุงแต่งมีคุณภาพดีและได้สัดส่วนตามชนิดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ
- ต้องมีแบคทีเรียไม่มากกว่า 50,000 ตัวต่อ 1 กรัมของผลิตภัณฑ์
- ต้องไม่มีแบคทีเรียชนิด E.Coli ใน 0.1 กรัมของผลิตภัณฑ์

2.6 <u>เปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน</u>

โอเวอร์รันหมายถึง ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์จากส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการอัดอากาศในระหว่างกระบวนการผลิต

การผลิตให้ผลิตภัณฑ์มีเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันสูง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรมากซึ่งมีความสำคัญต่อการทำเป็นธุรกิจ

2.6.1 <u>การคิดเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน</u>

มี 2 วิธีคือ คิดโดยปริมาตรและคิดโดยน้ำหนัก

คิดโดยปริมาตร ใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ โอเวอร์รันโดยปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรผลิตภัณฑ์} - \text{ปริมาตรส่วนผสม}}{\text{ปริมาตรส่วนผสม}} \times 100$$

ตัวอย่างเช่น ส่วนผสม 100 มิลลิลิตร เมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้วได้ 190 มิลลิลิตร

$$\% \text{ โอเวอร์รัน} = \frac{190-100}{100} \times 100 = 90$$

คิดโดยน้ำหนัก ใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ โอเวอร์รันโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนผสม} - \text{น้ำหนักผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักผลิตภัณฑ์}} \times 100$$

ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้ปอนด์เป็นหน่วยปริมาตรและได้น้ำหนักส่วนผสมเป็น 9.65และผลิตภัณฑ์ 5.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยน้ำหนัก

$$\% \text{ โอเวอร์รัน} = \frac{9.65-5.08}{5.08} \times 100 = 90$$

2.6.2 ปัจจัยที่ละทำให้เปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันน้อย

- เมื่อใช้เจลาตินแล้วมีเวลาบ่มไม่เพียงพอ
- ความเย็นของเครื่องปั่นไม่เย็นจัด
- การโฮโมจีไนซ์ไม่ดี
- ใส่ส่วนผสมลงในเครื่องปั่นมากเกินไป
- อัตราเร็วของเครื่องปั่นไม่เพียงพอ
- มีความข้นเหนียวจากน้ำตาลทรายมากเกินไป

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันของผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ

ผลิตภัณฑ์	Overrun (%)
Ice cream, packaged	70-80
Ice cream, bulk	90-100
Sherbet	30-40
Ice	25-30
Soft ice cream	30-50
Ice milk	50-80
Milk shake	10-15

ที่มา : หนังสือนมและผลิตภัณฑ์นม 2531

2.7 <u>พลังงานและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์</u>

ไอศกรีมเป็นแหล่งของพลังงานและความร้อน ดังนั้นอาจใช้ไอศกรีมเป็นอาหารเพื่อใช้เพิ่มน้ำหนักหรือลดน้ำหนักได้ตามต้องการ โดยการเลือกชนิดของไอศกรีมหรือส่วนผสมของไอศกรีมที่เหมาะสม

<u>ปริมาณพลังงานในไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง</u>

ปริมาณแคลอรี่ในไอศกรีมจะขึ้นอยู่กับ

คาร์โบไฮเดรท รวมถึงแลคโตส สารให้ความหวาน ผลไม้ หรือกลิ่นและรส

โปรตีน รวมถึงโปรตีนในนมหรือแหล่งของโปรตีนอื่นๆเช่น ไข่หรือสารให้ความคงตัว

ไขมัน จากแหล่งผลิตภัณฑ์นม ไข่ โกโก้

คาร์โบไฮเดรท ให้พลังงาน 3.87 แคลอรี่

97118
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน	ให้พลังงาน	4.27	แคลอรี่
ไขมัน	"	8.79	"

ตัวอย่างการคำณวนพลังงานในผลิตภัณฑ์

ในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีไขมันนม 14 % ของแข็งไม่รวมไขมันนม 9 % น้ำตาลทราย 13 % และสารช่วยให้คงตัว 0.5 %

โดยมี แลคโตสประกอบอยู่ในส่วนของของแข็งไม่รวมไขมันนม 52 %

โปรตีน " " 36 %

สามารถคำณวนพลังงานได้ดังนี้

ก) พลังงานที่ได้รับจากคาร์โบไฮเดรท

$(13 + (0.52 \times 9)) \times 3.87 = 68.42$ แคลอรี่

ข) พลังงานที่ได้รับจากโปรตีน

$(0.5 + (0.36 \times 9)) \times 4.27 = 15.97$ แคลอรี่

ค) พลังงานที่ได้รับจากไขมัน

$(14 \times 8.79) = 123.06$ แคลอรี่

รวมพลังงานทั้งหมดที่ได้รับ = 207.45 แคลอรี่

จำนวนแคลอรี่ที่ได้รับจากการรับประทานไอศกรีมจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณและส่วนผสม การคำนวณจำนวนแคลอรี่จากไอศกรีมที่รับประทานในแต่ละครั้งจำเป็นต้องทราบน้ำหนักของไอศกรีมที่แน่นอน

<u>คุณค่าทางโภชนาการของไอศกรีม</u>

โปรตีน

โปรตีนในนมมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบและเป็นแหล่งของ tryptophan และ lysine จำนวนมาก โปรตีนมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตคือช่วยทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย

ไขมัน

ไขมันในนมมีกรดไขมันอย่างน้อยที่สุดถึง 60 ชนิด อาจเป็นพวกคลอเรสเตอรอล เลซิติน และโนโดฟีรอลอยู่ด้วย ไขมันนมเป็นแหล่งพลังงานอันดับแรก มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายและวิตะมินที่พบในไขมันจำนวนมาก

คาร์โบไฮเดรท

เป็นแหล่งพลังงานและความร้อนของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 แร่ธาตุในผลิตภัณฑ์

จะมีสารอนินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายเช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โซเดียม ซัลเฟอร์ ทั้งแมกนีเซียมและซัลเฟอร์ธาตุเหล่านี้ต้องการเป็นส่วนใหญ่และที่ต้องการเป็นส่วนน้อยได้แก่ ทองแดง ไอโอดีน แมงกานีส สังกะสี ฟลูออลีน โมลิบดินัม และซิลิเนียม

นมและผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เป็นแหล่งของแคลเซียม ฟอสฟอรัสและแร่ธาตุที่จำเป็นอื่นๆ ถ้ามีแลคโตสมากจะช่วยในการดูดซึมแคลเซียมได้มาก ซึ่งเด็กและวัยรุ่นต้องการในการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

วัตถุดิบ

- หางนมผง
- น้ำตาลทราย
- น้ำเชื่อมข้าวโพด
- สารช่วยให้คงตัว คือ เจลาติน
- สารให้กลิ่นและรส คือ Vanilla Flavor Powder SAF-8096
- น้ำ

อุปกรณ์

- เครื่องชั่ง รุ่น Model Mettler PE 3080
- กาละมัง
- เครื่องปั่นไอศกรีม CATTASRICA Machine Type Sorbetto
- ตู้แช่แข็ง Sanyo รุ่น SCF-600LA
- ตู้เย็นเพื่อบ่มส่วนผสม
- ช้อน
- รีเฟลคโตมิเตอร์
- เตาแกส
- ฟิลม์ยืดเพื่อปิดภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14104

3.2 สิ่งที่ทำการศึกษา

3.2.1 ศึกษาปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันนมที่เหมาะสม

ปริมาณไขมันเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม โดยวิธี

ปริมาณโอเวอร์รันเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม

ปริมาณพลังงานจากผลิตภัณฑ์ 100 กรัม

ทำการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปีที่ 4 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง จำนวน 10 คน ทำการทดสอบโดยการตอบแบบสอบถามแบบ Hedonic scale เพื่อเปรียบเทียบลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้คือสี กลิ่น เนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก รสชาติ เนื้อสัมผัสภายหลังรับประทานและการยอมรับทั่วๆไป และทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการนำคะแนนจากการทดสอบแบบ Hedonic scale มาวิเคราะห์แบบ Analysis of variance และ Duncan's new multiple range test

การทดลองใช้ปริมาณหางนมผงในส่วนผสม 12 %, 13 %และ 14% น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % เจลาติน 0.5 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำประมาณ 60-70 %

3.2.2 ศึกษาปริมาณของสารให้ความหวานที่เหมาะสม

ปริมาณโอเวอร์รันเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทราย

แหล่งของสารให้ความหวานที่ทำการศึกษาคือ น้ำตาลทราย ทดลองใช้ในปริมาณ 5 %, 6 %และ 7 % วิธีการศึกษาจะเหมือนกับการศึกษาปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม ส่วนผสมอื่นๆจะใช้หางนมผง 13 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % เจลาติน 0.3 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำประมาณ 60-70 %

3.2.3 ศึกษาปริมาณสารช่วยให้คงตัวที่เหมาะสม

แหล่งของสารช่วยให้คงตัวคือ เจลาติน ปริมาณที่ทำการศึกษาคือ 0.1 %, 0.2 %, 0.3 %, 0.4 %และ 0.5 % วิธีการศึกษาจะเหมือนกับการศึกษาปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม ส่วนผสมอื่นๆจะใช้หางนมผง 13 % น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำประมาณ 60-70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนมที่เหมาะสม

ปริมาณหางนมผงที่ใช้คือ 12 %, 13 %และ14 % โดยมีองค์ประกอบอื่นๆคือ น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % เจลาติน 0.3 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำ 60–70 % ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม

การทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เมื่อปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม		
	12 %	13 %	14 %
สี	5.3	5.5	5.3
กลิ่น	5.5	5.7	5.4
ลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก	5.5	5.6	5.5
รสชาติ	5.4	5.6	5.5
ลักษณะเนื้อสัมผัสภายหลังรับประทาน	5.5	5.7	5.4
การยอมรับทั่วไป	5.5	5.6	5.4

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ลักษณะทางด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก รสชาติ เนื้อสัมผัสภายหลังรับประทานและการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 12 %, 13 %และ 14 %จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ตัวอย่างที่มีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 13 % จะได้รับการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุดเพราะมีเนื้อสัมผัสที่เนียนและมีกลิ่นนมไม่มากนัก ดังนั้นสรุปได้ว่าควรใช้ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 13 %และจะนำปริมาณนี้ไปใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ เมื่อมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 12 %, 13 % และ 14 % การทดลองจะสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาจากหลายๆจุดในภาชนะ พบว่ามีปริมาณไขมันอยู่น้อยมากคือ เมื่อทำการทดสอบโดยวิธี Gerber Method แล้วพบว่า ชั้นของไขมันที่แยกออกมาจากชั้นของส่วนผสมมีน้อยมากจนไม่สามารถจะอ่านค่าได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าไม่มีปริมาณไขมัน

การศึกษาปริมาณโอเวอร์รัน เมื่อมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 12 %, 13 %และ 14 % โดยคิดจากน้ำหนักของส่วนผสมและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ที่ปริมาตรเดียวกัน โดยมีองค์ประกอบอื่นๆดังนี้คือ น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % เจลาติน 0.3 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อย และน้ำ 60–70 % ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันโดยเฉลี่ย

ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม (%)	ค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันโดยเฉลี่ย (%)
12	52
13	52.8
14	52.1

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนมแล้ว ปริมาณโอเวอร์รันจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนมแต่เมื่อใช้ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 14 % พบว่าปริมาณโอเวอร์รันลดลง อาจเป็นเพราะใช้ของแข็งไม่รวมไขมันนมมากเกินไปจึงทำให้ปริมาณโอเวอร์รันลดลง

การศึกษาปริมาณพลังงานที่ได้รับโดยคำนวณจากสัดส่วนองค์ประกอบที่มีในผลิตภัณฑ์ โดยมีองค์ประกอบดังนี้คือ ของแข็งไม่รวมไขมันนม 13 % น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % เจลาติน 0.3 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำ 60–70 % พบว่า ปริมาณพลังงานที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์ 100 กรัม จะมีค่า 113.3 แคลอรี่ ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าพลังงานที่ได้รับจากไอศกรีม 100 กรัม จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำนี้นอกจากจะเหมาะที่จะใช้เป็นอาหารลดน้ำหนักแล้ว ยังสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับคนเป็นโรคเบาหวานได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาปริมาณสารให้ความหวานที่เหมาะสม

ปริมาณน้ำตาลทรายที่ใช้คือ 5 %, 6 %และ 7 % โดยมีองค์ประกอบอื่นๆคือ ของแข็งไม่รวมไขมันนม 13 % เจลาติน 0.3 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำ 60–70 % ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

การทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เมื่อปริมาณน้ำตาลทราย		
	5 %	6 %	7 %
สี	4.6	4.7	5.2
กลิ่น	5.5	5.5	5.6
เนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก	4.4	4.6	5.4
รสชาติ	5.4	5.4	5.5
เนื้อสัมผัสภายหลังการรับประทาน	1.6	2.4	5.5
การยอมรับทั่วไป	1.7	2.1	5.4

จากผลการทดลองจะพบว่า ลักษณะทางด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอกและรสชาติ จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ปริมาณน้ำตาลทราย 7 % จะได้รับคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสภายหลังการรับประทานและการยอมรับทั่วไปจะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความมั่นใจ 95 % โดยพบว่าปริมาณน้ำตาลทราย 7 % จะได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและได้รับการยอมรับมากที่สุดเพราะ มีเนื้อสัมผัสที่เนียนเรียบ เป็นเนื้อเดียวกัน มีสีออกขาว และไม่เป็นเนื้อทราย

การที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ที่มีน้ำตาลทราย 5 %และ 6 %เป็นเพราะปริมาณน้ำตาลทรายที่ต่ำเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดลักษณะเนื้อทราย เมื่อรับประทานแล้วจะรู้สึกมีเม็ดๆอยู่ภายในซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ ไว้ประมาณ 2–3 วัน สีของผลิตภัณฑ์จะออกเป็นสีเหลืองเข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาปริมาณโอเวอร์รัน เมื่อมีปริมาณน้ำตาลทราย 5 %, 6 %และ 7 % โดยคิดจากน้ำหนักของส่วนผสมและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ที่ปริมาตรเกียวกัน ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันโดยเฉลี่ย

ปริมาณน้ำตาลทราย (%)	ค่าโอเวอร์รันโดยเฉลี่ย (%)
5 %	59.1
6 %	54.3
7 %	51.8

จากการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำตาลทราย 5 % จะให้เปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันสูงที่สุดและปริมาณเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันจะลดลงตามปริมาณน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำตาลทรายจะทำให้ส่วนผสมเกิดความเหนียว ส่วนผสมจะจับตัวกันมากขึ้นเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันจะยิ่งลดน้อยลง แต่ถึงแม้ปริมาณน้ำตาลทราย 5 %จะให้ปริมาณโอเวอร์รันสูงสุดก็ตามแต่ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดลักษณะเนื้อทรายผู้บริโภคจึงไม่ยอมรับ ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณน้ำตาลทราย 7 % ถึงแม้ว่าจะให้ปริมาณโอเวอร์รันต่ำกว่าก็ตาม

4.3 <u>การศึกษาปริมาณสารช่วยให้คงตัวที่เหมาะสม</u>

ปริมาณของเจลาตินที่ใช้คือ 0.1 %, 0.2 %, 0.3 %, 0.4 %และ 0.5 % โดยมีองค์ประกอบอื่นๆคือ ของแข็งที่ไม่รวมไขมันนม 13 % น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำ 60–70 % ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของสารช่วยให้คงตัว

การทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เมื่อปริมาณสารช่วยให้คงตัว		
	0.3 %	0.4 %	0.5 %
สี	5.3	5.3	5.4
กลิ่น	5.5	5.5	5.6
เนื้อสัมผัสที่เห็นภายนอก	5.5	5.4	5.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เมื่อมีปริมาณสารช่วยให้คงตัว		
	0.3 %	0.4 %	0.5 %
รสชาติ	5.5	5.4	5.5
เนื้อสัมผัสภายหลังรับประทาน	5.5	5.6	5.6
การยอมรับทั่วไป	5.5	5.5	5.6

จากการทดลองจะพบว่า ปริมาณเจลาติน 0.3 %, 0.4 %และ 0.5 % จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %ของลักษณะในด้านต่างๆ จึงเลือกใช้ปริมาณเจลาติน 0.3 % เพราะการใช้ปริมาณน้อยลงทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง ส่วนปริมาณเจลาติน 0.1 %และ 0.2 %นั้นไม่เพียงพอที่จะทำให้ส่วนผสมเกิดลักษณะเจลขึ้นได้ จึงไม่สามารถที่จะนำมาตีปั่นได้

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยในการบริโภคของแต่ละคน คือบางคนชอบรสหวานมากก็จะไม่รู้สึกว่าผลิตภัณฑ์นี้หวานเกินไป และก็ไม่สามารถที่จะลดปริมาณน้ำตาลลงให้ต่ำกว่า 7 %เพราะจะทำให้เกิดลักษณะที่ไม่ดีขึ้นในผลิตภัณฑ์ และถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์จะได้รับการยอมรับแต่ก็ยังมีข้อที่ต้องแก้ไขคือ รสชาติที่ค่อนข้างหวานเนื่องจากปริมาณน้ำตาลทราย เนื้อสัมผัสและโครงสร้างเนื่องจากในไอศกรีมทั่วๆไป โครงสร้างจะมีโพรงอากาศแทรกอยู่ มีลักษณะอ่อนนุ่ม แต่ผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตได้จะมีโพรงอากาศแทรกอยู่น้อยและค่อนข้างแข็ง จำเป็นต้องมีการแก้ไขและปรับปรุง

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

ปริมาณโอเวอร์รันในผลิตภัณฑ์ค่อนข้างต่ำ อาจแก้ไขได้โดยการใช้เครื่องปั่นไอศกรีมที่มีระบบอัดฉีดแก๊สจะช่วยให้ปริมาณโอเวอร์รันสูงขึ้นได้

กลิ่นและรสที่ใส่ในผลิตภัณฑ์จะมีความสำคัญมากต่อผลิตภัณฑ์เพราะน้ำเชื่อมข้าวโพดที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นและรสภายหลังการรับประทาน After taste ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคเป็นอย่างมากแต่สามารถลดกลิ่นและรสที่เกิดขึ้นนี้ได้ โดยใช้กลิ่นสังเคราะห์ต่างๆเช่น วานิลา ทำให้ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น แต่ไม่ควรใช้กลิ่นและรสในปริมาณมากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดรสขมขึ้นและเกิดกลิ่นแรงมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

องค์ประกอบที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ หางนมผง 13 % น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % เจลาติน 0.3 % สารให้กลิ่นและรสเล็กน้อยและน้ำ 60–70 % ปริมาณไขมันเมื่อทดสอบด้วยวิธี Gerber Method พบว่ามีน้อยมากจนอาจกล่าวได้ว่าไม่มีปริมาณไขมัน ปริมาณพลังงานจะให้ 113.3 แคลอรี่ต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม และปริมาณโอเวอร์รันมีประมาณ 52 %และจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารให้ความหวานลดลงและเมื่อปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนมเพิ่มขึ้นแต่หากเพิ่มของแข็งไม่รวมไขมันนมมากเกินไป ปริมาณโอเวอร์รันอาจลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ 2532 เทคโนโลยีการแปรรูปนม ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วรรณา ตั้งเจริญชัย , และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ 2531 นมและผลิตภัณฑ์นม โอ . เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์ กรุงเทพ ฯ 36 หน้า

เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรวิชา เทคโนโลยีอาหารนม ครั้งที่ 4 สถานีบำรุงพันธ์สัตว์ เชียงใหม่ 24 หน้า

Berry , H. 1965 Formution and Method For Determining The Proportion of Fat in Dairy Products. USA 6 p

Daniels , Roger ;973 Sugar Substitutes and Enhancers England 230-237 p

Mattson , H and A, Volpenhein 1968 Low calorie Fat Containing Food Composition USA 10 p

Schnee,an , 0 1986 Fats in The Diet Why and Where ? Food Technology 12 115-120

Schwartz , M.E 1974 Confections and Candy Technology USA 14 p

Zeller , L.1985 Low Calirie Dairy Product USA 5 p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางเคมี

การศึกษาปริมาณไขมัน

จะใช้วิธีการวิเคราะห์ของ Gerber Method ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งใน Volumetric Method

อุปกรณ์และสารเคมี

- Gerber butyrometer
- pipette 10 ml
- Sulfuric acid (conc)
- Amyl alcohol
- Centrifuge
- water bath

วิธีการทดสอบ

- ปิเปตกรดซัลฟุริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Gerber butyrometer (พยายามไม่ให้กรดเลอะคอขวด)
- ผสมตัวอย่างที่จะหาไขมันให้เข้ากันดี
- ปิเปตตัวอย่างมา 11 มิลลิลิตร ค่อยๆปล่อยลงในหลอด Gerber การปิเปตตัวอย่างจะเลือกสุ่มจากหลายๆจุดในภาชนะที่บรรจุตัวอย่าง
- เติม Amyl alcohol 1-2 มิลลิลิตร ปิดจุกหลอด Gerber ให้แน่น
- กลับหลอด Gerber ไปมาจนของเหลวเข้ากันดี
- นำไป Centrifuge ประมาณ 5 นาที
- นำไปแช่ใน water bath 65 องศาเซลเซียสจนกว่าปริมาณไขมันไม่เพิ่มขึ้นอีก
- อ่านระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันจากหลอด Gerber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

<u>วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งที่ใช้ในการทดลอง</u>

- ชั่งส่วนผสมของ หางนมผง น้ำตาลทราย น้ำเชื่อมข้าวโพด เจลาติน วานิลา น้ำ
- ผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน นำไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 60–70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15–20 นาที
- หั่นส่วนผสมให้เย็นลง
- ปิดภาชนะด้วยฟิลม์ นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2–10 องศาเซลเซียส ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง ปกติจะใช้ 24 ชั่วโมงเพื่อบ่ม
- นำส่วนผสมออกมาตีปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีมเป็นเวลา 20–30 นาที
- เมื่อครบเวลาตักออกจากเครื่องปั่นแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศา–เซลเซียสจนผลิตภัณฑ์แข็งสามารถนำมาบริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

___/___/___

ผลิตภัณฑ์ _____

ผู้ชิม เพศ ____ อายุ ____ ปี

การทดสอบนี้ ผู้ทดสอบจะได้รับผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็ง สิ่งที่ต้องการให้ทดสอบคือสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทานและการยอมรับทั่วไป

การให้คะแนน

7	คะแนน	คือ	ชอบมากที่สุด
6	"	"	ชอบมาก
5	"	"	ชอบเล็กน้อย
4	"	"	เฉยๆ
3	"	"	ไม่ชอบเล็กน้อย
2	"	"	ไม่ชอบมาก
1	"	"	ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางให้คะแนน

การทดสอบ / ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัสที่เห็นภายนอก	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน	การยอมรับทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การคำนวณพลังงานในผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็ง

คำนวณปริมาณพลังงานของอาหารหวานแช่แข็ง คิดโดยใช้องค์ประกอบเมื่อมีของแข็งไม่รวมไขมันนม 12 %, 13 %และ 14 % น้ำตาลทราย 7 % น้ำเชื่อมข้าวโพด 10 % เจลาติน 0.3 %

ปริมาณพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต	3.87	แคลอรี่
" " โปรตีน	4.27	"
" " ไขมัน	8.79	"

ในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม เมื่อมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 12 %

1) $(10 + 7 + (12 \times 0.52)) \times 3.87 = 89.94$ แคลอรี่
2) $(0.30 + (12 \times 0.36)) \times 4.27 = 19.73$ "
3) $(0 \times 8.79) = 0$ "

รวมพลังงานทั้งหมดที่ได้รับ = 109.67 "

ในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม เมื่อมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 13 %

1) $(10 + 7 + (13 \times 0.52)) \times 3.87 = 92.0$ แคลอรี่
2) $(0.30 + (13 \times 0.36)) \times 4.27 = 21.3$ "
3) $(0 \times 8.79) = 0$ "

รวมพลังงานทั้งหมดที่ได้รับ = 113.3 "

ในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม เมื่อมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 14 %

1) $(10 + 7 + (14 \times 0.52)) \times 3.87 = 94.0$ แคลอรี่
2) $(0.30 + (14 \times 0.36)) \times 4.27 = 22.8$ "
3) $(0 \times 8.79) = 0$ "

รวมพลังงานทั้งหมดที่ได้รับ = 116.8 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ Analysis of variance และ Duncan's new multiple range test ของผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำที่มีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม 12 % 13 %และ 14 %

ตารางที่ จ1 แสดงค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านสี

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.27	0.01	0.04	3.3541
Error	27	6.7	2.7		
Total	29	6.97		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ2 ค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านกลิ่น

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.47	0.0174	0.067	3.3541
Error	27	7	0.2593		
Total	29	7.47		NS	

ตารางที่ จ3 ค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.07	0.0026	0.0095	3.3541
Error	27	7.4	0.2741		
Total	29	7.47		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ4 ค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านรสชาติ

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.2	0.0074	0.0274	3.3541
Error	27	7.3	0.2704		
Total	29	7.5		NS	

ตารางที่ จ5 ค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.47	0.0174	0.067	3.3541
Error	27	7	0.2593		
Total	29	7.47		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ6 ค่า Analysis of variance ของการยอมรับทั่วไป

Source of variation	Degree of freedon	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	7.47	0.2767	2.02	3.3541
Error	27	3.7	0.1370		
Total	29	11.17		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงค่าAnalysis of variance และDuncan's new multiple range test ของผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำที่มีน้ำตาลทราย 5 %, 6 %และ 7 %

ตารางที่ จ7 ค่า Analysis of varianceของลักษณะทางด้านสี

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	9.37	0.347	0.787	3.3541
Error	27	11.9	0.441		
Total	29	21.27		NS	

ตารางที่ จ8 ค่า Analysis of varianceของลักษณะทางด้านกลิ่น

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.07	0.0026	0.075	3.3541
Error	27	0.938	0.035		
Total	29	1.008		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ9 ค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	5.6	0.2074	0.778	3.3541
Error	27	7.2	0.2667		
Total	29	12.8		NS	

ตารางที่ จ10 ค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านรสชาติ

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	7.37	0.273	1.99	3.3541
Error	27	3.6	0.137		
Total	29			NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ11 ค่า Analysis of varianceของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	84.87	3.143	8.52	3.3541
Error	27	9.96	0.369		
Total	29	94.17		*	

ตาราง จ12 ค่า Duncan's new multiple range test ของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน

Number of Treatment mean	2	3
SSR	3.08	3.23
LSR(P0.05)	0.188	0.197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ13 ค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านการยอมรับทั่วไป

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	76.3	2.83	3.41	3.3541
Error	27	22.4	0.83		
Total	29	98.7		*	

ตารางที่ จ14 ค่า Duncan's new multiple range test ของลักษณะทางด้านการยอมรับทั่วไป

Number of Treatment mean	2	3
SSR	3.08	3.23
LSR(P0.05)	0.28	0.294

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงค่าAnalysis of variance และ Duncan's new multiple range test ของผลิตภัณฑ์อาหารหวานแช่แข็งชนิดไขมันต่ำที่มีปริมาณเจลาติน 0.3 %, 0.4 % และ 0.5 %

ตารางที่ จ15 ค่าAnalysis of variance ของลักษณะทางด้านสี

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.07	0.0026	0.011	3.3541
Error	27	6.6	0.2444		
Total	29	6.67		NS	

ตารางที่ จ16 ค่า Analysis of varianceของลักษณะทางด้านกลิ่น

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.47	0.0174	0.067	3.3541
Error	27	7	0.2593		
Total	29	7.47		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ17 ค่า Analysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสที่มองเห็นภายนอก

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	7.37	0.273	1.93	3.3541
Error	27	3.6	0.137		
Total	29	10.97		NS	

ตารางที่ จ18 ค่า Analysis of variance ของลักษณะทางด้านรสชาติ

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	7.5	0.2778	3.125	3.3541
Error	27	2.4	0.0889		
Total	29	9.9		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ19 ค่าAnalysis of variance ของลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อรับประทาน

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.07	0.0026	0.0096	3.3541
Error	27	7.3	0.2704		
Total	29	7.37		NS	

ตารางที่ จ20 ค่าAnalysis of variance ของลักษณะทางด้านการยอมรับทั่วไป

Source of variation	Degree of freedom	SS	Mean Square	F	
				cal	table
Treatment	2	0.07	0.0026	0.0095	3.3541
Error	27	7.4	0.2740		
Total	29	7.47		NS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้