

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไอศกรีมผง

(Ice Cream Powder)



นาย อรรถพล เจริญพัทธ์



T096891

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปพ.

พ.ศ. 2542

๐๖๖๑๐

๒๕๔๒

สาขา.....

เลขทะเบียน..... 96891

วันที่..... 5 JUN 2009

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่มีกรรมสิทธิ์ทางลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ไอศกรีมผง
Ice Cream Powder

โดย

นาย อรรถพล เจริญพักตร์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... ไมหนุท สันโสภาณ 19 / 3 / 42
(อ.ชมพูนุท สันโสภาณ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน..... 1250 พ.ศ. 42

..... 2
.....
.....
..... ๑35๗๑
..... ๒54๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรรถพล เจริญพักตร์. 2542. : ไอศกรีมผง (Ice cream powder). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

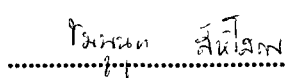
อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์ ชมพูนุท สีห์โสภณ

ไอศกรีม คือ ผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งที่ได้รับความนิยมและรับประทานกันอย่างแพร่หลาย และ มีอยู่มากมายหลายชนิด ปัจจุบันไอศกรีมมีการแข่งขันทางการตลาดสูงไม่ว่าจะเป็น ตัวผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุ หรือ การโฆษณา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาแนวทางใหม่เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น

ในการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมผง ทำการทดลองโดยศึกษาถึงกระบวนการผลิต 2 วิธี คือ วิธี Spray drying โดยให้ อุณหภูมิลมเข้า 180 °C อุณหภูมิลมออก 100 °C และ อัตราการป้อน 4.5 ml/s. และ วิธี Dry mixing พบว่า เมื่อนำมาคั้นรูปในอัตราส่วน 1 : 1 ผู้บริโภคให้การยอมรับไอศกรีมผงที่ได้จากวิธีการ Dry mixing มากที่สุด เมื่อนำไอศกรีมผงที่ผ่านการทดสอบในขั้นแรกมาทดสอบอัตราส่วนการคั้นรูประหว่าง น้ำ:ไอศกรีมผง 1 : 1 2 : 3 และ 1 : 2 ตามลำดับ ผลปรากฏว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับในอัตราส่วนการคั้นรูประหว่าง น้ำ:ไอศกรีมผงเท่ากับ 2 : 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพไอศกรีมผงที่ได้จากวิธีการ Dry mixing มี ปริมาณของแข็งทั้งหมด 97.25 % ปริมาณโปรตีน % ปริมาณไขมัน 25.60 % ปริมาณกรด 0.03 % ค่าสี L = 80.99 a = 4.00 b = 12.41 ความชื้น 2.87 % ความสามารถในการละลาย ค่า Water activity 0.246 ค่า Over run 21.67 %



ลายมือชื่อนักศึกษา



ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

19/3/42

วัน / เดือน / ปี

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดีนั้น ทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ชมพูนุท สีห์โสภณ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไข ปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และ ท่านคณะกรรมการ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการศึกษาอย่าง คีตยงตลอดมา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ เครื่องมือ และ สารเคมี ต่างๆ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกระหว่างการปฏิบัติงาน รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอย่างดี จน ได้รับความ สำเร็จ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	a
กิตติกรรมประกาศ	b
สารบัญ	c
สารบัญตาราง	e
สารบัญภาพ	g
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
ไอศกรีม	2
ชนิดของ ไอศกรีม	2
โครงสร้างทางฟิสิกส์ของ ไอศกรีม	3
องค์ประกอบของ ไอศกรีม	4
กรรมวิธีการผลิต ไอศกรีม	7
การทำแห้ง	10
การทำแห้งแบบสเปรย์คราย	10
ขั้นตอนการทำแห้งแบบสเปรย์คราย	10
อิทธิพลของตัวแปรในการดำเนินงาน	15
การบรรจุและเก็บรักษา	16
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
4. ผลการทดลอง	21
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27
ภาคผนวก ก	28
ภาคผนวก ข	33

	หน้า
ภาคผนวก ค	36
ภาคผนวก ง	47
ภาคผนวก จ	48
ภาคผนวก ฉ	49
ประวัติผู้เขียน	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ตารางแสดงองค์ประกอบที่เหมาะสมของ ไอศกรีม	4
2. ตารางแสดงความสำคัญขององค์ประกอบ ไอศกรีม	6
3. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมี	21
4. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ	21
5. ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	22
6. ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	23
ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งระหว่างการผลิต ไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	36
2. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ โปรตีนระหว่างการผลิต ไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	36
3. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ ไขมันระหว่างการผลิต ไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	37
4. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดระหว่างการผลิต ไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	37
5. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นระหว่างการผลิต ไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	38
6. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาค่า Water activity ระหว่างการผลิต ไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	38
7. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาค่า Over run ระหว่างการผลิต ไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	39
8. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาค่าสี L ระหว่างการผลิต ไอศกรีม ผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	39

9. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาค่าสี a ระหว่างการผลิตไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	40
10. การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการวิเคราะห์หาค่าสี b ระหว่างการผลิตไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	40
11. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านสีระหว่างการผลิตไอศกรีมผงโดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	41
12. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านกลิ่นรระหว่างการผลิตไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	41
13. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความหวานระหว่างการผลิตไอศกรีม ผงโดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	42
14. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความมันระหว่างการผลิตไอศกรีมผง โดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	42
15. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความเนียนระหว่างการผลิตไอศกรีม ผงโดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	43
16. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความชอบรวมระหว่างการผลิต ไอศกรีมผงโดยวิธี Spray drying กับ วิธี Dry mixing (ANOVA TABLE)	43
17. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านสีระหว่างไอศกรีมผงที่อัตราส่วนการ คั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)	44
18. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านกลิ่นรระหว่างไอศกรีมผงที่อัตรา ส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)	44
19. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความหวานระหว่างไอศกรีมผงที่ อัตราส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)	45
20. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความมันระหว่างไอศกรีมผงที่อัตรา ส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)	45
21. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความเนียนระหว่างไอศกรีมผงที่ อัตราส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)	46
22. การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความชอบรวมระหว่างไอศกรีมผงที่ อัตราส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)	46

สารบัญภาพ

รูปภาพที่	หน้า
1. รูปภาพแสดงลักษณะหัวฉีดแบบ Pressure nozzle	11
2. รูปภาพแสดงลักษณะหัวฉีดแบบ Two-fluid nozzle	11
3. รูปภาพแสดงลักษณะหัวฉีดแบบ Centrifugal disk atomizer	12
4. ลักษณะการเคลื่อนแบบ Spray drier with parallel	13
5. ลักษณะการเคลื่อนแบบ Co-current flow in a spray drier	13
6. ลักษณะการเคลื่อนแบบ Spray drier flow in a spray drier	14
7. ลักษณะการเคลื่อนแบบ Spray drier with mixed flow pattern	14
รูปภาพภาคผนวกที่	
1. รูปภาพแสดงไอศกรีมผงที่ผลิต โดยวิธีการ Spray drying	49
2. รูปภาพแสดง ไอศกรีมผงที่ผลิต โดยวิธีการ Dry mixed	49
3. รูปภาพแสดงเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer)	50
4. รูปภาพแสดงเครื่องปั่นไอศกรีมรุ่ม Sorbetto ของ Cattabriga spa. Italy	50

บทที่ 1

บทนำ

ไอศกรีม คือ ผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งที่ได้รับความนิยมและรับประทานกันอย่างแพร่หลาย และมีอยู่มากมายหลายชนิด ปัจจุบันไอศกรีมมีการแข่งขันทางการตลาดสูงไม่ว่าจะเป็น ตัวผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุ หรือ การโฆษณา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาแนวทางใหม่เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะกล่าวถึงไอศกรีมผง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ เพื่อเป็นการพัฒนาและปรับปรุง ลักษณะผลิตภัณฑ์ เพื่อการจัดจำหน่ายและการเก็บรักษาโดยจะทำการศึกษาถึงกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม และนำมาคั้นรูปเพื่อหาอัตราส่วนการคั้นรูปที่เหมาะสมที่ผู้บริโภคยอมรับ นอกจากนี้ยังทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการ วิเคราะห์ทางเคมี และการวิเคราะห์ทางกายภาพ



บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ไอศกรีม

ไอศกรีม คือ ผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งที่มีการปรุงแต่งรสให้หวานและนิยมนบริโภคในขณะที่เย็นจัดจนแข็งตัว การผลิตไอศกรีมครั้งแรกมีในประเทศจีนเมื่อหลายพันปีมาแล้ว โดยการเอาหิมะมาปั้นเป็นไอศกรีมแท่ง ภายหลังเข้าสู่ กรีก อียิปต์ และ ยุโรป กำเนิดของอุตสาหกรรมไอศกรีมเริ่มมาจากประเทศในทวีปยุโรป และได้แพร่ขยายเข้าไปในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1851 แต่การพัฒนาอุตสาหกรรมไอศกรีมเป็นไปได้เรื่อยๆ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1900 เป็นต้นมา ในปี ค.ศ. 1920 ไอศกรีมนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูง ปัจจุบันการผลิตไอศกรีมได้เพิ่มขึ้นในทุกประเทศ

ความหมายของไอศกรีมตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2522 กล่าวว่า ไอศกรีม คือผลิตภัณฑ์ที่ประกอบขึ้นด้วยสารอาหารต่างๆ ซึ่งปรุงแต่งให้มีลักษณะเป็นกึ่งของเหลวรสหวาน แช่เย็นจนแข็งตัว จะมีน้ำนมเป็นองค์ประกอบหรือไม่ก็ได้

สารอาหารที่นำมาผลิตเป็นไอศกรีมนั้นมีมากมายหลายชนิด ส่วนการนำมาใช้นั้นจะต้องคำนึงถึง รสชาติอร่อย ราคาไม่แพง และหาได้ง่าย วัตถุดิบที่จะนำมาผลิตไอศกรีมจะต้องมีองค์ประกอบที่เกื้อกูลต่อองค์ประกอบของไอศกรีมด้วย และจะต้องมีสารอาหารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบด้วยคือ ไขมัน ไขมันนมไม่รวมมันเนย น้ำตาล สเตบิลไลเซอร์ น้ำ กลิ่น และ สี (วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531 และ มนตรี และ ชีราวดี, 2539)

ชนิดของไอศกรีม

ไอศกรีมมีมากมายหลายชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนผสม ปริมาณของส่วนผสมในแต่ละชนิด และคุณสมบัติโดยทั่วไป สามารถแบ่งไอศกรีมออกเป็น 5 ชนิด (มนตรี และ ชีราวดี, 2539)

1. ไอศกรีมมาตรฐาน (Standard ice cream) เป็นไอศกรีมที่มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด (total solid) อย่างน้อย 16-24 % ของน้ำหนักเมื่อทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นไขมัน (Milk Fat) ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน (MSNF) น้ำตาล สารให้ความคงตัว (stabilizer) emulsifier กลิ่น

(flavor) และ ี ปริมาณของไขมันจะแปรผันตามทางนมผง แต่จะต้องมีไขมันอย่างน้อย 10 % ความฟู (over run) ประมาณ 80-100%

2. ไอศกรีมนมสด (Milk ice cream) ต่างจากไอศกรีมมาตรฐานคือ ปริมาณไขมันและปริมาณของแข็งที่น้อยกว่า รวมทั้งกลิ่นและรส สำหรับไอศกรีมนมสดจะต้องประกอบด้วยไขมันอย่างน้อย 2 % แต่ไม่เกิน 7 % มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบอ่อน (Soft frozen form) และ แบบแข็ง (Hard frozen form) แบบแข็งจะใส่ stabilizer และ emulsifier เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็ง แข็ง และละลายช้า มีความฟูประมาณ 80-100 % ส่วนแบบอ่อนจะใช้น้ำตาลน้อยเพื่อหลีกเลี่ยงจุดเยือกแข็งต่ำ (Low freezing point) มีความฟูประมาณ 30-60 %

3. เมลโลโรนไอศกรีม (Mellorine ice cream) มีส่วนผสมคล้ายไอศกรีมนมสดยกเว้นไขมันนม ซึ่งจะใช้ไขมันพืช หรือ ไขมันสัตว์ โดยมีประมาณ 6 % ดังนั้นเมลโลโรนจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันมากกว่าไอศกรีมนมสดแต่น้อยกว่าไอศกรีมมาตรฐาน และจะต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 2.7 % โดยน้ำหนัก

4. ไอศกรีมเชอร์เบต (Sherbet ice cream) เป็นไอศกรีมที่มีรสหวานแต่จะออกฝาดๆ มีปริมาณของแข็งต่ำประมาณ 3-5 % ซึ่งได้จากการผสมระหว่างนมกับผลไม้ และมีเปอร์เซ็นต์ของแลคติกแอซิด (lactic acid) ต่ำสุดประมาณ 0.35 % หรืออาจใช้พวกลีโมนิกแอซิด (citric acid) ทาร์ทาริกแอซิด (tartaric acid) มาลิกแอซิด (malic acid) และ แอสคอร์บิกแอซิด (ascorbic acid) แทนได้ ความฟูของไอศกรีมประมาณ 25-40 % เนื่องจากน้ำตาลมาก จุดหลอมเหลวจึงต่ำดังนั้นพวกไอศกรีมผลไม้จึงอ่อนกว่าไอศกรีมที่อุณหภูมิเดียวกัน

5. ไอศกรีมผลไม้ (Fruit ice cream) ประกอบด้วยน้ำตาลประมาณ 30 % น้ำผลไม้ 20 % กลิ่น ี รวมทั้ง stabilizer อีกประมาณ 0.2-0.6 % ซิตริกแอซิดประมาณ 0.4 % และน้ำ 30 % จะมีลักษณะแข็งเช่นเดียวกับ ไอศกรีมแต่เมื่อละลายแล้วจะมีลักษณะเป็นน้ำ โดยมากนิยมทำเป็นแท่ง

โครงสร้างทางฟิสิกส์ของไอศกรีม

โครงสร้างทางฟิสิกส์ของไอศกรีมเป็นแบบ physicochemical system ที่ค่อนข้างซับซ้อน เซลล์อากาศ (air cell) กระจายตัวในส่วนของของเหลวที่ล้อมรอบผลึกน้ำแข็งอยู่ ในส่วนของของเหลวประกอบด้วยเม็ดไขมันแข็ง โปรตีนนม ผลึกน้ำตาลแลคโตส น้ำตาล และ stabilizer ที่มีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็กๆ ในสภาพของคอลลอยด์ ไอศกรีมที่พร้อมต่อการจำหน่ายนั้นจึงประกอบด้วยส่วนของของเหลว อากาศ และ ของแข็ง เรียกลักษณะเช่นนี้ว่า three-phase system ที (วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

องค์ประกอบของไอศกรีม

องค์ประกอบของไอศกรีมมีความแตกต่างกันไปตามความต้องการ โดยเฉลี่ยแล้วไอศกรีมที่จัดว่ามีคุณภาพดีจะประกอบด้วย ไขมัน 12 % ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน 11 % น้ำตาล 15 % stabilizer และ Emulsifier 0.3 % และ ปริมาณของแข็งทั้งหมด 38.3 % ที (มนตรี และ ธีราวดี 2539, วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

ตารางที่ 1 : แสดงปริมาณที่เหมาะสมขององค์ประกอบในไอศกรีม

องค์ประกอบ	ปริมาณที่เหมาะสม
ไขมันนม (Milk fat)	8 - 20 %
ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน (MSNF)	8 - 15 %
น้ำตาล	13 - 20 %
Stabilizer – Emulsifier	0 - 0.7 %
Total solid	36 - 43 %

ที่มา : วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์ (2531)

1. ไขมันนม (Milk fat)

ไขมันนมเป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญที่ช่วยให้ส่วนผสมดีขึ้น ปรับปรุงรสชาติ ไม่ทำให้จุดเยือกแข็งลดลง ไขมันมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดเกล็ดน้ำแข็ง (ice crystal) และปริมาณของอากาศบริเวณผิวหน้าของไอศกรีม ความแตกต่างในปริมาณของไขมันมีผลให้เกิดกลิ่นรสแตกต่างกันระหว่างไอศกรีมแต่ละชนิด ไขมันในไอศกรีมก่อให้เกิดคุณสมบัติด้านรูปร่าง และ คุณลักษณะที่เหมาะสมแก่การบริโภค กลิ่น-รส รวมทั้งคุณค่าทางอาหาร ถ้ามีน้อยไปรสชาติและคุณลักษณะจะไม่ดี ถ้ามีมากไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จับกันเป็นก้อนจะทำให้สูญเสียคุณภาพการทำให้เย็น รสชาติไม่ดี ซึ่งจะมีผลในการควบคุมการฟูของไอศกรีม แหล่งของไขมันที่ดีที่สุดคือ ครีมสด แหล่งอื่นๆ ได้แก่ ครีมแช่แข็ง เนยสด ไขมันนมแห้ง มันเนย นมข้น นมผง และ ผลิตภัณฑ์อื่นๆ

2. ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน (MSNF)

MSNF ประกอบด้วย แลคโตส (lactose) โปรตีน (protein) และ เกลือแร่ต่างๆ ที่อยู่ในนม ซึ่งปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของไอศกรีมที่ต้องการ แลคโตสจะช่วยให้เกิดรสหวานและมีจุดเยือกแข็งต่ำลง แต่ถ้าใช้แลคโตสเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้เกิดลักษณะหยาบ (sandiness) เนื่องจากผลึกของแลคโตสละลายช้า เวลารับประทานจะรู้สึกเป็นทรายหยาบๆ ในปาก การเกิดลักษณะหยาบ นอกจากมีแลคโตสมากเกินไปแล้วยังมีสาเหตุเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น อุณหภูมิในการเก็บไม่สม่ำเสมอ เก็บไว้นานเกินไป เป็นต้น สำหรับโปรตีนนั้นช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ทำให้รสชาติดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยทำให้รูปร่างของไอศกรีมคงรูป ช่วยดูดซับน้ำ ทั้งยังช่วยให้เนื้อของไอศกรีมเรียบและเหนียว เนื้อแน่นขึ้น MSNF ช่วยเพิ่มความข้นหนืด และไม่ทำให้ไอศกรีมละลายเร็ว MSNF นั้นไม่มีผลต่อความสามารถในการกวน แต่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีม และต้นทุนในการผลิต

3. สารให้ความหวาน (Sweetener)

สารที่ให้ความหวานในไอศกรีมคือน้ำตาล อาจใช้ในรูปแบบของแข็ง หรือ ของเหลว ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการผลิต คุณสมบัติและชนิดของไอศกรีมอาจใช้น้ำตาลทรายอย่างเดียวในส่วนผสมหรือผสมกับน้ำตาลชนิดอื่นก็ได้ ไอศกรีมที่ดีควรทำจากซูโครส (sucrose) ทั้งหมดซึ่งได้มาจากน้ำตาลทราย หน้าที่หลักของน้ำตาลทรายคือ ให้ความหวาน เพิ่มรส ถ้าขาดไปไอศกรีมจะจืด ถ้ามากไปไอศกรีมจะหวานมาก การเก็บรักษาไม่ดียังจะทำให้เกิดผลึกและเหนียว นอกจากเพิ่มรสหวานแล้วยังช่วยเพิ่มความข้นหนืด คุณค่าอาหาร และลดจุดเยือกแข็งลง ความหวานปกติ 13-20 %

4. สารให้ความคงตัว และ สารที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Stabilizer and Emulsifier)

สารให้ความคงตัวมีคุณสมบัติคือ จะดูดซับน้ำเข้าไปทำให้เหลือน้ำที่จะเป็นเกล็ดน้ำแข็งในไอศกรีมน้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยให้ลักษณะโครงสร้างของไอศกรีมเรียบ (smooth) ดียิ่งขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลง ขึ้นๆ ลงๆ ถึงแม้ว่าจะใช้สารให้ความคงตัวก็จะสามารถเกิดเกล็ดน้ำแข็งขึ้นมาได้ สารให้ความคงตัวจะมีผลต่อรสชาติของไอศกรีมจึงใช้ได้ปริมาณเล็กน้อย ประมาณ 0.1-0.5 %

สารที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะมีคุณสมบัติที่ทำให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน คือ ชอบน้ำ (hydrophilic) และ ชอบไขมัน (lipophilic) จะเป็นตัวลดความตึงของผิว (surface tension) ระหว่างน้ำกับไขมัน และช่วยคงสภาพของความเป็นเนื้อเดียวกัน (emulsion) สารนี้จะไปจับไขมัน (coat fat) ทำให้ไปรวมกับ โปรตีนฟิล์ม (protein film) ซึ่งจะช่วยให้เกิดฟองอากาศในส่วนผสม เป็นการเพิ่ม

ความสามารถในการฟุ้งตัว (whippability) และทำให้โครงสร้างของไอศกรีมเรียบ อ่อนนุ่ม (smoother body and texture) ไม่ละ (dried appearance) และมีการละลายช้าลง

5. สี กลิ่น รส (Color and Flavor)

สีที่เติมลงไป ในไอศกรีมต้องเป็นไปตามธรรมชาติกับกลิ่นรสของไอศกรีมด้วย เช่น สีชมพู กุหลาบ ใช้ปรุงแต่ง ไอศกรีมกลิ่นรสสตอเบอรี่ สีดำคาราเมล ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสช็อกโกแลตและ กาแฟ

กลิ่นรสที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 4-5 รส ได้แก่ ช็อกโกแลต โกโก้ สตอเบอรี่ วนิลา และ กาแฟ

6. น้ำ และ อากาศ (Water and Air)

น้ำเป็นตัวทำละลายส่วนผสมแห้ง เช่น นมผงปราศจากไขมัน หางนม เป็นต้น น้ำที่ใช้ในการทำไอศกรีมควรมีคุณภาพดี สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์

อากาศจะอยู่ในรูปของ over run หมายถึง ปริมาตรของอากาศในเนื้อ ไอศกรีม ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการตัดไอศกรีม ถ้าไอศกรีมสามารถเก็บอากาศได้มากจะช่วยให้ปริมาตรของ ไอศกรีมที่ผลิตได้เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 2 : สรุปความสำคัญขององค์ประกอบไอศกรีม

องค์ประกอบ	ความสำคัญ
1. ไขมัน (Milk fat)	เพิ่มรสชาติความมัน ทำให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม และสร้าง body ให้แก่ไอศกรีม
2. ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน(MSNF)	ปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (texture) ไอศกรีม สร้าง body และทำให้อัตราการตีขึ้นฟู สูงโดยไม่ทำให้เกิดเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ราคาค่อนข้างสูง
3. น้ำตาล	เป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูก ช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อ ไอศกรีม ตลอดจนช่วยเพิ่มรสชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบ	ความสำคัญ
4. สารให้ความคงตัว(Stabilizer)	มีบทบาทต่อความเนียนของไอศกรีม ช่วยสร้าง body ให้แก่ไอศกรีม
5. สารที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Emulsifier)	ช่วยในการตีขึ้นฟู ให้ไอศกรีมมีเนื้อเนียน
6. ของแข็งทั้งหมด(Total solid)	ช่วยทำให้ไอศกรีมมีเนื้อเนียน มี body ที่ดี ให้คุณค่าอาหาร เวลารับประทานช่วยให้รู้สึกว่ามี เย็นจัดเกินไป
7. สี (Color)	ช่วยดึงดูดความสนใจให้แก่ไอศกรีม สีช่วยบอกให้ทราบว่ามีกลิ่นรสอะไร
8. กลิ่นรส (Flavor)	สร้างความนิยมให้แก่กลุ่มผู้บริโภค

ที่มา : วรณา และวิบูลย์ศักดิ์ (2531)

กรรมวิธีการผลิตไอศกรีม

ขั้นตอนในการผลิตไอศกรีมมีขั้นตอนหลักๆ ดังต่อไปนี้ (วรณา และ วิบูลย์ศักดิ์ 2531)

1. การเตรียมส่วนผสมไอศกรีม

การเตรียมส่วนผสม ได้แก่ การถ่าเลียงวัตถุดิบจากโกดัง การชั่ง หรือ ตวง การผสมส่วนผสมต่างๆ เข้าด้วยกัน การพาสเจอร์ไรส์ การโฮโมจิไนซ์ การทำให้ส่วนผสมเย็นลง และเก็บไว้ในที่เย็นรอการปั่นและแช่แข็ง

2. การลำดับประเภทของวัตถุดิบก่อนการผสม

วัตถุดิบที่เป็นของเหลว เช่น ครีม นม นมข้น น้ำเชื่อม และ อื่นๆ จะผสมในถังผสม (Vat หรือ Mixing Tank) โดยทำให้ส่วนผสมร้อนพร้อมไปกับคนไปเรื่อยๆ วัตถุดิบแห้งเช่น MSNF ไขมันโกโก้ น้ำตาล และ stabilizer จะเติมลงในส่วนที่เป็นของเหลวก่อนที่อุณหภูมิจะสูงถึง 120 °F วิธีป้องกันไม่ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อนมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ผสมวัตถุดิบแห้งทั้งหมดเข้ากับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้าๆ พร้อมกับคนไปเรื่อยๆ

2.2 ร้อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลว เช่น MSNF โกโก้ โดยที่ของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 80 °F หากใช้เจลาตินเป็น stabilizer ควรผสมเจลาตินเข้ากับน้ำตาลในปริมาณเท่าๆ กัน แล้วจึงเติมลงในของเหลวก่อนที่อุณหภูมิจะสูงถึง 120 °F หรืออาจโรยไปบนผิวหน้าของเหลวขณะยังเย็นแล้วจึงค่อยๆ ทำให้ร้อนขึ้นช้าๆ อีกวิธีหนึ่งคือ การผสมเจลาตินในน้ำอุ่นจนละลายหมดก่อนผสมลงในของเหลวที่อุ่น (100-120 °F)

2.3 ครีมแช่แข็ง เนย หรือผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่จะใช้ในส่วนผสม ไอศกรีมควรตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ

2.4 สีและกลิ่น จะเติมในส่วนผสมเป็นลำดับสุดท้ายก่อนนำส่วนผสม ไปปั่น

3. พาสเจอร์ไรเซชัน

การพาสเจอร์ไรส์ส่วนผสม ไอศกรีมเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค สภาวะที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์แตกต่างกันดังนี้

Batch method	155 °F	นาน	30 นาที
Continuous method (HTST)	175 °F	นาน	25 วินาที
Ultra high temperature (UHT)	210-265 °F	นาน	40 วินาที

4. โฮโมจิไนเซชัน

การโฮโมจิไนซ์ส่วนผสมไอศกรีมนอกจากทำให้เม็ดไขมันมีขนาด 1-2 ไมครอน ซึ่งป้องกันการแยกชั้นของครีมแล้วยังช่วยทำให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม และทำให้การปั่นส่วนผสมเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาบ่มส่วนผสมไม่นาน นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดปริมาณ stabilizer ที่ใช้ให้น้อยลง

อุณหภูมิของส่วนผสมขณะโฮโมจิไนซ์ประมาณ 145-170 °F หากใช้อุณหภูมิ 120-130 °F ในการโฮโมจิไนซ์แล้วเม็ดไขมันจะจับเป็นก้อน มีความหนืดสูง และต้องใช้เวลาในการปั่นส่วนผสม ส่วนผสมที่พาสเจอร์ไรส์แล้วจะถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 150 °F เพื่อโฮโมจิไนซ์ต่อไป ซึ่งสามารถลดการเกิด cooked flavor ได้ ความดันที่ใช้ในการโฮโมจิไนซ์ขึ้นอยู่กับความหนืดลักษณะส่วนผสม ความคงตัวของส่วนผสม ตลอดจนอุณหภูมิ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ความดันรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 2,000-2,500 psi สำหรับการไฮโดรจิไนซ์ระบบเคียว และเมื่อใช้ สองระบบจะใช้ความดัน ครั้งแรก 2,500-3,000 psi และครั้งที่สอง 500 psi

5. การบ่มส่วนผสม

ส่วนผสมที่ผ่านการไฮโดรจิไนซ์จะถูกทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 32-40 °F แล้วนำมาบ่ม ด้วยการเก็บที่ห้องที่มีอุณหภูมิเย็น 36-40 °F ซึ่งในระหว่างการบ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนผสม คือ เม็ดไขมันในส่วนผสมจะเป็นเม็ดไขมันแข็ง เจลาตินที่ใช้เป็น stabilizer จะอมน้ำและพองตัวและความหนืดของส่วนผสมจะสูงขึ้น ซึ่งจุดประสงค์ในการบ่ม ไอศกรีมเพื่อให้เนื้อ ไอศกรีมมีความนุ่ม ไม่เหลวตัวง่าย ทำให้การตีปั่นง่ายขึ้น เวลาที่ใช้ในการบ่มประมาณ 24 ชั่วโมง

6. การปั่นไอศกรีม

การปั่น ไอศกรีมเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของการผลิต ไอศกรีม กรรมวิธีการปั่น ไอศกรีม แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

6.1 นำส่วนผสมบรรจุลงในเครื่องปั่น มีการอัดอากาศ และคนส่วนผสมจนกระทั่งกลายเป็นของแข็งหรือเยือกแข็ง ซึ่งประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก

6.2 เมื่อส่วนผสมกลายเป็นของแข็งหรือส่วนผสมมีความเหนียวแล้วจะบรรจุในภาชนะ ก่อนนำไปแช่แข็งในห้องเย็นเพื่อทำให้เนื้อ ไอศกรีมทั้งหมดแข็งตัว

7. การแช่แข็ง

ไอศกรีมที่ได้จากเครื่องปั่นมีลักษณะค่อนข้างเหลว ไม่มีรูปร่างที่แน่นอน จำเป็นต้องนำมาแช่แข็ง โดยมีอุณหภูมิ 0 °F หรือต่ำกว่า ในเวลาสั้นเพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ เวลาที่ใช้ในการแช่แข็งจะแตกต่างกัน แต่โดยทั่วไปจะใช้เวลาที่ทำให้จุดกึ่งกลางของ ไอศกรีมในภาชนะ เย็นลงถึงอุณหภูมิ 0 °F ในการแช่แข็ง ไอศกรีมถ้าใช้เวลาน้อยจะทำให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่มมากเท่านั้น

8. การเก็บไอศกรีม

ไอศกรีมหลังจากการแช่แข็งอาจเก็บไว้ได้นาน 1-2 สัปดาห์ บางครั้งก็สามารถใช้ห้องแช่แข็งเป็นห้องเก็บไอศกรีมได้เลย อุณหภูมิห้องเก็บต้องคงที่ในช่วง -10-0 °F และภาชนะควรวางติดๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำแห้ง

การทำแห้งเป็นวิธีการดึงน้ำออกจากอาหารเพื่อลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยปกติความชื้นต้องต่ำกว่า 10 % จึงสามารถเก็บอาหารได้นานโดยไม่เน่าเสีย วิธีการนี้นับว่าเป็นวิธีการถนอมอาหารแบบง่ายและเก่าแก่ที่สุดสำหรับการทำให้อาหารแห้งมีอยู่หลายวิธีที่แตกต่างกัน ตามลักษณะและประเภทของเครื่องมือทำแห้ง เช่น การทำแห้งแบบตู้ การทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก การทำแห้งด้วยพลังแสงอาทิตย์ สำหรับวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย เป็นการทำแห้งอาหารโดยการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เหลวมาเป็นผลิตภัณฑ์ผง กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยสามารถทำได้รวดเร็วมาก และกระบวนการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งถือได้ว่าเป็นรูปแบบสำคัญของการทำแห้ง โดยอาศัยหลักการพาความร้อนของอากาศ เป็นวิธีการที่มีการถ่ายเทความร้อนสูง ทำให้สามารถระเหยน้ำออกจากวัตถุดิบได้อย่างรวดเร็ว และใช้เวลาสั้นมาก (วัฒนา, 2538)

การทำแห้งแบบสเปรย์กระจาย (Spray dryer)

การทำแห้งแบบสเปรย์กระจาย หมายถึง การเปล่งของเหลวซึ่งอาจเป็นสารละลายหรือของเหลวข้นให้เปลี่ยนสภาพเป็นผงแห้ง ภายในการทำแห้งเพียงขั้นตอนเดียว หลักการพื้นฐานของการอบแห้งแบบสเปรย์กระจายนั้น อาหารเหลวจะถูกทำให้เป็นละอองและให้สัมผัสกับลมร้อนที่ไหลเข้ามาทำให้เกิดการระเหยน้ำขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากของเหลวซึ่งถูกทำให้เป็นละอองจะมีพื้นที่ผิวมาก หลังจากนั้นอนุภาคผงที่แห้งจะตกลงมา และผงนี้จะถูกแยกออกจากลมร้อนเพื่อนำไปทำการบรรจุต่อไป (บุญทริก, 2541)

ขั้นตอนการทำแห้งแบบสเปรย์กระจาย

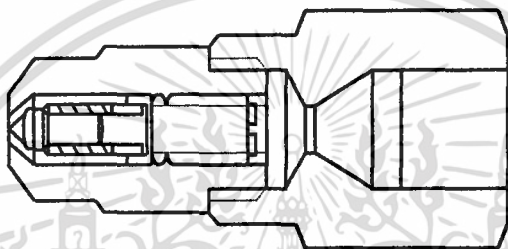
การทำแห้งแบบสเปรย์กระจายประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้คือ

1. การทำให้ของเหลวมีอนุภาคเล็กลงหรือแตกตัวเป็นละอองของเหลว (Atomization stage)

เพื่อให้สามารถระเหยน้ำออกได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากอนุภาคของเหลวมีขนาดเล็กลงทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการรับความร้อนได้มาก กาลถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ในการทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นละอองของเหลวอาจใช้หัวฉีดซึ่งใช้แรงดันจากเครื่องอัด

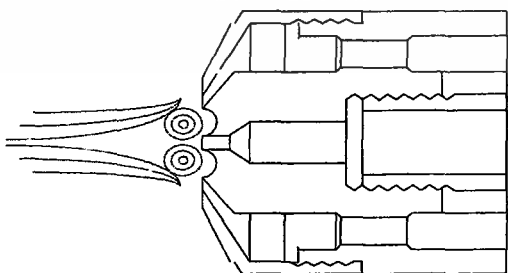
อากาศ หรือแรงดันจากเครื่องสูบลม ซึ่งชนิดของหัวฉีดที่ใช้จำแนกออกเป็น 3 แบบ คือ (บุญทริก, 2541)

1.1 Pressure nozzle เป็นหัวฉีดที่ประกอบด้วยแกน และรูหัวฉีดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.10-0.15 เซ็นติเมตร (รูปที่ 1) ของเหลวจะถูกทำให้หมั่นรอบแกนด้วยความเร็วสูงภายใต้ความดัน ของเหลวจะถูกอัดจากหัวฉีดเป็นละอองในลักษณะหมุนเป็นวงรอบทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นหยดเล็กๆ โดยจะใช้ความดันตั้งแต่ 400-10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) (วันเพ็ญ และ ศยามล, 2536 และ วัฒนา, 2538)



รูปที่ 1 : ลักษณะหัวฉีดแบบ pressure nozzle
ที่มา : วัฒนา (2538)

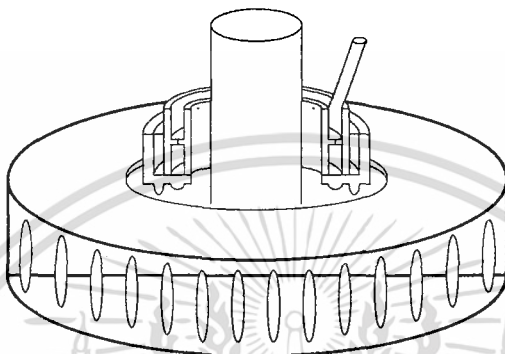
1.2 Two-fluid nozzle เป็นหัวฉีดที่ประกอบด้วยทางเข้าของอากาศและทางเข้าของเหลว (รูปที่ 2) โดยของเหลวจะถูกกระแทกด้วยอากาศภายใต้ความดันประมาณ 5-60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในกรณีที่ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อากาศจะแทรกตัวเข้าไปในท่อของเหลวทำให้เกิดเป็นฟองและแตกตัวเป็นหยดเล็กๆ ส่วนที่ความดัน 60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ของเหลวจะถูกพ่นออกมาเป็นลำเล็กๆ ซึ่งเมื่อกระทบกับอากาศที่มีความดันสูงจะทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นละออง (วันเพ็ญ และ ศยามล, 2536 และ วัฒนา, 2538)



รูปที่ 2 : ลักษณะหัวฉีดแบบ Two-fluid nozzle
ที่มา : วัฒนา (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 Centrifugal disk atomizer มีลักษณะคล้ายจานหมุน (รูปที่ 3) สามารถหมุนได้ด้วยความเร็ว 6,000-20,000 รอบต่อนาที โดยใช้ความดันไม่สูงมาก ของเหลวจะถูกทำให้เป็นฟิล์มบางๆ บนผิวของจานหมุนและจะถูกทำให้มีความเร็วสูงขึ้นจนเกิดแรงหนีศูนย์กลางมากจนกระทั่งถูกเหวี่ยงเป็นละอองขนาดเล็ก (วันเพ็ญ และ ศยามล, 2536 และ วัฒนา, 2538)



รูปที่ 3 : ลักษณะหัวฉีดแบบ Centrifugal disk atomizer
ที่มา : วัฒนา (2538)

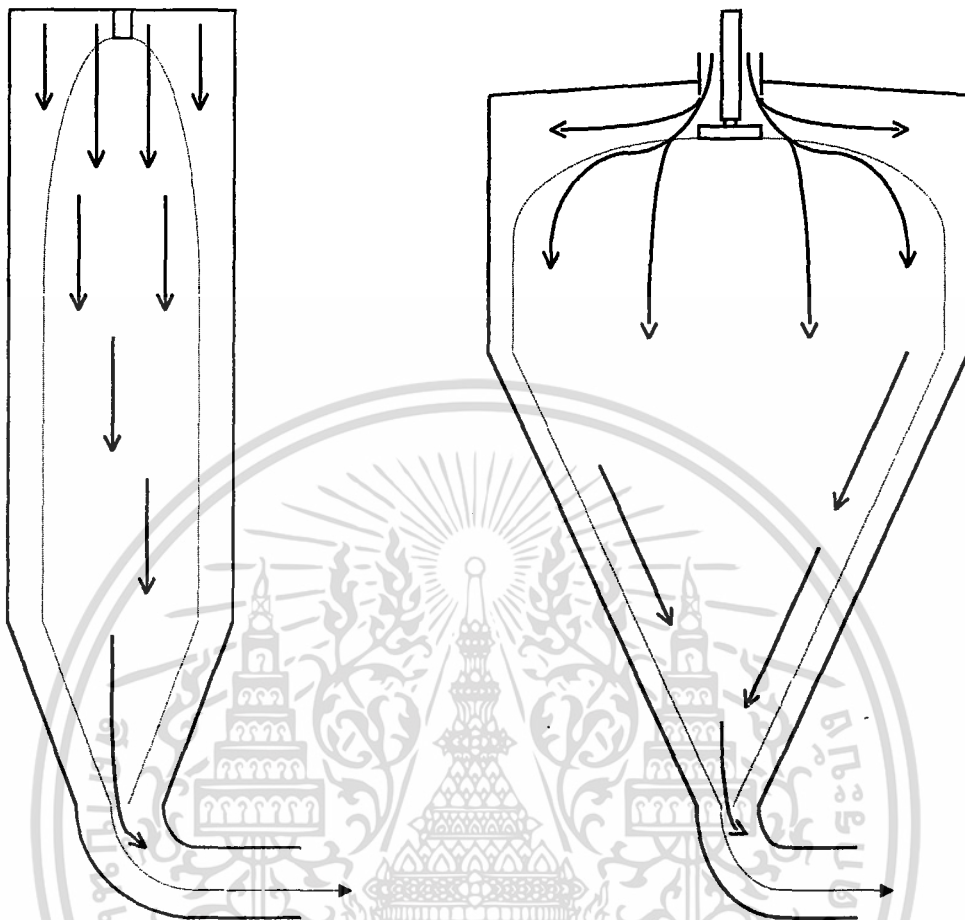
2. การที่ละอองของเหลวสัมผัสกับลมร้อน

ในขั้นตอนนี้จะทำให้ละอองของเหลวสัมผัสกับลมร้อนเพื่อให้เกิดการระเหยน้ำออกไป ซึ่งการเคลื่อนที่ของละอองของเหลวกับลมร้อนแบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ (วัฒนา, 2538)

2.1 การเคลื่อนที่ตามแนวราบกับละอองของเหลว (Horizontal cocurrent) อากาศร้อนจะถูกพ่นออกจากด้านข้างส่วนบนของหอทำแห้ง

2.2 เคลื่อนที่ตามแนวตั้งกับละอองของเหลว (Vertical downward cocurrent) อากาศร้อนและละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านบนของหอทำแห้งแล้วไหลออกทางด้านล่าง (รูปที่ 4 และ รูปที่ 5)

2.3 เคลื่อนที่ขึ้นขนานตามแนวตั้งกับละอองของเหลว (Vertical upward cocurrent) อากาศร้อนและละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านล่างของหอทำแห้ง อากาศร้อนจะไหลออกทางด้านบนส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จะตกลงมาทางด้านล่าง

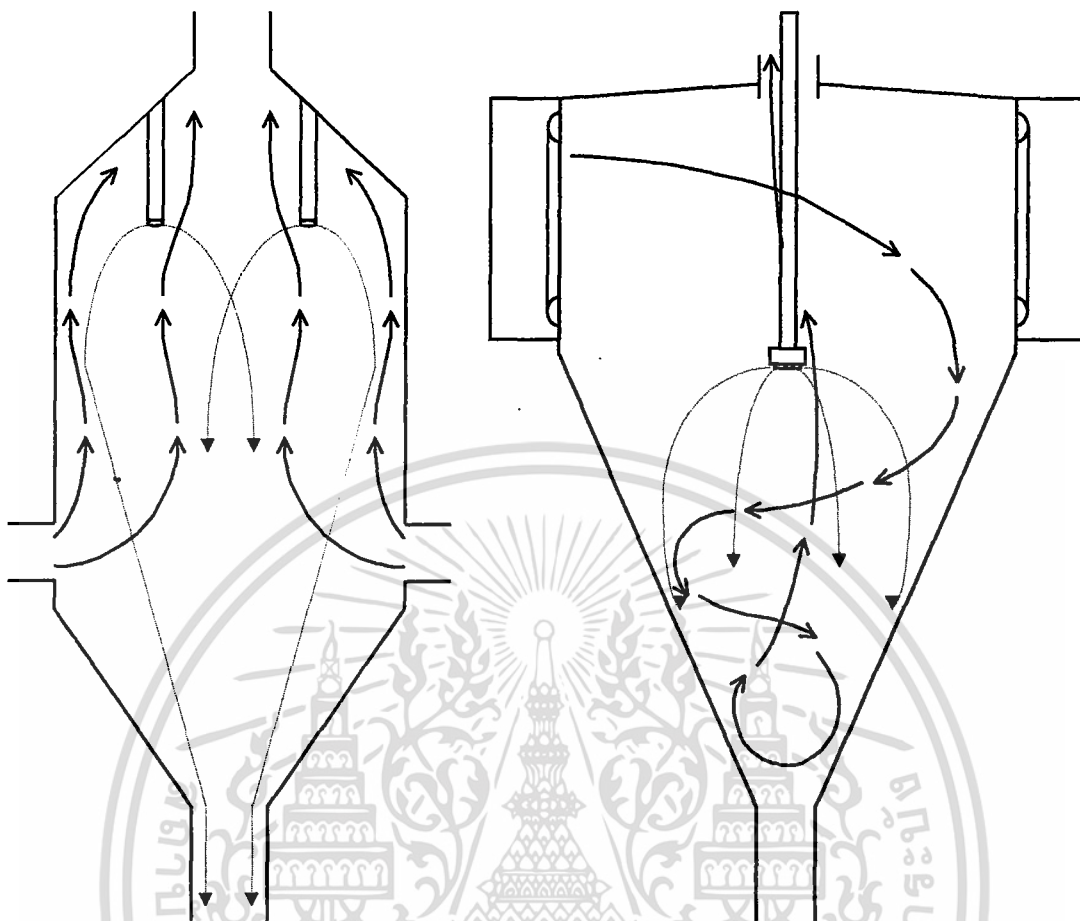


รูปที่ 4 : Spray drier with parallel flow
ที่มา : วัฒนา (2538)

รูปที่ 5 : Cocurrent flow in a spray drier
ที่มา : วัฒนา (2538)

2.4 เคลื่อนที่สวนทางตามแนวตั้งกับละอองของเหลว (Vertical countercurrent) ละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านบนของหอทำแห้ง ส่วนอากาศร้อนจะถูกพ่นออกจากด้านล่างของหอทำแห้ง (รูปที่ 6)

2.5 เคลื่อนที่แบบผสม (Mixed flow or Complex vertical downward concurrent) อากาศร้อนจะถูกพ่นออกจากทางด้านข้างส่วนบนของหอทำแห้ง ละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านบน และมีเครื่องดูดอากาศออกทางด้านบน ทำให้อากาศร้อนเกิดการหมุนเวียนกับละอองของเหลวภายในหอทำแห้ง (รูปที่ 7)



รูปที่ 6 : Spray drier flow in a spray drier

ที่มา : วัฒนา (2538)

รูปที่ 7 : Spray drier with mixed flow pattern

ที่มา : วัฒนา (2538)

3. การระเหยน้ำออกจากช่องของเหลว (Evaporation stage)

การระเหยเริ่มต้นจากไอน้ำที่อึดตัว ซึ่งเริ่มก่อตัวที่บริเวณผิวของช่องของเหลว ส่วนผิวของช่องของเหลวจะมีอุณหภูมิต่ำใกล้เคียงกับอุณหภูมิจัดเปียก (wet bulk temperature) ของอากาศร้อนที่ใช้ ก๊าซออกแบบภาชนะทำแห้ง ต้องออกแบบให้ผนังมีระยะเวลาานพอสมควรที่ทำให้อนุภาคแห้งพอดีก่อนที่จะตกลงสู่ด้านล่าง (บุญชริก, 2541)

4. การแยกผลิตภัณฑ์ (Dry product recovery)

หลังจากที่ผลิตภัณฑ์ผงตกลงสู่ด้านล่างของหอทำแห้งแล้ว ผลิตภัณฑ์ผงที่มีน้ำหนักเบาจะถูกดูดและส่งออกทางท่อลมออก ซึ่งผลิตภัณฑ์ผงสามารถแยกออกจากลมร้อนได้โดยอาศัยไซโคลน (cyclone) ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงกระทบกับผนังของไซโคลนและตกลงสู่ภาชนะรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบในการแยกเอาผลิตภัณฑ์ผงที่ลอยตัวอยู่ในอากาศออกจากภาชนะทำแห้งมี 2 ระบบ คือ (บุญทริก, 2541)

4.1 แบบที่มีช่องทางออกทางเดียว ผลิตภัณฑ์ผงทั้งหมดจะถูกแยกโดยเครื่องแยก เช่น ไชโคลน ถูกรอง หรือ เครื่องทำให้ผลิตภัณฑ์ผงตกลงมาโดยอาศัยไฟฟ้าสถิตย์ (electrostatic precipitator)

4.2 ระบบที่มีช่องทางออก 2 จุด ช่องทางออกทางแรกจะเป็นทางออกสำหรับผลิตภัณฑ์ผงที่มีขนาดใหญ่ซึ่งจะตกอยู่ภายในภาชนะของเครื่องทำแห้ง ส่วนผลิตภัณฑ์ผงขนาดเล็กจะถูกลมดูดออกจากเครื่องทำแห้งและแยกออกจากอากาศร้อนด้วยไชโคลน

อิทธิพลของตัวแปรในการดำเนินงาน

1. คุณสมบัติของของเหลว (Feed properties)

การเพิ่มความหนืดของของเหลวหรือลดอุณหภูมิของของเหลวก่อนเข้าเครื่อง จะทำให้ละอองฝอยมีขนาดใหญ่โต การเพิ่มความเข้มข้นของของเหลว มีผลต่อสถานะการระเหยน้ำ โดยทั่วไปจะมีผลทำให้ขนาดของอนุภาคใหญ่ขึ้นและ bulk density ลดลง

2. อัตราการป้อนของของเหลว (Feed rate)

เมื่ออัตราการป้อนของเหลวเพิ่มขึ้น ในขณะที่สถานะอื่นๆ คงที่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น

3. อัตราการไหลของอากาศ (Air flow rate)

อัตราการไหลของอากาศเป็นตัวควบคุมเวลาที่อาหารจะอยู่ในหอทำแห้ง (residence time) การเพิ่มเวลาให้อาหารอยู่ในหอทำแห้งนานขึ้นจะมีผลทำให้การระเหยน้ำมีมากขึ้น การลดความเร็วของอากาศช่วยให้เก็บรวบรวมผลิตภัณฑ์แห้งได้ดี แต่ความสามารถของเครื่องจักรจะลดลง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของลมเข้า ซึ่งทำให้การระเหยน้ำรวดเร็วแต่ bulk density ลดลงเพราะผงที่ได้มีความโปร่ง (porosity) มากขึ้น

4. อุณหภูมิในการทำแห้ง (Drying temperature)

เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของลมเข้า โดยที่อัตราการป้อนของอาหารเหลวคงที่ จะเพิ่มความสามารถในการระเหยน้ำ (evaporative capacity) ทำให้การทำแห้งประหยัดขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิลมเข้ามักเป็นเหตุให้ bulk density ลดลง อัตราการระเหยน้ำเร็วขึ้น และผลิตภัณฑ์ผงที่ได้มีความโปร่งมากขึ้น

อุณหภูมิลมออก เมื่ออุณหภูมิลมออกเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในอาหารจะลดลง ในการปฏิบัติงานโดยมีอุณหภูมิลมออกต่ำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงนั้นจะทำให้ผงมีการเกาะกลุ่มกันเป็นก้อน (agglomeration) เป็นขั้นตอนหนึ่งเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ผงชนิดที่ละลายน้ำได้ทันที (instant powder) (บุญทริก, 2541)

การบรรจุและเก็บรักษา (Packing and storage)

การบรรจุมีความสำคัญต่อการที่จะรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บ หลังจากที่ทำ การผลิตแล้วควรบรรจุไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกัน ความชื้น แสง แม่ลง และ สิ่งแปลกปลอม อื่นๆ ได้ ปกติวัสดุภาชนะที่นิยมใช้ในการบรรจุได้แก่ กระดาษ ก่อ่ง หรือ ถุงหลายชั้นที่ประกบกับ วัสดุอื่น และมีพลาสติกโพลีเอทิลีนอยู่ด้านใน ถังโลหะที่มีถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนอยู่ด้านใน และ กระจงที่บุด้านในด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานควรบรรจุใน สภาพบรรยากาศของแก๊สเฉื่อย ซึ่งส่วนใหญ่ใช้แก๊สไนโตรเจน หรือบรรจุในสภาพสุญญากาศ เพื่อ ป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันและองค์ประกอบอื่นๆ (บุญทริก, 2541)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

1. นมสดพาสเจอร์ไรส์ (ตรา โฟร์โมสต์)
2. ครีมเทียม ไขมัน 34 % (ตรา ครีมาท้อป)
3. น้ำตาลทราย (ตรา มิตรผล)
4. ผงโกโก้ (ตรา แม่กกาเรต)
5. นมผง (ตรา หมี่)
6. คาราจีแนน

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นไอศกรีม (Sorbetto ของ Cattabriga spa. Italy)
2. เครื่องโฮโมจิไนเซอร์ (IKA Labortechnik IKA Work (Asia) sdn. Bhd. Malasia)
3. เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Production Minor ของ Niro Atomizer. Copenhargen)
4. เครื่องปั่นผสมแบบน้ำ (HR 2836/AB Philips. Brazil)
5. เครื่องปั่นผสมแบบแห้ง (HR 2836/AB Philips. Brazil)
6. กะละมังสเตนเลส
7. เทอร์โมมิเตอร์

1. วิธีการทดลอง

การผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมผง

ไอศกรีมผง สูตร 1 (Spray drying)

ส่วนผสม

- | | | |
|---------------------|-----|------|
| 1. นมสดพาสเจอร์ไรส์ | 1 | ลิตร |
| 2. ครีมเทียม | 250 | กรัม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96891

3. น้ำตาลทราย	120	กรัม
4. ผงโกโก้	10	กรัม
5. คาราจีแนน	8	กรัม

ขั้นตอนการผลิต



ในขั้นตอนการผลิตจะทำการผสมส่วนผสมต่างๆ เข้าด้วยกันให้อยู่ในรูปของเหลว มีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 38 % หลังจากนั้นนำส่วนผสมที่ได้เข้าเครื่อง Spray dryer โดยให้อุณหภูมิลมเข้า (inlet temperature) 210 °C อุณหภูมิลมออก (outlet temperature) 100 °C อัตราการป้อน 4.5 ml/s.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอศกรีมผง สูตร 2 (Dry mixing)

ส่วนผสม

1. นมผง	130	กรัม
2. ครีมหีม	250	กรัม
3. น้ำตาลทรายป่น	120	กรัม
4. ผงโกโก้	10	กรัม
5. คาราจีแนน	8	กรัม

ขั้นตอนการผลิต



ในขั้นตอนการผลิตจะทำการผสมส่วนผสมต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยสูตรนี้จะใช้น้ำตาลทรายป่น เนื่องจากหากใช้น้ำตาลทรายซึ่งมีขนาดอนุภาคใหญ่มากเมื่อเทียบกับส่วนผสมตัวอื่น อาจทำให้เกิดการแยกชั้นขึ้นหลังจากการผสมแล้ว

2. การวิเคราะห์คุณภาพ

นำไอศกรีมผงทั้ง 2 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพ ทางเคมี และ ทางกายภาพ

2.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

- การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 1990)
- การหาปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)
- การหาปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)
- การหาความเป็นกรด (AOAC, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- การวัดค่าสี (เครื่อง Colorimeter)
- การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)
- การหาค่า Water activity (เครื่อง Novasina)
- การหาค่า % Over run (AOAC, 1990)

2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำไอศกรีมผงจากทั้ง 2 วิธี มาคั้นรูปในอัตราส่วน ไอศกรีมผง:น้ำ เป็น 1:1 นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 20 คน เพื่อคัดเลือกวิธีการผลิตที่เหมาะสม

3. การศึกษาอัตราส่วนคั้นรูปที่เหมาะสมของไอศกรีมผง

นำไอศกรีมผงที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 2.3 มาคั้นรูปโดยใช้อัตราส่วน ไอศกรีมผง:น้ำ เป็น 1:1 2:3 และ 1:2 ตามลำดับ นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 20 คน เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนการคั้นรูปที่เหมาะสม

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์คุณภาพไอศกรีมผง

1.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

ตารางที่ 3 : ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมี

ตัวอย่าง	% ของแข็ง	% โปรตีน	% ไขมัน	% กรด
Spray drying	95.52 ^B	2.52 ^B	31.43 ^A	0.0323 ^A
Dry mixing	97.25 ^A	5.60 ^A	25.60 ^B	0.0337 ^A

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นการทดลองเฉลี่ยจากผลการทดลอง 3 ซ้ำ

: ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

ตารางที่ 4 : ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

ตัวอย่าง	ค่าสี			%	Water	%
	L	a	b	ความชื้น	Activity	Over run
Spray drying	83.22 ^A	3.39 ^A	13.96 ^A	4.49 ^B	0.083 ^A	27.70 ^A
Dry mixing	80.99 ^A	4.00 ^A	12.41 ^A	2.87 ^A	0.246 ^B	21.67 ^A

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นการทดลองเฉลี่ยจากผลการทดลอง 3 ซ้ำ

: ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 5 : ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ปัจจัยคุณภาพ	Spray drying	Dry mixing
สี	3.35 ^A	3.40 ^A
กลิ่นรส	3.15 ^A	3.30 ^A
ความหวาน	3.10 ^B	3.85 ^A
ความมัน	3.50 ^A	3.65 ^A
ความเนียน	3.95 ^A	4.35 ^A
ความชอบรวม	3.30 ^B	4.00 ^A

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวนอน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ปัจจัยคุณภาพด้านสี วิธีการผลิตไอศกรีมผงโดยการ Spray drying และวิธีการ Dry mixing ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นรส วิธีการผลิตไอศกรีมผงโดยการ Spray drying และวิธีการ Dry mixing ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ปัจจัยคุณภาพด้านความหวาน วิธีการผลิตไอศกรีมผงโดยการ Spray drying และวิธีการ Dry mixing มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยที่ไอศกรีมผงที่ผลิตโดยการ Dry mixing ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าไอศกรีมผงที่ผลิตโดยการ Spray drying

ปัจจัยคุณภาพด้านความมัน วิธีการผลิตไอศกรีมผงโดยการ Spray drying และวิธีการ Dry mixing ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ปัจจัยคุณภาพด้านความเนียน วิธีการผลิตไอศกรีมผงโดยการ Spray drying และวิธีการ Dry mixing ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวม วิธีการผลิตไอศกรีมผงโดยการ Spray drying และวิธีการ Dry mixing มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยที่ไอศกรีมผงที่ผลิตโดยการ Dry mixing ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าไอศกรีมผงที่ผลิตโดยการ Spray drying

จากการวิเคราะห์สรุปได้ว่าไอศกรีมผงที่ผลิตโดยการ Dry mixing ผู้ทดสอบให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่า ไอศกรีมผงที่ผลิตโดยการ Spray drying

2. การศึกษาอัตราส่วนกินรูปที่เหมาะสมของไอศกรีมผง

ตารางที่ 6 : ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ปัจจัยคุณภาพ	อัตราส่วนการกินรูปของไอศกรีมผง		
	1 : 1	2 : 3	1 : 2
สี	3.25 ^A	3.70 ^A	3.50 ^A
กลิ่นรส	3.45 ^A	3.40 ^A	3.15 ^A
ความหวาน	3.65 ^A	3.50 ^A	2.90 ^B
ความมัน	3.65 ^A	3.25 ^A	2.65 ^B
ความเนียน	3.55 ^{AB}	4.05 ^A	3.00 ^B
ความชอบรวม	3.60 ^A	3.70 ^A	3.00 ^B

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวนอน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน

จากตารางที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ปัจจัยคุณภาพด้านสี ไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 1:1 2:3 และ 1:2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นรส ไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 1:1 2:3 และ 1:2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ปัจจัยคุณภาพด้านความหวาน ไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 1:1 และ 2:3 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับ ไอศกรีมผงที่กินรูปในอัตราส่วน 1:2 โดยที่ ไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 1:1 มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 2:3

ปัจจัยคุณภาพด้านความมัน ไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 1:1 และ 2:3 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับ ไอศกรีมผงที่กินรูปในอัตราส่วน 1:2 โดยที่ ไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 1:1 มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 2:3

ปัจจัยคุณภาพด้านความเนียน ไอศกรีมผงกินรูปที่อัตราส่วน 1:1 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับ ไอศกรีมผงที่กินรูปในอัตราส่วน 1:2 แต่ไอศกรีมผง

คี่นรูปที่อัตราส่วน 1:1 กับ 1:2 และ ไอศกรีมผงคี่นรูปที่อัตราส่วน 1:1 กับ 2:3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยที่ไอศกรีมผงคี่นรูปที่อัตราส่วน 2:3 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวม ไอศกรีมผงคี่นรูปที่อัตราส่วน 1:1 และ 2:3 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับไอศกรีมผงที่คี่นรูปในอัตราส่วน 1:2 โดยที่ไอศกรีมผงคี่นรูปที่อัตราส่วน 2:3 มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าไอศกรีมผงคี่นรูปที่อัตราส่วน 1:1

เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยคุณภาพที่วิเคราะห์แล้ว ความเนียนเป็นปัจจัยที่สำคัญมากกว่าปัจจัยอื่นที่ใช้ทดสอบ ซึ่งแสดงถึงลักษณะคุณภาพที่ดีของไอศกรีม และปัจจัยด้านความชอบรวมซึ่งแสดงถึงความชอบ โดยรวมทั้งหมดในตัวผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงตัดสินใจเลือก อัตราส่วน ไอศกรีมผงคี่นรูปที่ 2:3 เป็นอัตราส่วนที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด



บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

ไอศกรีมผงที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดคือ ไอศกรีมผงที่ผลิตโดยวิธี ผสมแห้ง (Dry mixing) โดยใช้อัตราส่วนการคั้นรูป น้ำ : ไอศกรีมผง เป็น 2 : 3

ในวิเคราะห์คุณภาพของ ไอศกรีมผงที่ผลิตโดยวิธี ผสมแห้ง (Dry mixing) ทางเคมี ประกอบด้วย ของแข็งทั้งหมด (Total solid) 97.25 % โปรตีน 5.60 % ไขมัน 25.60 % ความเป็นกรด 0.03 % ทางกายภาพประกอบด้วย ค่าสี $L = 80.99$ $a = 4.00$ $b = 12.41$ ความชื้น (moisture) 2.75 % ค่า Water activity 0.246 ค่า Over run 21.67 %

ข้อเสนอแนะ

ไอศกรีมผงที่ได้ มิได้หมายความว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด แต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบให้ความยอมรับมากที่สุดในการทดลองเท่านั้น อาจมีปัจจัยอื่นที่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต โดยทั้ง 2 วิธี มีคุณภาพ และ ได้รับการยอมรับมากขึ้น เช่น สูตรของ ไอศกรีมที่ใช้ในส่วนผสม การศึกษา ปัจจัยการทำงานของเครื่อง Spray dryer เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กัลยาณี โสมนัส. 2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟมและแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 120-123.
- บุญทริก สุমনา. 2541. นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากน้ำนมถั่วเหลืองเสริมวิตามินบี 12 โดยกระบวนการหมักแบบอาหารเหลว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 28-35.
- มนตรี ไกรวณิช และ ชีราวดี ถีถ้วน. 2539. ไอศกรีมแคลอรีต่ำ. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 2-15.
- ยุพร พิชกนุท. 2539. เอกสารประกอบการปฏิบัติการ : เคมืออาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 39-49.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2538. วิศวกรรมอาหาร : หน่วยปฏิบัติการในอุตสาหกรรม. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 187-207.
- วรรณมา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. สำนักพิมพ์โอเดียนไสตร์. หน้า 131-187.
- วรรณมา ตั้งเจริญชัย. 2538. ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพและผลิตภัณฑ์นม. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 57-87.
- วัฒนา วิรุฒิก. 2538. เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิศวกรรมอาหาร : การทำแห้ง. สถาบันวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 1-23.
- วันเพ็ญ กาญจนกิจสกุล และ ศยามล สีเทพเสขา. 2536. การผลิตไฮโดรไลซ์เลซิทินผง. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 1-50.
- สุรพล อุบัติสสกุล. 2528. สถิติ : การวางแผนการทดลองเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 1-140.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC,1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. อลูมิเนียมแคน (aluminium can)
2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
3. เดสซิเคเตอร์ (desiccator)
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก (10^{-4})
5. ช้อนตักสาร
6. Tong

วิธีการทดลอง

1. อบ aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 110°C นาน 1 ชั่วโมง
2. ปิดฝาและนำไปทำให้เย็นใน desiccator นาน 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนักด้วยพร้อมฝา ให้ได้น้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. ชั่งตัวอย่างลงไปประมาณ 3 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอนทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
5. นำ aluminium can ไปอบโดยไม่ต้องปิดฝา 130°C นาน 2 ชั่วโมง
6. ปิดฝาและนำไปทำให้เย็นใน desiccator นาน 30 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก
7. นำ aluminium can ไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง
8. ปิดฝาและนำไปทำให้เย็นใน desiccator นาน 30 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก โดยน้ำหนักที่หายไปไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.0005 กรัม
9. คำนวณ % ของแข็งทั้งหมด

$$\% \text{ ของแข็งทั้งหมด} = \frac{(C - A) \times 100}{B}$$

B

เมื่อ A = น้ำหนัก aluminium can

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B = น้ำหนักตัวอย่าง

C = น้ำหนัก aluminium can + ตัวอย่างที่อบ

2. การหาปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. กรดบอริก 4 %
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 %
4. catalyst ประกอบด้วย
โปตัสเซียมซัลเฟต 8 กรัม
คอปเปอร์ซัลเฟต 1 กรัม
5. mixed indicator
0.1 % Bromocresol green (ในแอลกอฮอล์ 95 %) 0.1 % Methyl red ในแอลกอฮอล์ 95 % ผสม Bromocresol green 10 ml. และ Methyl red 2 ml. ในขวดหยด
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N
7. เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน Buchi-Kjedahl systems
8. digestion vessels

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่าง 1 กรัม
2. เติม reagent ลงใน digestion vessels ได้แก่ glass beads, catalyst 7 กรัม และ กรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 ml.
3. ประกอบ digestion vessels แล้ววางบนเครื่องย่อย
4. ย่อยตัวอย่าง 30-40 นาที จนสารละลายมีสีเขียวใส
5. ปลอ่ยให้สารละลายมีสีฟ้าอ่อน เย็น และ หมกควันของไอกรด
6. เตรียม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 % และน้ำกลั่น ใส่ถึงสำหรับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และ น้ำกลั่น
7. เติม กรดบอริก 4 % 10 ml. ลงใน flask และเติม mixed indicator 4 หยด ปรับให้ปลาย condenser จุ่มที่กรดบอริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยมากลับ โดยใช้เวลา 4-5 นาที
9. เติมน้ำกลั่น 50 ml. และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 % 70 ml.
10. เริ่มกลั่น
11. นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรทกับ Hydrochloric acid 0.1 N จน ได้จุดยุติสีชมพูอ่อน
12. ทำ Blank
13. คำนวณ % โปรตีน

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 5.59 \times 14 \times 100}{E \times 100}$$

เมื่อ

N = normality ของ HCl

V_1 = ปริมาตรที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรที่ใช้ไตเตรท Blank

E = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่าง

3. การหาปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กรวยแยก (extraction flask)
2. ปิเปตขนาด 1 ml, 10 ml. และ 25 ml.
3. บีกเกอร์ 100 ml.
4. อลูมิเนียมแคน (aluminium can)
5. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
6. เครื่องทำความร้อน (hot plate)
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก (10^{-4})
8. ซ้อนคัสสาร
9. ethyl alcohol 95 %
10. diethyl ether
11. petorium ether
12. ammonium hydroxide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงในกรวยแยก เติมน้ำกลั่น 9 ml.
2. เติม ammonium hydroxide 1 ml. และ ethyl alcohol 95 % 10 ml. แล้วเขย่า 1 นาที
3. เติม diethyl ether 25 ml. แล้วเขย่าแรงๆ 30 วินาที
4. เติม petroleum ether 25 ml. แล้วเขย่าแรงๆ 30 วินาที
5. ปล่อยให้แยกส่วนเป็น 2 ชั้น แยกส่วนที่เป็น ether extract (ส่วนบน) เก็บไว้ นำส่วนที่

เหลือไปสกัดต่อ

6. เติม diethyl ether 15 ml. แล้วเขย่าแรงๆ 30 วินาที
7. เติม petroleum ether 15 ml. แล้วเขย่าแรงๆ 30 วินาที
8. ปล่อยให้แยกส่วนเป็น 2 ชั้น แยกส่วนที่เป็น ether extract (ส่วนบน) มารวมกับของเดิม
9. นำไประเหย diethyl ether ออกด้วย hot plate
10. นำไปอบใน hot air oven ต่อที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 1 ชั่วโมง
11. ปิดฝาและนำไปทำให้เย็นใน desiccator นาน 30 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก
12. คำนวณ % ไขมัน

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{E}$$

เมื่อ

$$W_1 = \text{น้ำหนักไขมัน + บีกเกอร์}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักบีกเกอร์}$$

$$E = \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

4.การหาความเป็นกรด (AOAC, 1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. pH meter
2. บีกเกอร์ 50 ml.
3. บิวเรต 50 ml.
4. flask 250 ml.
5. buffer pH 4.00, pH 7.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. phenolphthalein 1 % indicator
7. standardized sodium hydroxide (0.1 N)

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่าง 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 9 ml.
2. standardize เครื่อง pH meter ด้วย buffer pH 4.00 และ pH 7.00 ตามลำดับ
3. วัดค่า pH ของตัวอย่าง
4. ชั่งตัวอย่างมา 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 9 ml. หยด phenolphthalein (1%) 2-3 หยด
5. นำไป titrate ด้วย standardized sodium hydroxide (0.1 N) จนสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสี

ชมพูอ่อน

6. คำนวณ % ความเป็นกรด

$$\% \text{ ความเป็นกรด} = \frac{\text{ml. NaOH} \times \text{Normality NaOH} \times 0.009 \times 100}{\text{ml. or g. of sample} \times 1000}$$

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. การวัดค่าสี (Colorimeter)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี Colorimeter

วิธีการทดลอง

1. ทำการ calibrate เครื่องวัดสีโดยใช้ ตลับเซรามิกสีขาวที่มีมากับเครื่อง
2. ตั้งค่าการวัดของเครื่องเป็นระบบ L, a, b
3. นำตัวอย่างใส่ในภาชนะแล้วนำมาวัด

2. การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. อลูมิเนียมแคน (aluminium can)
2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
3. เดสซิเคเตอร์ (desiccator)
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก (10^{-4})
5. ช้อนตักสาร
6. Tong

วิธีการทดลอง

1. อบ aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 110°C นาน 1 ชั่วโมง
2. ปิดฝาและนำไปทำให้เย็นใน desiccator นาน 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมฝา ให้ได้น้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. ชั่งตัวอย่างลงไปประมาณ 3 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอนทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
5. นำ aluminium can ไปอบโดยไม่ต้องปิดฝา 130°C นาน 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปิดฝาและนำไปทำให้เย็นใน desiccator นาน 30 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก
7. นำ aluminium can ไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง
8. ปิดฝาและนำไปทำให้เย็นใน desiccator นาน 30 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก โดยน้ำหนักที่หายไปไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.0005 กรัม
9. คำนวณ % ของแข็งทั้งหมด

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{[(A + B) - C] \times 100}{B}$$

- เมื่อ
- A = น้ำหนัก aluminium can
 - B = น้ำหนักตัวอย่าง
 - C = น้ำหนัก aluminium can + ตัวอย่างที่อบ

3.การวัดค่า Water activity (เครื่อง Novasina)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า Water activity
2. ตลับพลาสติก

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง warm เครื่องประมาณ 30 นาที
2. นำตัวอย่างบรรจุลงในตลับพลาสติกที่เตรียมไว้ประมาณ 2 ใน 3
3. นำตลับวางลงใน chamber โดยไม่ต้องปิดฝา
4. รอจนกระทั่งเครื่องแสดงค่าคงที่
5. อ่านค่า

4.การวัดค่า Over run (AOAC, 1990)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กระจกบอขวดขนาด 50 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แท่งแก้วคน

วิธีการทดลอง

1. บั่นไอศกรีมผงคืนรูป โดยใช้เวลาในการบั่น 20 นาที
2. ตวงตัวอย่างไอศกรีมโดยทราบปริมาตรที่แน่นอน 30 ml.
3. ปล่อยให้ไอศกรีมละลายจนหมด
4. วัดปริมาตรไอศกรีมที่ละลาย
5. คำนวณ % Over run

$$\% \text{ Over run} = \frac{(V_1 - V_2) \times 100}{V_2}$$

เมื่อ $V_1 =$ ปริมาตรไอศกรีม
 $V_2 =$ ปริมาตรไอศกรีมที่ปราศจากอากาศ

3.2 การศึกษาอัตราส่วนคีนรูปที่เหมาะสมของไอศกรีมผง

ตารางภาคผนวกที่ 17 : การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านสีระหว่าง ไอศกรีมผงที่อัตราส่วนการคีนรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Treatment	2	2.03	1.02	1.7586 ^{NS}
Error	57	32.95	0.58	
Total	59	34.98		

หมายเหตุ : * = significant 5% level

** = significant 1% level

NS = not significant

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับ โดยวิธี DMRT

1:1	2:3	1:2
3.25 ^A	3.70 ^A	3.50 ^A

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 18 : การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านกลิ่นรสระหว่าง ไอศกรีมผงที่อัตราส่วนการคีนรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Treatment	2	1.03	0.52	0.7027 ^{NS}
Error	57	42.30	0.74	
Total	59	43.33		

หมายเหตุ : * = significant 5% level

** = significant 1% level

NS = not significant

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับ โดยวิธี DMRT

1:1	2:3	1:2
3.45 ^A	3.40 ^A	3.15 ^A

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 19 : การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความหวานระหว่างไอศกรีมผงที่อัตราส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Treatment	2	6.30	3.15	3.7951*
Error	57	47.35	0.83	
Total	39	53.65		

หมายเหตุ : * = significant 5% level

** = significant 1% level

NS = not significant

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับ โดยวิธี DMRT

1:1	2:3	1:2
3.65 ^A	3.50 ^A	2.90 ^B

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 20 : การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความมันระหว่างไอศกรีมผงที่อัตราส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Treatment	2	10.13	5.07	6.7600**
Error	57	42.85	0.75	
Total	59	52.98		

หมายเหตุ : * = significant 5% level

** = significant 1% level

NS = not significant

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับ โดยวิธี DMRT

1:1	2:3	1:2
3.65 ^A	3.25 ^A	2.65 ^B

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 21 : การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความเนียนระหว่างไอศกรีมผงที่อัตราส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Treatment	2	11.03	5.52	6.5714**
Error	57	47.90	0.84	
Total	59	58.93		

หมายเหตุ : * = significant 5% level

** = significant 1% level

NS = not significant

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับ โดยวิธี DMRT

1:1	2:3	1:2
3.55 ^{AB}	4.05 ^A	3.00 ^B

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 22 : การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านความชอบรวมระหว่างไอศกรีมผงที่อัตราส่วนการคั้นรูป 1:1, 2:3 และ 1:2 (ANOVA TABLE)

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Treatment	2	5.73	2.87	3.6329*
Error	57	45.00	0.79	
Total	59	50.73		

หมายเหตุ : * = significant 5% level

** = significant 1% level

NS = not significant

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับ โดยวิธี DMRT

1:1	2:3	1:2
3.60 ^A	3.70 ^A	3.00 ^B

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบรายงานการทดสอบ

วิธี Hedonic scale

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมผงคีนรูป

คำแนะนำ

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา โดยการทดสอบ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความรู้สึกในปาก เปรียบเทียบระหว่าง 2 ตัวอย่าง ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนตามความรู้สึก โดยกำหนดให้

- 1 = ไม่ชอบ
 2 = ชอบน้อย
 3 = ชอบปานกลาง
 4 = ชอบมาก
 5 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	Spray dry	Dry mixed
ลักษณะปรากฏ
กลิ่น
กลิ่นรส
รส-ชาติ
ความหวาน
ความรู้สึกในปาก
ความมัน
ความเนียน/นุ่ม
ความชอบโดยรวม

วิจารณ์.....

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามในการศึกษาอัตราส่วนการคืนรูป

แบบรายงานการทดสอบ

วิธี Hedonic scale

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมผงคืนรูป

คำแนะนำ

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา โดยการทดสอบ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความรู้สึกลงในปาก เปรียบเทียบระหว่าง 3 ตัวอย่าง ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนตามความรู้สึก โดยกำหนดให้

- 1 = ไม่ชอบ
 2 = ชอบน้อย
 3 = ชอบปานกลาง
 4 = ชอบมาก
 5 = ชอบมากที่สุด

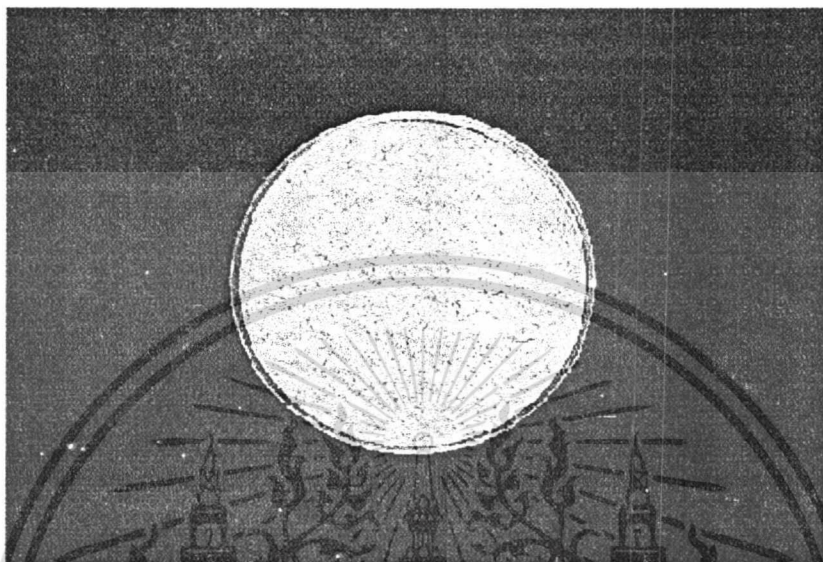
รหัสตัวอย่าง	1 : 1	2 : 3	1 : 2
ลักษณะปรากฏ			
สี
กลิ่นรส
รส-ชาติ			
ความหวาน
ความรู้สึกลงในปาก			
ความมัน
ความเนียน/นุ่ม
ความชอบโดยรวม

วิจารณ์.....

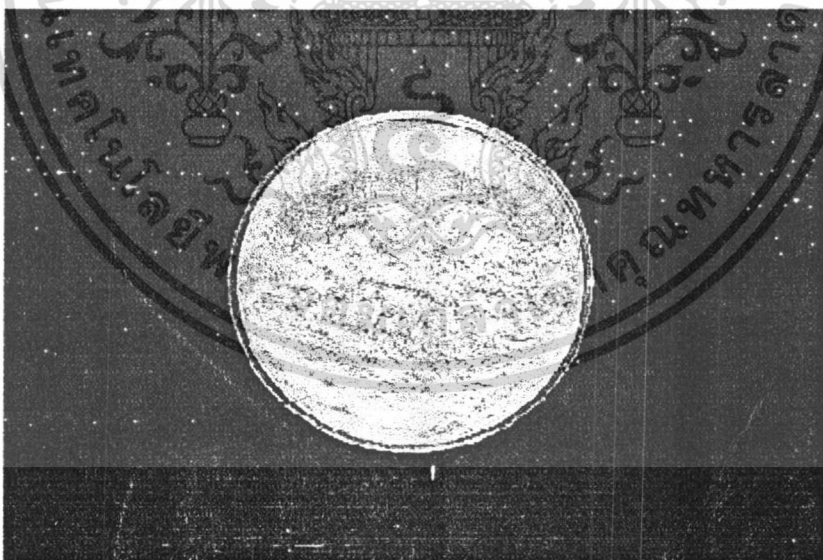
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

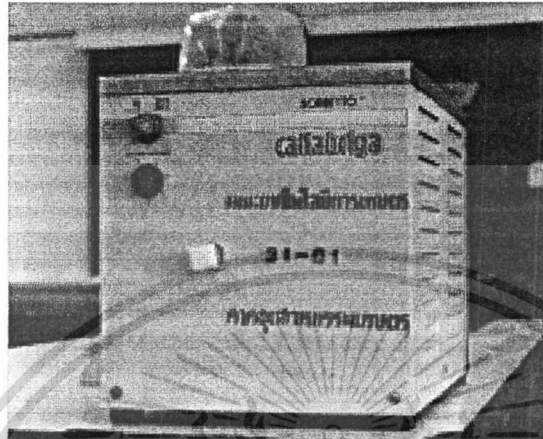


รูปภาพภาคผนวกที่ 1 : รูปภาพแสดง ไอศกรีมผงที่ผลิตโดยวิธีการ Spray drying

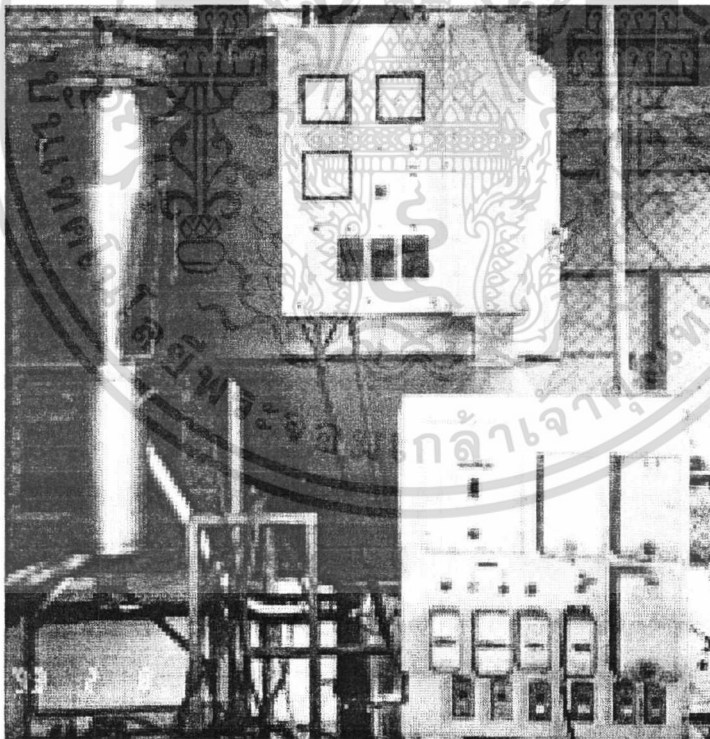


รูปภาพภาคผนวกที่ 2 : รูปภาพแสดง ไอศกรีมผงที่ผลิตโดยวิธีการ Dry mixing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพภาคผนวกที่ 3 : รูปภาพแสดงเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer)



รูปภาพภาคผนวกที่ 4 : รูปภาพแสดงเครื่องปั่นไอศกรีมรุ่ม Sorbetto ของ Cattabriga spa. Italy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย อรรถพล เจริญพัทธ์ เกิดเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2520 ที่กรุงเทพมหานครฯ สำเร็จ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนโยธินบูรณะ ในปี พ.ศ. 2537 และสำเร็จการ ศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2541



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้