



รายงานการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิด

Research and development of Marian plum

ดร.ณิชา นาคเสวี

น.ศ. สานิชวรรณ

วรรณกนก เชื้อนสุข

พิมพ์ใจ สีหะนาม

นาวิน สุขะ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

กันยายน 2560

รายงานการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิด

Research and development of Marian plum



ดร.ณิชากร นาคเสวี
นคร สานิชวรรณ
วรรณกนก เชื้อนสุข
พิมพ์ใจ สีหะนาม
นาวิน สุขะ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

กันยายน 2560

ชื่อเรื่อง การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิด

ผู้วิจัย ดร.ณิศา นาคเสวี
นคร สานิชวรรณ
วรรณกนก เชื้อนสุข
พิมพ์ใจ สีหะนาม
นาวิน สุขะ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะยงชิดผลสดเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไอศกรีมมะยงชิด มะยงชิดลอยแก้ว และมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับมะยงชิดลอยแก้วมากที่สุด รองลงมาเป็นมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง และไอศกรีมมะยงชิด มะยงชิดลอยแก้วมีคุณภาพทางด้านกายภาพได้แก่ ค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 52.69 12.72 และ 58.03 ตามลำดับ คุณภาพทางเคมีได้แก่ค่าพีเอชเท่ากับ 3.51 ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดซิตริก) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเท่ากับร้อยละ 0.84 และร้อยละ 22.47 ตามลำดับ ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 10.76 มิลลิกรัม/100 กรัม ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 3 เดือน

คำสำคัญ : มะยงชิด แช่อิ่มอบแห้ง แปรรูป อายุการเก็บรักษา ไอศกรีม

Title The research and development Marian plum product

Autor Darunee Naksavi
 Nakorn Sanichwan
 Wankanok Khuensu
 Pimjai Seehanam
 Nawin Sukha

ABSTRACT

The objective of this reseach was to process development of marian plum. Tree product model are ice-cream, marain plum in light syrup and osmotic dehydrated marain plum product. Then all products were tested for consumer acceptance. The 100 consumers found that accepting Higher score in marain plum in light syrup. The physical properties of product showed that L* a* b* were 52.69, 12.72 and 58.03, respectively . Chemical properties of product showed that pH was 3.54, total acidity (% as citric) and total soluble solid were 0.84 % and 22.47 %, respectively. Vitamin C content was 10.76 mg/100 g and stored at -18 ° C for not less than 3 months.

Keyword : marian plum, osmotic dehydrated, process, shelife, icre-cream

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ และสำเร็จลง
ได้ดีด้วยความร่วมมือร่วมใจของคณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการอาหารที่เอื้อเพื่อสถานที่ อุปกรณ์ในการใช้ห้องปฏิบัติการ ขอบคุณลุงป้า ป่ามีเกษตรกร
ชาวสวนจากนานกกก อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์ ที่อำนวยความสะดวกเรื่องมะยงชิดและการขนส่งถึงคณะ
เกษตรศาสตร์ ขอบคุณคณบดีคณะเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุน และอำนวยความสะดวกตลอด
ระยะเวลาในการทำงานวิจัยครั้งนี้ รวมถึงทุกท่านที่เกี่ยวข้องซึ่งไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ คณะผู้วิจัย
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง



คณะผู้วิจัย
กันยายน 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 มะยงชิด.....	3
2.2 ไอศกรีม.....	7
2.3 ผลไม้ลอยแก้ว.....	19
2.4 ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง.....	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย	30
3.2 สถานที่ทำการวิจัย.....	39
3.3 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย	39
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	40
4.1 ผลการศึกษาคุณภาพคุณภาพมะยงชิด	40
4.2 ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป.....	41
4.3 ผลการศึกษาเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค.....	59
4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะยงชิดลอยแก้ว ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง	61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	64
5.2 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย	66
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	70
ก วัตถุประสงค์และกระบวนการผลิตมะยงชิดแปรรูป	71
ข วิธีการตรวจสอบคุณภาพ.....	84
ค แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส.....	93
ง ประกาศกระทรวงสาธารณสุขและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	99



สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่	2.1 ปริมาณสารอาหารต่าง ๆ และพลังงานของไอศกรีมชนิดต่าง ๆ	9
ตารางที่	2.2 ค่าโอเวอร์รันของผลิตภัณฑ์นมแข็งชนิดต่าง ๆ	10
ตารางที่	2.3 เวลาและอุณหภูมิสำหรับวิธีการพาสเจอร์ไรส์ไอศกรีมแบบต่างๆ.....	16
ตารางที่	2.4 ร้อยละของน้ำที่แข็งตัวในไอศกรีมที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	17
ตารางที่	2.5 อุณหภูมิและเวลาการปั่นไอศกรีม	18
ตารางที่	3.1 สูตรพื้นฐานของไอศกรีมมะยงชิด	31
ตารางที่	3.2 การศึกษาปริมาณของเนื้อมะยงชิดที่เหมาะสมในสูตรไอศกรีมมะยงชิด.....	31
ตารางที่	3.3 การศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีมที่เหมาะสม ในสูตรไอศกรีมมะยงชิด	33
ตารางที่	3.4 สูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว	34
ตารางที่	3.5 สูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง	38
ตารางที่	4.1 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพและทางเคมีของมะยงชิดสายพันธุ์ทุลเกล้า...	40
ตารางที่	4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผันเนื้อ มะยงชิดตีปั่นในปริมาณที่แตกต่างกัน.....	41
ตารางที่	4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผันเนื้อ มะยงชิดตีปั่นในปริมาณที่แตกต่างกัน.....	43
ตารางที่	4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผัน เนื้อมะยงชิดตีปั่นในปริมาณที่แตกต่างกัน.....	44
ตารางที่	4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผัน น้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีม ในปริมาณที่แตกต่างกัน.....	47
ตารางที่	4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผันน้ำตาล ซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีม ในปริมาณที่แตกต่างกัน.....	48
ตารางที่	4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะยงชิดที่ แปรผันน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีม ในปริมาณที่แตกต่างกัน.....	49
ตารางที่	4.8 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด	50
ตารางที่	4.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีในผลิตภัณฑ์มะยงชิด ลอยแก้ว	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะยงชิด ลอยแก้ว	53
ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ มะยงชิดลอยแก้ว.....	54
ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่ม อบแห้ง	55
ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่ม อบแห้ง	57
ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มะยงชิด แช่อิ่มอบแห้ง.....	58
ตารางที่ 4.15 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค.....	60
ตารางที่ 4.16 ลำดับในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากมะยงชิดของผู้บริโภค.....	61
ตารางที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี L^* a^* b^* ของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอย แก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง เป็นระยะเวลา 3 เดือน.....	61
ตารางที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วในระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง เป็นระยะเวลา 3 เดือน.....	62
ตารางที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วใน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง เป็นระยะเวลา 3 เดือน.....	63

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่	2.1	โครงสร้างภายในของไอศกรีม 8
ภาพที่	2.2	โครงสร้างน้ำตาลซูโครส 25
ภาพที่	3.1	กระบวนการผลิตไอศกรีมมะยงชิด 32
ภาพที่	3.2	กระบวนการผลิตมะยงชิดลอยแก้ว 35
ภาพที่	3.3	กระบวนการผลิตมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง 37
ภาพผนวกที่		
	ก-1	แผนผังขั้นตอนการแปรรูปไอศกรีมมะยงชิด 73
	ก-2	การแปรรูปไอศกรีมมะยงชิด 74
	ก-3	วัตถุดิบและส่วนผสมมะยงชิดลอยแก้ว 75
	ก-4	แผนผังขั้นตอนการแปรรูปมะยงชิดลอยแก้ว 76
	ก-5	ขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อม 77
	ก-6	การแปรรูปมะยงชิดลอยแก้ว..... 79
	ก-7	แผนผังขั้นตอนการแปรรูปมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง..... 80
	ก-8	การแปรรูปมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง..... 82
	ก-9	การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป..... 83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มะยงชิด เป็นผลไม้ที่ปลูกมานานในประเทศไทย โดยมีหลักฐานปรากฏว่าในสมัยราชกาลที่ 5 เรียกว่า มะปรางเสวย มีแหล่งปลูกอยู่ที่ ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.นนทบุรี จัดว่าเป็นมะปรางที่มีขนาดผลใหญ่ ใกล้เคียงกับไข่ไก่หรือไข่เป็ด บางพันธุ์มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว น่าจะเป็นต้นกำเนิดของมะยงชิด ซึ่งต่อมาได้มีการขยายไปปลูกแถวบางขุนนนท์ จึงมีการตั้งชื่อเรียกขานกันว่า มะยงชิดบางขุนนนท์ เมื่อมะปรางได้ถูกเผยแพร่กระจายออกไป จึงมีการกลายพันธุ์ (Mutation) ส่วนหนึ่งกลายเป็นมะยงอันประกอบไปด้วย มะยงชิด มะยงห่าง กาวาง ส่วนอีกสายพันธุ์หนึ่งกลายพันธุ์เป็น มะปรางหวาน (วิจิตร ไกรสรสวัสดิ์, 2554) ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่การเพาะปลูกมะยงชิดประมาณ 27 จังหวัด โดยรวมเป็นพื้นที่ 22,327 ไร่ ซึ่งจังหวัดที่มีผลผลิตออกสู่ตลาดมากที่สุด 6 อันดับแรกของประเทศ ได้แก่ จังหวัดนครนายก พิจิตร พิษณุโลก สระบุรี กำแพงเพชร และจันทบุรี นอกจากนี้ยังมีการผลิตที่กระจายอยู่ในจังหวัดอื่นๆ ตัวอย่างเช่น เชียงใหม่ สุโขทัย และอุตรดิตถ์ เป็นต้น (ปัทมา สังข์เงิน และคณะ, 2556) ผลผลิตออกในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน มีราคาเฉลี่ยเท่ากับ 80-150 บาทต่อกิโลกรัม วางจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพและขนาดของผลผลิต (บุศรินทร์ ทองศรีอัน, 2554)

มะยงชิดในจังหวัดอุตรดิตถ์มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่อำเภอลับแล จ.อุตรดิตถ์ โดยนิยมปลูกในสายพันธุ์ทุลเกล้า มีขนาดผลตามน้ำหนักประมาณ 10 – 15 ผล/กิโลกรัม ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งคือคุณภาพของมะยงชิด มะยงชิดที่สีผิวสวยสามารถจำหน่ายผลผลิตได้ในราคาแพง แต่มะยงชิดตกเกรดจะจำหน่ายได้ในราคาที่ถูกลงหรืออาจถูกคัดทิ้งไม่รับซื้อ เนื่องจากผลมีขนาดเล็ก สีผิวไม่สวย มีจุดสีดำ ทำให้เกษตรกรขาดรายได้จากผลผลิต ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีมะยงชิดตกเกรดดังกล่าวมา แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต โดยมะยงชิดที่สุกซึ่งมีผิวสีเหลืองเข้ม เนื้อสัมผัสมันนั้น จะนำเนื้อมาตีปั่นและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด สำหรับมะยงชิดที่ไม่สุกหรือมีสีผิวเหลืองอ่อนจะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว และมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจะใช้เทคโนโลยีการผลิตง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน ต้นทุนการผลิตต่ำเพื่อให้เกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ปลูกมะยงชิดสามารถนำไปแปรรูปเพื่อเป็นอาชีพเสริมหรืออาชีพหลักต่อไปได้ อีกทั้งสามารถส่งเสริมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายให้ลูกค้าทั้งในและต่างประเทศได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากมะยงชิดเป็นไอศกรีมเชอร์เบท มะยงชิดลอยแก้ว และมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

1.2.2 เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะยงชิด

1.2.3 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะยงชิด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตในการศึกษาโดยใช้มะยงชิดผลสุกตกเกรดซึ่งมีความสุกทางการค้า ที่มีพื้นที่ปลูกในจังหวัดอุดรธานีหรือใกล้เคียง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะยงชิดที่สามารถผลิตและบริโภคนอกฤดูกาลได้

1.4.2 สถาบันการศึกษา หน่วยงานราชการ องค์กรท้องถิ่น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่สนใจสามารถนำเทคโนโลยีและองค์ความรู้จากการวิจัยไปใช้ในการผลิตสินค้าเชิงพาณิชย์ได้



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. มะยงชิด

2.1.1 ความหมาย

คือ มะปรางพันธุ์หนึ่ง เป็นไม้ผลเมืองร้อนไม่มีการผลัดใบโดยจะมีใบสีเขียวตลอดทั้งปี มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น มะยงชิด, มะยง, มะผางกำปอ (เชียงใหม่), มะผา(เหนือ), มะปรางหวาน, มะปรางเปรี้ยว, ปราง(ใต้), โค้ง(เขมร), กาวาง ซึ่งมะปรางเป็นไม้ผลที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศพม่า ไทย ลาว เขมร และมาเลเซีย ในประเทศไทยนั้น มีการปลูกมานานแล้ว

มะยงชิด มีชื่อสามัญว่า Marian plum ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bouaebumanica Griff* มะยงชิดเป็นพืชยืนต้นที่อยู่ในวงศ์ Anacardiaceae มีถิ่นกำเนิดทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ พม่า ไทย ลาว และมาเลเซีย เป็นมะปรางที่มีรสหวานและเปรี้ยวอยู่ในผลเดียวกัน (รสหวานอมเปรี้ยว) สามารถจำแนกได้ 2 พวกคือ พวกที่มีรสหวานมากกว่ารสเปรี้ยวเรียกว่า “มะยงชิด” และพวกที่มีรสเปรี้ยวมากกว่ารสหวานเรียกว่า “มะยงห่าง” มะยงชิดนั้นจะมีขนาดผลใหญ่กว่ามะปรางหวานมีเนื้อมากเสียน้อยรสชาติหวานอมเปรี้ยว (ชวนชม, 2550)

พื้นที่ปลูกมะยงชิดในประเทศไทยมีการกระจายไปในทุกภาคของประเทศไทย เพราะเป็นไม้ผลที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้แทบทุกภาคทำให้พื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วไป จากข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่า มีพื้นที่ปลูกมะยงชิดเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งจะกระจายปลูกอยู่ตามจังหวัดที่มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี จังหวัดนครนายก จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดอ่างทอง ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดพิจิตร จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดพังงา จังหวัดนครศรีธรรมราช (สมบัติ ทัพไทย, 2550)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะยงชิดเป็นไม้ผลที่มีทรงต้นค่อนข้างแหลมถึงทรงกระบอก มีกิ่งก้านสาขาค่อนข้างทึบ ทรงต้นมีขนาดสูงปานกลาง-ใหญ่ ประมาณ 15-30 เมตร มีระบบรากแก้วแข็งแรง จึงทนอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้ดีเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Anacardiaceae (Cashew family) เช่นเดียวกับมะม่วงหิมพานต์ มะม่วง และมะกอก มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศพม่า ไทย ลาว กัมพูชา

และมาเลเซีย มะปรางเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่ไม่มีการผลัดใบ มีผลคล้ายไข่ไก่เมื่อดิบมีสีเขียวอ่อนเมื่อสุกจะมีสีเหลืองมีทั้งรสเปรี้ยว รสหวานและรสเปรี้ยวอมหวาน จะออกดอกช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม และผลแก่ช่วงมีนาคม-เมษายนโดยมีลักษณะของส่วนต่างๆดังนี้

ลำต้น เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง-ใหญ่ เมื่อดำเนินเจริญเติบโตเต็มที่สูงได้ถึง 15-30 เมตร มีรูปทรงต้นค่อนข้างแหลมถึงทรงกระบอกมีกิ่งก้านสาขาค่อนข้างทึบมีรากแก้วแข็งแรง

ใบ เป็นใบเดี่ยวออกจากกิ่งแบบตรงข้ามเรียงสลับกันรูปใบรียาวแหลมหรือรูปใบหอก กว้าง 3.5 เซนติเมตรยาว 14 เซนติเมตร เป็นไม้ผลที่มีใบดกมากในรอบ 1 ปีจะแตกใบอ่อน 1-3 ครั้ง

ดอก ออกเป็นช่อแบบ panicle เกิดบริเวณปลายกิ่งแขนงช่อดอกยาว 8-15 เซนติเมตรดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน) มีกลีบเลี้ยงสีเขียว 4 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 4 กลีบ

ผล ผลเป็นแบบ Drupe มีลักษณะทรงกลมรูปไข่และกลมปลายเรียวแหลมมีผล 1-15 ผลต่อช่อเปลือกผลเรียบเกลี้ยงเป็นมันผลดิบมีสีเขียวอ่อน-เขียวเข้มตามอายุของผล ผลสุกมีสีเหลืองหรือเหลืองอมส้ม เปลือกผลนิ่มเนื้อสีเหลืองแดง ส้มออกแดงแล้วแต่ชนิดพันธุ์รสชาติหวาน-อมหวานอมเปรี้ยวหรือเปรี้ยวจัด

เมล็ด ผลหนึ่งจะมีเพียงเมล็ดเดียวเท่านั้นลักษณะเมล็ดคล้ายเมล็ดมะม่วง ส่วนผิวของกะลาเมล็ดมีลักษณะเป็นเส้น

ใบ เนื้อของเมล็ดทั้งสีขาวและสีชมพูอมม่วงมีรสขมฝาดและขมใน 1 เมล็ด สามารถเพาะกล้าได้ 1 ต้น (ชวนชม. 2550)

2.1.3 พันธุ์มะยงชิดรับประทานผลที่ปลูกในประเทศไทย

1) มะยงชิดทูลเกล้า มีข้อเด่นคือ จะติดผลปีหนึ่ง 2-3 รุ่น เวลาติดผลจะดกมาก และผลมีขนาดเสมอกันทุกพวง เมล็ดลีบ เนื้อในเยื่อ มะยงชิด 1 กิโลกรัม มีจำนวน 10-15 ผล รสชาติหวานปนเปรี้ยว มะยงชิดทูลเกล้า อยู่ในวงศ์ ANACARDIACEAE เป็นไม้ยืนต้น สูง 5-10 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มทรงกลมหนาแน่น ใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงกันข้ามเป็นรูปรีแกมรูปไข่ กลีบปลายและโคนใบแหลม แต่ใบของ “มะยงชิดทูลเกล้า” จะมีขนาดใหญ่กว่าใบมะยงชิดทั่วไป เนื้อใบค่อนข้างหนา แข็ง ผิวใบเรียบเป็นมัน สีเขียวเข้ม เวลาใบดกจะให้ร่มเงาดีมาก ดอกจะออกช่วงต้นฤดูหนาวออกเป็นช่อตามซอกใบใกล้ปลายยอด แต่ละช่อประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนมาก ดอกเป็นสีขาวหรือสีนวล “ผล” รูปกลมรี ติดผลเป็นพวง ผลดิบสีเขียว เมื่อสุกเป็นสีเหลือง ซึ่งถ้าผลแก่ไม่เต็มที่หรือสุกไม่เต็มที่ บริเวณส่วนหัวผลยังเป็นสีเขียว รสชาติจะหวานปนเปรี้ยว แต่เมื่อผลแก่จัดหรือสุกเต็มที่ สีผลเป็นสีส้ม บริเวณส่วนหัวผลไม่มีสีเขียวเหลืออยู่จะมีรสหวานกรอบอร่อยไม่มีรสเปรี้ยวปนเลย เนื้อแน่น เมล็ดลีบเนื้อหนา ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั่วไป ที่สำคัญขนาดของผลจะใหญ่เสมอกันทั้งพวง

เวลาที่มีผลตกเต็มต้น และผลสุกสีเหลืองส้มห้อยเป็นพวง จะดูสวยงามมาก “มะยงชิดทุลเกล้า” จะติดผล 2-3 รุ่น ใน 1 ปี ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ตอนกิ่งและทาบกิ่ง ชาวสวนส่วนมากนิยมใช้การทาบกิ่งมากที่สุด

2) มะยงชิด พันธุ์ชิดสง่า มีข้อเด่นคือ ต้นมะยงชิดได้ติดดอกออกผล ซึ่งมีลักษณะผลที่ใหญ่มาก และมีรสชาติอร่อย หวานอมเปรี้ยว และมีกลิ่นหอม ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม่ผลยืนต้น ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bouea* spp. วงศ์ Anacardiaceae ต้นอายุประมาณ 16-17 ปี ทรงพุ่มลู่ลง เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มประมาณ 7 เมตร ความสูงของต้น 6-8 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ประมาณ 25-30 เซนติเมตร และเปลือกลำต้นมีสีเทา ใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงกันข้ามใบสีเขียวเข้ม ใบเป็นรูปรี โคนใบเป็นรูปปลีปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบแผ่นใบเรียบ ขนาดกว้างประมาณ 4 เซนติเมตร และยาวประมาณ 10.5 เซนติเมตร ก้านใบยาวประมาณ 1.56 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อตามปลายยอดกิ่งและตามซอกใบ ความยาวช่อดอกประมาณ 8.00-18.80 เซนติเมตร ดอกมีสีเหลืองผลรูปรางผลเป็นแบบยาวเรียวเป็นรูปไข่ (ovoid elongated) ขนาดผลกว้างประมาณ 4-6 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5-7 เซนติเมตร ผลดิบสีเขียวอ่อน ผลสุกสีเหลืองอมส้ม เนื้อมีสีเหลืองส้ม เนื้อหนาเมล็ดลีบ ความกว้างของเมล็ดประมาณ 2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร สีเปลือกเมล็ดสีน้ำตาลอ่อน สีเนื้อของเมล็ดสีม่วงอ่อนลักษณะอื่น ๆ ผลสุกแก่รสชาติหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นหอมติดในลำคอผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 80-100 กรัมต่อผล เมล็ดมีขนาดเล็ก

3) มะยงชิดพันธุ์เพชรกลางดง ให้ผลผลิตตก ผลมีขนาดใหญ่ เมล็ดลีบ ได้ตั้งชื่อมะยงชิดพันธุ์นี้ว่า เพชรกลางดง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ชนิดไม่ผลยืนต้น ต้นอายุประมาณ 5-6 ปี มีขนาดเส้นรอบโคนต้นประมาณ 30.0 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มประมาณ 3.0 เมตร ความสูงของต้น 3.0 เมตร สีเปลือกลำต้นมีสีน้ำตาล ใบเดี่ยวออกตรงกันข้ามมีความกว้างประมาณ 3.0 เซนติเมตร ความยาว 12.0 เซนติเมตร ใบรูปรีโคนใบแหลมหรือรูปปลีปลายใบแหลมไปจนถึงเรียวแหลม ใบสีเขียวเข้ม ดอกออกเป็นช่อตามซอกใบ ยาว 7.0-16.0 เซนติเมตร ดอกมีสีเหลือง ผลมีขนาดกว้างประมาณ 5.2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 7.2 เซนติเมตร ผลดิบเปลือกผลมีสีเขียวและมีสีเหลืองอมส้ม เมื่อผลสุก เนื้อมีความหนา 4.1 เซนติเมตร เนื้อมีสีเหลืองอมส้ม จำนวนผลที่ น้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 14-18 ผล เมล็ดมีสีม่วงอ่อน ขนาดลำต้นมีเปลือกสีน้ำตาล ใบเดี่ยวออกตรงกันข้ามมีความกว้างประมาณ 3.8 เซนติเมตร ยาวประมาณ 14.0 เซนติเมตร ใบรูปรีโคนใบแหลมปลายใบแหลมไปถึงเรียวแหลม ใบสีเขียวเข้ม ก้านใบมีความยาว 2.0

4) มะยงชิดพันธุ์พินทองนครนายก ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ประเภทไม่ผลยืนต้น ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bouea* spp. วงศ์ Anacardiaceae ต้นอายุประมาณ 12 ปี ทรงพุ่มแผ่อก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 เมตร สูงประมาณ 6 เมตร ผิวเปลือกลำต้นค่อนข้างเรียบ เปลือกลำต้นสีน้ำตาลเข้มใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงกันข้าม ใบสีเขียวเข้มใบเป็นรูปรีรูปร่างฐานใบรูปปลี ปลาย

ใบเรียวแหลมขอบใบเรียบแผ่นใบเรียบ การนูนด้านบนแผ่นใบมีเส้นกลางใบนูนขึ้นอย่างชัดเจนสวน
 ด้านล่างของแผ่นใบจะสัมผัสความนูนของเส้นแขนงใบได้ ขนาดกว้างประมาณ 4 เซนติเมตร ความ
 ยาวของใบประมาณ 12 เซนติเมตร อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างเท่ากับ 3:1 ก้านใบยาว
 ประมาณ 1 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อตามปลายยอดกิ่งและตามซอกใบคล้ายดอกสะเดา ความ
 ยาวช่อดอก ประมาณ 2 นิ้ว ดอกบานประมาณ 3 มิลลิเมตร ดอกมีสีเหลืองอ่อน ภายใน 1 ป จะออก
 ดอก ประมาณ 3 ครั้ง ขึ้นกับอากาศถ้าหนาวจะออกดอกเพิ่มขึ้นผลรูปทรงกลมป้อม ความยาวผล
 ประมาณ 6.5 เซนติเมตร ความกว้างผลประมาณ 4.8 เซนติเมตร จะมีผลประมาณ 1-2 ผล/ช่อ ผล
 ดิบสีเขียวเข้ม ผลแก่สีเหลืองปนส้ม เนื้อค่อนข้างแข็ง กรอบ ฉ่ำน้ำน้อย เนื้อละเอียด ตำแหน่งการ
 เปลี่ยนสีผลสุกจากปลายผลไปหาหัวผล รสชาติของผลสุกแก่จะมีรสหวานอมเปรี้ยว อายุเก็บเกี่ยวนับ
 จากวันดอกบานจนเก็บเกี่ยวประมาณ 75-80 วัน น้ำหนักผลประมาณ 100-125 กรัม/ผล เนื้อหนา
 ประมาณ 2.2 เซนติเมตร ความกว้างของเมล็ดประมาณ 2.2 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 4.6
 เซนติเมตร การลึบของเมล็ดมีทั้งลึบและไม่ลึบขึ้นกับการบำรุงต้นของแต่ละสวน สีเมล็ดปนสีม่วง

2.1.3 ความแตกต่างของมะปรางหวานกับมะยงชิด

มะปรางกับมะยงชิดนั้นเป็นพืชชนิดเดียวกันแต่เนื่องจากการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดนั้น มักทำให้
 เกิดการกลายพันธุ์ไปจากเดิมส่งผลแสดงให้เห็นลักษณะที่แสดงออกแตกต่างกันออกไป ด้วยเหตุนี้จึง
 ถูกเรียกแยกออกเป็นหลายกลุ่ม เช่น มะปรางหวาน มะยงชิด มะยงชิดห่าง มะปรางเปรี้ยว กวาง
 ฯลฯ ซึ่งการแบ่งลักษณะมะปรางออกเป็นกลุ่มนั้นไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว ส่วนใหญ่จะจำแนกโดยใช้
 ลักษณะรสชาติร่วมกับขนาดของผลเป็นหลัก ส่วนลักษณะอื่นๆได้แก่ ทรงพุ่มขนาดของใบ การเรียงตัว
 ของใบ เส้นใบสีของยอดอ่อน รสของยอดอ่อน ยังไม่มีการศึกษาลักษณะเหล่านี้เพื่อคัดแยกกลุ่มของ
 มะปรางและมะยงชิด โดยทั่วไปเกษตรกร นักวิชาการหรือบุคคลทั่วไปก็ไม่นิยมใช้ลักษณะเหล่านี้
 เนื่องจากไม่สามารถแยกได้อย่างเด่นชัดนอกเหนือจากรสชาติและขนาดผลเท่านั้น (ชวนชม, 2550)

2.2 ไอศกรีม

2.2.1 ความหมายและประเภทของไอศกรีม

ไอศกรีม (Ice cream) หรือโดยทั่วไปเรียกกันว่า “ไอติม” เป็นของหวานแช่แข็งชนิดหนึ่ง ได้จากการผสมส่วนผสม นำไปผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วนำไปปั่นในที่เย็นจัด เพื่อเติมอากาศเข้าไปพร้อมๆ กับการลดอุณหภูมิ โดยอาศัยเครื่องปั่นไอศกรีม ไอศกรีมตักโดยทั่วไปจะต้องผ่านขั้นตอนการแช่เยือกแข็งอีกครั้งก่อนนำมาขายหรือรับประทาน (เจตนา พิสุทธิ์, 2555)

นรินทร์ (2531) ได้จำแนกประเภทของไอศกรีมออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

- 1) ไอศกรีมที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์นม ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของไอศกรีมชนิดนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์นม เช่น มั่นเนย ของแข็งนมไม่รวมมันเนย เป็นต้น
- 2) ไอศกรีมที่ใช้น้ำมันพืช เนื่องจากไขมันนมมีราคาแพงและหาได้ยากในบางประเทศ จึงมีผู้นิยมใช้น้ำมันพืชทดแทนมันเนย แต่ของแข็งนมไม่รวมมันเนยก็ยังใช้อยู่
- 3) ไอศกรีมที่ใช้น้ำผลไม้กับผลิตภัณฑ์นม นิยมเรียกไอศกรีมชนิดนี้ว่าไอศกรีมเชอร์เบท ซึ่งแตกต่างเพราะมีน้ำผลไม้เป็นส่วนผสม
- 4) น้ำแข็งแท่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้ผลิตภัณฑ์นมเป็นส่วนผสม แต่โรงงานส่วนใหญ่มักจะมีการผลิตควบคู่ไปกับการผลิตไอศกรีม มีส่วนประกอบสำคัญคือน้ำตาล น้ำผลไม้ และน้ำ

2.2.2 เชอร์เบท (Sherbet)

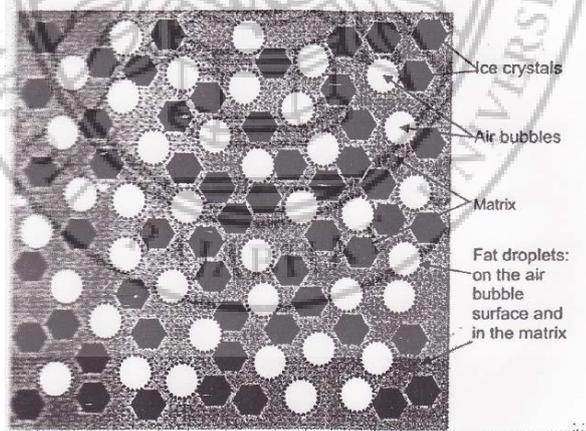
เป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่เยือกแข็ง มีส่วนประกอบได้แก่ น้ำ น้ำตาล หรือสารให้ความหวาน ผลไม้หรือกลิ่นผลไม้ กรดผลไม้ สารให้สี สารให้ความคงตัว มีไขมันและส่วนของแข็งที่เป็นนม (milk solid) ในปริมาณเล็กน้อย (Marshall และ Arbuckle, 1996) เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ และความแตกต่างระหว่างเชอร์เบทกับไอศกรีมนมทั่วไปพอสรุปได้ดังนี้

- 1) เชอร์เบทมีปริมาณของกรดผลไม้สูงกว่าไอศกรีมนม โดยเชอร์เบทมีปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity) ในรูปของกรดแลคติกอย่างน้อยที่สุดร้อยละ 0.35 การที่มีกรดในผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้กลิ่นรสฝาด
- 2) เชอร์เบทมีค่าโอเวอร์รัน (overrun) ต่ำกว่าไอศกรีมนม โดยมีค่าโอเวอร์รันประมาณร้อยละ 25-50
- 3) เชอร์เบทมีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 25-35 ซึ่งสูงกว่าไอศกรีม ดังนั้นจึงมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าไอศกรีมนม
- 4) เชอร์เบทมีเนื้อสัมผัสหยาบหรือมีลักษณะของผลึกน้ำแข็งมากกว่าไอศกรีมนม และเมื่อบริโภคจะรู้สึกเย็นในปากมากกว่าไอศกรีมนม

5) เซอร์เบทมีความชื้นมันน้อยกว่าไอศกรีมนม เนื่องจากมีปริมาณของแข็งที่เป็นนมน้อยกว่า (กนกพร คละวรรณดี และคณะ, 2555)

2.2.3 โครงสร้างไอศกรีม

โครงสร้างของไอศกรีมเป็นระบบเคมีกายภาพ (physicochemical system) ที่ซับซ้อน ไอศกรีมมีลักษณะเป็นอิมัลชัน (Emulsion) แบบไขมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ (Oil in water Emulsion) ส่วนผสมทั้งหมดจะทำให้เกิดโครงสร้างของไอศกรีมในระหว่างกระบวนการแช่แข็ง จะเกิดโครงสร้างที่เรียกว่าโฟมเกิดขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างของฟองอากาศ โดยบริเวณผิวจะมีชั้นของไขมันบางๆ เกาะติดอยู่ โดยรอบ ซึ่งมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของไอศกรีม โครงสร้างภายในประกอบด้วย ส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ ของแข็ง ของเหลว และอากาศ อยู่รวมกัน 3 วัฏภาคเรียกว่า Three-Phase System โดยที่ฟองอากาศกระจายตัวอยู่ในส่วนของของเหลวล้อมรอบผลึกน้ำแข็ง ซึ่งจากกระบวนการและวัตถุดิบข้างต้นทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่มีองค์ประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วยผลึกน้ำแข็ง ฟองอากาศ และเม็ดไขมัน ที่มีขนาดตั้งแต่ $1\ \mu\text{m}$ ถึง $0.1\ \text{mm}$ และยังประกอบด้วย สารละลายที่มีความหนืดสูงของสารให้ความหวาน โพลีแซคคาไรด์ และโปรตีนนม ซึ่งเรียกรวมกันว่าเป็น matrix (Clarke, 2004)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างภายในของไอศกรีม

ที่มา : Clarke, 2004

โครงสร้างของไอศกรีมดังกล่าวส่งผลให้ไอศกรีมมีลักษณะปรากฏที่ดี มีความแข็ง ให้ความรู้สึกทางปาก (mouthfeel) ที่ดี และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเรียกลักษณะการคงตัวนี้ว่า การคงตัวของรูปร่าง (shape retention) (Clarke, 2004)

2.2.4 องค์ประกอบของไอศกรีม

ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ วัตถุดิบหลัก เช่น โปรตีนนม น้ำตาล ไขมัน และน้ำ วัตถุดิบรอง เช่น สารให้ความคงตัว (stabilizer) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) สี (colors) สารให้กลิ่นรส และองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น เวเฟอร์ ช็อกโกแลต ชิ้นผลไม้ และถั่วต่าง ๆ เป็นต้น ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม และผลิตภัณฑ์นม ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ จะมีคุณค่าทางอาหารสูง ดังนั้นจึงจัดว่าเป็นอาหารที่ให้พลังงานต่อร่างกาย ดังตารางที่ 2.1 โดยแต่ละส่วนประกอบในไอศกรีมนั้นมีบทบาทสำคัญต่อเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความคงตัวของไอศกรีม องค์ประกอบหลัก ๆ คือไขมันร้อยละ 8-20 ของแข็งไม่รวมไขมัน (milk solid not fat : MSNF) ร้อยละ 8-15 น้ำตาลร้อยละ 13-20 สารให้ความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์ร้อยละ 0.0-0.7 และปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 36-43 (Arbuckle, 1986)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอาหารต่าง ๆ และพลังงานของไอศกรีมชนิดต่าง ๆ

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	ไอศกรีม มาตรฐาน	ไอศกรีมที่มี ปริมาณไขมัน			ไอศกรีม นม	ไอศกรีมโคน	หวานเย็น (water ice)
		10%	12%	16%			
		น้ำ	61.7	63.2			
พลังงาน (แคลอรี)	196.7	193	207	222	152	372	78
โปรตีน	4.1	4.5	4	2.6	4.8	10	0.4
ไขมัน	12	10.6	12.5	16.1	5.1	2.4	trace
คาร์โบไฮเดรต	20.7	20.8	20.6	18	22.4	77.9	32.6
น้ำหนัก (กรัม) ต่อ 100 แคลอรี	50.8	51.7	48.3	45	65.6	26.5	128.4

ที่มา : Arbuckle, 1986

1) อากาศ (Air)

ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของไอศกรีม ซึ่งจะมีผลทั้งต่อลักษณะทางกายภาพและความคงตัวของ การเก็บรักษา และส่งผลโดยตรงต่อค่าความแข็ง (hardness) ของไอศกรีม โดยถ้าไอศกรีมไม่มีฟองอากาศจะได้ไอศกรีมที่มีเนื้อสัมผัสแข็ง ซึ่งการเพิ่มค่าโอเวอร์รันให้สูงขึ้นจะทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าไอศกรีมที่มีค่าโอเวอร์รันต่ำกว่า (Clarke, 2004) โอเวอร์รันจะแสดงออกเป็นร้อยละของปริมาตรอากาศที่เพิ่มขึ้นของส่วนผสม การที่ปริมาตรเพิ่มขึ้นเนื่องจากขณะปั่นไอศกรีมมีการผสมอากาศเข้าไปในเนื้อไอศกรีม การผสมอากาศจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของส่วนผสม หากอากาศมากเกินไป ไอศกรีมจะเบา โปร่งไม่น่ารับประทาน แต่ถ้ามีอากาศน้อยเกินไปเนื้อจะแน่นหรือหนัก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดโอเวอร์รัน เช่น ปริมาณของแข็งทั้งหมดในส่วนผสม ราคาจำหน่ายของไอศกรีม และชนิดของไอศกรีม เป็นต้น การผลิตไอศกรีมมีโอเวอร์รันต่างกันประมาณร้อยละ 10 ย่อมทำให้เกิดความเสียหายโดยเฉพาะเรื่องต้นทุนการผลิต และยังส่งผลต่อการยอมรับและความนิยมของผู้บริโภคด้วย (บุญช่วย มะลิหอม, 2547) ซึ่งโอเวอร์รันของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ค่าโอเวอร์รันของผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งชนิดต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	โอเวอร์รัน (ร้อยละ)
ไอศกรีม (บรรจุกล่อง)	70-80
ไอศกรีม (ทั่วไป)	90-100
เชอร์เบท	30-40
ไอซ์	25-30
ไอศกรีมชนิดเหลว	30-50
ไอซ์มิลค์	50-80
มิลค์เชค	10-15

ที่มา : Clarke, 2004

2) ไขมัน (Fat)

เป็นดัชนีสำคัญที่บอกถึงคุณภาพของไอศกรีม มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยทำให้ฟองอากาศมีความคงตัวและยังมีหน้าที่สำคัญอย่างอื่นอีก กล่าวคือ มีผลอย่างมากต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น เนื้อสัมผัส หรือการเคลือบเพดานปากให้ความรู้สึกเรียบเนียนของไอศกรีม ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าไอศกรีมเกรดพรีเมียมจะมีปริมาณไขมันที่สูงกว่าไอศกรีมทั่วไป และเป็นตัวช่วยทำให้เกิดกลิ่นรสที่ดี

โดยกลี้นรสบางอย่างสามารถละลายได้ในไขมันแต่ไม่ละลายน้ำ และประการสุดท้ายคือเม็ดไขมันจะ ช่วยเพิ่มความหนืดให้กับส่วนผสมช่วยให้โฟมมีความคงตัว ซึ่งมีผลอย่างมากต่อลักษณะความเป็นครีม ของไอศกรีมและทำให้อัตราการละลายลดลง (Clarke, 2004)

3) น้ำ (Water)

น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในไอศกรีม ไอศกรีมส่วนใหญ่จะประกอบด้วยน้ำอย่างน้อย ร้อยละ 60-70 โดยน้ำหนัก โดยที่อยู่ในสภาพผลึกน้ำแข็งเกือบทั้งหมดอุณหภูมิที่รับประทานน้ำในรูป ของผลึกน้ำแข็งเป็นกุญแจสำคัญในการทำให้ไอศกรีมสร้างความสดชื่น ซึ่งแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ อาหารพร้อมบริโภคชนิดไม่แช่แข็งอื่น ความสมดุลระหว่างผลึกน้ำแข็งกับส่วนที่เป็นของเหลวและ ขนาดของผลึกน้ำแข็ง มีบทบาทสำคัญต่อการรับประทานไอศกรีม แต่น้ำจะมาจากส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ น้านม น้ำเชื่อม เป็นต้น ซึ่งส่วนผสมทั้งหลายเหล่านี้จะกระจายหรือแขวนลอยอยู่ในส่วนของน้ำ ของไอศกรีม (ภัทรา กุลกิจวโรภาส , 2540)

4) ธาตุอาหารไม่รวมไขมันเนย

ผลิตภัณฑ์ส่วนของนมที่เอาน้ำและไขมันออก ส่วนมากใช้ในรูปของนมผงขาดมันเนย (skim milk powder) ในปริมาณร้อยละ 8-15 เป็นตัวให้กลี้นรส รูปร่าง และปรับปรุงคุณสมบัติด้าน การละลาย ทำให้อัตราการขึ้นฟูสูงโดยไม่ทำให้เกิดเป็นเกร็ดน้ำแข็ง และปรับปรุงด้านเนื้อสัมผัส โปรตีนนมมีความสำคัญต่อการทำให้ฟองอากาศเยือกแข็งคงตัว และทำให้ไขมันกระจายตัวเป็นเนื้อ เดียวกันอย่างสม่ำเสมอ โดยโปรตีนนมเป็นเสมือนเยื่อหุ้มที่ห่อหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ นอกจากนี้โปรตีนนม ยังสามารถจับกับน้ำทำให้เพิ่มความหนืดแก่ไอศกรีมมิกซ์ โปรตีนในนมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เคซีน (casein) และหางนม (whey) โดยเคซีนเป็นส่วนที่ทำให้เกิดเนื้อสัมผัสส่วนใหญ่ของไอศกรีม และทำให้มีกลี้นรสของนม ส่วนของโปรตีนในหางนมที่เหลือจากการทำเนยเป็นสิ่งที่ทำให้ไอศกรีมมี ความคงตัวเป็นส่วนของแข็งในหางนมประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือโปรตีน (โปรตีนเวย์) ประมาณร้อยละ 37 น้ำตาลแลคโตสร้อยละ 55 และเกลือแร่ร้อยละ 8 ของแข็งไม่รวมไขมันช่วยเพิ่ม กลี้นรสให้ไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมมีรสชาตือร่อย น้ำตาลแลคโตสเพิ่มรสหวาน และเกลือแร่ทำให้เกิด รสเค็ม ส่วนโปรตีนนมทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสแน่นและเรียบเนียน มีความคงดีและป้องกันเนื้อ สัมผัสหยาบ การเติมของแข็งไม่รวมไขมันมากเกินไปทำให้ไอศกรีมมีรสเค็ม มีกลี้นนมผงและเพิ่มผลึก แลคโตสในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากน้ำตาลแลคโตสมีความสามารถในการละลายต่ำของแข็งไม่ รวมไขมันช่วยเพิ่มความชื้นที่ลดจุดเยือกแข็งให้ต่ำลง ทำให้ไอศกรีมละลายช้าและการขึ้นฟูดีขึ้น ปริมาณหางนมผงที่ใช้ในไอศกรีมจะเป็นสัดส่วนผกผันกับไขมันนม เพื่อรักษาสมดุลของส่วนผสมและ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสมีคุณภาพในการเก็บรักษาที่ดี การเติมธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยมากเกินไป จะทำให้ไอศกรีมมีรสเค็มมีกลี้นใหม่และเสี่ยงต่อการเกิดผลึกแลคโตสในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมีผล

ทำให้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสหยาบคล้ายทรายไม่เรียบเนียน (Marshall และ Arbuckle, 1996)

5) สารให้ความหวาน (Sweeteners)

สารให้ความหวานที่นำมาใช้ในไอศกรีมมีหลายชนิด เช่น ซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส น้ำผึ้งและคอร์นไซรัป สารให้ความหวานมีหน้าที่หลายประการในไอศกรีม เพิ่มความหวานให้ไอศกรีมเสริมกลิ่นรส และมีบทบาทในการป้องกันการเป็นน้ำแข็ง การเพิ่มปริมาณสารให้ความหวานในไอศกรีมมีผลทำให้จุดเยือกแข็งลดลง ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะมีความนุ่มนวลกว่า และง่ายต่อการตัดรับประทานที่อุณหภูมิเย็นจัด เพราะปริมาณน้ำที่เป็นน้ำแข็งมีน้อย และเป็นตัวช่วยให้ไอศกรีมมีรสอร่อย มีรูปร่างและลักษณะเนื้อที่ดี สารให้ความหวานเป็นตัวเพิ่มปริมาณของแข็งกับส่วนผสมอีกด้วยมีความสำคัญต่อไอศกรีมคือ ปรับปรุงด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติ แต่ก็มีข้อจำกัดคือ หากใช้มากเกินไปไอศกรีมจะมีรสหวานจัดเกินไป ลดอัตราการตีขึ้นฟู นอกจากนี้ทำให้ใช้เวลาในการปั่นไอศกรีมนาน และต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ๆ ในขั้นตอน Hardening เนื่องจากเป็นตัวลดจุดเยือกแข็งของส่วนผสมให้ต่ำลง ทำให้ไอศกรีมแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำมาก ดังนั้นปริมาณและชนิดของน้ำตาลในไอศกรีมจึงมีผลต่อจุดเยือกแข็งของไอศกรีม น้ำตาลให้รสหวานแก่ไอศกรีม ให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดแก่ส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น น้ำตาลช่วยเพิ่มความชื้นหนืดให้แก่ส่วนผสมไอศกรีม ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีมให้ดีขึ้น ให้กลิ่นรสที่ดี ช่วยลดจุดเยือกแข็งของไอศกรีมเพิ่มการขึ้นฟู และยืดระยะเวลาในการปั่นไอศกรีม (Marshall และ Arbuckle, 1996) น้ำตาลมีหน้าที่หลักสองอย่างในไอศกรีมคือ ให้ความหวานและควบคุมจำนวนของผลึกน้ำแข็งทำให้ไอศกรีมมีความนุ่มขึ้น (ถ้ามีปริมาณผลึกน้ำแข็งมากจะทำไอศกรีมมีความแข็งมากขึ้น) ซึ่งน้ำตาลที่มีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าจะมีจำนวนของผลึกน้ำแข็งลดลงได้ ยกตัวอย่างเช่น ไอศกรีมสูตรมาตรฐานจะมีผลึกน้ำแข็งประมาณร้อยละ 55 ต่อน้ำหนักที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเปลี่ยนชนิดและจำนวนการใช้น้ำตาลแล้ว จะทำให้มีผลึกน้ำแข็งเหลือเพียงร้อยละ 45 แต่จะได้ไอศกรีมที่มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่า ซึ่งง่ายต่อการตัดรับประทานมากขึ้น และน้ำตาลยังมีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของไอศกรีมในด้านอื่นๆ กล่าวคือ เนื่องจากน้ำตาลมีผลความชื้นหนืดของส่วนผสมไอศกรีม โดยน้ำตาลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะส่งผลให้ความหนืดของส่วนผสมสูงขึ้น ทำให้ไอศกรีมที่ได้มีลักษณะที่คล้ายครีม (Clarke, 2004)

6) กลิ่น (Flavors)

กลิ่นที่ใช้ในไอศกรีมปกติจะอยู่ในรูปสารละลายของกลิ่น ซึ่งโมเลกุลของสารให้กลิ่นบางชนิดจะละลายในไขมัน และบางชนิดก็ละลายในน้ำได้ โดยสารให้กลิ่นที่ละลายในน้ำได้จะพบในส่วนของ matrix และจะปลดปล่อยกลิ่นอย่างรวดเร็วเมื่อรับประทาน ส่วนกลิ่นที่ละลายในไขมันจะปลดปล่อยกลิ่นได้น้อยกว่า กลิ่นที่ได้จากธรรมชาติ เช่น สกัดจากพืช หรือจากการสังเคราะห์ขึ้น โดยกลิ่นที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม คือ กลิ่นวนิลา ชอคโกแลต และสตอเบอร์รี่ ซึ่งกลิ่นวนิลาเป็นกลิ่นที่ได้รับความนิยม

นิยมมากที่สุดได้จากการสกัดจากฝักวานิลลา วานิลินเป็นสารประกอบหลักที่ให้กลิ่นของวานิลลา กลิ่นวานิลลาที่ได้จากธรรมชาติจะมีสารให้กลิ่นและคุณลักษณะที่ดีกว่าวานิลินบริสุทธิ์ แต่เนื่องจากความต้องการสูง จึงได้มีการผลิตกลิ่นวานิลลาสังเคราะห์ โดยวิธี biosynthesis หรือการสังเคราะห์จากกลีนิ นและของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ (Clarke, 2004)

7) สี (Colors)

สีจะมีผลต่อผู้บริโภคในด้านของคุณภาพ โดยเติมสีในผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความดึงดูดใจ และบ่งบอกถึงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ได้

8) อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier)

อิมัลซิไฟเออร์เป็นสารที่ช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน ทำให้ได้ไอศกรีมที่มีลักษณะแห้ง (dryness) ลดระยะเวลาในการตีขึ้นฟูของไอศกรีม ทำให้ฟองอากาศมีขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ทั่วไปในโครงสร้างไอศกรีม ควบคุมความไม่คงตัวของไขมัน (fat destabilization) ป้องกันการหดตัว (shrinkage) อิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมผลิตไอศกรีม คือ 1. กลีเซอรอลเอสเทอร์ เช่น โมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) หรือโมโนเอซิลกลีเซอรอล (กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต) และ ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) ซึ่งอาจใช้ชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือรวมกันทั้งสองชนิดปริมาณการใช้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ต่อน้ำหนัก จะช่วยรักษาอิมัลชัน และเพิ่มความสามารถในการขึ้นฟู (whipping ability) ของไอศกรีม 2. polyoxyethylene derivatives ของ hexahydric alcohols glycol และ glycol ester จะช่วยให้ไอศกรีมละลายช้าลง และทำให้ไอศกรีมมีผิวแห้ง เนื้อสัมผัสเรียบเนียนเมื่อนำออกมาจากตู้แช่แข็ง อิมัลซิไฟเออร์ชนิดอื่นที่มีการนำมาใช้ เช่น ซอร์บิทแทนไตรสเตียเรท (sorbitantristearate) และ โมโนโอเลอเท (monooleate) ปริมาณการใช้ไม่เกินร้อยละ 0.1 (Marshall และ Arbuckle, 1996) อิมัลซิไฟเออร์มีหน้าที่ที่สำคัญในไอศกรีมหลายประการ เช่น การทำให้ไขมันเกิดการกระจายในส่วนของน้ำ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสามารถของส่วนผสม ไอศกรีมในการจับอากาศได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงลดการยุบตัวของไอศกรีม ทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมเนียน ปรับปรุงคุณลักษณะการละลาย และช่วยลดการแยกตัวของไขมันจากส่วนของน้ำในระหว่าง ขบวนการแช่แข็งไอศกรีมข้อเสียของการใช้อิมัลซิไฟเออร์ปริมาณที่สูงเกินไป มีผลทำให้ไอศกรีมมีคุณลักษณะการละลายที่ไม่ดี หรือมีกลิ่นรสผิดปกติ

9) สารให้ความคงตัว (Stabilizer)

มีความสามารถในการเกิดพันธะกับน้ำได้ดีมีหน้าที่ปรับปรุงเนื้อสัมผัสไอศกรีมให้เรียบเนียน ป้องกันไม่ให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ขณะแช่แข็งและในระหว่างการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิผันแปรต่างๆ (heat shock) ซึ่งไม่ทำให้เนื้อไอศกรีมหยาบทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีและยืดระยะเวลาในการละลายของไอศกรีม สารให้ความคงตัวจะไปเพิ่มความหนืดแต่ไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็งของไอศกรีม ปริมาณการใช้ประมาณร้อยละ 0.2-0.3 ยังมีการใช้สารให้ความคงตัวหลายๆ

ชนิดมาผสมกันเพื่อปรับปรุงคุณภาพไอศกรีมให้ดีขึ้น เนื่องจากใช้สารเหล่านี้ในปริมาณน้อยจึงไม่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารและกลิ่นรส การใช้สารให้ความคงตัวมากเกินไปทำให้ไอศกรีมละลายช้า มีผลทำให้เนื้อสัมผัสแข็งไอศกรีมแฉะหรือเหนียวมาก (Marshall และ Arbuckle., 1996) สารให้ความคงตัวเป็นส่วนผสมของสารจำพวกไฮโดรคอลลอยด์ เช่น โลคัสปีนัม คาราจีแนน กัวร์กัม แอลจินेट เพคตินหรือคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หน้าที่ของสารให้ความคงตัวคือเป็นตัวช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของ ของหวานแช่แข็งและป้องกันความเค้น เนื่องจากความร้อนในระหว่างการจำหน่าย สารให้ความคงตัวยังช่วยเพิ่มความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม ความหนืดที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้อากาศเข้ามาแทรกตัวอยู่ด้วยได้มากขึ้นและช่วยเพิ่มลักษณะเนื้อซึ่งการจับกันของไฮโดรคอลลอยด์ จะทำให้ความหนืดของส่วนผสมมากขึ้น ทำให้มีลักษณะเนื้อ (Body) มากขึ้น และช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านการละลายเนื่องจากสารให้ความคงตัวทำปฏิกิริยาสัมพันธ์กับโปรตีนนมและส่วนประกอบอื่น ๆ โดยจับยึดไว้เป็นโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ จึงทำให้ไอศกรีมละลายได้ช้าลงและมีความคงตัวขณะละลาย นอกจากนี้ สารให้ความคงตัวช่วยยับยั้งการยุบตัวและปรับปรุงความคงตัว โดยการทำให้ผลึกน้ำแข็งโตขึ้นอย่างช้าๆ ชะลอการเกิดผลึกและการเติบโตของผลึกน้ำแข็ง เป็นผลทางตรงที่เกิดจากการจับกันของ ไฮโดรคอลลอยด์กับส่วนประกอบต่าง ๆ ในไอศกรีม ตัวอย่างสารให้ความคงตัว เช่น เจลาตินเป็นส่วนผสมของ high-molecular-weight polypeptide ที่ได้จากคอลลาเจนจากสัตว์และนิยมใช้เป็น gelling และ thickening agent ในปัจจุบันนิยมใช้ทดแทนการใช้สเตอปีไลน์เซอร์ (Clarke, 2004) เป็นสารประกอบโปรตีนจึงให้กรดอะมิโนที่มีคุณค่าทางอาหารผลิตจากกระดูกสัตว์ (Arbuckle, 1986) เมื่อเจลาตินละลายน้ำจะแสดงสมบัติความหนืดเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นพีเอช (pH) ความแรงของไอออนและความหนืดจำเพาะของตัวเจลาตินเองโดยมีความหนืดต่ำสุด ณ จุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point) และความหนืดเพิ่มขึ้นขณะที่ประจุรวมของโมเลกุลทั้งหมดเพิ่มขึ้น (Harris, 1993) เจลาตินสามารถเกิดเจลในไอศกรีมมิกรีในระหว่างการบ่มการแช่แข็งรวมทั้งการเก็บแช่แข็งในช่วง hardening จึงช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ในไอศกรีม มีแนวโน้มทำให้ได้ การขึ้นฟูสูง ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน เจลาตินที่วางขายทางการค้ามีค่าความแข็งของเจลอยู่ในช่วง 125-275 บลูม (Arbuckle, 1986)

2.2.5 กระบวนการการผลิตไอศกรีม

กรรมวิธีการผลิตไอศกรีมชนิดแข็ง (hard ice-cream) แปรผันตามระบบการผลิตออกเป็นการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน (Home made ice-cream) หรือ การผลิตเชิงพาณิชย์ (Commercial ice-cream) โดยมีวิธีการผลิตตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ การคำนวณส่วนผสม (mix calculations) ผสมส่วนผสมไอศกรีม (blending) พาสเจอร์ไรเซชัน (pasteurization) โฮโมจีไนเซชัน (homogenization) ทำให้ส่วนผสมไอศกรีมเย็นลง (cooling) บ่มส่วนผสม (aging) ปั่นไอศกรีม

(aeration and freezing) แข็งแข็ง (hardening) และเก็บรักษาไอศกรีม (storage) (Arbuckle, 1986) มีขั้นตอนดังนี้

1) การคำนวณส่วนผสมไอศกรีม

ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมเริ่มจากการคำนวณส่วนผสมต่าง ๆ ซึ่งนับว่ามีความสำคัญเนื่องจากได้สูตรไอศกรีมที่มีความสมดุล และสามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีความสม่ำเสมอ ราคาของไอศกรีมไม่สูงเกินไป และได้ไอศกรีมที่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด (Arbuckle, 1986)

2) การผสมส่วนผสมไอศกรีม

นำส่วนผสมที่เป็นของแข็ง ผสมให้เข้ากัน ก่อนเติมลงในส่วนผสมที่เป็นของเหลว เช่น นำนมเนย ให้ความร้อนแล้วกวนส่วนผสมไปเรื่อย ๆ พออุณหภูมิสูงถึง 49 องศาเซลเซียส จึงเติมส่วนผสมที่เป็นของแข็งเพื่อป้องกันไม่ให้อส่วนผสมจับตัวกันเป็นก้อน ผสมให้เข้ากันโดยใช้ความร้อนช่วยวิธีป้องกันส่วนผสมที่เป็นของแข็งจับตัวเป็นก้อนทำได้โดยผสมส่วนผสมที่เป็นของแข็งเข้ากับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้า ๆ พร้อมกับการกวนไปเรื่อย ๆ หรือร้อนส่วนผสมของแข็ง เช่น ของแข็งไม่รวมมันเนย ด้วยตะแกรงลงไปอย่างช้า ๆ ในของเหลวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 27 องศาเซลเซียส พร้อมกับกวนตลอดเวลา ถ้าใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว ควรผสมเจลาตินเข้ากับน้ำตาลในปริมาณเท่ากัน แล้วจึงเติมลงในส่วนผสมของเหลวก่อนที่อุณหภูมิจะสูงถึง 49 องศาเซลเซียส หรือผสมเจลาตินกับน้ำอุ่นจนละลายได้หมดก่อนผสมลงในของเหลวที่อุณหภูมิ 38-49 องศาเซลเซียส เนยสดครีมแข็ง หรือผลิตภัณฑ์แข็งที่จะใช้ในส่วนผสมไอศกรีมควรตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ การเติมสี และกลิ่นจะเติมในขั้นตอนการปั่นไอศกรีมให้แข็งตัว (Arbuckle, 1986)

3) การพาสเจอร์ไรส์

การพาสเจอร์ไรส์ส่วนผสมไอศกรีมเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค กระบวนการให้ความร้อนต้องเพียงพอที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และลดจำนวนแบคทีเรียลงให้ได้มากที่สุด ทำให้อส่วนผสมที่เป็นของแข็งละลาย ช่วยให้ไขมันละลาย และลดความหนืด ปรับปรุงเรื่องกลิ่นรสช่วยยืดอายุการเก็บรักษา วิธีการพาสเจอร์ไรส์ที่เหมาะสมควรให้ความร้อนอย่างรวดเร็วเพื่อให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนด และคงไว้ที่ อุณหภูมิที่กำหนด ตามเวลาที่ต้องการแล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิธีการพาสเจอร์ไรส์สามารถเลือกใช้อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกันตามวิธีการดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เวลาและอุณหภูมิสำหรับวิธีการพาสเจอร์ไรส์ไอศกรีมแบบต่าง ๆ

วิธีการ	เวลา	อุณหภูมิ(°C/°F)
Batch (LTLT)	30 นาที	69/155
HTST	25 วินาที	80/175
HHST	1-3 วินาที	90/194
UHT	2-40 วินาที	138/280

หมายเหตุ : LTLT คือ low-temperature long-time, HTST คือ high-temperature short-time, HHST คือ higher-heat short-time, UHT คือ ultra high temperature

ที่มา : Marshall และ Arbuckle, 1996

4) การโฮโมจีไนส์

ทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร ซึ่งจะป้องกันการแยกชั้นของครีมแล้วยังช่วยให้ไอศกรีมมีคุณภาพสม่ำเสมอ มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน ปรับปรุงความสามารถในการขึ้นฟูให้ดีขึ้น ใช้เวลาในการบ่มสั้นลงเพื่อให้ได้อิมัลชันที่คงที่ เป็นขบวนการที่ทำให้เม็ดไขมันแตกตัวเป็นเม็ดไขมันขนาดเล็กและกระจายตัวสม่ำเสมอทั่วส่วนผสม และยังช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม และทำให้การปั่นส่วนผสมเป็นไปได้ง่ายและรวดเร็ว ใช้เวลาในการบ่มไม่นาน(Marshall และ Arbuckle, 1996) ลดโอกาสการเกิด churning ขณะตีปั่นไอศกรีม และลดการใช้สารให้ความคงตัว ในการโฮโมจีไนส์มักจะทำที่อุณหภูมิ 63-77 องศาเซลเซียส เพราะที่อุณหภูมิต่ำ (49-54 องศาเซลเซียส) จะทำให้เกิดการเกาะกลุ่มของเม็ดไขมัน ทำให้เม็ดไขมันมีขนาดใหญ่ขึ้น ความหนืดเพิ่มขึ้น และต้องใช้เวลาในการตีปั่นไอศกรีม (Freezing time) ส่วนผสมที่พาสเจอร์ไรส์แล้วจะถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส เพื่อโฮโมจีไนส์ต่อไปซึ่งสามารถลดการเกิดกลิ่นคั่วได้ (Cook flavor) (Arbuckle, 1986) ความดันที่ใช้ในการโฮโมจีไนส์ขึ้นอยู่กับความหนืด ลักษณะของส่วนผสมความคงตัวของส่วนผสม อุณหภูมิที่ใช้ และเครื่องโฮโมจีไนส์ นอกจากนี้ไขมันในส่วนผสมยังมีผลต่อความดันที่ใช้ในการโฮโมจีไนส์

Schmidt และ Smith (1988) พบว่าส่วนผสมไอศกรีมที่ไม่ผ่านการโฮโมจีไนส์มีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า เนื่องจากการโฮโมจีไนส์ทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลงทำให้เนื้อสัมผัสไอศกรีมมีความเรียบเนียน การละลายช้าลงกลิ่นรสของไอศกรีมถูกปลดปล่อยออกมาช้ากว่า และได้เสนอความดันที่ใช้ในการโฮโมจีไนส์แบบ 2 ชั้นตอนคือความดันวาล์วแรกเท่ากับ 140.74 – 175.92 kg/cm² (2,000-2,500 psi) และวาล์วที่สองเท่ากับ 35.18 kg/cm² (500 psi)

5) การทำให้เย็น

หลังจากการพาสเจอร์ไรส์และโฮโมจีไนส์จะนำส่วนผสมไอศกรีมมาทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้ความความชื้นหนืดของส่วนผสมไอศกรีมเพิ่มขึ้น (Arbuckle, 1986)

6) การบ่ม (ageing) ส่วนผสมไอศกรีม

ทำการบ่มที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้เชื้อจุลินทรีย์จะไม่เพิ่มปริมาณซึ่งขณะบ่มส่วนผสมไอศกรีมจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ เม็ดไขมันในส่วนผสมจะกลายเป็นไขมันแข็ง ถ้าใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัวจะพองตัวและรวมตัวกับน้ำ โปรตีนของส่วนผสมเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ความหนืดของส่วนผสมเพิ่มขึ้น ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียนละลายช้าและคุณสมบัติการขึ้นฟูดีขึ้น เวลาที่ใช้ในการบ่มโดยทั่วไปคือ 24 ชั่วโมง แต่ในทางการค้าจะใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง การใช้เวลาบ่มนานก็จะมีให้ผลดีกับของผสมที่มีไขมันสูง (Arbuckle, 1986)

7) การปั่นไอศกรีม (aeration and freezing)

ขั้นตอนนี้อถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่งในกระบวนการผลิตไอศกรีมเพราะมีผลต่อคุณภาพและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ การปั่นไอศกรีมมีขั้นตอนดังนี้ ส่วนผสมของไอศกรีมผ่านการบ่ม เติมน้ำและกลิ่นรสตามต้องการแล้วจะถูกทำให้แข็งตัวอย่างรวดเร็ว พร้อมกับการกวนเติมอากาศตลอดเวลาเพื่อ ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็งขนาดเล็ก จะได้เนื้อสัมผัสเรียบเนียน สามารถอุ้มอากาศได้ดี เมื่อส่วนผสมถูกทำให้แข็งตัวบางส่วนที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส น้ำในส่วนผสมจะกลายเป็นผลึกน้ำแข็งคิดเป็นร้อยละ 47 ของส่วนผสมทั้งหมด ดังตารางที่ 2.4 (Arbuckle, 1996)

ตารางที่ 2.4 ร้อยละของน้ำที่แข็งตัวในไอศกรีมที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ(°C/°F)	น้ำแข็งตัว (ร้อยละ)	อุณหภูมิ(°C/°F)	น้ำแข็งตัว (ร้อยละ)
25/-3.5	33	20/-6.7	59
24/-4.4	41	19/-6.7	62
23/-5.0	47	18/-7.8	64
22/-5.6	52	17/-8.3	67
21/-6.1	56	15/-9.4	90

ที่มา : Marshall และ Arbuckle, 1996

จากตารางที่ 2.5 ถ้าอุณหภูมิของไอศกรีมขณะตีปั่นอยู่ในช่วง -3.9 ถึง -8.3 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำที่แข็งตัวในไอศกรีมจะอยู่ในช่วงร้อยละ 33-67 ทำให้ได้ไอศกรีมที่มีปริมาณอากาศตามต้องการ แต่ปริมาณผลึกน้ำแข็งยังไม่เพียงพอต้องนำไปแช่แข็งต่อไป (Marshall และ Arbuckle, 1996) ในช่วงการตีปั่นไอศกรีมนอกจากเพื่อให้เกิดผลึกน้ำแข็ง ยังเป็นขั้นตอนให้อากาศเข้าไปผสมในผลิตภัณฑ์ด้วย การตีปั่นจะสิ้นสุดลงเมื่อได้ไอศกรีมที่มีปริมาณอากาศ และผลึกน้ำแข็งที่มากเพียงพอ (Marshall และ Arbuckle, 1996)

การตีปั่นไอศกรีมหากใช้เวลาเร็วเท่าไรจะได้ผลิตภัณฑ์เรียบเนียนเพราะผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กและเกิดขึ้นได้เร็วเวลาการตีปั่นและอุณหภูมิขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องปั่นไอศกรีม

ตารางที่ 2.5 อุณหภูมิและเวลาการปั่นไอศกรีม

เครื่องปั่นไอศกรีม	เวลาการตีปั่นสำหรับโอเวอร์รัน 90 %	อุณหภูมิ (°F)
Batch freezer	7 นาที	24-26
Continuous freezer	24 วินาที	21-22
Low-temperature continuous freezer	26-36 วินาที	16-18
Soft-serve freezer	3 นาที	18-20
Counter freezer	10 นาที	26

ที่มา : Arbuckle, 1986

การทำให้ไอศกรีมแข็งตัว (hardening) เมื่อไอศกรีมออกจากเครื่องตีปั่นไอศกรีมแล้วบรรจุลงภาชนะ ไอศกรีมจะมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวไม่สามารถคงรูปร่างได้ ดังนั้นจึงต้องทำให้ไอศกรีมแข็งตัวอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ในไอศกรีม ในระหว่างการทำให้ไอศกรีมแข็งตัว ปริมาณน้ำในไอศกรีม จะกลายเป็นน้ำแข็งมากขึ้น โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 47 ในช่วงไอศกรีมออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมเป็นร้อยละ 75-80 ในช่วงการทำให้ไอศกรีมแข็งตัว อุณหภูมิที่ทำให้แข็งตัวคือที่อุณหภูมิใจกลางของไอศกรีมในภาชนะบรรจุที่ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ที่นิยมใช้คืออุณหภูมิใจกลางของไอศกรีมอยู่ที่ -25 องศาเซลเซียส ถึง -30 องศาเซลเซียส ยิ่งเวลาของการทำให้ไอศกรีมแข็งตัวเร็วขึ้น ไอศกรีมที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน (Marshall และ Arbuckle, 1996)

8) การเก็บรักษา

หลังจากไอสกรีมนผ่านขั้นตอนการทำให้ไอสกรีมนแข็งตัว ใช้เวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ไอสกรีมนสามารถออกจำหน่ายได้ทันที หรือเก็บรักษาไว้ 1-2 อาทิตย์ โดยอุณหภูมิห้องเก็บรักษาอยู่ในช่วง -18 ถึง -23 องศาเซลเซียส (Arbuckle, 1986)

2.3 ผลไม้ลอยแก้ว

2.3.1 ความหมายของผลไม้ลอยแก้ว

ผลไม้ลอยแก้ว หมายถึง ผลไม้ที่ไดจากการนำผลไม้มาตัดแต่ง มีลักษณะที่ดีตามชนิดของผลไม้ที่ใช่ ลักษณะของสี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ลอยแก้ว ไม้คล้ำ กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ลอยแก้ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหมัก ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ลอยแก้ว ไม้เน่าและ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีหาคะแนนแล้วต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช่ เช่น เสนม ผง ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ วัตถุเจือปนอาหาร ห้ามใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทุกชนิด หากมีการใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด (มผช.ผลไม้ลอยแก้ว 715/2547)

2.3.2 ขั้นตอนการแปรรูปผลไม้ลอยแก้ว

1) การเตรียมวัตถุดิบผักและผลไม้เพื่อการแปรรูป

ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะและคุณภาพตรงตามความต้องการขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมวัตถุดิบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะนำไปแปรรูปเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ในภายหลัง ดังนั้นจึงควรระวังเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ต้นทุนต่ำ มีการเสียหายน้อยที่สุด ลักษณะของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีรูปร่าง ขนาดที่แตกต่างกัน แล้วแต่ความเหมาะสมของผักและผลไม้ชนิดนั้นๆ และตามความนิยมของผู้บริโภคด้วย ดังนั้นการคัดเลือกวัตถุดิบ จึงเป็นปัจจัยที่ควรคำนึง

2) การทำความสะอาด

วัตถุดิบที่จะนำมาแปรรูปจะต้องผ่านการทำความสะอาด โดยมีวัตถุประสงค์ของการทำความสะอาด เพื่อชำระสิ่งสกปรก และลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ และเป็นการชะล้างสารเคมีที่ปนเปื้อนวัตถุดิบ

3) การปกเปลือก

เป็นสิ่งจำเป็น เพราะเป็นการกำจัดส่วนที่บริโภคไม่ได้ ขณะเดียวกันการปกเปลือกบางวิธีจะสามารถตัดแต่งให้ผักและผลไม้มีรูปร่างตามต้องการ วิธีการปกเปลือกผักผลไม้ในทางอุตสาหกรรมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แรงงาน เครื่องจักร การใช้ด่าง การใช้ความร้อนในรูปของไอน้ำ น้ำร้อน หรือรังสีอินฟราเรด เป็นต้น

4) การตัดแต่งให้มีขนาดตามต้องการ

ก่อนนำผักและผลไม้ไปแปรรูป ควรเตรียมผักและผลไม้ให้มีขนาดและรูปร่างตามความต้องการ เช่น ตัดเป็นรูปร่างท่อน หั่นเป็นแว่น หั่นเป็นรูปสี่เหลี่ยม ฯลฯ สิ่งที่ต้องระวังคือการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ทำให้บริเวณที่ถูกหั่นหรือผ่านนั้นมีสีน้ำตาลคล้ำเกิดขึ้น ดังนั้นจึงควรชะลอหรือระงับกิจกรรมของเอนไซม์กลุ่มโพลีฟีนอลออกซิเดสให้เร็วที่สุด ซึ่งมีวิธีการหลายวิธี เช่น การลดอุณหภูมิให้ต่ำลง การลวกผักผลไม้ การปรับค่าพีเอช การเติมสารต้านออกซิเดชัน เช่น กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริกหรือใช้ร่วมกัน

5) การบรรจุ

โดยเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมเช่นกระป๋อง ขวด พลาสติก ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงปริมาตรการบรรจุที่ต้องระบุแสดงขนาดน้ำหนักของอาหารที่บรรจุภายใน ในขั้นตอนนี้มีการเติมน้ำเชื่อมในบรรจุภัณฑ์ เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน ช่วยควบคุมแรงดันออสโมติกให้เหมาะสม เป็นผลให้ผลไม้นั้นๆ สามารถคงรูปร่างที่ดีไว้ได้ และเป็นการปรุงแต่งรสชาติ รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ น้ำตาลที่นิยมใช้ในการเตรียมน้ำเชื่อม ได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส น้ำตาลอินเวิร์ต และแบะแซ ฯลฯ อย่างไรก็ตามโดยมากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลที่นิยมใช้ในการเตรียมน้ำเชื่อมเนื่องจากหาได้ง่าย ราคาถูก แม้ว่าน้ำตาลซูโครสจะเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ซึ่งมีประสิทธิภาพการแทรกผ่านเนื้อเยื่อผลไม้น้อยกว่าน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส ฟรุกโตส แต่เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนประกอบกับกรดที่มีในผลไม้ จะทำให้เกิดการสลายตัวของน้ำตาลซูโครสบางส่วนเป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส ดังนั้นประสิทธิภาพในการควบคุมแรงดันออสโมติกและสีของผลไม้นั้นยังคงเกิดขึ้นได้ แต่น้ำตาลที่ใช้ควรเป็นน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ เพื่อให้ได้น้ำเชื่อมที่ใสและปราศจากตะกอนและกลิ่นของกากน้ำตาล

6) การไล่อากาศ

เพื่อป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อาจเกิดขึ้น สามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดผลิตภัณฑ์ ถ้าหากผลิตภัณฑ์มีส่วนของน้ำที่มีความหนืดน้อย อาจไม่จำเป็นต้องกำจัดอากาศที่อยู่ใต้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ออก แต่ต้องมีการกำจัดอากาศที่อยู่ในช่องว่างเหนือของเหลวเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดสูงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณอากาศที่เก็บกักในผลิตภัณฑ์มาก เมื่อมีการบรรจุลงในกระป๋องแล้วเนื้อเยื่อผลไม้อาจผลิตคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการหายใจ น้ำเชื่อมที่ใช้เติมลงในกระป๋องควร

บรรจุน้ำมันที่เท่าที่จะเป็นไปได้ (เกินกว่า 80 องศาเซลเซียส) เพื่อให้อากาศที่อยู่ในช่องว่างเหนือของเหลวถูกแทนที่ด้วยไอน้ำจากของเหลวร้อนที่เติมเข้าไป

7) การปิดฝา

เมื่อบรรจุน้ำมันเสร็จแล้ว ให้ทำการปิดฝาทันที เพื่อป้องกันมิให้อากาศย้อนกลับเข้าบรรจุกัมภ์ และต้องผัดให้สนิท เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

8) การทำให้เย็น

ควรทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว และเมื่อลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง 35-40 องศาเซลเซียสแล้วจึงยกขึ้นผึ่งให้แห้ง ถ้าทำให้เย็นช้าเกินไปจะทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารนิ่ม และ และอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ (สินธนา สีนานรักษ์, 2552)

2.3.3 การแช่แข็งผลไม้

การเก็บรักษาผลไม้ โดยวิธีการแช่แข็งมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาคุณภาพของผลไม้ไว้ให้ใกล้เคียงของสดมากที่สุดก่อนนำไปใช้เพื่อการบริโภคหรือเพื่อการแปรรูป การแช่แข็งไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้เหมือนกับการสเตอริไรซ์หรือพาสเจอร์ไรซ์ แต่การแช่แข็งจะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ สปอร์ของจุลินทรีย์อาจจะยังมีชีวิตอยู่ระหว่างการเก็บรักษาและจุลินทรีย์ที่บาดเจ็บอยู่อาจเจริญได้ หากนำผลไม้น้ำแข็งหรืออุณหภูมิการเก็บรักษาสูงกว่าที่ควรเป็น อาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียของผลไม้ขึ้น (วรัญญา โนนม่วง, 2545)

2.3.4 ความเสียหายในผลไม้เนื่องจากการแช่แข็ง

ความเสียหายเนื่องจากการแช่แข็ง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงแบบไม่ผันกลับในเนื้อเยื่อพืชอันเนื่องมาจากกระบวนการแช่แข็ง ซึ่งสามารถแบ่งความเสียหายเนื่องจากการแช่แข็งได้ 3 แบบ ดังนี้

1) ความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ

เนื้อเยื่อพืชที่ผ่านการแช่แข็ง เมื่อนำมาละลายน้ำแข็งเซลล์เมมเบรนจะเสียคุณสมบัติหน้าที่ไปเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและไขมันที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์เมมเบรนในระหว่างการแช่แข็ง นอกจากนี้เอนไซม์ต่างๆ ซึ่งเป็นโปรตีนอาจเสียหายไปเนื่องจากการลดลงของอุณหภูมิ ซึ่งในกรณีของผลไม้แช่แข็งที่ต้องการทำลายเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส เพื่อป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล นับว่าเป็นผลดี

2) ความเสียหายเนื่องจากความเข้มข้นของตัวถูกละลาย

ในระหว่างการแช่แข็งอาหาร น้ำในอาหารจะถูกเปลี่ยนไปเป็นผลึกน้ำแข็ง ทำให้ของเหลวส่วนที่ยังไม่แข็งตัวนั้นเข้มข้นขึ้น เป็นผลให้ของเหลวส่วนที่ยังไม่แข็งตัวนั้นมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป เช่น พิเอช ปริมาณกรด ความเข้มข้นของไอออน ความหนืด จุดเยือกแข็ง แรงตึงผิว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ

ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายที่ยังไม่แข็งตัวเพิ่มขึ้น ซีวโมเลกุลต่างๆ ได้รับผลกระทบ โดยอาจมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง รูปร่าง การจัดเรียงตัวของโมเลกุล รวมทั้งประจุโมเลกุล เกิดปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของสารต่างๆ กับไอออน เกิดการรวมตัวกันหรือตกตะกอนลงมาได้ ระบบที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความแรงของไอออน ส่วนมากเป็นระบบที่ไม่ย้อนกลับ ดังนั้นระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร ทำให้ผลไม้ที่ผ่านการแช่แข็งอาจมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมซึ่งอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้

3) ความเสียหายเนื่องจากการขยายปริมาตรของน้ำ

ในขั้นตอนการแช่แข็งการขยายปริมาตรของน้ำที่เปลี่ยนสถานะไปเป็นน้ำแข็งจะมีผลต่อรูปร่างของเซลล์ คือขณะที่ผลึกน้ำแข็งซึ่งมีความแข็งและแหลมคมกำลังเพิ่มขนาด จะมีแรงดันทำลายโครงสร้างในส่วนที่เปราะบางของเซลล์เมมเบรนและผนังเซลล์ทำให้เซลล์ฉีกขาด ผลไม้แช่แข็งหลังผ่านการละลาย น้ำแข็งจึงเกิดการสูญเสียน้ำของเหลวออกนอกเซลล์และหดตัว ทำให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ภายในเนื้อเยื่อพืช นอกจากนี้ความแน่นเนื้อจะลดลงเนื่องจากเซลล์พืชสูญเสียน้ำแรงดันเต่งไป (วรวิญญา โนนม่วง, 2545)

2.4 ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง

2.4.1 ความหมาย และประเภทของการแช่อิ่มอบแห้ง

หลักการแช่อิ่มผักและผลไม้ คือการทำให้น้ำตาลแพร่เข้าไปในเนื้อเยื่อของผักหรือผลไม้ จนกระทั่งมีความเข้มข้นมากพอที่จะป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ น้ำตาลจะช่วยดึงน้ำออกจากผักและผลไม้ ขณะเดียวกันน้ำตาลก็ซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของผักหรือผลไม้แทนอนุของน้ำจนอิมตัว ทำให้ผักหรือผลไม้มีรสหวานขึ้น เช่น มะละกอแช่อิ่ม พริกแช่อิ่ม เปลือกส้มแช่อิ่ม เป็นต้น (บุหพันธ์ พิทักษ์พล, 2538)

การแช่อิ่มแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1. การแช่อิ่มแบบเร็ว การแช่อิ่มแบบนี้ เป็นการแช่อิ่มให้แห้ง ลักษณะของที่ได้จะไม่สวย บางครั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความเหนียวและแข็ง เพราะน้ำเชื่อมที่ใช้มีความเข้มข้นสูง เช่น มะเขือเทศ พริกแช่อิ่ม เปลือกส้มโอ เป็นต้น ฯลฯ

2. การแช่อิ่มแบบช้า เป็นการแช่อิ่มแบบค่อยเป็นค่อยไป เป็นวิธีการที่ดีที่สุด จะทำให้ผักหรือผลไม้ไม่หดตัวมาก ลักษณะที่ได้จะสวย เก็บได้นาน วิธีการทำคือน้ำเชื่อมที่ใช้ครั้งแรกจะเข้มข้นปานกลางประมาณร้อยละ 30 ถ้ามากกว่านั้นอาจทำให้ผักหรือผลไม้เหี่ยวยุบ ควรเพิ่มน้ำตาลลงไปทีละน้อย ประมาณร้อยละ 10 ทำซ้ำกันทุกวัน จนกระทั่งน้ำเชื่อมเข้มข้น แต่ไม่เกินร้อยละ 65 และควรกรดซิตริกลงไปเพื่อไม่ให้เนื้อเชื่อมตกผลึกเมื่อผลไม้หรือผักอิมตัวแล้วให้นำไปผึ่งแดดหรืออบให้แห้ง

2.4.2 หลักในการแช่ส้ม

การผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้งอาศัยหลักการของการออสโมซิส ทำให้น้ำตาลในรูปของน้ำเชื่อมค่อยๆ ซึมเข้าไปในเนื้อของผลไม้ ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อปริมาณการถ่ายเทมวลสารในระหว่างการออสโมซิส และยังส่งผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตีในผลิตภัณฑ์ โดยความเข้มข้นของสารละลายออสโมซิสที่ใช้ส่วนใหญ่จะอยู่ช่วงร้อยละ 30 ถึง 70 แตกต่างกันไปตามชนิดผลไม้ (นันทวัน, 2551) แต่ในการออสโมซิสผลไม้ไม่ควรใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 70 โดยมวลต่อปริมาตร เนื่องจากสารละลายจะมีความหนืดสูงเกินไปทำให้การถ่ายเทมวลสารลดลง (คณิตตา พัฒนากา, 2553) จากนั้นนำมาผ่านขั้นตอนการอบแห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบลมร้อนเพื่อลดปริมาณน้ำให้ต่ำจนถึงระดับที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ โดยการใช้อุณหภูมิในช่วง 55 ถึง 70 องศาเซลเซียส เพื่อลดปริมาณน้ำภายในวัตถุดิบและป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ การผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้งสามารถทำได้ทั้งในระดับครัวเรือนเพราะเป็นวิธีการทำแห้งที่ง่ายและไม่ต้องอาศัยเครื่องมือที่มีราคาแพง นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมระดับท้องถิ่นและระดับประเทศเพื่อการส่งออกผลไม้แปรรูปในรูปผลไม้แช่อิ่มหรือผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2539) ลดาวัลย์ ช่างชุบและ เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล (2554) ได้พัฒนาเปลือกมะนาวแช่อิ่มอบแห้งและศึกษากระบวนการออสโมซิส และกระบวนการอบแห้งเปลือกมะนาวที่เหมาะสม ในระหว่างการออสโมซิสเปลือกมะนาวในสารละลายซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 70 พบว่าเมื่อเวลาการแช่อิ่มนานขึ้น ความชื้นจะลดลงจนถึงจุดสมดุล ปริมาณของแข็งและการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นตามเวลาการแช่อิ่ม และการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ ยังพบว่าเปลือกมะนาวแช่อิ่มอบแห้งที่มีของแข็งที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 70 และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 90 นาที มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด โดยมีหลักการแช่อิ่มดังนี้ (สิรินทัศน์ เลี่ยมแหลม, 2551)

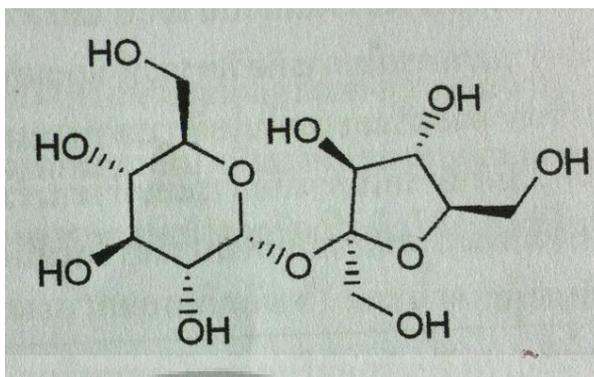
- 1) ผักหรือผลไม้ที่จะทำการแช่อิ่มต้องทำให้ผักหรือผลไม้ นั้นมีรสขม ชื่นหรือเปรี้ยวลดลงเหลือแต่รสจืด โดยวิธีการต่างๆ เช่น แช่น้ำเกลือ น้ำปูนใสหรือสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ผักและผลไม้ที่จะใช้การแช่อิ่ม ต้องมีลักษณะห้าม ยังไม่สุก เพราะถ้าสุกจะทำให้มีนิ่ม ผักและผลไม้ต้องสดใหม่ ไม่ช้ำ หรือมีตำหนิ
- 2) การแช่อิ่มต้องรักษาสีของผักและผลไม้ให้คงเดิมมากที่สุด เพื่อให้เกิดความน่ารับประทาน บางครั้งอาจมีการใช้สีผสมอาหารช่วยเพิ่มความสวยงาม
- 3) การแช่อิ่มจะเพิ่มความหวานโดยการถ่ายน้ำเชื่อมที่แช่ออกมาเคี้ยวใหม่ เดิมน้ำตาลกลับไปแช่อีก จนกว่าน้ำตาลจะซึมเข้าไปในเนื้อผลไม้
- 4) เวลาแช่ควรให้ผักหรือผลไม้จมน้ำในน้ำเชื่อมเพื่อจะทำให้ดูดซึมดีขึ้น
- 5) ผักและผลไม้ที่นำมาแช่อิ่ม

2.4.3 ขั้นตอนในการเชื่อมผักผลไม้

- 1) เลือกผักและผลไม้ที่ใช้
- 2) ล้างทำความสะอาด ตัดแต่ง ในกรณีที่มีเมล็ดให้คว้านออก หั่นหรือแกะสลักให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ถ้ามีเนื้อหนามากให้ใช้ของแหลมแทงตามผิวให้ทั่ว เพื่อให้ น้ำตาลซึมเข้าเนื้อได้ง่าย
- 3) กำจัดความขมหรือเฝื่อนโดยการลวกหรือเปลี่ยนน้ำทิ้งหลายๆครั้ง เช่น มะระขี้นก เปลือกส้มโอ ในน้ำเกลือเพื่อลดความเปรี้ยว ขึ้น เช่น มะยม มะดัน มะกอก มะม่วง แขน้ำปูนไสเพื่อให้กรอบขึ้น เช่น มะละกอ สับปะรด มะม่วง แขน้ำเชื่อมโดยเริ่มที่น้ำตาลความเข้มข้นประมาณร้อยละ 30 เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และไม่ควรถูกเกินร้อยละ 65
- 4) ถ้าต้องการให้แห้งอาจนำไปผึ่งแดดหรืออบแห้ง
- 5) นำไปบรรจุในภาชนะที่แห้งมีฝาปิดสนิท อย่าเก็บในที่ชื้นหรือถูกแสงแดด

2.4.4 น้ำตาล

น้ำตาลหรือซูโครส (sugar or sucrose) จัดเป็นสารให้ความหวานและเพิ่มมวลแก่ผลิตภัณฑ์ (bulk sweetener) ที่มีราคาถูกและคุณภาพสูง โดยส่งผลต่อความขึ้นชอบทางประสาทสัมผัสหรือให้ความรู้สึกเป็นที่ถูกใจ (palatability) นิยมใช้โดยทั่วไปในอาหารชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังมีสมบัติทางหน้าที่ (functional property) และมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น สามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนและแป้งให้ลักษณะโครงสร้างแก่อาหาร รวมทั้งเมื่อให้ความร้อนจะเกิดสีน้ำตาล มีกลิ่นรสและรสชาติเฉพาะ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โครงสร้างน้ำตาลซูโครสดังภาพที่ 2.2 น้ำตาลนิยมใช้เป็นสารละลายออสโมติก ซึ่งเป็นสารที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (water activity, a_w) ต่ำให้แรงดันออสโมติกให้รสหวานและมีราคาถูกกว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆ (สุธีรา, 2540) สมบัติของน้ำตาลจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาล ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส และกาแลคโตส น้ำตาลโมเลกุลคู่ ได้แก่ ซูโครสหรือน้ำตาลทราย มอลโตสและแลคโตส น้ำตาลเหล่านี้อาจอยู่ในรูปที่สังเคราะห์ทางเคมี มีความบริสุทธิ์สูงหรืออยู่ในรูปที่องค์ประกอบของสารที่ให้ความหวานตามธรรมชาติ เช่น น้ำผึ้ง น้ำอ้อย เป็นต้น สามารถผลิตได้ทั้งในลักษณะผงละเอียด เป็นเกล็ด เป็นผลึกและเป็นของเหลวหรือน้ำเชื่อม (อดิศักดิ์เอกโสวรรณ, 2548)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างน้ำตาลซูโครส

ที่มา : อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2548

สมบัติของน้ำตาล

1) สมบัติทางประสาทสัมผัส

ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยกับรสหวานของน้ำตาลเป็นอย่างดี ความหวานสามารถประเมินโดยใช้การวัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory measurement) ที่ต้องใช้บุคคลเป็นผู้ประเมินทางประสาทสัมผัส โดยความหวานแปรเปลี่ยนไปได้ขึ้นกับปัจจัยหลายๆอย่าง เช่น ความเข้มข้น อุณหภูมิ พีเอช ชนิดของตัวกลางที่ใช้ และความไวต่อรสชาติ (taste sensitivity) ของผู้ทดสอบ การประเมินความหวานของสารทดแทนน้ำตาลชนิดต่างๆ นิยมใช้น้ำตาลซูโครสเป็นตัวมาตรฐานอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบว่า สารทดแทนน้ำตาลชนิดนั้นมีความหวานเป็นกี่เท่าของน้ำตาล อย่างเช่น ซอร์บิทอล ซึ่งเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) ชนิดหนึ่งมีความหวาน 0.5-0.7 เท่าของน้ำตาล ปริมาณความหวานของสารทดแทนน้ำตาลชนิดต่างๆ คิดเทียบกับน้ำตาลซึ่งกำหนดระดับความหวานเท่ากับ 1

2) สมบัติทางกายภาพ

ก. การละลาย น้ำตาลทรายมีสมบัติการละลายน้ำได้ดีมากจนกระทั่งได้สารละลายอิ่มตัว โดยที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำ 1 ส่วน จะละลายน้ำตาลได้ 3 ส่วน โดยน้ำตาลจะละลายได้สูงสุดหรืออิ่มตัวที่ความเข้มข้นร้อยละ 67 โดยน้ำหนัก ถ้าอุณหภูมิสูง 100 องศาเซลเซียส จะละลายได้ถึงร้อยละ 82 แต่เวลาที่น้ำตาลละลายน้ำ ความเร็วในการละลาย จะลดลงที่ความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น

ข. ความหนืดหรือมวลแก่ผลิตภัณฑ์ ความหนืดของสารละลายน้ำตาลมีความจำเพาะเป็นอย่างมากในผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบและผลิตภัณฑ์ของแข็งที่ละลายได้ในปาก ซึ่งพบว่าความหนืดของสารละลายน้ำตาลจัดเป็นตัวให้ความรู้สึกในปาก (mouthfeel) ที่มีลักษณะเฉพาะตัว (แสดงลักษณะมวลของผลิตภัณฑ์) และน้ำตาลมีค่าความร้อนของสารละลาย (heat of solution) เป็นลบเล็กน้อยคือ -2 กิโลแคลอรีต่อกรัม จึงทำให้น้ำตาลไม่ให้ความรู้สึกเย็นในปาก น้ำตาลสามารถเป็นสารเจือจาง (diluent) คือ ตัวพา (carrier) สำหรับสารบางชนิดที่มีปริมาณน้อย เช่น สารให้สีหรือสารให้กลิ่น เนื่องจากน้ำตาลมีขนาดอนุภาคใหญ่จึงทำให้มีพื้นที่ผิวมากพอที่นำสารต่างๆ ไปส่งผลให้เกิดการละลายได้ดีขึ้น ขนาดของอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นนี้ยังช่วยในการกระจายและเปียกน้ำ (wetting) ของน้ำตาล

ค. ความดันออสโมติก (osmotic pressure) สารละลายน้ำตาลมีค่าความดันออสโมติกสูงมากจึงสามารถใช้นอมอาหารได้เป็นอย่างดี น้ำตาลมีสมบัติในการรวมน้ำได้ดีจึงทำให้ลดแอกติวิตี (activity) ในอาหาร รวมทั้งลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สารละลายน้ำตาลเข้มข้นร้อยละ 65 เป็นความเข้มข้นที่นิยมใช้สำหรับการถนอมอาหาร เช่น ผลไม้แช่อิ่ม

ง. ความบริสุทธิ์ น้ำตาลที่ได้ตามมาตรฐานจะมีสารมลทิน (impurity) น้อยกว่าร้อยละ 0.1 และผ่านการตรวจสอบอย่างเข้มงวดเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าปลอดภัยจากจุลินทรีย์หรือสารพิษที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายใส ไม่มีสี จึงเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ในเครื่องดื่มน้ำตาล

จ. ความสามารถการรวมตัวกับน้ำ (water affinity) การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) มักมีผลต่อความชื้นในอาหาร เช่น ขนมปังและเค้กมักเกิดลักษณะเก่า (staling) ภาวะบรรยากาศที่แห้ง ลักษณะสำคัญประการหนึ่งของผลึกน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ คือ ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 20-70 น้ำตาลจะมีปริมาณความชื้นสมดุลค่อนข้างคงที่ แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 80 พบว่าปริมาณความชื้นของน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก แสดงว่าน้ำตาลเกิดการดูดซับน้ำจากบรรยากาศไว้เกิดเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ที่อิมตัวของน้ำเชื่อม (thin saturated layer of syrup) เคลือบผิวของผลึกไว้ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดลงจนต่ำกว่าร้อยละ 70 ฟิล์มที่เกิดขึ้นจะเริ่มเป็นผลึกและรวมกับผลึกอื่นๆ เข้าด้วยกันจนทำให้น้ำตาลเกิดจับตัวเป็นก้อน

ฉ. เป็นแหล่งอาหารสำหรับการหมัก น้ำตาลจัดเป็นสับสเตรท (substrate) ที่ดีเยี่ยมสำหรับจุลินทรีย์หลายๆชนิดเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต การใช้น้ำตาลในกระบวนการหมัก การผลิตแอลกอฮอล์ การผลิตไวน์ในบางกรณีที่น้ำตาลจากธรรมชาติในน้ำองุ่นมีปริมาณต่ำมักเติมน้ำตาลทรายลงไปค่อนข้างมาก ในอเมริกาเหนือนิยมเติมน้ำตาลในการทำขนมปัง เพื่อเสริมกับน้ำตาลธรรมชาติ ส่งผลให้ยีสต์สามารถทำงานได้ดี จึงทำให้ขนมปังขึ้นฟูได้ดีขึ้น (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2548)

2.4.4 การอบแห้ง

การอบแห้ง หรือการทำแห้ง (drying หรือ dehydration) คือการกำจัดความชื้นออกจากอาหาร โดยการลดปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์จนถึงระดับที่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และปฏิกิริยาอื่นๆ เพื่อเก็บรักษาถนอมผลิตภัณฑ์ระหว่างการยืดอายุการเก็บรักษา การลดปริมาณความชื้นยังมีผลต่อการเก็บรักษากลิ่นรสและคุณค่าทางอาหารอีกด้วย การทำแห้งอาหารนี้ยังเป็นการลดปริมาตรของผลิตภัณฑ์ ซึ่งช่วยในการขนส่งและการเก็บรักษาองค์ประกอบที่สำคัญของผลิตภัณฑ์อาหาร และสะดวกต่อผู้บริโภค (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2535) วิธีการทำแห้งที่ง่ายที่สุดคือ การตากแห้ง ซึ่งมีข้อดีคือพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิที่ไม่สูงมาก กระแสลมธรรมชาติไม่แรงพอ ทำให้การตากแห้งต้องใช้เวลา นาน เปลืองพื้นที่มากและมักทำในที่เปิดโล่ง จึงมักมีโอกาสนับเป็นอันตราย ดังนั้นเครื่องอบแห้งจึงได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมากเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละชนิด (ลดาวัลย์ ช่างชุบ, 2553)

การทำแห้งผักและผลไม้ เป็นการกำจัดน้ำออกจากผักและผลไม้จนกระทั่งลดอยู่ในระดับที่ไม่เกิดการเน่าเสีย มีผลทำให้น้ำหนักและปริมาตรลดลง อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกในการบรรจุ การขนส่ง และเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น เนื่องจากผักและผลไม้ที่ผ่านการอบแห้งแล้วมีความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นและปริมาณน้ำลดลงเพียงพอที่จะป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ การทำแห้งผักและผลไม้สามารถทำได้หลายวิธี ในแต่ละวิธีจะมีผลต่อคุณสมบัติและคุณภาพของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไป การเลือกใช้วิธีการอบแห้งนั้นต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการอบแห้งที่ต้องใช้ต้นทุนน้อยที่สุด แต่สามารถได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปริมาณตามที่ต้องการ (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2535)

ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

1) ขนาดและรูปร่าง

ขนาดและรูปร่างของอาหารมีผลต่อพื้นที่ผิว โดยอาหารที่มีพื้นที่ผิวมากจะมีการถ่ายเทความร้อนและมวลได้รวดเร็วเนื่องจากอาหารมีพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับความร้อนมากขึ้น ทำให้มีพื้นที่สูญเสียความชื้นมากขึ้น และเป็นการลดระยะทางที่ความร้อนจะซึมผ่านเข้าสู่บริเวณจุดกึ่งกลางของอาหารและเป็นการลดระยะทางที่ความชื้นบริเวณกึ่งกลางของอาหารเคลื่อนที่ออกไปยังผิวของอาหารเพื่อจะสัมผัสกับความร้อนแล้วระเหยออกไป (สุคนธ์ ศรีงาม, 2546)

2) ปริมาณอาหาร

ปริมาณอาหารที่ใช้ในการอบแห้งและการจัดเรียงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการอบแห้ง โดยการใส่อาหารปริมาณมากเกินไปจะทำให้การอบแห้งมีประสิทธิภาพต่ำลง เนื่องจากบรรยากาศจะอึดตัวไปด้วยไอน้ำส่งผลให้อัตราการอบแห้งเกิดได้ช้าลง

3) อุณหภูมิ

ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอาหารกับสื่อความร้อนแปรผันตรงกับอัตราการส่งถ่ายความร้อนเข้าภายในอาหาร โดยถ้าผลต่างของอุณหภูมิมียุทธศาสตร์สูงจะทำให้อัตราการส่งถ่ายความร้อนเข้าไปภายในชิ้นอาหารเกิดได้เร็วขึ้นและช่วยให้เกิดแรงขับในการเคลื่อนที่ออกของน้ำ

2.4.5 การบรรจุผลไม้แช่อบแห้ง

ผลไม้แช่อบแห้งหรือแช่อบแห้งเคลือบน้ำตาลอบแห้ง จะต้องแห้งและบรรจุในภาชนะที่ไม่ให้ความชื้นซึมผ่านเข้าไป เช่น บรรจุกระป๋อง เพราะว่าถ้าความชื้นซึมผ่านเข้าไปได้ จะทำให้มีเชื้อราเกิดขึ้น พวกหีบไม้หรือหีบ กระดาษไม่สามารถป้องกันความชื้นและป้องกันแมลงได้ นอกจากนี้จะปิดผนึกด้านในด้วยกระดาษไขและผนึกฝาให้แน่น ตัวอย่างของวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุผลไม้แช่อบแห้งหรือแช่อบแห้งเคลือบน้ำตาลอบแห้ง ได้แก่ โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน ซึ่งมีความหนาเท่ากับ 0.03 มิลลิเมตร

ปัจจัยที่ควรคำนึงในการเลือกบรรจุภัณฑ์

1. ป้องกันผลิตภัณฑ์จากความชื้น แสง อากาศ ฝุ่นละออง เชื้อจุลินทรีย์ กลิ่นแปลกปลอม แมลง และสัตว์แทะ
2. จะต้องมีความแข็งแรงและทนทานต่อการเก็บ การจับต้อง และจำหน่ายในท้องตลาด
3. ขนาด รูปร่างและลักษณะปรากฏของภาชนะบรรจุจะต้องดึงดูดผู้บริโภค
4. ราคาของภาชนะบรรจุต้องไม่แพงจนเกินไปถ้าบรรจุใน ภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เช่น ถัง ถังขนาดใหญ่ กล่องกระดาษ และกระป๋อง จะต้องผนึกหรือเคลือบพื้นผิว ภายในด้วย โพลีเอทิลีนในภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ แต่ในกรณีที่ทำจำหน่ายในตลาดขายปลีกที่มีขนาดเล็กลงมา มักบรรจุในกระป๋องโลหะซึ่งเคลือบด้านในด้วยพอลิเมอร์ฟอยล์ และถังกว้างที่หุ้มหรืออโต้ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นมีราคาสูง ให้ใช้ภาชนะบรรจุขนาดเล็กที่หุ้มอโต้ ซึ่งทำจากพลาสติก 3 ชั้น ได้แก่ โพลีโพรพิลีน ฟอยล์ ไมลาร์

ผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อบแห้งหรือเคลือบน้ำตาลอบแห้ง จะมีแมลงมาปนเปื้อนได้ แม้ว่าจะทำให้แห้ง และเก็บไว้อย่างเหมาะสม แมลงไม่ใช่แต่จะกัดกินผลิตภัณฑ์ แต่ยั้งทั้งของเสียไว้ทำให้ลักษณะปรากฏที่ดีของผลิตภัณฑ์สูญหายไป เพื่อหลีกเลี่ยงจากการทำลายของแมลง ควรจะต้องสร้างที่จับเก็บเพื่อป้องกันแมลงปีกแข็ง และมอด วิธีที่ดีที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการทำลายของแมลงคือการใช้ความร้อนโดยการจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในน้ำเดือด ในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตแล้วทำการตากแห้ง ซึ่งจะทำให้แมลงถูกทำลาย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้มะยงชิดสายพันธุ์ทูลเกล้า จากชาวสวนในเขตพื้นที่ จ.อุตรดิตถ์ โดยได้แบ่งการทดลองเป็นทั้งหมด 4 การทดลอง ดังนี้

1. การศึกษาคุณภาพมะยงชิด
2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิด มีผลิตภัณฑ์ที่ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาสูตร และกระบวนการผลิต จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่
 - 2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลองย่อย ได้แก่
 - 2.1.1 การศึกษาปริมาณของเนื้อมะยงชิดที่เหมาะสมในสูตรผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด
 - 2.1.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีมที่เหมาะสมในสูตรผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด
 - 2.1.3 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด
 - 2.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่
 - 2.2.1 การศึกษาสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว
 - 2.2.2 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว
 - 2.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่
 - 2.3.1 การศึกษาสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง
 - 2.3.2 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง
3. การศึกษาเพื่อทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะยงชิด
4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะยงชิดลอยแก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง

3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพมะยงชิด

ใช้มะยงชิดซึ่งมีระดับความแก่ทางการค้า สายพันธุ์ทุลเกล้าซึ่งมีแหล่งปลูกในพื้นที่ จ.อุตรดิตถ์ นำมาตัดใบและช่อดอกให้หมด นำวัตถุดิบไปล้างทำความสะอาดผึ่งให้แห้ง จากนั้นแบ่งวัตถุดิบเป็น 2 ส่วน ดังนี้ส่วนที่ 1 ใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว และมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง ส่วนที่ 2 ใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด โดยนำมะยงชิดมาปอกเปลือก คว้านเอาเมล็ดออก ผานเอาเฉพาะส่วนของเนื้อบรรจุถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ปิดปากถุงให้สนิท นำไปเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส

สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จะนำมาวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

- วัดค่าสี $L^* a^* b^*$ ของเนื้อด้วยเครื่อง Miniscan ในระบบ Hunter Lab
- พีเอช โดยใช้เครื่อง pH meter ยี่ห้อ CONSORT รุ่น C 832
- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง Hand Refractometer ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Re 40 Refractometer
- ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2002)
- ปริมาณแคโรทีนอยด์ (AOAC, 2002)
- ปริมาณวิตามินซี (AOAC, 2002)

การทดลองที่ 2 พัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิด

การทดลองที่ 2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด

งานวิจัยนี้ศึกษา 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 2.1.1 การศึกษาปริมาณของเนื้อมะยงชิดที่เหมาะสมในสูตรไอศกรีมมะยงชิด

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) โดยใช้ส่วนผสมต่างๆ ตามสูตรพื้นฐานซึ่งมีรายละเอียดของวัตถุดิบ และส่วนผสมต่างๆ ตามตารางที่ 3.1 การทำไอศกรีมมะยงชิดมีขั้นตอนโดยนำเนื้อมะยงชิดแช่เยือกแข็ง มาทำการละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นชั่งเนื้อมะยงชิดโดยแปรผันปริมาณเป็นร้อยละ 25-45 ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.2 จากนั้นทำการเตรียมวัตถุดิบ และส่วนผสมต่างๆ เพื่อทำไอศกรีม ตามรายละเอียดในภาพที่ 3.1 ภายหลังจากครบระยะเวลาการบ่มไอศกรีมในตู้แช่แข็งแล้ว นำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิดทั้ง 5 สูตร ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ค่าสี $L^* a^* b^*$ ในระบบ Hunter lab ค่าไอเวอร์รัน อัตราการละลาย ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid : TSS) ค่าพีเอช และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 9 point ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

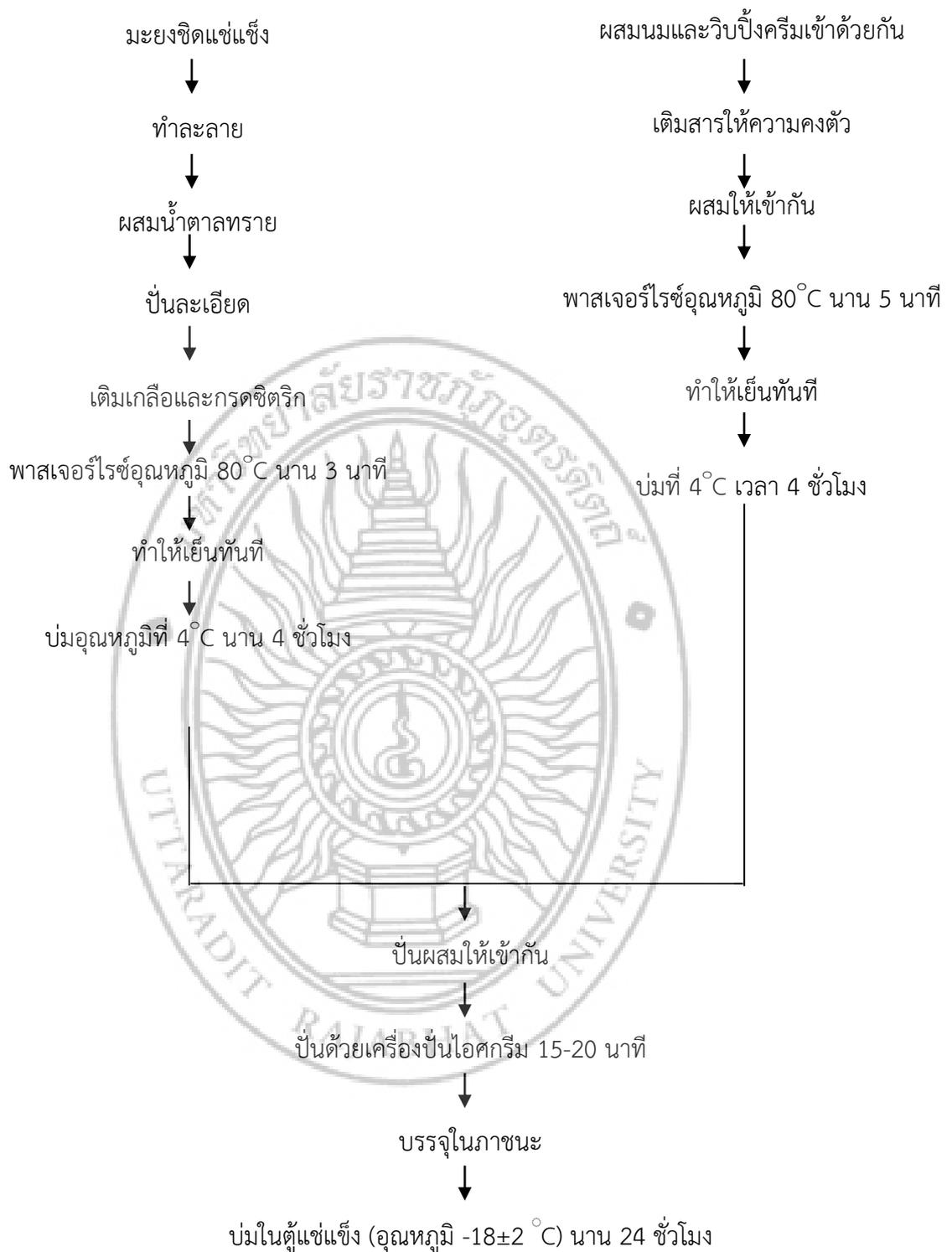
ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานของไอศกรีมมะยงชิด

ส่วนผสม	ร้อยละ
มะยงชิดตีป่น	30.0
น้ำ	32.4
น้ำตาลซูโครส	17.0
นมสดพาสเจอร์ไรส์	15.0
วิปปิ้งครีม	5.0
สารให้ความคงตัว	0.3
กรดซิตริก	0.1
เกลือ	0.2

ดัดแปลงจาก : ซาติชาย วิสัยลักษณ์, 2555

ตารางที่ 3.2 การศึกษาปริมาณเนื้อมะยงชิดที่เหมาะสมในสูตรไอศกรีมมะยงชิด

สูตรที่	ปริมาณมะยงชิดตีป่น (ร้อยละ)
1	15
2	20
3	25
4	30
5	35



ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตไอศกรีมมะยงชิด

ดัดแปลงจากวิธีการของ : ชาติชาย วิลัยลักษณ์, 2555

การทดลองที่ 2.1.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปป์ครีมที่เหมาะสมใน
สูตรไอศกรีมมะยงชิด

นำสูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2.1.1 มาศึกษาไอศกรีมมะยงชิดโดยวางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in CRD ศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ น้ำตาลซูโครส นมสด และวิปป์ครีม โดยแปรผันปริมาณเป็น 2 ระดับ ดังนี้

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับต่ำ	ระดับสูง
น้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)	15	17
นมสด (ร้อยละ)	15	18
วิปป์ครีม (ร้อยละ)	6	8

การทดลองนี้มีไอศกรีมทั้งหมด 8 สูตร ซึ่งแปรผันปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปป์ครีม รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.3 โดยให้ส่วนผสมอื่นๆ คงที่ มีขั้นตอนการทำไอศกรีมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 (ภาพที่ 3.1) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมทั้ง 8 สูตร ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ค่าสี L^* a^* b^* ในระบบ Hunter lab ค่าโอเวอร์รัน อัตราการละลาย ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 9 point ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1.1

ตารางที่ 3.3 การศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปป์ครีมที่เหมาะสมในสูตรไอศกรีมมะยงชิด

สูตรที่	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)		
	น้ำตาลซูโครส	นมสด	วิปป์ครีม
1	15	15	6
2	15	15	8
3	15	18	6
4	15	18	8
5	17	15	6
6	17	15	8
7	17	18	6
8	17	18	8

การทดลองที่ 2.1.3 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด

นำผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2.1.2 มาทำการตรวจสอบทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี ได้แก่ ค่าสี $L^* a^* b^*$ ในระบบ Hunter lab ค่าโอเวอร์รัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid : TSS) ปริมาณกรดทั้งหมด ค่าพีเอชและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ทางด้านจุลินทรีย์วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่

การทดลองที่ 2.3.1 การศึกษาสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) โดยศึกษาสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว โดยขั้นตอนการทำมะยงชิดลอยแก้ว จะใช้มะยงชิดที่มีความสุกทางการค้าร้อยละ 70 ซึ่งเป็นผลมะยงชิดที่มีสีผิวเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองร้อยละ 70 ของพื้นที่บริเวณผิวทั้งหมด นำมาล้างน้ำ ปอกเปลือก คว้านเมล็ดออก แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 นาน 10 นาที ล้างน้ำให้สะอาด ซ้อนเนื้อมะยงชิดใส่ภาชนะพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ ซึ่งเนื้อมะยงชิดใส่กระปุกพลาสติก กระปุกๆละ 40-45 กรัม (ประมาณ 1-2 ลูก/กระปุก) ใช้วิธีบรรจุแบบ Hot fill โดยการเติมน้ำเชื่อมขณะร้อน (อุณหภูมิน้ำเชื่อม 80-85 องศาเซลเซียส) โดยแปรผันสูตรน้ำเชื่อมตามตารางที่ 3.4 ปิดฝา และทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไว้ที่ตู้แช่แข็ง ซึ่งมีอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างไว้ในตู้แช่แข็งอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดความคงตัวของผลิตภัณฑ์ลอยแก้วระหว่างเนื้อมะยงชิดและน้ำเชื่อม เมื่อครบกำหนดระยะเวลาจึงนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ได้แก่ค่าสี $L^* a^* b^*$ ในระบบ Hunter lab ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 9 point ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

ตารางที่ 3.4 สูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

สูตรที่	น้ำ	น้ำตาลซูโครส	น้ำเชื่อมฟรุกโตส	เกลือ	กรดซิตริก
1	800	200	0	5	5
2	750	250	0	3	2
3	700	200	100	5	5
4	720	100	180	3	2



ภาพที่ 3.2 กระบวนการผลิตมะยมชนิดลอยแก้ว

ที่มา: ดัดแปลงมาจากดร.ณิ มูลโรจน์,ชาติชาย วลัยลักษณ์, 2556

การทดลองที่ 2.2.2 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

นำผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2.2.1 มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ และด้านเคมี ได้แก่ ค่าสี L^* a^* b^* ในระบบ Hunter lab ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณวิตามินซี ทางด้านจุลินทรีย์วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา

2.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่

การทดลองที่ 2.3.1 การศึกษาสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) โดยศึกษาสูตรน้ำเชื่อมเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง โดยขั้นตอนการทำมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง จะใช้มะยงชิดที่มีความสุกทางการค้าร้อยละ 80 ซึ่งเป็นผลมะยงชิดที่มีสีผิวเหลืองทั้งผล (กระบวนการผลิตมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งดังภาพที่ 3.3) นำมาล้างน้ำ ปอกเปลือก คว้านเมล็ดออก แช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 10 นาที ล้างน้ำให้สะอาด ตักเนื้อมะยงชิดใส่ภาชนะพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำไปลวกน้ำร้อนนาน 1 นาที นำเนื้อมะยงชิดใส่ในขวดแก้วที่ผ่านการลวกน้ำร้อน จากนั้นเติมน้ำเชื่อมให้ท่วมเนื้อมะยงชิด อัตราส่วนของเนื้อมะยงชิดต่อน้ำเชื่อมเท่ากับ 1:1.5 โดยแปรผันชนิดของสารให้ความหวานสำหรับทำน้ำเชื่อมตามตารางที่ 3.5 และเติมสารละลายกรดซิตริก ร้อยละ 2 ในครั้งแรกของการทำน้ำเชื่อม โดยให้ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมเริ่มต้นเท่ากับ 40 องศาบริกซ์ ปิดฝาขวดให้แน่น แช่เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จากนั้นเพิ่มความเข้มข้นเป็น 50 องศาบริกซ์ ด้วยน้ำตาลซูโครส แช่เนื้อมะยงชิดนาน 24 ชั่วโมง และปรับน้ำเชื่อมครั้งสุดท้ายเป็น 60 องศาบริกซ์ ด้วยน้ำตาลซูโครสและเติมสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 2 ลงในน้ำเชื่อมที่ปรับครั้งสุดท้ายด้วย จากนั้นแช่เนื้อมะยงชิดนาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบตามกำหนดระยะเวลา ตักเนื้อมะยงชิดออก ล้างเนื้อมะยงชิดด้วยน้ำอุ่นเพื่อล้างคราบน้ำตาลออก นำมาเรียงบนตะแกรง นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง นำมากลับด้าน แล้วอบต่อเป็นเวลา 16 ชั่วโมง จะได้ผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง จากนั้นทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง บรรจุใส่ภาชนะที่เหมาะสม เก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* b^* ในระบบ Hunter lab ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 9 point ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

ตารางที่ 3.5 สูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

สูตรที่	น้ำตาลซูโครส (%)	น้ำเชื่อมกลูโคส (%)	น้ำเชื่อมฟรุกโตส (%)
1	100	0	0
2	95	5	0
3	95	0	5
4	90	10	0
5	90	0	10
6	90	5	5

การทดลองที่ 2.3.2 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

นำผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2.2.2 มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ และด้านเคมี ได้แก่ ค่าสี L^* a^* b^* ในระบบ Hunter lab ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ทางด้านจุลินทรีย์วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณสตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส และเอสเชอริเชีย โคลิ

การทดลองที่ 3 การศึกษาเพื่อทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านพัฒนาผลิตภัณฑ์แล้วจากการทดลองที่ 2 แล้ว จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไอศกรีมมะยงชิด มะยงชิดลอยแก้ว และมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง มาทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค จำนวน 100 คน

การทดลองที่ 4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะยงชิดลอยแก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองที่ 3 จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์ มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ทางด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ได้แก่ ค่าสี L^* a^* b^* ในระบบ Hunter lab ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณวิตามินซี ทางด้านจุลินทรีย์วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ เดือน เป็นระยะเวลา 3 เดือน

3.2 สถานที่ทำการวิจัย

3.2.1 อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

3.2.2 สวนมะยงชิดของเกษตรกรในพื้นที่น่านกกก อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

3.3 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2560



บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพมะยงชิด

เมื่อนำมะยงชิดซึ่งมีระดับความแก่ทางการค้า สายพันธุ์ทูลเกล้าซึ่งมีแหล่งปลูกในพื้นที่ จ.อุตรดิตถ์ นำมาตัดใบและชั้วออกให้หมด นำวัตถุดิบไปล้างทำความสะอาดผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมา ปอกเปลือก คว้านเอาเมล็ดออก ผานเอาเฉพาะส่วนของเนื้อแล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพและทางเคมีของมะยงชิดสายพันธุ์ทูลเกล้า

การวิเคราะห์คุณภาพ	ค่าวิเคราะห์
ค่าสี L*	52.24±1.26
ค่าสี a*	18.91±0.61
ค่าสี b*	57.72±1.57
ค่าพีเอช	3.64±0.70
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (ร้อยละ)	15.79±0.99
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปกรดซิตริก)	0.95±0.07
ปริมาณแอสคอร์บิก (มิลลิกรัม/100 กรัม)	3.28±0.12
ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)	12.88±0.92

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพมะยงชิด พบว่าค่าสีเนื้อของมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้ามีค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 52.24±1.26 18.91±0.61 และ 57.72±1.57 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีพบว่าเนื้อมะยงชิดมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.64±0.70 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ร้อยละ 15.79±0.99 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละในรูปกรดซิตริก 0.95±0.07 ปริมาณแอสคอร์บิก 3.28±0.12 (มิลลิกรัม/100 กรัม) และปริมาณวิตามินซี 12.88±0.92 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป

เมื่อนำมะยงชิดสายพันธุ์ทุลเกล้าซึ่งมีระยะการสุกทางการค้ามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด ผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว และผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง ได้ผลการทดลองดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด

1) ผลการศึกษาปริมาณของเนื้อมะยงชิดที่เหมาะสมในสูตรไอศกรีมมะยงชิด

เมื่อนำมะยงชิดมาแปรรูปเป็นไอศกรีม โดยแปรผันปริมาณมะยงชิดตีปั่นที่ปริมาณร้อยละ 25-45 ในสูตรการทดลอง นำไปปั่นผสมในเครื่องปั่นไอศกรีม บรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ภาชนะ แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส ในตู้แช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแข็งตัว จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และทางด้านประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2-4.4

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผันเนื้อมะยงชิดตีปั่นในปริมาณที่แตกต่างกัน

ปริมาณเนื้อ มะยงชิด (ร้อยละ)	ค่าสี			อัตราการขึ้นฟู (ร้อยละ)	อัตราการ ละลาย (กรัม/นาที)
	L*	a*	b*		
15	67.78 \pm 0.88 ^b	6.05 \pm 0.33 ^d	22.38 \pm 1.05 ^e	48.73 \pm 0.81 ^a	0.21 \pm 0.03 ^c
20	65.16 \pm 1.28 ^{ab}	7.28 \pm 0.15 ^c	25.74 \pm 0.85 ^d	41.88 \pm 0.31 ^b	0.23 \pm 0.04 ^c
25	65.98 \pm 4.14 ^a	8.42 \pm 0.79 ^b	28.12 \pm 1.75 ^c	39.25 \pm 1.55 ^b	0.33 \pm 0.03 ^b
30	63.59 \pm 1.06 ^{ab}	9.08 \pm 0.41 ^b	30.48 \pm 0.45 ^b	39.53 \pm 3.36 ^b	0.42 \pm 0.05 ^{ab}
35	54.78 \pm 3.10 ^c	10.28 \pm 0.51 ^a	32.68 \pm 1.39 ^a	33.28 \pm 1.24 ^c	0.49 \pm 0.02 ^a

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของไอศกรีมมะยงชิดดังตารางที่ 4.2 โดยพบว่าไอศกรีมที่แปรผันปริมาณมะยงชิดตีป็นเป็นร้อยละ 15-35 ให้ค่าความสว่าง(L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไอศกรีมที่เติมมะยงชิดตีป็นปริมาณน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 25 ให้ค่าความสว่างสูงที่สุดเท่ากับ 67.78 ± 0.88 และเมื่อเพิ่มปริมาณมะยงชิดตีป็นเป็นร้อยละ 35 ส่งผลให้ค่าสี L* ลดลงเป็น 54.78 ± 3.11 ดังนั้นการเพิ่มปริมาณมะยงชิดจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมีสีเข้มขึ้น เมื่อพิจารณาค่าสี a* พบว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อมะยงชิดตีป็นส่งผลให้ค่าสี a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับค่าสี b* ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเนื้อมะยงชิดตีป็น ส่งผลให้ไอศกรีมที่เติมเนื้อมะยงชิดร้อยละ 35 มีสีเหลืองมากที่สุด โดยมีค่าสี b* สูงที่สุดเท่ากับ 32.68 ± 1.39 เนื่องจากมะยงชิดเป็นผลไม้ที่มีรงควัตถุสีเหลืองจากสารแคโรทีนอยด์ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเนื้อมะยงชิดจึงส่งผลให้ไอศกรีมมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น

จากผลการวัดค่าอัตราการขึ้นฟู (Overrun) ในไอศกรีมมะยงชิด พบว่าเนื้อมะยงชิดตีป็นที่แปรผันปริมาณเป็นร้อยละ 25-45 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าค่าอัตราการขึ้นฟู มีแนวโน้มลดลงเมื่อเนื้อมะยงชิดตีป็นในไอศกรีมมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของแข็งมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้การตีป็นอากาศเข้าไปในโครงสร้างไอศกรีมลดลง ส่งผลให้ค่าอัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมลดลง (Marshall และ Arbuckle, 1996)

เมื่อพิจารณาอัตราการละลายของไอศกรีมมะยงชิดพบว่าปริมาณมะยงชิดตีป็นที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการละลายของไอศกรีมมะยงชิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยอัตราการละลายของไอศกรีมมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณมะยงชิดตีป็นในไอศกรีมเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณมะยงชิดตีป็นที่เพิ่มขึ้นทำให้ของแข็งในนมไม่รวมไขมันมากขึ้น ความหนืดจึงเพิ่มขึ้นและอัตราการละลายจึงช้าลง (Marshall และ Arbuckle, 1996)

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผันเนื้อมะยงชิดตีปนใน ปริมาณที่แตกต่างกัน

ปริมาณเนื้อมะยงชิด (ร้อยละ)	พีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด ^{ns} (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (ร้อยละ)
15	4.11±0.01 ^a	0.49±0.07	43.65±0.51 ^a
20	4.06±0.01 ^b	0.53±0.04	41.94±0.40 ^b
25	4.01±0.01 ^c	0.56±0.07	39.33±0.46 ^c
30	3.96±0.02 ^d	0.56±0.07	37.80±0.56 ^d
35	3.90±0.01 ^e	0.60±0.04	38.38±0.57 ^d

- หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
3. ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมมะยงชิดดังตารางที่ 4.3 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณมะยงชิดตีป่นมีผลต่อค่าพีเอช ปริมาณของแข็งละลายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด ($p > 0.05$) โดยพบว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อมะยงชิดตีป่นในสูตร ไอศกรีมส่งผลให้ค่าพีเอชและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลง ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีการใช้เนื้อมะยงชิดในสูตร ร้อยละ 15 มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.11 ± 0.01 และลดลงเป็น 3.90 ± 0.01 เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อมะยงชิดในสูตรเป็นร้อยละ 35 เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 43.65 ± 0.51 และลดลงเป็น 38.38 ± 0.57 เนื่องจากมะยงชิดเป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเนื้อมะยงชิดจึงส่งผลให้ไอศกรีมสูตรที่มีการใช้เนื้อมะยงชิดในปริมาณมากมีรสชาติที่เปรี้ยวและหวานน้อยกว่าไอศกรีมที่ใช้เนื้อมะยงชิดในปริมาณที่น้อย

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรผันเนื้อมะยงชิดตีป่นในปริมาณที่แตกต่างกัน

ปริมาณมะยง ชิดตีป่น (ร้อยละ)	ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	ลักษณะที่ ปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับ รวม
15	6.40 ± 0.97^c	6.30 ± 1.12	6.30 ± 0.94^c	6.40 ± 0.83^c	6.72 ± 0.90^b
20	6.50 ± 0.85^{bc}	6.65 ± 1.04	6.35 ± 0.96^c	6.62 ± 0.91^c	6.82 ± 1.22^b
25	7.05 ± 1.21^a	6.85 ± 1.09	6.45 ± 1.13^b	7.12 ± 0.99^b	7.30 ± 1.19^a
30	6.90 ± 0.89^{ab}	7.17 ± 0.98	6.50 ± 0.86^a	7.62 ± 1.27^a	7.72 ± 0.88^a
35	6.59 ± 0.91^{abc}	7.17 ± 0.85	6.75 ± 0.89^b	7.10 ± 0.80^b	6.70 ± 0.81^c

- หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
3. ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อนำไอศกรีมมะยงชิดทั้ง 5 สูตรมาให้ผู้ทดสอบชิมประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4 โดยพบว่าปริมาณเนื้อมะยงชิดที่ปนส่งผลต่อการยอมรับด้านลักษณะที่ปรากฏ กลิ่น รสชาติและการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อการยอมรับด้านค่าสีของผู้ทดสอบชิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยไอศกรีมที่เติมเนื้อมะยงชิดในปริมาณร้อยละ 25-30 ได้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวมสูงที่สุด ขณะที่ไอศกรีมที่มีการเติมเนื้อมะยงชิดที่ปนในปริมาณร้อยละ 15-20 ได้คะแนนการยอมรับรวมในระดับที่ลดลงมา และไอศกรีมสูตรที่มีการเติมเนื้อมะยงชิดในปริมาณสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 35 ได้รับคะแนนการยอมรับรวมในระดับต่ำที่สุด เนื่องจากการเพิ่มปริมาณเนื้อมะยงชิดในระดับสูงจะส่งผลกระทบต่อคุณลักษณะที่ปรากฏทำให้ได้ไอศกรีมที่ได้มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหลว ละลายเร็ว ถึงแม้จะมีกลิ่นและรสชาติของมะยงชิดอยู่มากก็ตาม เมื่อพิจารณาไอศกรีมที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุดคือสูตรที่มีการเติมเนื้อมะยงชิดในปริมาณร้อยละ 25-30 นั้น พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับในลักษณะที่ปรากฏของไอศกรีมสูงที่สุดเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของเนื้อมะยงชิดที่เติมเป็นส่วนที่เหมาะสมกับส่วนผสมอื่นๆ ในสูตรทำให้ได้ลักษณะของไอศกรีมที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะยงชิดทั้ง 5 สูตร จะพบว่าไอศกรีมที่มีการใช้เนื้อมะยงชิดในปริมาณร้อยละ 25 และร้อยละ 30 ที่ให้คุณลักษณะของไอศกรีมที่ดีและได้รับคะแนนการยอมรับรวมสูงสุดและไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าและความประหยัดในด้านการใช้วัตถุดิบ ดังนั้นการทดลองนี้จึงเลือกไอศกรีมสูตรที่มีการใช้เนื้อมะยงชิดในปริมาณร้อยละ 25 ในแผนการทดลองต่อไป

2) ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีมที่เหมาะสมในสูตรไอศกรีมมะยงชิด

การทดลองนี้ได้ศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีมที่เหมาะสมในสูตรไอศกรีมมะยงชิด โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ 3×2 Factorial in CRD ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 8 สูตรจากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดไปปั่นผสมในเครื่องปั่นไอศกรีม บรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ภาชนะ แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส ในตู้แช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้

ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแข็งตัว จากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองในตารางที่ 4.5-4.7 ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของไอศกรีมมะยงชิดดังตารางที่ 4.5 พบว่าการแปรผันปริมาณน้ำตาล ชูโครส นมสด และวิปิ้งครีมส่งผลให้สี L^* a^* และ b^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าไอศกรีมสูตรที่ 1 และสูตรที่ 6 มีค่าสี L^* ในระดับสูงสุดและไม่แตกต่างกัน เนื่องจากนมสดและวิปิ้งครีมมีสีชาวดังนั้นการเพิ่มสัดส่วนนมและวิปิ้งครีมในระดับสูงจึงส่งผลให้ ไอศกรีมมีสีขาวสว่าง เมื่อพิจารณาค่าสี a^* และค่าสี b^* พบว่าสูตรที่ 6 ซึ่งใช้นมสดในระดับต่ำเท่ากับ ร้อยละ 15 และวิปิ้งครีมในระดับสูงเท่ากับร้อยละ 8 มีค่าสี a^* และ b^* สูงที่สุดเท่ากับ 12.56 ± 0.12 และ 39.04 ± 0.35 ตามลำดับ

ผลการวัดค่าโอเวอร์รันในไอศกรีมมะยงชิดดังตารางที่ 4.5 ซึ่งพบว่าการแปรผันปริมาณ น้ำตาลชูโครส นมสด และวิปิ้งครีมส่งผลให้ค่าอัตราการขึ้นฟูและอัตราการละลายมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไอศกรีมสูตรที่มีการใช้นมสดและวิปิ้งครีมในระดับสูงจะมี ค่าอัตราการขึ้นฟูที่สูงมากกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องจากไขมันนมในวิปิ้งครีมจะทำหน้าที่จับอากาศไว้ ภายในโครงสร้างของไอศกรีม ส่วนโปรตีนในนมสดที่เติมไปจะช่วยเพิ่มความหนืด และได้เนื้อสัมผัสที่มี ลักษณะที่เป็นครีมแก่ผลิตภัณฑ์ (อุษา นาคจรัสกุล, 2541) ขณะเดียวกันไอศกรีมมะยงชิดที่มีการใช้ น้ำตาลชูโครสในระดับที่สูงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดและอัตราการขึ้นฟูต่ำ และมีอัตราการ ละลายที่สูง ดังนั้นไอศกรีมมะยงชิดสูตรที่มีการใช้น้ำตาลชูโครส นมสด และวิปิ้งครีมที่ระดับสูง จึงมี อัตราการละลายสูงที่สุดเท่ากับ 0.42 ± 0.04 กรัม/นาที เนื่องจากน้ำตาลชูโครสจะส่งผลให้จุดเยือก แข็งของไอศกรีมลดลง ทำให้ไอศกรีมสูตรที่มีการใช้น้ำตาลชูโครสในระดับที่สูงจึงมีการละลายเร็วกว่า สูตรอื่นๆ

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรรูปน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีม ในปริมาณที่แตกต่างกัน

สูตรที่	ค่าสี			อัตราการขึ้นฟู (ร้อยละ)	อัตราการ ละลาย (กรัม/นาที)
	L*	a*	b*		
1	69.77±2.23 ^a	12.39±0.54 ^{ab}	38.34±2.23 ^{ab}	45.99±7.23 ^{abc}	0.23±0.04 ^c
2	57.68±0.47 ^c	10.36±0.48 ^{cd}	31.33±1.17 ^c	49.47±1.03 ^{ab}	0.26±0.01 ^{bc}
3	68.83±5.19 ^a	11.61±0.93 ^{abc}	36.77±2.30 ^{ab}	41.70±1.46 ^{cd}	0.23±0.06 ^c
4	63.80±11.69 ^{abc}	10.96±1.49 ^{bcd}	34.69±4.47 ^{bc}	52.21±0.68 ^a	0.34±0.02 ^{abc}
5	68.62±4.06 ^{ab}	12.23±0.40 ^{ab}	37.08±0.91 ^{ab}	40.03±2.65 ^{cd}	0.34±0.07 ^{abc}
6	68.90±0.82 ^a	12.56±0.12 ^a	39.04±0.35 ^a	43.53±1.23 ^{bc}	0.37±0.03 ^{ab}
7	58.46±4.50 ^{bc}	9.77±0.74 ^d	31.09±2.15 ^c	35.43±1.80 ^{de}	0.38±0.06 ^a
8	67.67±3.27 ^{ab}	11.88±0.59 ^{ab}	37.46±1.70 ^{ab}	32.24±1.15 ^e	0.42±0.04 ^a

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรรูปน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปป์ครีม ในปริมาณที่แตกต่างกัน

สูตรที่	ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	พีเอช	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (ร้อยละ)
1	0.49±0.00 ^a	4.05±0.01 ^e	34.74±0.80 ^d
2	0.44±0.04 ^{abc}	4.10±0.01 ^d	35.38±0.82 ^d
3	0.46±0.04 ^{ab}	4.14±0.01 ^c	35.46±0.69 ^d
4	0.42±0.00 ^{bc}	4.16±0.00 ^b	37.05±0.37 ^c
5	0.39±0.04 ^c	4.02±0.00 ^f	37.68±0.75 ^c
6	0.32±0.04 ^d	4.10±0.01 ^d	38.13±0.66 ^{bc}
7	0.39±0.02 ^c	4.14±0.01 ^c	38.95±0.39 ^{ab}
8	0.39±0.05 ^c	4.18±0.00 ^a	39.54±0.60 ^a

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมมะยงชิดดังตารางที่ 4.6 ผลการทดลองพบว่าการแปรรูปปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปป์ครีมส่งผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งละลายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ 1 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 15 นมสดร้อยละ 15 และวิปป์ครีมร้อยละ 6 ซึ่งเป็นการใช้ที่ระดับต่ำทั้งหมด พบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมดในปริมาณสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.49±0.00 มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.05±0.01 และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับร้อยละ 34.74±0.80 จึงเป็นสูตรไอศกรีมที่มีรสเปรี้ยวมากกว่าสูตรอื่นๆ และรสชาติหวานน้อยที่สุด ขณะเดียวกันสูตรที่ 8 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 17 นมสดร้อยละ 18 และวิปป์ครีมร้อยละ 8 จะรสชาติหวานมัน มากกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องจากใช้น้ำตาลซูโครส นมสด และวิปป์ครีมในระดับสูงทั้งหมด ทั้งนี้ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในไอศกรีมมะยงชิดจะมีแนวโน้มลดลงขณะที่มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นตามปริมาณส่วนผสมที่เติมในสูตร

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะยงชิดที่แปรรูปน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีม ในปริมาณที่แตกต่างกัน

สูตรที่	ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับรวม
1	6.86±0.97 ^a	6.73±1.08 ^b	6.03±1.12 ^a	6.63±0.80 ^{ab}	6.93±0.86 ^{ab}
2	6.60±1.22 ^{ab}	6.93±0.82 ^{ab}	5.46±1.14 ^b	5.96±1.33 ^c	6.26±1.14 ^{cd}
3	6.00±1.14 ^c	6.63±0.96 ^b	6.06±1.22 ^a	6.00±0.88 ^c	6.00±0.98 ^d
4	6.23±1.07 ^{bc}	6.63±0.99 ^b	6.06±1.11 ^a	6.46±0.97 ^{abc}	6.70±0.87 ^{abc}
5	6.10±1.51 ^{bc}	7.03±1.15 ^{ab}	6.30±1.30 ^a	6.73±1.41 ^{ab}	7.06±1.35 ^a
6	6.46±1.33 ^{abc}	6.73±1.22 ^b	6.03±0.92 ^a	6.30±0.91 ^{bc}	6.46±0.86 ^{bc}
7	6.46±0.89 ^{abc}	7.03±0.88 ^{ab}	6.46±0.97 ^a	6.96±1.03 ^a	7.06±0.94 ^a
8	6.26±1.11 ^{bc}	7.20±0.96 ^a	6.30±0.91 ^a	6.36±0.85 ^{bc}	6.76±0.89 ^{ab}

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการประเมินผลคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale พบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครส นมสด และวิปปิ้งครีมส่งผลต่อการยอมรับด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครสที่ระดับต่ำเหมือนกัน มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น และการยอมรับรวมที่ระดับสูง อย่างไรก็ตามไอศกรีมสูตรที่ 5 สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครสที่ระดับสูงนั้น ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น และการยอมรับรวมที่ระดับสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งนอกจากปัจจัยด้านน้ำตาลที่ใช้ในระดับสูงแล้ว การเติมนมสดในสูตรที่ 5 สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 ในระดับสูงนั้นจะช่วยให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมมีลักษณะที่ดี หนืด และมีลักษณะเป็นครีม ส่งผลให้เกิดลักษณะที่ดีในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม แต่ไอศกรีมสูตรที่ 8 นั้น ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติน้อยกว่าสูตรที่ 5 และสูตรที่ 7 ดังนั้นเมื่อพิจารณาไอศกรีมสูตรที่ 5 และสูตรที่ 7 แล้ว จะพบว่าได้คะแนนการยอมรับรวมในระดับที่สูงกว่าสูตรอื่นๆ เมื่อพิจารณาร่วมกับคุณภาพด้านอื่นๆ จะพบว่าไอศกรีมทั้งสอง

สูตรมีอัตราการละลายไม่แตกต่างกัน แต่ไอศกรีมสูตรที่ 5 มีอัตราการขึ้นฟูที่ดีกว่าสูตรที่ 7 ประกอบกับเมื่อพิจารณาร่วมกับต้นทุนในการทำไอศกรีมจะพบว่าสูตรที่ 5 ใช้ นมสดและวิปป์ครีมน้อยกว่าสูตรที่ 7 จึงเลือกใช้สูตรที่ 5 ซึ่งในสูตรที่ 5 นั้น มีการใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 17 นมสดร้อยละ 15 และวิปป์ครีมร้อยละ 6 ของสูตรส่วนผสมในแผนการทดลองที่ 3 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

3) การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด

นำสูตรไอศกรีมมะยงชิดจากการทดลองที่ 2.1.2 มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ คุณภาพทางด้านเคมี และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด

การวิเคราะห์คุณภาพ	ค่าวิเคราะห์
ค่าสี L*	64.29±0.34
ค่าสี a*	12.19±0.16
ค่าสี b*	34.49±0.55
ค่าพีเอช	3.61±0.01
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (ร้อยละ)	42.19±0.16
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปกรดซิตริก)	0.37±0.02
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ)	18.38±0.17
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	4.64±0.09
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	< 1×10 ²
ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	< 1×10 ²
ปริมาณโคลิฟอร์ม (โคโลนี/กรัม)	ไม่พบ

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* และ b^* ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิดพบว่าค่าสี L^* เท่ากับ 64.29 ± 0.34 ค่าสี a^* เท่ากับ 12.19 ± 0.16 และค่าสี b^* เท่ากับ 34.49 ± 0.55 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านเคมี พบว่าไอศกรีมมะยงชิด มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 42.19 ± 0.16 มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.61 ± 0.01 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ 0.37 ± 0.02 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 18.38 ± 0.17 และไขมันเท่ากับร้อยละ 4.64 ± 0.09 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนี/กรัม ตรวจไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิดจึงเป็นไปตามเกณฑ์ของมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 354 (2556) ตามภาคผนวก ก ที่กำหนดไว้ให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปในไอศกรีมไม่เกิน 6×10^6 โคโลนีต่อกรัม

4.2.2 ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

1) ผลการศึกษาน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

เมื่อนำมะยงชิดมาแปรรูปเป็นมะยงชิดลอยแก้ว โดยแปรรูปปริมาณน้ำ น้ำตาลซูโครส น้ำเชื่อมฟรุกโตส เกลือ และกรดซิตริกในสูตรสำหรับการทำน้ำเชื่อมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมโดย ภายหลังจากล้างทำความสะอาดมะยงชิดแล้ว ทำการปอกเปลือก เาะแกน แล้วนำมะยงชิดใส่ภาชนะ บรรจุน้ำเชื่อมขณะร้อน ปิดฝา แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส ในตู้แช่แข็งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนจึงนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และทางด้านประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.9-4.10

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

สูตรที่	ค่าสี			พีเอช	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)
	L^*	a^*	b^{*ns}		
1	43.11 ± 1.02^b	16.51 ± 1.54^{bc}	53.38 ± 3.65	3.55 ± 0.01^b	25.20 ± 0.28^c
2	44.47 ± 1.48^b	15.01 ± 2.04^c	54.93 ± 2.06	3.65 ± 0.01^b	29.50 ± 0.71^b
3	46.98 ± 0.69^a	18.79 ± 1.70^a	51.42 ± 2.60	3.68 ± 0.01^b	32.75 ± 1.06^a
4	47.95 ± 1.44^a	17.88 ± 1.85^{ab}	54.78 ± 1.25	4.21 ± 0.02^a	22.25 ± 0.35^d

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของมะยงชิดลอยแก้วดั่งตารางที่ 4.9 ซึ่งพบว่าสูตรน้ำเชื่อมที่แตกต่างกันส่งผลให้สี L^* และ a^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าสี b^* โดยพบว่ามะยงชิดลอยแก้วที่มีสัดส่วนของน้ำเชื่อมฟรุคโตสในสูตร จะให้ค่าสี L^* ที่สูงกว่าเนื้อมะยงชิดลอยแก้วที่ไม่ได้มีการใช้น้ำเชื่อมฟรุคโตสในสูตร เนื่องจากการเพิ่มปริมาณฟรุคโตสในสูตรจะให้น้ำเชื่อมที่มีความใสมากกว่าสูตรที่ไม่ได้ใช้ เช่นเดียวกับค่าสี a^* ที่พบว่าการใช้น้ำเชื่อมฟรุคโตสจะทำให้สีของเนื้อมะยงชิดมีสีโทนน้ำตาลมากกว่า เนื่องจากในน้ำเชื่อมมีฟรุคโตสเป็นองค์ประกอบสูงซึ่งฟรุคโตสจะส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้มากกว่าน้ำตาลซูโครส (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2543) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้น้ำเชื่อมฟรุคโตส มีค่าสี a^* สูงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการใช้น้ำเชื่อมฟรุคโตส แต่ไม่ส่งผลต่อค่าสี b^* โดยผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วมีค่าสี b^* อยู่ในช่วง 51.42-54.93

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของมะยงชิดลอยแก้วดั่งตารางที่ 4.9 ซึ่งพบว่าสูตรน้ำเชื่อมที่แตกต่างกันส่งผลให้ค่าพีเอช และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่ามะยงชิดลอยแก้วสูตรที่ 4 ที่มีปริมาณน้ำตาลในสูตรเท่ากับร้อยละ 15 นมสดร้อยละ 18 และวิปป์ครีมเท่ากับร้อยละ 8 มีค่าพีเอชสูงที่สุดเท่ากับ 22.25 ± 0.35 แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 22.25 ± 0.35 เนื่องจากในสูตรนี้มีการลดปริมาณน้ำตาลซูโครสมากกว่าครึ่งหนึ่งของสูตรอื่นๆ แต่เพิ่มปริมาณน้ำเชื่อมฟรุคโตสเข้าไปแทนที่ ขณะที่มะยงชิดสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าพีเอชไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.55-3.68 แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามน้ำเชื่อมสูตรที่ 3 ซึ่งใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครสเท่ากับสูตรที่ 1 และมีการเพิ่มน้ำเชื่อมฟรุคโตสเข้าไปในสูตร เป็นสูตรที่เนื้อมะยงชิดลอยแก้วมีความหวานมากที่สุด โดยมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับร้อยละ 32.75 ± 1.06 ขณะที่มะยงชิดสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 มีระดับความหวานลดลงมาเท่ากับร้อยละ 29.50 ± 0.71 และ 25.20 ± 0.28 ตามลำดับ

ผลการประเมินผลคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ดังตารางที่ 4.10 ซึ่งพบว่าผลการแปรผันสูตรน้ำเชื่อมส่งผลต่อการยอมรับด้านสี รสชาติและการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส ($p > 0.05$) ในผลิตภัณฑ์ มะยงชิดลอยแก้ว โดยพบว่ามะยงชิดลอยแก้วที่ใช้น้ำเชื่อมสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ซึ่งมีการเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตส จะได้รับคะแนนการยอมรับด้านค่าสีที่ดีกว่าสูตรที่ไม่มีการเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตส เนื่องจากน้ำเชื่อมฟรุคโตสจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความใส และมีความมันวาวที่เนื้อของมะยงชิด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาร่วมกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วจะพบว่าน้ำเชื่อมสูตรที่ 3 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับลดลง และน้อยกว่าสูตรที่ 1 และ

สูตรที่ 2 เนื่องจากสูตรที่ 3 มีรสชาติหวานมากกว่าทุกสูตร โดยมีความหวานในผลิตภัณฑ์สูงถึงร้อยละ 32.75 ± 1.06 เช่นเดียวกับคะแนนการยอมรับรวมที่พบว่าสูตรที่ 3 ซึ่งมีการใช้น้ำตาลซูโครสในสัดส่วนที่สูงร่วมกับน้ำเชื่อมฟรุคโตสได้คะแนนการยอมรับน้อยกว่าสูตรอื่นๆ แต่กลับพบว่ามะยงชิดลอยแก้วที่ใช้น้ำเชื่อมสูตรที่ 4 นั้นมีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าทุกสูตร เนื่องจากใช้สัดส่วนของน้ำตาลซูโครส น้ำเชื่อมฟรุคโตส เกลือ และกรดซิตริกในปริมาณที่เหมาะสม ประกอบกับเป็นสูตรที่มีความหวานน้อยกว่าทุกสูตรโดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 22.25 ± 0.35 อย่างไรก็ตาม มะยงชิดลอยแก้วสูตรที่ 1 ซึ่งใช้น้ำเชื่อมที่ประกอบด้วยใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียวนั้น ได้รับคะแนนการยอมรับรวมในระดับที่ต่ำกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสร่วมกับน้ำเชื่อมฟรุคโตสในสูตรที่ 4 เนื่องจากการเพิ่มน้ำเชื่อมฟรุคโตสในระดับที่เหมาะสมจะทำให้มะยงชิดลอยแก้วมีรสชาติหวานฉ่ำ น้ำเชื่อมมีสีใส ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

สูตรที่	ผลการทดลองสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	สี	กลิ่น ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	รสชาติ	การยอมรับโดยรวม
1	5.60 ± 0.07^b	6.90 ± 1.60	6.70 ± 1.16	6.90 ± 0.57^b	6.80 ± 0.63^b
2	5.40 ± 0.77^b	7.20 ± 1.75	7.20 ± 1.62	6.40 ± 0.97^{bc}	5.70 ± 0.95^c
3	7.10 ± 0.74^a	6.80 ± 1.32	7.10 ± 1.52	5.70 ± 1.05^c	5.10 ± 0.57^c
4	7.80 ± 0.83^a	$6.70^c \pm 1.49$	7.00 ± 1.15	8.00 ± 0.66^a	7.90 ± 0.88^a

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกใช้น้ำเชื่อมสูตรที่ 4 ซึ่งในน้ำเชื่อม 1000 กรัม ประกอบด้วย น้ำเปล่า 720 กรัม น้ำตาลซูโครส 100 กรัม น้ำเชื่อมฟรุคโตส 180 กรัม เกลือ 3 กรัม และกรดซิตริก 2 กรัม ในการเตรียมน้ำเชื่อมสำหรับแปรรูปผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วในการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สำหรับการทดลองต่อไป

2) ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

นำสูตรมะยงชิดจากการทดลองที่ 4.2.2(1) มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

การวิเคราะห์คุณภาพ	ค่าวิเคราะห์
ค่าสี L*	52.69±0.23
ค่าสี a*	12.72±0.71
ค่าสี b*	58.03±1.13
ค่าพีเอช	3.51±0.01
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (ร้อยละ)	22.47±0.64
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปกรดซิตริก)	0.84±0.12
ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)	10.76±0.78
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	$< 1 \times 10^2$
ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	$< 1 \times 10^2$
สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส	ไม่พบ
เอสเชอริเชีย โคลิ	ไม่พบ

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* a* และ b* ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว พบว่ามีค่าสี L* เท่ากับ 52.69±0.23 ค่าสี a* เท่ากับ 12.72±0.71 และค่าสี b* เท่ากับ 58.03±1.13 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านเคมี พบว่ามีค่าพีเอชเท่ากับ 3.51±0.01 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับร้อยละ 22.47±0.64 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ 0.84±0.12 ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 0.84±0.12 มิลลิกรัม/100 กรัม เมื่อนำไปตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราพบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนี/กรัม ไม่พบเชื้อสตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส และเอสเชอริเชีย โคลิ ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วจึงเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้ลอยแก้ว มผช.เลขที่ 715/2547

4.2.3 ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

1) ผลการศึกษาสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

เมื่อนำมะยงชิดมาแปรรูปเป็นมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง โดยแปรรูปปริมาณน้ำตาลซูโครส น้ำเชื่อมกลูโคส น้ำเชื่อมฟรุกโตส ในสูตรสำหรับการทำน้ำเชื่อมในผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยเริ่มจากการล้างทำความสะอาดมะยงชิดแล้ว ทำการปอกเปลือก เจาะแกน แล้วนำมะยงชิดไปลวก แล้วแช่น้ำเชื่อมที่ระดับความเข้มข้น 40 50 และ 60 องศาบริกซ์ โดยแต่ละความเข้มข้นใช้เวลาในแช่เนื้อมะยงชิดนาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบแห้ง จนครบเวลาที่กำหนด ทิ้งให้เย็น เก็บผลิตภัณฑ์ในภาชนะ ปิดผนึก แล้วจึงนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และทางด้านประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.12-4.13

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ และเคมีในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

สูตรที่	ค่าสี			Water activity	ความชื้น (ร้อยละ)
	L*	a*	b*		
1	52.72±3.24 ^a	15.77±1.82 ^{ab}	51.00±5.18 ^a	0.47±0.01 ^d	10.88±0.35 ^c
2	48.86±3.68 ^b	16.04±1.15 ^{ab}	43.84±5.93 ^b	0.52±0.02 ^c	11.92±0.06 ^b
3	49.99±3.71 ^{ab}	16.98±1.23 ^a	43.84±6.40 ^b	0.50±0.00 ^c	11.50±0.13 ^b
4	52.94±1.46 ^a	14.89±1.91 ^b	45.10±1.36 ^b	0.53±0.01 ^c	12.17±0.22 ^b
5	38.37±1.40 ^c	11.02±0.79 ^c	24.37±4.21 ^c	0.64±0.01 ^a	14.11±0.06 ^a
6	48.89±1.73 ^b	16.82±1.27 ^a	40.13±1.64 ^b	0.60±0.01 ^b	13.62±0.16 ^a

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง ดังตารางที่ 4.12 ผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำตาลซูโครส น้ำเชื่อมกลูโคส และน้ำเชื่อมฟรุกโตสที่ใช้ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าสี L* a* และ b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่ามะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งในสูตรที่ 1 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียวกับสูตรที่ 4 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 90 ร่วมกับน้ำเชื่อมกลูโคสร้อยละ 10 ให้ผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งที่มีความสว่างสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 52.72±3.24 และ 52.72±3.24 ตามลำดับ ขณะที่การใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 90 ร่วมกับน้ำเชื่อมฟรุกโตสร้อยละ 10 กลับให้ค่าสี L* (ความสว่าง) น้อยที่สุดเนื่องจากน้ำเชื่อมฟรุกโตสส่งผลต่อ

การเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้สูง ในสูตรที่ 5 ซึ่งมีการใช้น้ำเชื่อมฟรุกโตสในปริมาณสูงมากกว่าสูตรอื่นๆ จะส่งผลให้เนื้อของมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งมีลักษณะสีเข้ม และฉ่ำมากกว่าผลิตภัณฑ์ในสูตรอื่นๆ ทำให้มีค่าสี a^* และค่าสี b^* ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในสูตรอื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 52.72 ± 3.24 และ 52.72 ± 3.24 และเมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียวในสูตรน้ำเชื่อมสำหรับแช่เนื้อมะยงชิดกลับพบว่า มีค่าสี L^* a^* และ b^* สูง เช่นเดียวกับสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ซึ่งมีการลดสัดส่วนของน้ำตาลซูโครสและใช้ร่วมกับน้ำตาลชนิดอื่นๆ โดยในสูตรที่ 3 ซึ่งมีการใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 95 ร่วมกับน้ำเชื่อมฟรุกโตสร้อยละ 5 และสูตรที่ 4 ซึ่งมีการใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 90 ร่วมกับน้ำเชื่อมกลูโคสร้อยละ 10 นั้นได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสี L^* สูงเช่นเดียวกับสูตรที่ 1 แต่ให้ค่าสี b^* น้อยกว่าสูตรที่ 1 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ 1 จึงมีค่าความสว่างและมีสีเหลืองมากกว่าผลิตภัณฑ์ในสูตรอื่นๆ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (water activity) และปริมาณความชื้นของมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งได้ผลดังตารางที่ 4.13 ซึ่งพบว่าสูตรน้ำเชื่อมที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นในมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ 1 ที่มีการใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียวในการทำน้ำเชื่อม ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้น้ำตาลซูโครสร่วมกับน้ำเชื่อมกลูโคสและน้ำเชื่อมฟรุกโตส โดยมีค่าเท่ากับ 0.47 ± 0.01 และร้อยละ 10.88 ± 0.35 เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ซึ่งมีการใช้น้ำเชื่อมกลูโคสและน้ำเชื่อมฟรุกโตสร้อยละ 5 ในสูตร พบว่ามีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.52 ± 0.02 และ 0.50 ± 0.00 ปริมาณความชื้นเท่ากับ 11.92 ± 0.06 และ 11.50 ± 0.13 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้เลขที่ 136/2558 เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามสูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 ซึ่งมีการนำน้ำเชื่อมกลูโคสและน้ำเชื่อมฟรุกโตสมาใช้ร่วมกับน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 10 และสูตรที่ 6 ที่ใช้ทั้งน้ำเชื่อมกลูโคสและน้ำเชื่อมฟรุกโตสร้อยละ 5 นั้น มีปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 0.53 ± 0.01 , 0.64 ± 0.01 และ 0.60 ± 0.01 ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณความชื้นที่พบว่าสูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีปริมาณความชื้นสูงสุดเท่ากับร้อยละ 14.11 ± 0.06 และ 13.62 ± 0.16 ตามลำดับ รองลงมาเป็นผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ 4 มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 12.17 ± 0.22 เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แห่ง เลขที่ 136/2558 ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.60 และปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 จะพบว่าผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งในสูตรที่ 5 สูตรที่ 6 มีปริมาณ

น้ำอัสระเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานเช่นเดียวกับปริมาณความชื้นที่พบว่าสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

สูตรที่	ผลการทดลองสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	การยอมรับโดยรวม
1	7.40±0.84 ^a	6.40±0.84 ^{ab}	6.10±1.10 ^b	6.50±0.52 ^{ab}	6.60±0.51 ^b
2	5.50±0.97 ^{bc}	5.80±0.97 ^b	5.10±0.87 ^{cd}	5.30±0.82 ^c	5.70±0.82 ^{cd}
3	6.90±0.73 ^b	6.90±0.73 ^a	7.20±0.92 ^a	7.20±0.79 ^a	7.40±0.84 ^a
4	5.00±0.82 ^c	5.70±0.82 ^b	4.80±0.79 ^d	6.50±1.35 ^{ab}	5.40±0.70 ^d
5	6.00±0.47 ^b	6.00±0.47 ^{ab}	5.90±0.99 ^{bc}	5.20±0.91 ^c	6.10±0.74 ^{bc}
6	6.10±0.88 ^b	6.30±0.88 ^{ab}	6.20±0.78 ^b	6.00±1.76 ^{bc}	6.50±0.53 ^b

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการประเมินผลคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale พบว่าสูตรน้ำเชื่อมที่ต่างกันส่งผลต่อคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 90 ร่วมกับน้ำเชื่อมฟรุคโตสร้อยละ 10 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านสีน้อยกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องจากสีของมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้น้ำเชื่อมสูตรนี้จะมีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าน้ำเชื่อมสูตรอื่นๆ อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ เนื่องจากน้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าน้ำตาลโมเลกุลคู่ เช่น น้ำตาลซูโครส เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 ซึ่งไม่มีการใช้น้ำเชื่อมกลูโคสและฟรุคโตสในสูตร คะแนนการยอมรับด้านสีจึงสูงกว่าสูตรอื่นๆ ที่มีการเติมน้ำเชื่อมกลูโคสและฟรุคโตส เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นพบว่าสูตรที่ 3 ซึ่งเติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 95 น้ำเชื่อมฟรุคโตสร้อยละ 5 มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นสูงที่สุด ขณะที่สูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ที่มีการใช้น้ำเชื่อมกลูโคสร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ได้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นน้อยกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องจากมะยงชิดที่ใช้น้ำเชื่อมในสูตรดังกล่าวมีกลิ่นหมักเล็กน้อยที่อาจเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาของแบคทีเรียที่เปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ในระหว่างการแช่

มะยงชิดในน้ำเชื่อม ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของทั้งสองสูตรมีลักษณะนิ่มมากกว่าสูตรอื่นๆ เมื่อพิจารณา ด้านรสชาติพบว่าสูตรที่ 3 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติมากที่สุดเท่ากับ 7.20 ± 0.79 คะแนน และไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 ที่มีคะแนนการยอมรับด้านรสชาติเท่ากัน 6.50 ± 0.52 และ 6.50 ± 1.35 คะแนน ตามลำดับ เช่นเดียวกับคะแนนการยอมรับรวมที่พบว่าสูตรที่ 3 ซึ่งมีการใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 95 ร่วมกับน้ำเชื่อมฟรุกโตสร้อยละ 5 มีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด ขณะที่สูตรที่ 4 ถึงแม้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติผู้ทดสอบชิมจะให้คะแนนในระดับสูงแต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ เนื้อสัมผัสนิ่มมากเกินไป ไปส่งผลให้คะแนนการยอมรับรวมน้อยกว่าสูตรอื่นๆ ทั้งนี้สูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรที่ตามปกตินิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื่องจากใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียวนั้นให้ผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งที่มีสีเหลืองสวย แต่ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง ดังนั้นคะแนนการยอมรับรวมจึงน้อยกว่าสูตรที่ 3 ที่มีการใช้น้ำเชื่อมฟรุกโตสร้อยละ 5 ร่วมกับน้ำตาลซูโครสร้อยละ 95 เนื่องจากน้ำเชื่อมฟรุกโตสช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งให้นุ่มพอดี ไม่แข็ง และมีรสชาติที่ดี เมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นในอาหารจึงพบว่าผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งในสูตรที่ 3 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักผลไม้แห้ง เลขที่ 136/2558 ที่กำหนดให้มีปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.60 และปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ดังนั้นจึงเลือกใช้น้ำเชื่อมในสูตรดังกล่าวสำหรับการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ในการทดลองต่อไป

2) ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

นำสูตรผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งจากการทดลองที่ 4.2.3(1) มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ คุณภาพทางด้านเคมี และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4.14

ผลการวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* และ b^* ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสี L^* เท่ากับ 50.61 ± 2.37 ค่าสี a^* เท่ากับ 15.30 ± 2.25 และค่าสี b^* เท่ากับ 46.51 ± 2.99 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้น พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.53 ± 0.02 และร้อยละ 11.63 ± 0.74 ตามลำดับ คุณภาพด้านเคมีพบว่ามีค่าพีเอช 2.74 ± 0.43 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 55.27 ± 0.46 เมื่อนำไปตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนี/กรัม ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งจึงเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้แห้ง มผช.เลขที่ 136/2558

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่ม
อบแห้ง

คุณภาพ	ค่าวิเคราะห์
ค่าสี L*	50.61±2.37
ค่าสี a*	15.30±2.25
ค่าสี b*	46.51±2.99
ปริมาณน้ำอิสระ (water activity)	0.53±0.02
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	11.63±0.74
ค่าพีเอช	2.74±0.43
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (ร้อยละ)	55.27±0.46
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	$< 1 \times 10^2$
ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	$< 1 \times 10^2$

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3 ผลการศึกษาเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดลองที่ 4.2 ได้เลือกผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคทดสอบจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไอศกรีมมะยงชิด มะยงชิดลอยแก้ว และมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง เพื่อทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค จำนวน 100 คน

4.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจากผลิตภัณฑ์มะยงชิดที่ได้รับการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไอศกรีมมะยงชิด มะยงชิดลอยแก้ว และมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นบุคลากรและนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 100 คน ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.15

ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 62 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 38 เป็นเพศชาย ช่วงอายุของผู้บริโภคร้อยละ 38 อยู่ในช่วงอายุ 15-30 ปี ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรวัยทำงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ รองลงมาร้อยละ 27 ผู้บริโภคมีอายุอยู่ในช่วง 31-45 ปี และร้อยละ 22 เป็นกลุ่มผู้บริโภควัย 46-60 ปี มีผู้บริโภคเพียงร้อยละ 6 ที่อยู่ในวัยผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป ด้านการศึกษาพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่อยู่ระหว่างหรือจบการศึกษาระดับปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 45 รองลงมาร้อยละ 20 มีการศึกษาในระดับอนุปริญญา

ตรี และร้อยละ 19 มีการศึกษาสูงกว่าระดับปริญญาตรี ผู้บริโภคร้อยละ 38 มีอาชีพเป็นนักเรียนและนักศึกษา รองลงมาร้อยละ 30 เป็นข้าราชการหรือพนักงานมหาวิทยาลัย ร้อยละ 14 เป็นพนักงานบริษัทและประกอบธุรกิจส่วนตัว อีกร้อยละ 11 ประกอบธุรกิจอื่นๆ เช่น เกษตรกร รับจ้าง แม่บ้าน ฯลฯ

ตารางที่ 4.15 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
1. เพศ	
เพศชาย	38
เพศหญิง	62
2. อายุ	
ต่ำกว่า 15 ปี	7
15-30 ปี	38
31-45 ปี	27
46-60 ปี	22
มากกว่า 60 ปี	6
3. การศึกษา	
ประถมศึกษา	6
มัธยมศึกษา	10
อนุปริญญา	20
ปริญญาตรี	45
สูงกว่าปริญญาตรี	19
3. อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา	38
ข้าราชการ/พนักงานมหาวิทยาลัย	30
พนักงานบริษัท	14
ธุรกิจส่วนตัว	7
อื่นๆได้แก่ เกษตรกร รับจ้าง แม่บ้าน	11

4.3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิด

เมื่อนำผลิตภัณฑ์มะยงชิดทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคได้ทดสอบชิม ได้ผลการตัดสินใจเลือกซื้อตามลำดับที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ ดังตารางที่ 4.16 ผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคให้ความสนใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว เป็นอันดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงอันดับ 2 เป็นผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง คิดเป็นร้อยละ 33 และไอศกรีมมะยงชิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้ความสนใจเลือกซื้อน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25 ทั้งนี้เหตุผลที่ตัดสินใจเลือกซื้อส่วนใหญ่จะนำไปรับประทานเอง รองลงมาจะซื้อเป็นของฝาก และอื่นๆ ได้แก่ จัดเป็นอาหารว่าง ขายในร้านค้า ฯลฯ

ตารางที่ 4.16 ลำดับในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากมะยงชิดของผู้บริโภค

ลำดับในการเลือกซื้อ	ผลิตภัณฑ์	คิดเป็นร้อยละ
1	มะยงชิดลอยแก้ว	42
2	มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง	33
3	ไอศกรีมมะยงชิด	25

4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะยงชิดลอยแก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง

นำผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วที่ผู้บริโภคสนใจเลือกซื้อเป็นอันดับ 1 มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง (-18 ± 2 องศาเซลเซียส) โดยสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี และทางด้านจุลินทรีย์ทุกเดือน เป็นเวลา 3 เดือน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.17- 4.19

ตารางที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี L^* a^* b^* ของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง เป็นระยะเวลา 3 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
0	51.28 ± 0.82^a	12.79 ± 0.66^c	56.09 ± 0.97^a
1	48.26 ± 1.45^b	13.60 ± 0.21^b	55.10 ± 0.56^{ab}
2	45.22 ± 1.74^c	14.19 ± 0.93^b	53.78 ± 0.90^b
3	43.07 ± 2.07^d	16.40 ± 0.38^a	47.61 ± 2.12^c

หมายเหตุ 1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาส่งผลให้ค่าสี L^* a^* b^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าค่าสี L^* มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นโดยในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L^* เท่ากับ 51.28 ± 0.82 และลดลงเป็น 51.28 ± 0.82 ในเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา ส่งผลให้สีของมะยงชิดลอยแก้วมีสีคล้ำลงเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นานยิ่งขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2543) สอดคล้องกับค่าสี b^* ของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วที่มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้สีของมะยงชิดลอยแก้วมีสีซีดลง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นานขึ้น เนื่องจากปริมาณแคโรทีนอยด์ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วสลายตัว ขณะที่ค่าสี a^* ของผลิตภัณฑ์กลับมาแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษามีค่าสี a^* เท่ากับ 12.79 ± 0.66 และเพิ่มขึ้นเป็น 16.40 ± 0.38 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 3 เดือน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้นานมีสีน้ำตาล-แดงมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	พีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด ^{ns} (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ^{ns} (ร้อยละ)	วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)
0	3.67 ± 0.02^b	0.53 ± 0.05	21.60 ± 0.53	6.74 ± 0.13^a
1	3.64 ± 0.06^b	0.45 ± 0.07	21.67 ± 0.64	5.60 ± 1.05^{ab}
2	3.80 ± 0.07^a	0.42 ± 0.02	22.23 ± 0.60	5.02 ± 0.68^b
3	3.77 ± 0.03^a	0.45 ± 0.03	21.20 ± 0.10	3.18 ± 0.33^c

- หมายเหตุ**
1. ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
 3. ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาส่งผลให้ค่าพีเอช และปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($p > 0.05$) โดยพบว่าค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.67 ± 0.02 และเพิ่มขึ้นเป็น 3.77 ± 0.03 ในเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่ปริมาณวิตามินซีกลับมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามะยงชิดลอยแก้วมีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 6.74 มิลลิกรัม/100 กรัม และลดลงเป็น 3.18 มิลลิกรัม/100 กรัม เมื่อเก็บไว้นาน 3 เดือน ทั้งนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดซิตริก) ของผลิตภัณฑ์ โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.42-0.53 เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 21.20-22.23

ตารางที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)
0	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$
1	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$
2	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$
3	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์พบว่ามะยงชิดลอยแก้วที่เก็บไว้นาน 3 เดือน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้ลอยแก้ว เลขที่ 715/2547 ดังนั้นผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว จึงสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง (-18 ± 2 องศาเซลเซียส) หรือในตู้แช่แข็งได้ไม่น้อยกว่า 3 เดือน โดยมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีเพียงเล็กน้อย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบและการเตรียมวัตถุดิบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพมะยงชิด พบว่ามะยงชิดพันธุ์ทุลเกล้ามีค่าสีเนื้อ L^* a^* และ b^* เท่ากับ 52.24 ± 1.26 18.91 ± 0.61 และ 57.72 ± 1.57 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีพบว่าเนื้อมะยงชิดมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.64 ± 0.70 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ร้อยละ 15.79 ± 0.99 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกร้อยละ 0.95 ± 0.07 ปริมาณแคโรทีนอยด์ 3.28 ± 0.12 มิลลิกรัม/100 กรัม และปริมาณวิตามินซี 12.88 ± 0.92 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ

5.1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิด

1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด

ผลการทดลองพบว่าสูตรไอศกรีมที่ให้ลักษณะไอศกรีมที่ดี อัตราการขึ้นฟูสูง อัตราการละลายต่ำ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด ประกอบด้วยเนื้อมะยงชิดตีปั่นร้อยละ 25 น้ำตาลซูโครสร้อยละ 17 นมสดร้อยละ 15 วิปปิ้งครีมร้อยละ 6 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ตามสูตรดังกล่าวไปวิเคราะห์คุณภาพพบว่ามีค่าสี L^* เท่ากับ 64.29 ± 0.34 ค่าสี a^* เท่ากับ 12.19 ± 0.16 และค่าสี b^* เท่ากับ 34.49 ± 0.55 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านเคมี พบว่าไอศกรีมมะยงชิดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับร้อยละ 42.19 ± 0.16 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ 0.37 ± 0.02 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 18.38 ± 0.17 และไขมันเท่ากับร้อยละ 4.64 ± 0.09 ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนี/กรัม ตรวจไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด จึงเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 354 (2556) ที่กำหนดไว้ให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปในไอศกรีมไม่เกิน 6×10^6 โคโลนีต่อกรัม

2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

ผลการทดลองพบว่าสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการทำมะยงชิดลอยแก้ว ซึ่งให้คุณลักษณะของมะยงชิดลอยแก้วที่ดี น้ำเชื่อมใส มะยงชิดมีเนื้อสัมผัสที่ดี ประกอบด้วยน้ำ 720 กรัม น้ำตาลซูโครส 100 กรัม น้ำเชื่อมฟรุกโตส 180 กรัม เกลือ 3 กรัม กรดซิตริก 2 กรัม และเมื่อนำผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วตามสูตรดังกล่าวไปวิเคราะห์คุณภาพพบว่า มีค่าสี L^* เท่ากับ 52.69 ± 0.23 ค่าสี a^* เท่ากับ 12.72 ± 0.71 และค่าสี b^* เท่ากับ 58.03 ± 1.13 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านเคมีพบว่า มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.51 ± 0.01 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 22.47 ± 0.64 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ 0.84 ± 0.12 และปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 10.76 ± 0.78 มิลลิกรัม/100 กรัม พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา น้อยกว่า 1×10^2 โคโลนี/กรัม ไม่พบเชื้อสตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส และเอสเชอริเชีย โคลิ ในผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วจึงเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้ลอยแก้ว มผช.เลขที่ 715/2547

3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

ผลการทดลองพบว่าสูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการแช่มะยงชิดเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง ซึ่งให้ลักษณะมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งที่ดี ผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ใส เนื้อสัมผัสดี มีรสชาติที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด เป็นสูตรน้ำเชื่อมที่ได้จากน้ำตาลซูโครสร้อยละ 95 น้ำเชื่อมฟรุกโตสร้อยละ และกรดซิตริก ร้อยละ 0.2 จากนั้นปรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมตามขั้นตอนการแปรรูปมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเมื่อผ่านการแช่อิ่มอบแห้ง จะมีค่าสี L^* เท่ากับ 50.61 ± 2.37 ค่าสี a^* เท่ากับ 15.30 ± 2.25 และค่าสี b^* เท่ากับ 46.51 ± 2.99 ตามลำดับ คุณภาพทางด้านเคมีพบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.53 ± 0.02 ปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 11.63 ± 0.74 ค่าพีเอชเท่ากับ 2.74 ± 0.43 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 55.27 ± 0.46 พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา น้อยกว่า 1×10^2 โคโลนี/กรัม ผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งจึงมีคุณภาพเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้แห้ง มผช.เลขที่ 136/2558

5.1.3 การศึกษาเพื่อทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค

เมื่อนำผลิตภัณฑ์มะยงชิดทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคสนใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว เป็นอันดับ 1 รองลงมาเป็นผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง และผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิดเป็นอันดับ 3

5.1.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะยงชิดลอยแก้วในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง

ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านค่าสีในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งนาน 3 เดือน โดยพบว่าค่าสี a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าสี L^* และค่าสี b^* มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($p < 0.05$) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นานมีสีคล้ำลง ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีพบว่าค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณวิตามินซีที่มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนีต่อกรัม เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้ลอยแก้ว เลขที่ 715/2547 ดังนั้นผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว จึงสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง (-18 ± 2 องศาเซลเซียส) ได้ไม่น้อยกว่า 3 เดือน

5.2 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

5.2.1 ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.2.2 มะยงชิดเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ดังนั้นจึงควรเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มฤดูกาลเก็บเกี่ยว

บรรณานุกรม

- กนกพร คละวรรณดี และ กรกนก สุมิตร. 2554. การศึกษาปริมาณเนื้อมันคงและเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทมันคง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี. จันทบุรี.
- ชนิษฐา ตั้งสกุล. 2550. การพัฒนาไอศกรีมลดไขมันและพลังงานจากแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (*Hylocereus costaricensis*) ที่มีแอคติวิตีการต้านอนุมูลอิสระ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- คณิตตา พัฒนาภา. 2553. การพัฒนากระบวนการผลิตส้มสายน้ำผึ้งแช่อบแห้ง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจตนา พิสุทธิ. 2538. ไอศกรีม. ครีว. 1 (11) : 77 – 79.
- ชวนชม. 2550. มะพร้าว. แหล่งสืบค้น: <http://www.bot.swu.ac.th/upload/article-document/1228385627.pdf>, 15 กันยายน 2555.
- ดวงสุดา เตโชติรส, จุฑา พีรพัชระ และวรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์อาหารจากสับปะรดสำหรับกลุ่มสหกรณ์การเกษตรหุบกะพง จำกัด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- นรินทร์ ทองศิริ. 2531. เทคโนโลยีอาหารนม. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิตยา รัตนาปนนท์. 2543. เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญช่วย มะลิหอม. 2547. การผลิตไอศกรีมลูกยอ. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปทุมธานี.
- บุศรินทร์ ทองศรีอ่อน. บรรณาธิการ. 2554.: รู้จักมะพร้าวกับมะยงชิดให้ดียิ่งขึ้น. รัตพลกษสาร. 11(4) :7.
- บุหลัน พิทักษ์พล. 2538. การถนอมผลิตผลการเกษตร. ใน อาหารสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, เล่มที่ 19. กรุงเทพฯ : โครงการ สารานุกรมไทยฯ.
- ปัทมา สังข์เงิน และพิมพ์ใจ สีหะนาม. 2556. อิทธิพลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อคุณสมบัติทาง กายภาพและเคมีของผลมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้า. เกษตร. 29(3) : 195-205.

- พิมพ์ใจ สีหนาม, วิมลฉัตร สมนิยาม และดรุณี มูลโรจน์. 2559. อิทธิพลของขนาดผลต่อคุณภาพของผลมะยงชิดพันธุ์สวีสวีตี. **แก่นเกษตร**. 44(1) : 95-104.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. **อาหารกึ่งแห้ง**. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิถภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรัญญา โนนม่วง. 2545. **การศึกษาคุณภาพสละแช่เย็นและการเตรียมชิ้นสละและเนื้อตีปั่นเพื่อการแช่แข็ง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภคินี เรือนสุภา. 2550. **อิทธิพลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพไอศกรีมเชอร์เบทปราศจากน้ำตาล**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภัทรา กุลกิจวโรภาส 2540. **อิทธิพลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพไอศกรีมลดพลังงานกลีนิรสผลไม้ไทย**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. **วิศวกรรมแปรรูปอาหาร: การถนอมอาหาร**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ลดาวัลย์ ช่างชุบ. 2553. **การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเปลือกเลมอนแช่อบแห้ง**. การศึกษาค้นคว้าอิสระ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลดาวัลย์ ช่างชุบ และเสาวณีย์ เลิศวรสิริกกุล. 2554. **การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเปลือกมะนาวแช่อบแห้ง**. รายงานสืบเนื่องในประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, หน้า 589-596.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร). 2549. **ผลไม้ตัดแต่งและการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารละลาย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2558. จาก: http://www.tistr-foodprocess.net/download/article/fresh_cut_th.html.
- สมบัติ ทัพไทย. 2550. **ชาวสวน มะยงชิด มะปรางหวาน ภาคเหนือ**. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้ล้อยแก้ว**. มผช.715/2547.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2558. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้แห้ง**. มผช.136/2558.
- สินธนา สีนานุรักษ์. 2552. **การแปรรูปผักและผลไม้**. คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

- สิรินทัศน์ เลี่ยมแหลม. 2551. **คุณภาพของมะเดื่อ (มะนอด) แช่อิ่มอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2546. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อดิศักดิ์ เอกโสภาวรรณ. 2548. **การยอมรับและลักษณะทางคุณภาพ ของมะม่วงแช่อิ่มลดน้ำตาลด้วยอะเซซัลเฟม-เค และ/หรือแอสพาเทม**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- อรพิน ชัยประสพ, ไพรัชต์ สุมิรัตน์, ปรีดา แวะหะยี และวิภา ยลสุริยัน. 2552. **การใช้สารให้ความคงตัวปรับปรุงคุณภาพซอร์เบทแก้วม้งกรสีแดง**. *อาหาร* 39(3) : 241-248.
- อุษา นาคจิรังกูร. 2541. **ผลของสารคงตัวต่อไอศกรีมซอร์เบทมิ้นซ์ผลไม้**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- AOAC. 2002. **Association of Official Analysis Chemist** 17th ed. ASOAC Inc. Virginia, U.S.A.
- Arbuckle, W. S. 1986. **Ice Cream**. 4th ed. Westport ; AVI Publishing Co.
- Azeredo Henriette M.C., Brito Edy s., Moreira Germano E.G., Fariax Viras L. and Bruno Laura M. 2006. **Effect of drying and storage time on the physio-chemical properties of mango leathers**. *Journal of Fod Science and Technology*. 41 : 635-638.
- Clarke, C. 2004. **The science of ice cream**. UK: TJ International Ltd.
- Fenena, O. R. 1990. **Food Chemistry**. 2nd ed. New York ; Marcel Dekker Inc.
- Marshall, R.T. and Arbuckle, W.S. 1996. **Ice Cream**. 5th Ed. New York ; Chapman & Hill.
- Schmidt, K.A. Smith, D.E. 1988. **Effects of homogenization on sensory characteristics of vanilla ice cream**. *Journal of Dairy Science*. 71 (1) : 46-51.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

วัตถุประสงค์และกระบวนการผลิตมะยมงาชืดแปรรูป

สูตรไอศกรีมมะยงชิดที่พัฒนาแล้ว

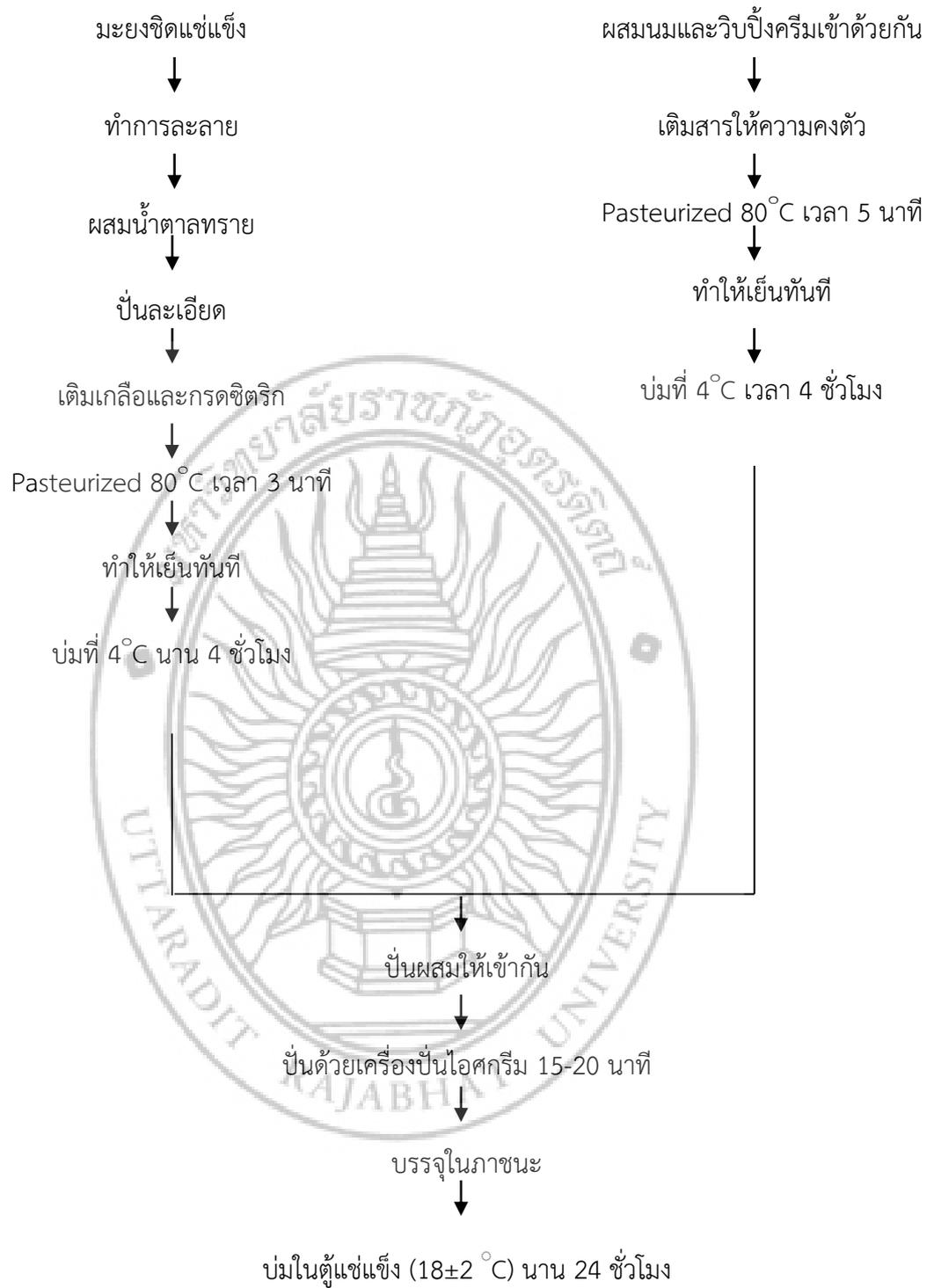
ส่วนผสม	ร้อยละ
มะยงชิดตีปั่น	26.0
น้ำ	34.0
น้ำตาลซูโครส	18.0
นมสดพาสเจอร์ไรส์	16.0
วิปปิ้งครีม	6.0
สารให้ความคงตัว	0.3
กรดซิตริก	0.1
เกลือ	0.2

สูตรน้ำเชื่อมมะยงชิดลอยแก้วที่พัฒนาแล้ว

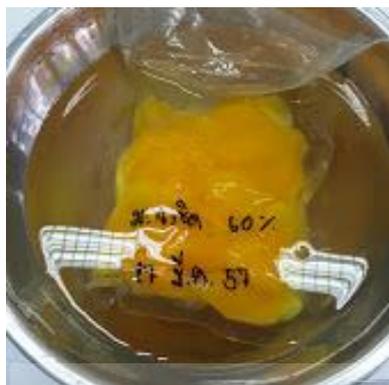
ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำ	72.0
น้ำตาลซูโครส	95
น้ำเชื่อมฟรุคโตส	5
เกลือ	0.3
กรดซิตริก	0.2

สูตรน้ำเชื่อมมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้งที่พัฒนาแล้ว

ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำตาลซูโครส	95
น้ำเชื่อมฟรุคโตส	5
กรดซิตริก	0.2



ภาพที่ ก-1 แผนผังขั้นตอนการแปรรูปไอศกรีมมะยงชิด



1. ละลายมะยงชิดแช่แข็ง



2. ปั่นเนื้อมะยงชิดให้ละเอียด



3. พาสเจอร์ไรส์ส่วนผสมมะยงชิด



4. พาสเจอร์ไรส์ส่วนผสมนม



5. ปั่นไอศกรีมด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม



6. บรรจุใส่ถ้วยพลาสติก

ภาพที่ ก-2 การแปรรูปไอศกรีมมะยงชิด



มะยงชิด



น้ำตาลทราย



เกลือ

กรดซิตริก



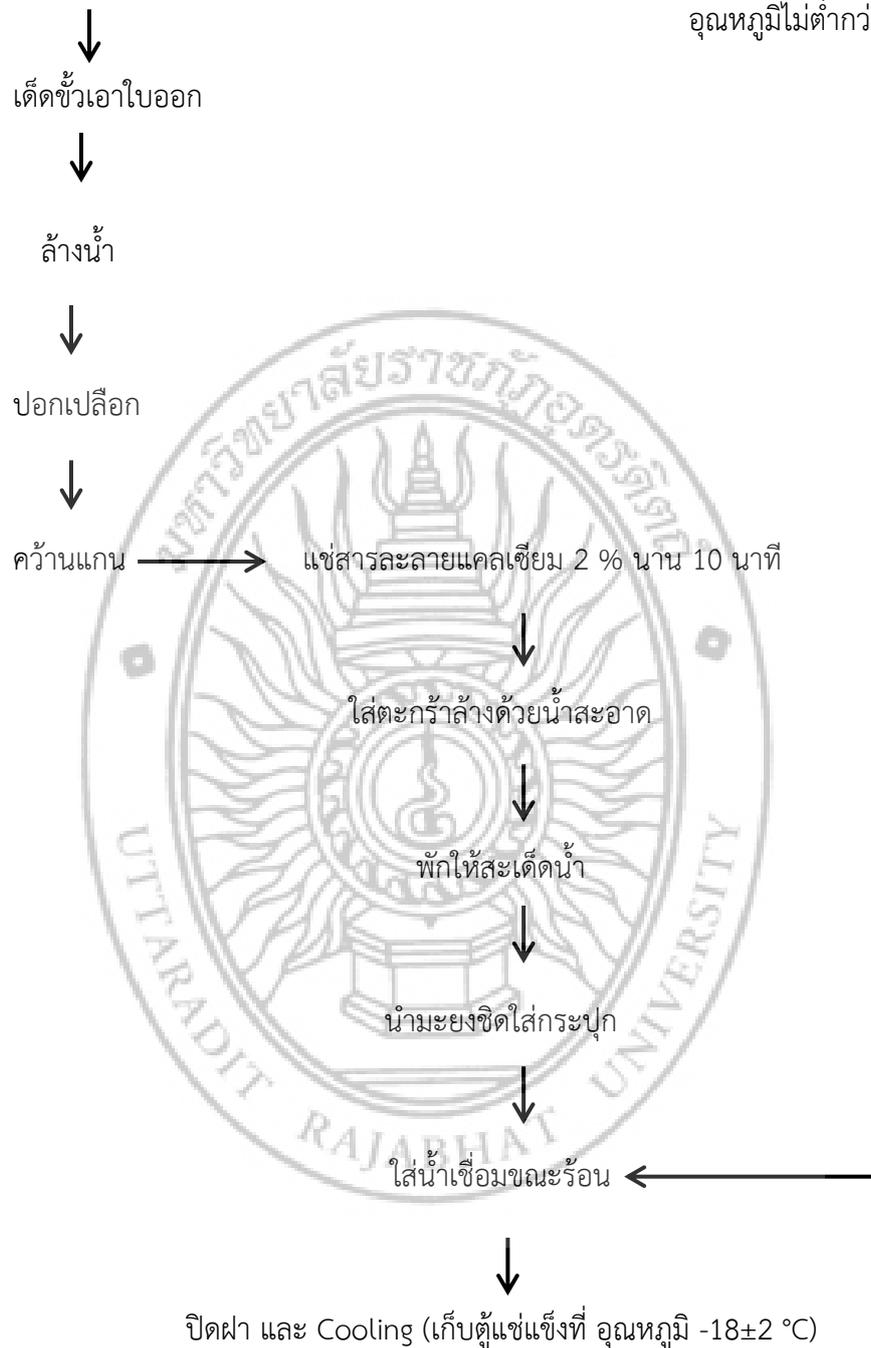
น้ำเชื่อมฟรุคโตส

ภาพที่ ก-3 วัตถุดิบและส่วนผสมมะยงชิดลอยแก้ว

มะยมชิตความอ่อน – แก่ 70-80 %

เตรียมน้ำเชื่อมประมาณ 28 °Brix

อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 85 °C



ภาพที่ ก-4 แผนผังขั้นตอนการแปรรูปมะยมชิตลอยแก้ว



1. หม้อใส่น้ำตั้งไฟ

2. ใส่น้ำตาลลงไปรอให้น้ำเชื่อมเดือด



3. วัดอุณหภูมิน้ำเดือดไม่ต่ำกว่า 85 °C

4. เติมกรดวัดอุณหภูมิเพื่อเตรียมบรรจุขณะร้อน

ภาพที่ ก-5 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อม

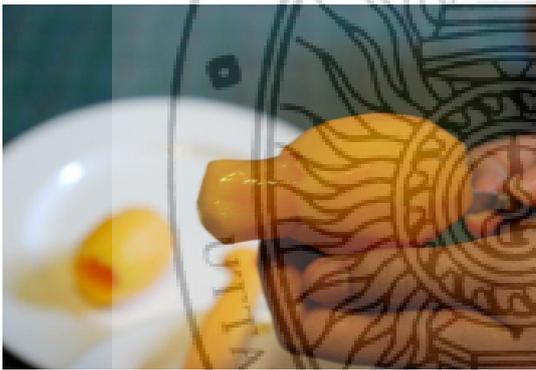
การแปรรูปมะยงชิดลอยแก้ว



1. คัดขนาดมะยงชิด



2. ปอกเปลือก



3. เจาะคว้านเมล็ด



4. ล้างน้ำ



5. แขน้แคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 2



6. ล้างน้ำให้สะอาด ยกให้สะเด็ดน้ำ

การแปรรูปมะยงชิดลอยแก้ว (ต่อ)



4. บรรจุใส่กระปุก



5. เตรียมใส่น้ำเชื่อม



6. ปิดฝา

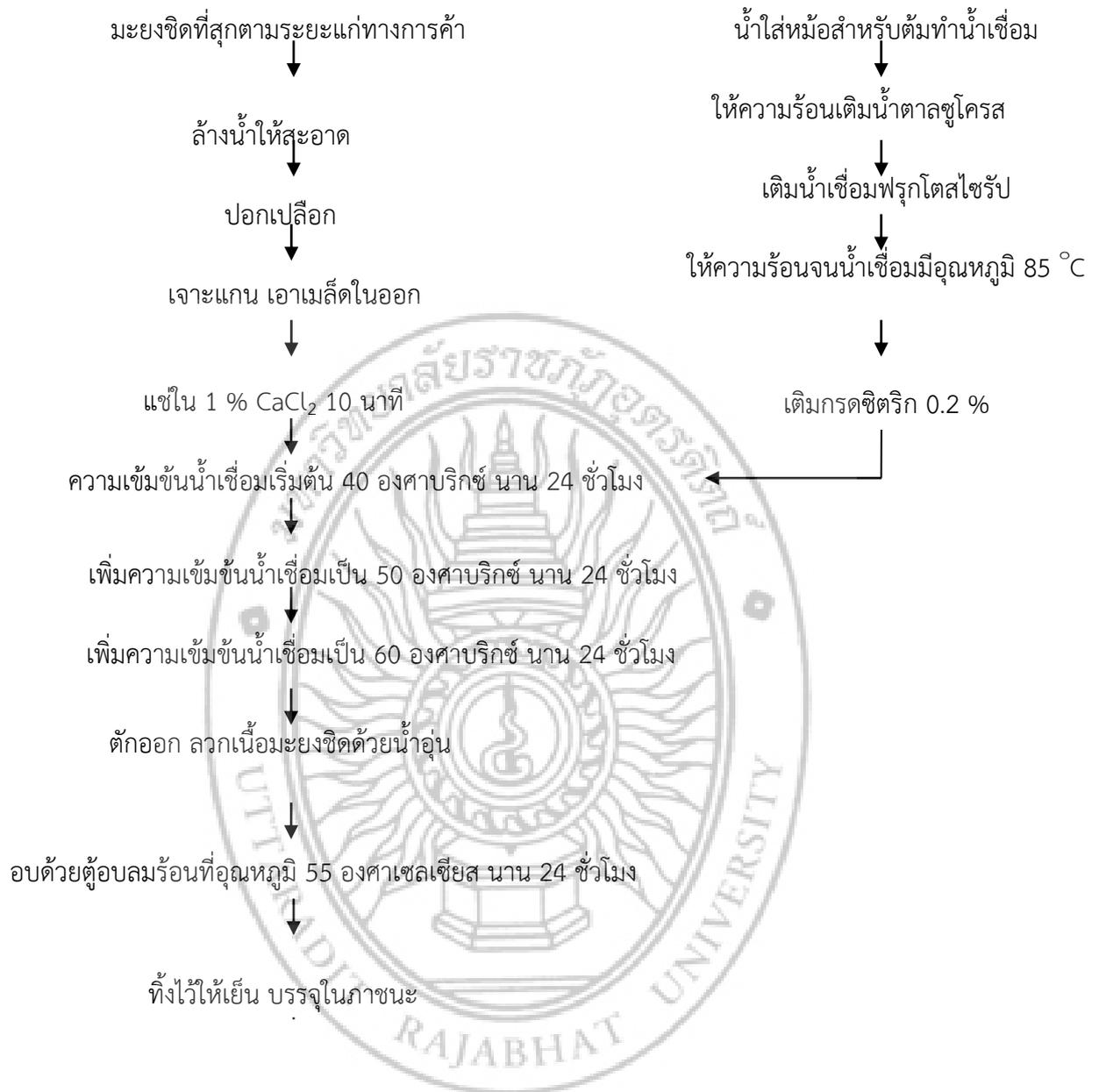


7. ทำการ cooling



8. ผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

ภาพที่ ก-6 การแปรรูปมะยงชิดลอยแก้ว



ภาพที่ ก-7 แผนผังขั้นตอนการแปรรูปมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

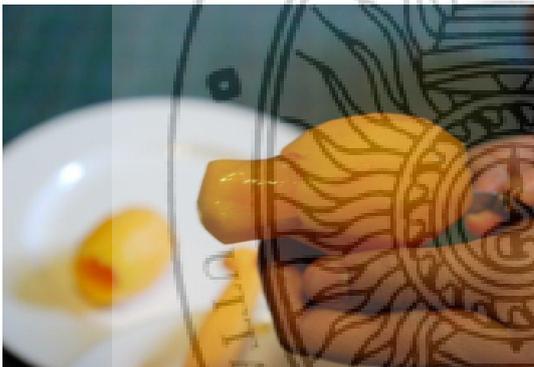
การแปรรูปมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง



1. คัดขนาดมะยงชิด



2. ปอกเปลือก



3. เจาะคว้านเมล็ด



4. ล้างน้ำ



5. แช่แคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 2



6. ล้างน้ำให้สะอาด ยกให้สะเด็ดน้ำ



7. แช่น้ำเชื่อม



8. ยกขึ้นผึ่งในถาด



9. อบแห้งในตู้อบลมร้อน



10. ผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

ภาพที่ ก-8 การแปรรูปมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง



ภาพที่ ก-9 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป



ภาคผนวก ข

วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

1. การตรวจวัดค่าสี $L^* a^* b^*$

การใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น MiniScan XE Plus

1. ขั้นตอนการต่อเครื่อง

1.1 เสียบสายอุปกรณ์ต่อกับเครื่องให้เรียบร้อย ก่อนที่จะทำการเสียบสายเข้ากับปลั๊กไฟ

2. ทำการ STADARDIZE

2.1 เมื่อหน้าจออยู่ในส่วน Display Menu กดเลือก STADARDIZE โดยกดลูกศรขึ้นหรือลงจนแถบเข้มอยู่ที่ STADARDIZE แล้วกดปุ่มสายฟ้า 1 ครั้ง

2.2 เครื่องจะถามหาแผ่น BLACK GLASS ให้ทำการวัดแผ่น BLACK GLASS

2.3 เครื่องจะถามหาแผ่น WHITE TILE ให้ทำการวัด WHITE TILE

2.4 ทำการเช็คค่าแผ่น WHITE TILE โดยกดลงศรลง 1 ครั้ง เพื่อเข้า DISPLAY MENU

2.5 เลือก MANU DIAGNOSTIC แล้วเลือก WHITE TILE

2.6 นำแผ่น WHITE TILE มาทำการวัดเทียบค่า ค่าจากการเช็คความต่างของ SCALE XYZ ต้องมีค่าไม่เกิน 0.3 UNIT ถ้าเกินให้ทำความสะอาดแผ่น BLACK GLASS และ WHITE TILE แล้วทำการ STADARDIZE ใหม่อีกครั้ง

3. การตั้งค่า SETUP NUMBER

3.1 SETUP NUMBER ใหม่

3.1.1 เข้า DISPLAY MENU เลือก SELECT SETUP

3.1.2 เลือก SETUP NUMBER ที่จะตั้งค่าใช้งาน

3.1.3 ความหมายของปุ่มใช้งาน

ปุ่มขึ้น ▲ และปุ่มลง ▼ ใช้สำหรับเลื่อนไปในส่วนต่อไป
ปุ่มซ้าย ◀ และปุ่มขวา ▶ ใช้สำหรับการปรับเปลี่ยนค่า

2. การวัดค่าโอเวอร์รัน

ทำการวัดปริมาณไอศกรีมก่อนปั่น และหลังปั่นไอศกรีม โดยการวัดระดับความสูงของไอศกรีม ค่าโอเวอร์รันคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าโอเวอร์รัน(ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาตรของไอศกรีม} - \text{ปริมาตรของส่วนผสม}}{\text{ปริมาตรของส่วนผสม}} \times 100$$

3. วัดอัตราการละลาย

นำตัวอย่างไอศกรีมที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 24 ชั่วโมง ซึ่งบรรจุเต็มด้วยพลาสติก มาวางบนตะแกรงลวด ซึ่งอยู่บนจานเพาะเชื้อ ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้ว ปล่อยให้ตัวอย่างไอศกรีมละลายโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส จับเวลาการละลาย 30 นาที ชั่งน้ำหนักของเหลวที่ละลายออกมา ทำการทดลอง 3 ซ้ำ อัตราการละลายคำนวณได้จาก

$$\text{อัตราการละลาย(กรัม/นาที)} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย (กรัม)}}{\text{เวลา(นาที)}}$$



วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

1. การวิเคราะห์หาความชื้นทั้งหมด

1.1 อบ moisture can พร้อมฝา ในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (มีความละเอียด 0.0001 กรัม = W1)

1.2 เตรียมตัวอย่าง ชั่งตัวอย่างประมาณ 1-2 กรัม (มีความละเอียด 0.0001 กรัม = W2) ใส่ใน moisture can ที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักแล้ว แฝตัวอย่างให้กระจายสม่ำเสมอทั่วภาชนะ ทำการชั่งตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

1.3 นำตัวอย่างในข้อ 2 ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง ในขณะที่อบให้เปิดฝา เพื่อให้ตัวอย่างสัมผัสกับความชื้นโดยตรงและทั่วถึง

1.4 หลังอบเสร็จ ปิดฝา moisture can เอาออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (มีความละเอียด 0.0001 กรัม = W3) นำไปอบซ้ำหลายๆ ครั้ง จนได้น้ำหนักคงที่

1.5 คำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\begin{aligned} \text{ความชื้น (ร้อยละ)} &= \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่ระเหยไป (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \\ &= \frac{(W2-W3) \times 100}{(W2-W1)} \end{aligned}$$

2. ค่าพีเอช

2.1 เปิดเครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter) ตรวจสอบความถูกต้องโดยนำอิเล็กโทรดมาจุ่มลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน

2.2 นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำอิเล็กโทรดมาจุ่มลงในตัวอย่าง เครื่องจะทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของตัวอย่างอาหาร บันทึกค่าที่ปรากฏที่หน้าจอ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.3 นำอิเล็กโทรดออกจากตัวอย่างอาหาร ล้างด้วยน้ำกลั่น ทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งทุกครั้ง และนำไปแช่ในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานหรือน้ำกลั่น

หมายเหตุ ก่อนใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ทุกครั้ง ต้องทำการปรับค่ามาตรฐานของเครื่อง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานพีเอช 4.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Total titratable acidity)

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้ครบ 100 มิลลิลิตร นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำตัวอย่างที่กรองใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากันนำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก แล้วหาค่าเฉลี่ย

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปกรดซิตริก)} = \frac{0.1 \text{ NaOH} \times \text{ความเข้มข้น NaOH (N)} \times 0.07 \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)}}$$

4. การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble Solids)

ใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer, ATAGO N-50E) ทำการวัดตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลตามวิธีของ Lane and Eynon

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงก่อนการทำอินเวอร์ชัน (D₁)

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร บีเปิดสารละลาย Fehling NO.1 และ Fehling NO.2 จำนวน 10 หรือ 25 มิลลิลิตร ในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้ว 2-3 เม็ด นำไปต้มให้เดือดบนเตาความร้อน (Hot plate) หยดสารละลายเมทิลีนบลูลงไป 1-2 หยด ไทเทรตจนเปลี่ยนสีฟ้าไปเป็นสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ถ้าปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้อยู่ในช่วง 15-50 มิลลิลิตร แสดงว่าสารละลายตัวอย่างมีความเข้มข้นเหมาะสม ทำการไทเทรตสารละลายตัวอย่างกับสารละลาย Fehling อีกครั้ง เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง โดยปล่อยให้สารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปทันทีเป็นจำนวนน้อยกว่าที่ใช้ไทเทรตครั้งแรก ประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมทิลีนบลูลงไป 1-2 หยด แล้วไทเทรตไปจนเปลี่ยนสีจากสีฟ้าไปเป็นสีส้มแดง ทั้งนี้ต้องไทเทรตให้เสร็จภายในเวลา 3 นาที ตั้งแต่เริ่มเดือด บันทึกปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลองอีก 2 ซ้ำ นำปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซิงภายหลังการทำอินเวอร์ชัน (D_2)

ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 6.34 นอร์มัล จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปไฮโดรไลซ์ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำมาทำให้เย็น จากนั้น ปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 นอร์มัล แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายตัวอย่างนี้ใส่ลงในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร ทำการไทเทรตกับสารละลาย Fehling เช่นเดียวกับการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงก่อนการทำอินเวอร์ชัน

การคำนวณหาปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

$$\text{น้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)} = (D_2 - D_1) \times 0.95$$

$$\text{น้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ)} = \text{น้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)} + D_1$$

$$\text{เมื่อ } D_1 = \text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงก่อนทำการอินเวอร์ชัน (ร้อยละ)}$$

$$D_2 = \text{น้ำตาลรีดิวซิงภายหลังทำการอินเวอร์ชัน (ร้อยละ)}$$

6. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

6.1 นำตัวอย่างอาหารที่ทราบน้ำหนักแน่นอน มาเติมเอธิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร (เพื่อป้องกันการเกิดอิมัลชัน) กรดเกลือเข้มข้น 7 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร คนผสมด้วยแท่งแก้ว จากนั้นนำไปอุ่นใน Water bath ที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นลงแล้วเทส่วนผสมทั้งหมดลงในกรวย

6.2 เติมน้ำเอธิลแอลกอฮอล์จำนวน 10 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำเอธิลอีเทอร์จำนวน 25 มิลลิลิตร เขย่าอีกครั้ง แล้วเปิดจุกตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น

6.3 ปิเปตเอาส่วนบนใส่ลงในถ้วยระเหยที่ผ่านการอบแห้ง และทราบน้ำหนักแน่นอน

6.4 ทำการสกัดซ้ำอย่างน้อย 2 ซ้ำ (ข้อ 6.2-6.3)

6.5 นำเอาสารสกัดได้มารวมกัน นำไประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วย hot plate แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักน้ำหนัก

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plat count)

1.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติมสารละลาย peptone 0.1 % จำนวน 225 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้ เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-1}

1.2 นำปิเปตมาดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย peptone ความเข้มข้น 0.1% ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-2}

1.3 เตรียมตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-3} จากตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-2} โดยวิธีเดียวกันกับข้อ 1.2 โดยใช้ปิเปตอันใหม่

1.4 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจากหลอดทดลองที่ dilution 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ (Plate) อย่างละ 1 มิลลิลิตร แต่ละ dilution ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

1.5 เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อ ประมาณ 14 มิลลิลิตร แล้วหมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ ให้ตัวอย่างอาหารและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมให้เข้ากัน

1.6 ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว

1.7 นำไปบ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง อ่านผลโดยนับจำนวนโคโลนีที่นับได้ แล้วนำไปคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

วิธีการคำนวณ

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) = จำนวนโคโลนีที่นับได้ \times dilution factor

2. การวิเคราะห์หยาบยีสต์และรา

2.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติมสารละลาย peptone 0.1% 225 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้ เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-1}

2.2 นำปิเปตมาดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย peptone ความเข้มข้น 0.1% ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-2}

2.3 เตรียมตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-3} จากตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-2} โดยวิธีเดียวกันกับข้อ 2 โดยใช้ปิเปตอันใหม่

2.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อ ประมาณ 14 มิลลิลิตร และทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว

2.5 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจากหลอดทดลองที่ dilution 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} ใส่ลงในจานเพาะเชื้ออย่างละ 0.3 , 0.3 และ 0.4 มิลลิลิตร แต่ละ dilution ทำ 2 ซ้ำ

2.6 นำแท่งแก้วเกลี่ยเชื้อ มาเกลี่ยตัวอย่างอาหารที่ใส่ไปให้แห้ง

2.7 นำไปบ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง อ่านผลโดยนับจำนวนโคโลนีที่นับได้ แล้วนำไปคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

วิธีการคำนวณ

$$\text{จำนวนยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)} = \text{จำนวนโคโลนีที่นับได้} \times \text{dilution factor}$$

3. การวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติมสารละลาย peptone 0.1% จำนวน 225 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้ เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างอาหาร dilution 10^{-1}

2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจากหลอดทดลองที่ dilution 10^{-1} ใส่ลงในจานเพาะเชื้ออย่างละ 1 มิลลิลิตร แต่ละ dilution ทำ 2 ซ้ำ

5. เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อ ประมาณ 14 มิลลิลิตร แล้วหมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ ให้ตัวอย่างอาหารและอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากัน

6. ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว และเทอาหารอีกรอบ รอให้แข็งตัว

7. นำไปบ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง อ่านผลโดยนับจำนวนโคโลนีที่นับได้ แล้วนำไปคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

วิธีการคำนวณ

จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (โคโลนี/กรัม) = จำนวนโคโลนีที่นับได้ × dilution factor





ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มะยงชิด

ชุดที่.....

วันที่.....

คำแนะนำ

โปรดระบุระดับความรู้สึกของท่านที่มีต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว โดยชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวา และขอความกรุณาตีมน้ำระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่าง โดยใส่ระดับความรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์ลงในตารางผลการยอมรับดังนี้

- | | | | |
|---|-----------------|---|--------------|
| 1 | ไม่ชอบมากที่สุด | 6 | ชอบเล็กน้อย |
| 2 | ไม่ชอบมาก | 7 | ชอบปานกลาง |
| 3 | ไม่ชอบปานกลาง | 8 | ชอบมาก |
| 4 | ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 | ชอบมากที่สุด |
| 5 | เฉยๆ | | |

มะยงชิดลอยแก้ว				
คุณลักษณะ
สี				
กลิ่นมะยงชิด				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
การยอมรับโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ: ขอความกรุณาจากท่านให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดต่อไป

.....

.....



แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านช่วยทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถามขอรับรองว่าผลิตภัณฑ์ที่ท่านทดสอบนี้ได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ มีความปลอดภัยในการบริโภค ข้อมูลที่ได้นี้จะ เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ในวงเล็บ () ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ () ชาย () หญิง
2. อายุ
 () ต่ำกว่า 15 ปี () 15-30 ปี () 31-45 ปี
 () 46-60 ปี () มากกว่า 60 ปี
3. การศึกษา
 () ประถมศึกษา () มัธยมศึกษา/ปวช
 () อนุปริญญา/ปวส () ปริญญาตรี
 () สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพ
 () นักเรียน/นักศึกษา () ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ/พนักงานมหาวิทยาลัย
 () พนักงานบริษัทเอกชน () ธุรกิจส่วนตัว
 () อื่นๆ โปรดระบุ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูป

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลในแบบสอบถาม โดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าช่องว่างที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน

1. กรุณาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทิศทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ “ไอศกรีมมะยงชิด”

คุณลักษณะ	ทิศทางในการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์				
	ปรับลดลงให้ มาก	ปรับลดลง เล็กน้อย	พอดี	ปรับเพิ่มขึ้น เล็กน้อย	ปรับเพิ่มขึ้นให้ มาก
สีไอศกรีมมะยงชิด					
กลิ่นมะยงชิด					
รสเปรี้ยว					
รสหวาน					
เนื้อสัมผัส (ความเนียน)					

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ตามความเห็นของท่านต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด

การยอมรับ : () ยอมรับ () ไม่ยอมรับ

การตัดสินใจซื้อ : () ซื้อ () ไม่ซื้อ

กรุณาแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง “ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะยงชิด”

.....

.....

2. กรุณาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทิศทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ “มะยงชิดลอยแก้ว”

คุณลักษณะ	ทิศทางในการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์				
	ปรับลดลงให้ มาก	ปรับลดลง เล็กน้อย	พอดี	ปรับเพิ่มขึ้น เล็กน้อย	ปรับเพิ่มขึ้นให้ มาก
สีมะยงชิดลอยแก้ว					
กลิ่นมะยงชิด					
รสเปรี้ยว					
รสหวาน					
เนื้อสัมผัส					

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ตามความเห็นของท่านต่อผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว

การยอมรับ : () ยอมรับ () ไม่ยอมรับ

การตัดสินใจซื้อ : () ซื้อ () ไม่ซื้อ

กรุณาแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง “ผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้ว”

.....

.....

3. กรุณาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทิศทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ “มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง”

คุณลักษณะ	ทิศทางการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์				
	ปรับลดลงให้ มาก	ปรับลดลง เล็กน้อย	พอดี	ปรับเพิ่มขึ้น เล็กน้อย	ปรับเพิ่มขึ้นให้ มาก
สีมะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง					
กลิ่นมะยงชิด					
รสเปรี้ยว					
รสหวาน					
เนื้อสัมผัส					

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ตามความเห็นของท่านต่อผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

การยอมรับ : () ยอมรับ () ไม่ยอมรับ

การตัดสินใจซื้อ : () ซื้อ () ไม่ซื้อ

กรุณาแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง “ผลิตภัณฑ์มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง”

.....

.....

4. ผลิตภัณฑ์มะยงชิดแปรรูปทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์นี้ ถ้าให้ท่านเลือกซื้อท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ใด โดยลำดับความสำคัญ 1 คือ ซื้ออันดับแรก

ลำดับการซื้อ

ไอศกรีมมะยงชิด

มะยงชิดลอยแก้ว

มะยงชิดแช่อิ่มอบแห้ง

5. เหตุผลที่ตัดสินใจซื้อ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- รับประทานเอง
- เป็นของฝาก
- อื่นๆ โปรดระบุ

☺ ขอขอบคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม ☺





ภาคผนวก ง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 354) พ.ศ. 2556

เรื่อง ไอศกรีม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ไอศกรีมอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 6 (3) (4) (5) (6) (7) (9) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิก

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 222) พ.ศ. 2544 เรื่อง ไอศกรีม ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2544

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 257) พ.ศ. 2545 เรื่อง ไอศกรีม (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

ข้อ 2 ให้ไอศกรีมเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ไอศกรีมตามข้อ 2 แบ่งเป็น 5 ชนิด

(1) ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

(2) ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมตาม (1) ที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือแต่บางส่วน หรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันแต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

(3) ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมตาม (1) หรือ (2) แล้วแต่กรณีซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุดิบที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

(4) ไอศกรีมตาม (1) (2) หรือ (3) ชนิดเหลว หรือแข็ง หรือผง

(5) ไอศกรีมหวานเย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุดิบที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วยไอศกรีมดังกล่าวอาจใส่วัตถุแต่งกลิ่น รส และสีด้วยก็ได้

ข้อ 4 ไอศกรีมทุกชนิด ยกเว้นไอศกรีมตามข้อ 3 (4) ต้องผ่านกรรมวิธีตามลำดับดังต่อไปนี้

(1) การผ่านความร้อน ต้องผ่านกรรมวิธีหนึ่งวิธีใด ดังนี้

(1.1) ทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 68.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาทีหรือหน้า 86 เกล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556

(1.2) ทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 25 วินาทีและจะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิพร้อมด้วยเครื่องบันทึกอัตโนมัติแสดงอุณหภูมิเวลาที่ใช้จริง หรือ

(1.3) ทำให้ร้อนโดยกรรมวิธีอื่นตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบด้วย

(2) ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้

(3) ปั่น กวน หรือผสม แล้วแต่กรณีและทำให้เยือกแข็งที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -2.2 องศาเซลเซียส ก่อนบรรจุลงในภาชนะบรรจุเพื่อจำหน่าย และต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -2.2 องศาเซลเซียส นี้จนกว่าจะจำหน่าย

ข้อ 5 ไอศกรีม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) ไอศกรีมนม ต้องมีมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และมีไขมันนม ไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก

(2) ไอศกรีมดัดแปลง ต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(3) ไอศกรีมผสม ต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับ (1) หรือ (2) แล้วแต่กรณีทั้งนี้โดยไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่

(4) ไอศกรีมหวานเย็นและไอศกรีมตามข้อ 3 (1) (2) หรือ (3) ต้อง

(4.1) ไม่มีกลิ่นหืน

(4.2) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้ น้ำตาลได้โดยให้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(4.3) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(4.4) มีแบคทีรีได้ไม่เกิน 600,000 ในอาหาร 1 กรัม

(4.5) ตรวจไม่พบแบคทีรีชนิด อี.โคไล (Escherichia coli) ในอาหาร 0.01 กรัม

(4.6) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(4.7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(5) ไอศกรีมชนิดเหลวต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (1) (2) หรือ (3) แล้วแต่กรณี และต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (4) ด้วย

ข้อ 6 ไอศกรีมชนิดแข็ง หรือผง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- (1) ไม่มีกลิ่นหืนหน้า 87เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556
- (2) มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของไอศกรีมชนิดนั้น
- (3) มีลักษณะไม่เกาะเป็นก้อน ผิดไปจากลักษณะที่สร้างขึ้น
- (4) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเดกซ์ (Joint FAO/WHO Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร
- (5) ไม่มีวัตถุกันเสีย
- (6) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก
- (7) มีแบคทีเรียได้ไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม
- (8) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นที่ไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- (9) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 7 การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ 8 ผู้ผลิตหรือนำเข้าไอศกรีมเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 9 การใช้ภาชนะบรรจุไอศกรีม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 10 การแสดงฉลากของไอศกรีม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลากกรณีฉลากที่ปิด ติด หรือแสดงไว้ที่ภาชนะบรรจุไอศกรีมในขนาดหนึ่งหน่วยบริโภค ให้แสดงข้อความตาม ข้อ 3 (11) ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 194) พ.ศ. 2543 เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543 โดยจะแสดงไว้ที่ฉลากดังกล่าวหรือไว้ที่หีบห่อของภาชนะที่บรรจุไอศกรีมนั้นก็ได้

ข้อ 11 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าไอศกรีมที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 222) พ.ศ. 2544 เรื่อง ไอศกรีม ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 257) พ.ศ. 2545 เรื่อง ไอศกรีม (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้

บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ 12 ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2556

ประดิษฐ์ สินธวณรงค์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข



มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ฉบับที่ 715 พ.ศ.2547
เรื่อง ผลไม้ลอยแก้ว

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะผลไม้ลอยแก้วบรรจุในภาชนะบรรจุ ไม่ครอบคลุมถึงผลไม้ลอยแก้วที่บรรจุในกระป๋องโลหะ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ผลไม้ลอยแก้ว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้มาตัดแต่ง เช่น ปอกเปลือก คว้านเมล็ด หั่นเป็นชิ้นอาจล้างน้ำหรือแช่น้ำเกลือ แล้วแช่ในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นเหมาะสม

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องมีส่วนของเนื้อผลไม้และน้ำเชื่อมในปริมาณที่เหมาะสม มีลักษณะที่ดีตามชนิดของผลไม้ที่ใช้
- 3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ลอยแก้ว ไม่คล้ำ
- 3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ลอยแก้ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหมัก
- 3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ลอยแก้ว ไม่นิ่มและเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
- 3.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
- 3.6 วัตถุเจือปนอาหาร
 - 3.6.1 ห้ามใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทุกชนิด
 - 3.6.2 หากมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7 จุลินทรีย์

- 3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- 3.7.2 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
- 3.7.3 เอสเชอริเชีย โคลิ โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- 3.7.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

- 4.1 สุขลักษณะในการทำผลไม้ลอยแก้ว ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

- 5.1 ให้บรรจุผลไม้ลอยแก้วในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้
- 5.2 น้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้อของผลไม้ลอยแก้วในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

- 6.1 ที่ภาชนะบรรจุผลไม้ลอยแก้วทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
 - (1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น กระท้อนลอยแก้ว ส้มลอยแก้ว
 - (2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
 - (3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
 - (4) น้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้อ
 - (5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
 - (6) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผลไม้ลอยแก้วที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน
- 7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

- 7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และ
เครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะ
บรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่า
ผลไม่ลอยแก้วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะ
เนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ
เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าผลไม่ลอยแก้วรุ่น
นั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดย วิธี
สุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวม
ไม่น้อยกว่า 300 กรัม
กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนัก
รวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงจะถือว่าผลไม่
ลอยแก้วรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่น
เดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า
200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มี
น้ำหนักรวมตามที่กำหนด
เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าผลไม่ลอยแก้วรุ่นนั้นเป็นไปตาม
เกณฑ์ที่กำหนด
- 7.3 เกณฑ์ตัดสิน
ตัวอย่างผลไม่ลอยแก้วต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะ
ถือว่าผลไม่ลอยแก้วรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

- 8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส
- 8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผลไม่ลอยแก้ว
อย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ
- 8.1.2 เทตัวอย่างผลไม่ลอยแก้วลงในถ้วยกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม
- 8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้อง ปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องมีสัดส่วนของเนื้อผลไม้และ น้ำเชื่อมในปริมาณที่เหมาะสม มี ลักษณะที่ดีตามชนิดของผลไม้ที่ใช้	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ ลอยแก้วไม่คล้ำ	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของ ผลไม้ลอยแก้ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ ไม่พึงประสงค์เช่น กลิ่นหมัก	4	3	2	1

- 8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ
- 8.3 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ
- 8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ
- 8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้อให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สัญลักษณ์

(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เกิดมลพิษที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เหม่า คิวีน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แห่ลงเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

- ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม
- ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์
- ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้
- ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ
ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก



มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ฉบับที่ 136 พ.ศ. 2558

เรื่อง ผักและผลไม้แห้ง

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมผัก ผลไม้ รวมถึงผักและผลไม้ที่เป็นสมุนไพรที่ใช้เป็นอาหาร นำมาทำให้แห้ง มีลักษณะเป็นผลหรือชิ้นแห้ง บรรจุในภาชนะบรรจุปิดได้สนิท ไม่ครอบคลุมกล้วยอบ เนื้อมะพร้าวอบ เนื้อลำไยอบแห้ง ที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ผักและผลไม้แห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักหรือผลไม้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมากกว่า ที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย อาจใช้ทั้งผลหรือนำมาตัดแต่ง เช่น ปอกเปลือก คว้านเมล็ด หั่นเป็นชิ้น อาจนำไปให้ความร้อนโดยการต้ม ลวก นึ่ง แล้วนำมาทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 3.1 ลักษณะทั่วไป
ต้องคงลักษณะเนื้อที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง ไม่เกาะติดกัน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 3.2 สี
ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง
- 3.3 กลิ่น
ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง ไม่มีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นไหม้
- 3.4 กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่ง
 ปลูกจากสัตว์การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.6 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.7 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6

การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (25 ± 2) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์
 อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเป็น
 ปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต

3.8 วัตถุเจือปนอาหาร

3.8.1 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด

3.8.2 หากมีการใช้สีและสารฟอกสี ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.9 จุลินทรีย์

3.9.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.2 แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.9.3 สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.4 เอสเชอริเชีย โคลิ โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.5 ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำผักและผลไม้แห้งให้เป็นไปตามภาคผนวก ก. และสถานประกอบการต้อง ได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข

5. การบรรจุ

- 5.1 ให้บรรจุผักและผลไม้แห้งในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 5.2 น้ำหนักสุทธิของผักและผลไม้แห้งในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

- 6.1 ที่ภาชนะบรรจุผักและผลไม้แห้งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
 - (1) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) หรือชื่อที่สื่อความหมายตาม มผช. เช่น สะเดาแห้ง สับประรดอบแห้ง
 - (2) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นรายละเอียดของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย
 - (3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
 - (4) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม
 - (5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
 - (6) ข้อเสนอแนะในการบริโภคและการเก็บรักษา (ถ้ามี)
 - (7) กรณีที่มีการใช้ส่วนประกอบของอาหาร ซึ่งเป็นสารก่อภูมิแพ้ เช่น มีการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้แสดงข้อความว่า “ข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร : มีซัลไฟต์”
 - (8) เลขสารบบอาหาร
 - (9) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผักและผลไม้แห้งที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน
- 7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
 - 7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วย ภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ

3.1 ถึงข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าผักและผลไม้แห่งรุ่มนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชั่งตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น วอเตอร์แอกทิวิตี และวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชั่งตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชั่งตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 ถึงข้อ 3.8 จึงจะถือว่าผักและผลไม้แห่งรุ่มนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชั่งตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชั่งตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชั่งตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.9 จึงจะถือว่าผักและผลไม้แห่งรุ่มนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผักและผลไม้แห่งต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าผักและผลไม้แห่งรุ่มนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีกลิ่น และกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผักและผลไม้แห่งอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เติตัวอย่างผักและผลไม้แห่งลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ ดม และชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี กลิ่น และกลิ่นรส

(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง	3
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง	2
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	1
กลิ่น	กลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง	3
	กลิ่นพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง	2
	กลิ่นผิดปกติหรือมีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นไหม้	1
กลิ่นรส	กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง	3
	กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของผักและผลไม้แห้ง	2
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	1

ภาคผนวก ก

สัญลักษณ์

(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง และ และสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุประสงค์ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ใช้ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.1.2.4 ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาดเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย
จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อม
เสียของผลิตภัณฑ์

ก.3.3 เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและ
มีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลื้อย เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก.4.4 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลง
สู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.5 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม
และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.5.1 ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวม
เสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้าง
มือให้สะอาด ทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.5.2 ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใดๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร
สูบบุหรี่