บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชในวงศ์ปาล์ม (Genus Palmceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera Linn.* (เกสร สุนทรเสรี, 2541) ถิ่นกำเนิดของมะพร้าวสันนิษฐานว่าอยู่ในแถบอเมริกาใต้ก่อนที่จะนำมาปลูกในแถบอินโดแปซิฟิก มะพร้าวเป็นพืชปลูกง่าย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในแถบร้อนและพื้นที่ใกล้ฝั่งทะเลที่มีฝนตกชุก แสงแดดจัด และมีความชุ่มชื้นเพียงพอ จึงสามารถพบได้ทั่วไปตามเกาะต่างๆ พื้นที่จังหวัดแถบชายทะเล ฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำแม่กลอง (ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย, 2544)

จังหวัดสมุทรสงครามเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีการปลูกมะพร้าวมากจนเป็นส่วนหนึ่งของสัญลักษณ์ของจังหวัด สองฟากฝั่งของแม่น้ำเป็นสวนมะพร้าว ซึ่งมะพร้าวที่ปลูกนอกจากเก็บผลเพื่อการค้าขายแล้ว จุดประสงค์อีกประการหนึ่งคือ การปลูกมะพร้าวตาลเพื่อทำน้ำตาลมะพร้าว (ปรีชา เครือสินธุ์, 2545) พันธุ์มะพร้าวที่นิยมใช้ผลิตน้ำตาลได้แก่ พันธุ์หมูสีหนู พันธุ์หมูสีหม้อ พันธุ์หมูสีไฟ พันธุ์หมูสีเหลืองและพันธุ์หมูสีกลาย (บางแห่งก็เรียกว่าพันธุ์ตาล) ส่วนที่ใช้ทำน้ำตาลคือจั่นหรือช่อดอกมะพร้าว โดยจั่นที่จะใช้ต้องโตเต็มที่ ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป มีความยาวประมาณ 45 – 70 เซนติเมตร และกาบหุ้มจั่นไม่คลี่บานออก (หลวงสมานกิจ, 2548) ซึ่งมะพร้าวที่เหมาะสำหรับทำน้ำตาลคือ พันธุ์พันธุ์หมูสีกลาย เนื่องจากมีลำต้นใหญ่ ให้น้ำตาลมาก ขนาดของจั่นหรืองวงมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ (อัสวิทย์ ปัทมะเวณุ, มปป.)

2.2 น้ำตาลมะพร้าว

น้ำตาลมะพร้าวเป็นผลิตผลที่ได้จากจั่นมะพร้าว ซึ่งจะให้น้ำตาลสดเมื่อต้นมะพร้าวมีอายุได้ 3-4 ปี เมื่อมะพร้าวมีช่อดอกชาวสวนจะเริ่มทำการเก็บน้ำตาล

2.2.1 วิธีการรองรับน้ำตาลสด มีดังนี้ (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2532)

2.2.1.1 การโน้มจั่น

เมื่อมะพร้าวเริ่มมีจั่นแทงออกมาระหว่างโคนทางมะพร้าว เลือกจั่นที่มีความยาว 40 เซนติเมตร จากนั้นโน้มจั่นให้อยู่ในแนวระนาบ ควรจะเริ่มทำในตอนบ่ายเพราะจั่นจะนิ่มทำให้โน้มได้ง่าย

2.2.1.2 การปาดจั่นหรือการปาดตาล

เมื่อโน้มจั่นได้ที่แล้วให้ทำการปาดจั่นมะพร้าวออกโดยตัดจากปลายจั่นมาประมาณ 6 เซนติเมตร แล้วปอกเปลือกจั่นออกใช้เชือกมัดจั่นไว้เป็นเปลาะๆ ห่างกันประมาณ 1.5 - 2 นิ้ว เพื่อป้องกันการแตกของจั่น ในช่วง 2 - 3 วันแรก ให้ปล่อยทิ้งไว้โดยไม่รองรับน้ำตาล แต่ต้องปาดจั่นทุกเช้าเย็น หลังจากนั้นเริ่มทำการรองรับน้ำตาลสด

2.2.1.3 การรองรับน้ำตาลสด

เมื่อจั่นมีน้ำตาลที่ไหลออกมาดี ให้นำกระบอกไปรอง แสดงดังภาพที่ 2.1 โดยใส่เปลือกไม้พะยอมหรือไม้เคี่ยมลงไปประมาณ 2-3 กรัม ลงไปในกระบอกน้ำตาล แล้วจึงนำไปแขวนไว้ที่ปลายจั่นใช้เชือกที่ร้อยติดกับกระบอกผูกติดจั่นไว้ การใช้เปลือกไม้พะยอมในน้ำตาลสดแสดงดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.1 การใช้กระบอกรองน้ำตาลสดจากจั่นมะพร้าว

ภาพที่ 2.2 การใช้พะยอมเพื่อลดความฝาดของน้ำตาลมะพร้าว

2.3 แหล่งผลิตน้ำตาลมะพร้าว

แหล่งผลิตน้ำตาลมะพร้าวที่สำคัญ คือ จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่และเก่าแก่ที่สุด โดยมีการผลิตที่อำเภอเมืองสมุทรสงคราม ในเขตท้องที่ตำบลนางตะเคียน ตำบลลาดใหญ่ ตำบลคลองเขิน ตำบลบางนางลี่ ตำบลสวนหลวง ตำบลวัดประดู่ ฯลฯ อำเภอบางคนทีในเขตท้องที่ตำบลบางกระบือ ตำบลจอมปลวก ตำบลดอนมะโนรา ตำบลบางพรม เป็นต้น โดยในเขตอำเภอเมืองสมุทรสงคราม จะมีปริมาณของผลผลิตและพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสมุทรสงคราม, 2535)

2.4 กระบวนการผลิตน้ำตาลมะพร้าว

การผลิตน้ำตาลมะพร้าว เกษตรกรผู้ผลิตต้องทำการผลิตทุกวันตลอดทั้งปี มะพร้าวจะให้ผลผลิตได้มากในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม และจะลดน้อยลงในช่วงเดือนตุลาคม ถึงมกราคม นอกจากปริมาณผลผลิตมีมากน้อยตามฤดูกาลแล้ว สภาพอากาศที่แห้งแล้งฝนทิ้งช่วงหรือภาวะน้ำเค็มที่หนุนเข้าในพื้นที่สวนมะพร้าวก็มีส่วนทำให้ปริมาณผลผลิตลดลงได้

2.4.1 **กรรมวิธีการผลิตตามมาตรฐานของจังหวัดสมุทรสงคราม** มีดังต่อไปนี้

2.4.1.1 การทำความสะอาดกระบอก กระบอกที่ใช้รองน้ำตาลจะต้องเป็นกระบอกไม้ไผ่ที่ทำความสะอาด และแห้งสนิทดีแล้วเท่านั้น การทำความสะอาดกระทำได้โดย

1) รมควัน การทำความสะอาดโดยวิธีนี้ ต้องมีเตารมควันแยกต่างหาก เตารมควันจะมีปล่องไฟคล้ายเตาเคี่ยว ด้านบนของเตารมควันจะมีรูขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เพื่อให้ควันไฟและความร้อนผ่านขึ้นมาได้ ก่อนการรมควันจะต้องล้างกระบอกให้

สะอาดและดึงเชือกที่ร้อยหูออกก่อน จึงนำไปคว่ำบนรูเตา ทิ้งไว้ประมาณ 3-4 นาที กระบอกจะแห้งสนิทภายในจะมีเขม่าถ่านจับอยู่ เขม่ามีผลดีต่อน้ำตาลหลายประการ คือ เขม่าจะเป็นสารฟอกสี ดูดกลิ่นน้ำตาลและเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้น้ำตาลเน่าเสียได้ด้วย น้ำตาลใสที่ได้จึงใส สะอาด มีกลิ่นหอม และฟองน้อย

2) ลวกน้ำร้อนแล้วผึ่งให้แห้ง ในกรณีที่ไม่มีเตารมควันอาจจะทำความสะอาดโดยใช้น้ำร้อนล้างให้สะอาด หรืออาจจะนำลงต้มในกระทะน้ำร้อน แล้วจึงนำไปผึ่งให้แห้ง โดยวางให้ปากกระบอกเอียงลงเพื่อให้น้ำไหลออกให้หมด และที่สำคัญต้องผึ่งให้แห้งสนิทก่อน จึงนำไปใช้รองน้ำตาล การทำความสะอาดโดยวิธีนี้ น้ำตาลใสที่ได้จะมีฟองมาก และอาจจะบูดเน่าได้เร็วกว่าการรมควัน แต่สะดวกกว่า

2.4.1.2 การใช้พะยอม หากกระบอกสะอาดและแห้งสนิทดีจะใช้เปลือกพะยอมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ค่าใช้จ่ายที่ต้องซื้อพะยอมจะลดน้อยลง ทั้งยังทำให้น้ำตาลที่ได้ไม่มีรสฝาดจนเกินไปด้วย และการผลิตน้ำตาลตามมาตรฐานนี้จะต้องใช้เปลือกพะยอม เท่านั้น

2.4.1.3 การเก็บน้ำตาลใส เกษตรกรอาจจะเก็บน้ำตาลใส 2 ครั้ง เช้าและเย็น เมื่อเก็บน้ำตาลแล้วจะต้องเคี่ยวทันที อย่าปล่อยน้ำตาลใสไว้นาน เพราะจะทำให้น้ำตาลเหลวได้ง่าย การปาดตาล การรอง และการเก็บจะต้องพิถีถันในเรื่องความสะอาดด้วย

2.4.1.4 การกรอง เมื่อนำน้ำตาลใสมาเคี่ยวจะต้องกรองเอาเศษพะยอม หรือเศษฝุ่นละอองต่างๆ ออกให้หมด โดยอาจมีภาชนะรองและกรองผ่านผ้าขาวบางและผ้าสำลี 2 ชั้น

2.4.1.5 การเคี่ยวน้ำตาล เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการผลิตน้ำตาล สิ่งที่น่าสังเกตในขั้นตอนนี้ ได้แก่

1) ปริมาณน้ำตาลใสที่เคี่ยวในแต่ละกระทะ โดยเฉพาะในกระทะที่ยกลงมากระทุ้งนั้น ไม่ควรมีปริมาณน้ำตาลมากเกินไป เพราะจะทำให้กระทุ้งลำบากและไม่ทั่วถึง ซึ่งอาจจะทำให้น้ำตาลที่ได้ไม่สวยเท่าที่ควร

2) ต้องควบคุมไฟให้ร้อนสม่ำเสมอ เพื่อให้น้ำตาลที่ได้มีสีสวยและแห้งได้ที่เชื้อเพลิงที่ใช้ให้พยายามใช้ฟืน กาบมะพร้าว ใบมะพร้าว ที่พอจะหาได้ในสวนมาเสริมกับฟืนที่ต้องซื้อ ซึ่งจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านค่าเชื้อเพลิงลงได้บ้าง

3) เมื่อน้ำตาลเริ่มเดือดต้องหมั่นช้อนฟองออก ไม่ปล่อยให้ฟองฟูล้น

4) การป้องกันฟองล้น ไม่จำเป็นต้องใช้กงหรือสุ่ม เพราะอาจจะมีฝุ่นละอองปนเปื้อนได้ง่ายและยังไม่สามารถช้อนฟองออกจนหมดได้ หากน้ำตาลเริ่มฟูให้ใช้ใบมะพร้าวแห้งที่มีน้ำมันอยู่ตามธรรมชาติวางพาดปากกระทะ หรืออาจจะใช้ไม้ยาวชุบน้ำมันพืชวางพาดปากกระทะได้เช่นกัน

2.4.1.6 การตีหรือการกระทุ้งน้ำตาล เมื่อน้ำตาลปุดขึ้นเข้มข้นได้ที่ดีแล้ว จะยกกระทะน้ำตาลลงเพื่อตี หรือกระทุ้งให้น้ำตาลแห้งอีกครั้งหนึ่ง การตีอาจใช้ไม้กระทุ้งด้วยแรงคนหรือจะใช้ใบพัดไฟฟ้าช่วยทุ่นแรงก็ได้เริ่มต้นการกระทุ้งให้น้ำตาลที่ขึ้นฟองนั้นยุบตัวลง น้ำตาลระยะนี้จะมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อกระทุ้งไประยะหนึ่งจะเปลี่ยนมาเป็นสะบัดและวี เพื่อให้อากาศเข้าไปสัมผัสน้ำตาลให้มากที่สุด ซึ่งจะเป็นการฟอกสีน้ำตาลไปในตัวด้วย การทำในช่วงนี้ต้องทำอย่างรวดเร็วต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จึงจะได้น้ำตาลที่มีสีขาวสวย ระยะเวลาที่ใช้นับแต่ยกลงแล้วกระทุ้งสะบัด วี จนสามารถขูดเก็บได้ จะใช้เวลาประมาณ 7 นาที น้ำตาลที่ได้ประมาณ 6-7 กิโลกรัม

2.4.1.7 การบรรจุปีบ เมื่อกระทุ้งน้ำตาลจนแห้งได้ที่แล้วน้ำตาลที่ได้จะมีน้ำหนักน้อย คือ เมื่อนำไปบรรจุปีบแล้ว 1 ปีบ จะบรรจุได้เพียง 30 กิโลกรัม เท่านั้น เพราะน้ำตาลมีความชื้นน้อยซึ่งจะแข็งตัวอยู่ได้นานเป็นเดือน ปีบที่ใช้ต้องเป็นปีบใหม่ไม่มีสนิม บรรจุน้ำตาลอย่างน้อย 30 กิโลกรัม

น้ำตาลมะพร้าวที่ผลิตโดยไม่ใช้ผงฟอกสี ไม่มีน้ำตาลทรายเจือปน สะอาด สีสวย น้ำหนักเบาเช่นนี้ เป็นน้ำตาลมะพร้าวแท้ที่มีคุณภาพดี

2.4.2 การผลิตน้ำตาลมะพร้าวให้มีคุณภาพดี

2.4.2.1 ต้องรักษาจั่นให้สะอาดปราศจากโรคและแมลง

2.4.2.2 อุปกรณ์ในการทำน้ำตาลมะพร้าวทุกชิ้น ต้องล้างให้สะอาด โดยเฉพาะกระบอกรองตาล จะต้องล้างให้สะอาด และลวกด้วยน้ำเดือดทุกครั้ง

2.4.2.3 ต้องทำการกรองน้ำตาลสดให้สะอาด ปราศจากเศษผง แมลง และเศษไม้

2.4.2.4 เมื่อเคี่ยวน้ำตาลที่ได้แล้ว การเทน้ำตาลลงปีบจะต้องเทลงไปไม่เกิน 9-10 กิโกกรัม เพราะถ้าเทลงปีบครั้งละมากๆ เมื่อน้ำตาลเย็นลงจะแข็งเฉพาะบริเวณรอบนอกตรงกลาง

จะเหลวเรียกว่าน้ำตาลช็อต และถ้าจะทำการเทน้ำตาลลงปีบที่มีน้ำตาลบรรจุอยู่ก่อนแล้ว ควรรอให้น้ำตาลที่บรรจุอยู่เดิมเย็นลงเสียก่อน

2.4.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลมะพร้าว

น้ำมะพร้าวแก่โดยทั่วไปมีปริมาณน้ำตาลรวมประมาณ 3-5 % ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส แร่ธาตุ และวิตามินอีกหลายชนิด (Vanderbert, 1945)

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลมะพร้าว ต้องพิจารณาแยกความแตกต่างระหว่าง Sweet toddy และ Toddy ออกจากกัน โดย Sweet toddy หมายถึงน้ำตาลสดที่สดจริงๆ ยังไม่มีการบูดเกิดขึ้น ส่วน Toddy หมายถึงน้ำตาลสดที่มีการบูดเกิดขึ้นไปแล้วในสภาพต่างๆ กัน (ศิริพร สิระสุทธิรัตน์, 2519) โดยในน้ำตาลมะพร้าวสดประกอบด้วย น้ำตาลซูโครส โปรตีน และเถ้า เท่ากับ 16.5 0.60 และ 0.40 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ศิริพร สิระสุทธิรัตน์, 2519) นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 16.10-18.99 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.7-7.2 (ประเทือง สง่าวงศ์, 2503) คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลมะพร้าว แสดงดังตารางที่ 2.1

ธันยพร ตรีรัตนธนากุล และ จารุวรรณ กุลวิศว, (2546) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณน้ำตาลในน้ำตาลมะพร้าวด้วยเทคนิค HPLC พบว่าในน้ำตาลมะพร้าวประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และฟรุกโทส โดยมีปริมาณ 1.20 11.56 และ 0.65กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

เมื่อนำน้ำตาลสดมาต้มระเหยน้ำออกจะได้น้ำตาลมะพร้าวเคี่ยวซึ่งมีคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีแสดงดังตารางที่ 2.2 และคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยว แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลมะพร้าว (Coconut palm syrup)

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	43.47	Kcals
น้ำ	93.58	g
โปรตีน	0.21	g
ไขมัน	0.18	g
คาร์โบไฮเดรต	10.25	g
เถ้า	0.67	g
แคลเซียม	2.96	mg
ฟอสฟอรัส	3.82	mg
เหล็ก	0.26	mg
ไนอะซีน	0.60	mg
บี 1	0.40	mg
บี 2	6.07	mg

แหล่งที่มา : ศุภร จิระรัตนวรรณะ และคณะ (2533)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยว

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
น้ำตาลซูโครส	68.35
ความชื้น	10.92
เพคตินและกรัม	8.72
น้ำตาลรีดิวซิง	6.58
เถ้า	2.19

แหล่งที่มา: Thampan (1975)

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยว

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	383	กิโลแคลลอรี่
โปรตีน	0.4	กรัมต่อ 100 กรัม
ไขมัน	0.1	กรัมต่อ 100 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	95	กรัมต่อ 100 กรัม
แคลเซี่ยม	80	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
ฟอสฟอรัส	43	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
เหล็ก	11.4	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
วิตามิน เอ	280	IU ต่อ 100 กรัม
วิตามิน บี3	1	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

แหล่งที่มา : เกสร สุนทรเสรี (2541)

2.5 ไอศกรีม

ไอศกรีม คือผลิตภัณฑ์นมแช่แข็ง ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จากนม น้ำตาล น้ำ และสารปรุงแต่งกลิ่นและรส อาจมีการเติมไข่ ผลิตภัณฑ์จากไข่ และสารให้ความคงตัว ไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ประเภทไอศกรีม จัดเป็นอาหารหวานประเภทแช่แข็ง

ไอศกรีมสันนิษฐานว่ามีวิวัฒนาการมาจากพฤติกรรมการบริโภคของชาวจีน ซึ่งบริโภคขนมหวานใส่น้ำแข็ง โดยการผสมหิมะกับผลไม้หรือน้ำผลไม้ วัฒนธรรมการบริโภคนี้ได้แพร่หลายเข้าไปในยุโรปในปลายปี ค.ศ. 13 ต่อมามีการเติมน้ำนมลงไป มีการดัดแปลงและพัฒนาเรื่อยมาจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจนถึงปัจจุบัน (Varnam and Sutherland, 1994)

2.5.1 ชนิดของไอศกรีมและผลิตภัณฑ์

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบที่ซับซ้อน ประกอบด้วยส่วนประกอบของน้ำนม ไขมัน โปรตีน สารละลายของแล็กโทส และเกลือ นอกจากนี้ยังเติมสารให้ความคงตัว

และสารอิมัลซิไฟเออร์ลงไปด้วย น้ำในผลิตภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายเกลือและน้ำตาล และเป็นผลึกน้ำแข็ง อากาศที่แทรกอยู่ภายในจะเป็นฟองอากาศขนาดเล็ก ๆ ที่ห่อหุ้มด้วยเม็ดไขมันที่มาจับตัวเป็นกลุ่มก้อน (Andreasen and Nielsen, 1992) ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับไอศกรีม จะแตกต่างเฉพาะปริมาณของส่วนประกอบที่ใช้ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.4 ชนิดและปริมาณส่วนประกอบของไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเดียวกัน

ชนิด	ปริมาณส่วนประกอบ (ร้อยละ)			
	ไขมัน	ของแข็งไม่รวมไขมัน	น้ำตาล	สารให้ความคงตัว/อิมัลซิไฟเออร์
Ice cream				
Standard	10	11	14	0.7
Premium	15	10	17	0.3
Super premium	17	11.25	18.5	0
Milk ice	4	12	13	0.7
Sherbet	2	4	25	0.6
Sorbet	0	0	30	0.5

แหล่งที่มา : Andreasen and Nielsen (1992) และ Varnam and Sutherland (1994)

ไอศกรีม Premium และ Super premium ได้รับการพัฒนาในสหรัฐอเมริกา มีปริมาณไขมันสูงกว่าไอศกรีมมาตรฐาน Milk ice ทำจากน้ำนม ปกติจะไม่มีการเติมไขมัน ไขมันที่ไม่ได้มาจากผลิตภัณฑ์นมไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ และในเกือบทุกประเทศกำหนดปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 2.5 -3.0 (Varnam and Sutherland, 1994) ส่วน Sherbet และ Sorbet ประกอบด้วยของแข็งที่มาจากน้ำนมในปริมาณที่น้อย และในบางกรณีอาจมีการเติมสารที่ตีให้ขึ้นฟู เพื่อให้ค่าการขึ้นฟู (overrun) สูง

2.5.1.1 ชนิดของไอศกรีม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544 ได้ให้ไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ โดยแบ่งชนิดของไอศกรีมเป็น 5 ชนิด ดังนี้

1) ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

2) ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมนม ที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือแต่บางส่วน หรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันแต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

3) ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมนม หรือ ไอศกรีมดัดแปลง ซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

4) ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง หรือไอศกรีมผสม ชนิดเหลว หรือแห้งหรือผง

5) ไอศกรีมหวานเย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

โดยไอศกรีมทั้ง 5 ชนิดอาจใส่วัตถุแต่งกลิ่น รส และสีด้วยก็ได้

2.5.1.2 ชนิดของไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ทางการค้า

แบ่งชนิดของไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ทางการค้า เป็น 17 ชนิด (วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ, 2531: 131) ดังต่อไปนี้

1) Plain Ice cream เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยสารที่ให้สีและกลิ่นในปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ของส่วนผสมของไอศกรีม เช่น ไอศกรีมวานิลา กาแฟ และคาราเมล

2) Chocolate เป็นไอศกรีมที่เติมผงโกโก้ หรือช็อกโกแลต

3) Fruit เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้ อาจมีการเติมสีหรือกลิ่นของผลไม้บรรจุกระป๋อง หรือผลไม้เชื่อม-แช่อิ่ม

4) Nut เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้เนื้อแข็ง (nut) เช่น อัลมอนด์ วอลนัต ถั่วลิสง และอื่น ๆ อาจเติมสีหรือกลิ่นเพิ่มเติม

5) Frozen (French ice cream หรือ French custard ice cream) เป็นไอศกรีมที่ประกอบด้วยปริมาณเนื้อไข่แดง (egg York solids) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.4 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์

6) Ice milk เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันร้อยละ 2 -7 ของแข็งไม่รวมไขมันร้อยละ 12 - 15 โดยมีการเติมสารให้ความหวาน กลิ่น และมีลักษณะแช่แข็งเหมือนไอศกรีม

7) Fruit Sherbet เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว และผลิตภัณฑ์นม มีลักษณะคล้ายน้ำแข็ง แต่ใช้นม (นมพร้อมมันเนย นมขาดมันเนย นมข้น หรือนมผง) แทนที่จะใช้น้ำอย่างเดียว

8) Ice เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว อาจมีการเติมกรดผลไม้ (fruit acid) กลิ่น หรือน้ำ แล้วนำไปแช่แข็ง โดยทั่วไปประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 28 - 30 และมีค่าการขึ้นฟูร้อยละ 20 – 25 ไม่มีการใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นม

9) Confection เป็นไอศกรีมที่มีกลิ่นรสตามต้องการ มีชิ้นลูกกวาด เช่น peppermint stick, buttercruch หรือ chocolate chip ในผลิตภัณฑ์

10) Pudding เป็นไอศกรีมที่มีผลไม้ผสม นัท ลูกเกด มีการเติมเหล้า เครื่องเทศ หรือไข่ ตัวอย่างเช่น Nesselrode และ plum pudding

11) Mousse เป็นไอศกรีมที่ทำจากครีม น้ำตาล สี เติมกลิ่น และนำไปแช่แข็ง บางครั้งใช้นมข้นเพื่อให้ได้เนื่อไอศกรีมที่ดี

12) Variegated Ice cream เป็นไอศกรีมวานิลาธรรมดาที่มีน้ำเชื่อมหรือของเหลวข้น ๆ เช่นช็อกโกแลต butterscotch ซึ่งทำให้ไอศกรีมมีลายคล้ายหินอ่อน

13) Fanciful Name Ice cream เป็นไอศกรีมที่มักประกอบด้วยส่วนผสมที่ให้กลิ่นต่าง ๆ กัน (กลิ่นผสม)

14) Neapolitan เป็นไอศกรีมที่มี 2 รสในภาชนะเดียวกัน

15) New York หรือ Philadelphia เป็นไอศกรีมวานิลาธรรมดาที่มีการเติมสีเข้ม ๆ อาจเติมไขมันและไข่มากกว่าในสูตรไอศกรีมทั่ว ๆ ไป

16) Soft Serve Ice cream หรือ Ice milk เป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการบ่มแข็ง (Hardening) เหมือนไอศกรีมทั่ว ๆ ไป การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ไม่ใช้การตัก แต่จะไขออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมโดยตรง

17) Rainbow Ice cream เป็นไอศกรีมสายรุ้ง ได้จากการเติมสีตั้งแต่ 6 สีขึ้นไป จนทำให้มองเห็นเป็นสีสายรุ้ง เวลาจำหน่ายจะไขออกจากเครื่องปั่นเหมือน Ice milk

2.6 ส่วนประกอบของไอศกรีมและหน้าที่

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตไอศกรีมมีหลายชนิด แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ วัตถุดิบที่มาจากส่วนประกอบของน้ำนมหรือผลิตภัณฑ์นม เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญเป็นส่วนประกอบพื้นฐานในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ส่วนประกอบเหล่านี้ได้แก่ ไขมัน และของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน ได้แก่ นมสด นมข้นระเหย เนย นมผง และหางนมผง ส่วนวัตถุดิบที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของน้ำนมหรือผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ น้ำ น้ำตาล สารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์ ส่วนประกอบของไอศกรีมและหน้าที่ของส่วนประกอบแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.5 ส่วนประกอบของไอศกรีมและหน้าที่หลักของส่วนประกอบ

ส่วนประกอบ	หน้าที่หลัก
ไขมัน	ให้กลิ่นรส เนื้อ เนื้อสัมผัส และความรู้สึกสัมผัสด้วยปาก
ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน	ให้เนื้อ เนื้อสัมผัส ความหวาน และอากาศที่แทรกอยู่
น้ำตาล	ให้ความหวาน และปรับปรุงเนื้อสัมผัส
สารให้กลิ่นรส	ให้กลิ่นรสที่ไม่ได้มาจากผลิตภัณฑ์นม
สี	ปรับปรุงลักษณะปรากฏและส่งเสริมให้กลิ่นรสเด่นชัดขึ้น
อิมัลซิไฟเออร์	ปรับปรุงคุณสมบัติในการตีให้ขึ้นฟู และเนื้อสัมผัส
สารให้ความคงตัว	ปรับปรุงความหนืด อากาศที่แทรกอยู่ เนื้อสัมผัส และคุณสมบัติทางด้านจุดหลอมเหลว

แหล่งที่มา : Varnam and Sutherland (1994)

2.6. 1 **ไขมัน** (Fat)

ไขมันเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญ ไขมันที่ไม่ได้มาจากน้ำนมหรือผลิตภัณฑ์นมไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในไอศกรีม แต่ในบางประเทศอนุญาตให้ใช้น้ำมันพืชแทนได้ เช่น สหรัฐอเมริกา ไอซ์แลนด์ โปรตุเกต และอังกฤษ (Andreasen and Nielsen, 1992) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะใช้ชื่ออื่นแทน เช่นในสหรัฐอเมริกาใช้ชื่อ เมลโลรีน (mellorine) ประเทศในกลุ่มยุโรปที่อนุญาตให้ใช้น้ำมันที่ไม่ใช่ไขมันนมจะใช้ คำว่า dairy ice cream ต่อเมื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่

ผลิตจากไขมันนมเท่านั้น (Varnam and Sutherland, 1994) ครีมสดเป็นแหล่งไขมันไขมันเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด ให้ลักษณะมันในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม อย่างไรก็ตามครีมสดมีราคาแพงและเสื่อมเสียได้ง่าย อาจมีการใช้ครีมแช่เยือกแข็งแทน แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ นมสดเป็นทั้งแหล่งไขมันและของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันที่เหมาะสมที่สุด ให้กลิ่นรสที่ดี ไขมันนมนอกจากเป็นตัวให้ลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นที่พอใจ ยังเกี่ยวข้องกับกลิ่นรสที่ซับซ้อน และเป็นตัวช่วยเสริมกลิ่นรสที่เติมลงไป แม้ว่าจะทำให้อัตราการขึ้นฟูลดลง กรณีที่มีการนำน้ำมันพืชมาใช้แทน ไอศกรีมที่ได้ก็มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ แต่ต้องคำนึงถึงชนิดและคุณสมบัติของน้ำมันที่นำมาใช้ โดยเฉพาะจุดหลอมเหลว ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษา ชนิดของน้ำมันพืชที่เหมาสมที่สุดที่จะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและของหวานแช่เยือกแข็ง คือ นำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม ซึ่งจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับไอศกรีมที่ทำมาจากไขมันนม (อรพิน ชัยประสพ, 2544)

2.6.2 **ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน หรือ ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย** (Milk Solid Non-Fat)

ประกอบด้วยโปรตีน แล็กโทส แร่ธาตุ และส่วนประกอบอื่น ๆ ช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและการตีขึ้นฟูของไอศกรีม แหล่งและส่วนประกอบของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน แสดงในตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โปรตีน ซึ่งมีบทบาทสำคัญ คือ ความสามารถในการจับน้ำและคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์

ตารางที่ 2.6 แหล่งและส่วนประกอบของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน

ชนิด	ส่วนประกอบของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (ร้อยละ)				
	ไขมัน	โปรตีน	แล็กโทส	เถ้า	น้ำ
หางนม	0.1	3.3	4.8	0.8	91.0
หางนมผง	1.0	37.0	52.0	7.0	3.0
เวย์ผง	1.0	13.0	73.0	9.0	4.0
เวย์โปรตีนเข้มข้น	2.0	35.0	51.0	7.0	5.0

แหล่งที่มา : ดัดแปลงจาก Andreasen and Nielsen (1992)

น้ำตาลแล็กโทสเป็นตัวจำกัดปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน โดยใช้ได้เพียงร้อยละ 10 -11 เท่านั้น เนื่องจากแล็กโทสละลายได้ค่อนข้างต่ำ ถ้าใช้ในปริมาณที่สูงจะตกผลึกเป็นผลึกขนาดใหญ่ ทำให้ไอศกรีมมีลักษณะสาก เหมือนทราย ซึ่งให้ความรู้สึกที่ไม่ดีเมื่อรับประทาน หางนมผงมีการใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตไอศกรีม มีข้อดี คือ ทำให้อายุการเก็บนานภายใต้สภาวะการเก็บที่ดี นมผงที่ผ่านความร้อนปานกลางเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีคุณสมบัติในการอิมัลซิไฟล์ การเกิดโฟม และการดูดซับน้ำ นมผงพร้อมมันเนยใช้เป็นแหล่งของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน แต่เสื่อมคุณภาพจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย ผลิตภัณฑ์จากเวย์นำไปใช้เป็นแหล่งของของแข็งไม่ใช่ไขมันเพิ่มมากขึ้น เวย์ผงสามารถใช้ทดแทนหางนมผงบางส่วนได้เป็นอย่างดี แต่ใช้ปริมาณมากไม่ได้เนื่องจากมีแร่ธาตุอยู่ในปริมาณสูง ทำให้มีรสเค็ม และมีปริมาณแล็กโทสสูงทำให้เกิดการตกผลึก ในปัจจุบันแหล่งที่เหมาะสมของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน คือ ของผสมระหว่างหางนมผงและเวย์โปรตีน (อรพิน ชัยประสพ, 2544)

2.6.3 **สารให้ความหวาน** (Sweeteners)

ความหวานที่ได้จากน้ำตาลแล็กโทสในน้ำนมไม่เพียงพอ ดังนั้นต้องมีการเติมสารให้ความหวานจากแหล่งอื่นลงไป ปริมาณที่เติมขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภค แต่จะมีผลต่อจุดเยือกแข็ง ลักษณะเนื้อ และเนื้อสัมผัสของไอศกรีม สารให้ความหวานเป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำที่แข็งตัว และความอ่อนนุ่มของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ตารางที่ 2.4 แสดงสารให้ความหวานที่มีการใช้ทั่วไปในไอศกรีม น้ำหนักโมเลกุล จุดเยือกแข็งและความหวานของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส

ซูโครสเป็นสารให้ความหวานที่ใช้กันมาก เพราะมีราคาถูก โดยอาจใช้เพียงอย่างเดียวหรือใช้ผสมกับสารให้ความหวานตัวอื่น น้ำเชื่อมข้าวโพดประกอบด้วย เด็กซ์โทส มอลโทส และเด็กซ์ทริน มักใช้ในปริมาณร้อยละ 30 ร่วมกับซูโครส น้ำเชื่อมข้าวโพดจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีม แต่จะแตกต่างกันไปตามค่า Dextrose equivalent (DE) ของน้ำเชื่อมข้าวโพดที่ใช้ กล่าวคือ การเพิ่มค่า DE จะทำให้ความหนืด จุดเยือกแข็ง การเสียความคงตัวของไขมัน และความหนาแน่นลดลง มีการนำเอาสารให้ความหวานชนิดอื่น ๆ ที่ได้มาจากแป้งข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพิ่มขึ้น เช่น เด็กซ์โทสมีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งและลดการตกผลึกของแล็กโทส น้ำเชื่อมข้าวโพดฟรุกโทสสูงทำให้จุดเยือกแข็งลดต่ำลงอย่างเห็นได้

ชัด และเหมาะสำหรับใช้ในการผลิตไอศกรีมที่สามารถบริโภคได้ทันทีที่นำออกจากตู้แช่เยือกแข็งที่มีอุณหภูมิต่ำมาก นอกจากนี้ยังมีความสำคัญในการผลิตไอศกรีมสำหรับผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก

ตารางที่ 2.7 สารให้ความหวานที่มีการใช้ทั่วไปในไอศกรีม น้ำหนักโมเลกุล จุดเยือกแข็งและความหวานของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส

ชนิดสารให้ความหวาน	น้ำหนักโมเลกุล	แฟคเตอร์ของจุดเยือกแข็งที่ลดต่ำลง	ความหวานสัมพัทธ์
ซูโครส	342	1.0	1.0
น้ำเชื่อมกลูโคส 42 DE	445	0.8	0.3
High Fructose Corn Syrup ; HFCS (42% ฟรุกโทส)	190	1.8	1.0
เด็กซ์โทส	180	1.9	0.8
ฟรุกโทส	180	1.9	1.7
น้ำตาลอินเวิร์ท	180	1.9	1.3
แล็กโทส	342	1.0	0.2
ซอร์บิทอล	182	1.9	0.5
กลีเซอรอล	92	3.7	0.8

แหล่งที่มา : ดัดแปลงจาก Andreasen and Nielsen (1992)

2.6.4 **อิมัลซิไฟเออร์** (Emulsifier)

อิมัลซิไฟเออร์ เป็นสารที่ทำให้เกิดอิมัลชัน เนื่องจากมีความสามารถในการลดแรงตึงผิว ไอศกรีมเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำและอากาศ อิมัลซิไฟเออร์ใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติในการตีให้ขึ้นฟูของส่วนผสม และให้ไอศกรีมที่มีเนื้อเนียน และเนื้อสัมผัสแห้ง ช่วยให้กระบวนการผลิตง่ายขึ้น เลซิทินในไข่แดงเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ดี เมื่อใช้เนยเป็นแหล่งของไขมัน กลีเซอรอลมอโนสเตียเรท (glycerol monostearate) มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง การเติมอิมัลซิไฟเออร์มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้โปรตีนจากนม เนื่องจากมีโมเลกุลเล็กและเคลื่อนที่ได้เร็ว

นอกจากนี้อิมัลซิไฟเออร์ยังมีหน้าที่ที่สำคัญ คือ การทำให้เม็ดไขมันเสียความคงตัว ซึ่งทำให้เกิดการจับตัวเป็นกลุ่มก้อนในระดับที่เหมาะสมและป้องกันการละลายที่เร็วเกินไป

2.6.5 **สารให้ความคงตัว** (Stabilizer)

สารให้ความคงตัวมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำ เป็นผลมาจากการเกิดพันธะไฮโดรเจน และการสร้างร่างแหสามมิติในส่วนของเหลว ทำให้น้ำไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งจะช่วยปรับปรุงความคงตัวของไอศกรีมระหว่าการเก็บรักษา ชะลอการเกิดผลึกน้ำแข็ง ในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง นอกจากนี้ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความข้นหนืด ให้ความมันเมื่อบริโภคและเกี่ยวข้องกับอากาศที่แทรกอยู่ภายในเนื้อ เนื้อสัมผัส จุดหลอมเหลวของไอศกรีม การต้านทานการละลายของไอศกรีม และการป้องกันการแยกตัวของเวย์ในระหว่างการละลาย ชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวที่ใช้ขึ้นกับ ส่วนประกอบ ธรรมชาติของส่วนประกอบ ตัวแปรในกระบวนการผลิต และอายุการเก็บรักษา ชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ได้แก่

2.6.5.1 คาราจีนแนน (Carrageenan)

เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง คือ *Chrondrus crispus* และ *Gigartina stellata* คาราจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ แคปปา (kappa) ไอโอตา (iota) และแลมบ์ดา (lambda) แคปปาและไอโอตามีสมบัติเกิดเจลได้เมื่อมีโพแทสเซียมไอออน ส่วนแลมบ์ดาเกิดเจลไม่ได้ คาราจีแนนละลายได้ดีและมีความคงตัวที่ pH สูงกว่า 7 ถ้า pH ต่ำกว่า 7 ความคงตัวจะลดลง โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในภาวะที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูงปนอยู่ในสารละลาย (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) การใช้คาราจีแนนในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจะมีคุณสมบัติในการป้องกันการตกตะกอนของเวย์โปรตีน และการแยกตัวของของเหลว (syneresis) คาราจีแนนจะทำปฏิกิริยากับโปรตีน ทำให้ส่วนผสมของไอศกรีมมีความข้นหนืดสูง มักใช้ร่วมกับสารให้ความคงตัวชนิดอื่น เพื่อป้องกันการแยกตัวของน้ำระหว่างการละลาย และเพื่อให้ได้ผลเต็มที่ ควรได้รับความร้อนสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส (Andreasen and Nielsen, 1992)

2.6.5.2 อัลจิเนต (Alginate)

เป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล คือ *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria cloustoni* และ *Laminaria digitata* อัลจิเนตที่ผลิตทางการค้ามีหลายอนุพันธ์ เช่น อนุพันธ์ของเกลือโซเดียม โพแทสเซียม แอมโมเนีย และโพรพิลีน ซึ่งมีสมบัติการละลายในน้ำที่ต่างกัน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) การใช้โซเดียมอัลจิเนตจะให้คุณสมบัติที่ดีในด้านเนื้อสัมผัส การหลอมเหลว และความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษาของไอศกรีม โดยใช้ต้องใช้ความร้อนในการละลายอัลจิเนตก่อน

2.6.5.3 อนุพันธ์ของเซลลูโลส

มีการใช้กันมากในไอศกรีม ในรูปโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxy methy cellulose, Na-CMC) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสอีเทอร์ อาจเรียกว่าเซลลูโลสกัม (cellulose gum) ละลายได้ในน้ำเย็น ช่วยอุ้มน้ำ ลดการเคลื่อนตัวของน้ำ ให้เนื้อไอศกรีมที่แห้ง มีเนื้อสัมผัสที่ดี ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี และเมื่อไอศกรีมแข็งตัวจะไม่เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ แต่มีแนวโน้มทำปฏิกิริยากับโปรตีนนม และอาจกระตุ้นการเกิดการแยกตัวของเวย์ในระหว่างการละลาย แก้ไขโดยการใช้ร่วมกับคาราจีแนนปริมาณเล็กน้อย

2.6.5.4 โลคัสบีนกัม (Locust bean gum)

ได้มาจากพืช ในส่วนเอนโดสเปิร์มของเมล็ดจากต้น carob หรือ locust bean (*Ceratonia siliqua*) ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นในพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง โลคัสบีนกัมไม่ละลายในน้ำเย็น ต้องใช้ความร้อนช่วยในการละลาย จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงที่สุดเมื่อได้รับความร้อนสูงถึง 95 องศาเซลเซียส แล้วจึงทำให้เย็นลง ปัจจุบันได้พัฒนาให้มีสมบัติพองตัวได้ในน้ำเย็นและนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์นม (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) การนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจะให้ความข้นหนืดและเนื้อสัมผัสที่ดี แม้ว่าจะมีเวย์แยกตัวออกมาบ้าง การละลายต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และจะละลายอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิพาสเจอไรส์ มีคุณสมบัติการหลอมเหลวในไอศกรีมได้ดี แต่อาจกระตุ้นการแยกตัวของเวย์เมื่อไอศกรีมละลาย ควรใช้ร่วมกับคาราจีแนน

2.6.5.5 กัวร์กัม (Guar gum)

ได้จากเอนโดสเปิร์มของเมล็ดจากต้น guar (*Cyamopsis tetragonolobus*) ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่ว กัวร์กัมไม่สามารถเกิดเจลได้ แต่อุ้มน้ำและกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น สารละลายที่ได้มีความหนืดสูง และให้ความหนืดสูงสุดภายหลังเวลานาน 2 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะอุ้มน้ำได้มากขึ้นและมีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย จึงใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด ความหนืดของสารละลายกัวร์กัมจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ pH เวลา ความเข้มข้น การคน และขนาดอนุภาค (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) การใช้กัวร์กัมทำให้ลักษณะเนื้อที่มีความข้นมาก แต่ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไป จะทำให้เกิดลักษณะเป็นเมือกและยาง

2.6.6 **สีและสารให้กลิ่นรส**

สีและกลิ่นสังเคราะห์ใช้กันอย่างแพร่หลายในอดีต แต่ในปัจจุบันมีแนวโน้มจะใช้สารจากธรรมชาติมากขึ้น ไอศกรีมรสธรรมชาติ ไม่มีการปรุงแต่ง (Plain ice-cream) โดยทั่วไปมีน้ำตาลประมาณร้อยละ 15 ไอศกรีมรสผลไม้ มีน้ำตาลร้อยละ 17-18 สารให้รสเปรี้ยว เช่น กรดซิตริก จะใช้เป็นส่วนผสมในไอศกรีม ให้กลิ่นรสโดยการเติมผลไม้ที่เป็นกรด ไอศกรีมชอกโกแลตใช้สีและกลิ่นจากผงโกโก้ร้อยละ 2 – 3 อุณหภูมิในการบริโภคมีผลต่อกลิ่นรส ที่อุณหภูมิต่ำกลิ่นรสจะอ่อนลง การเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ไอศกรีม โดยการเติมชิ้นผลไม้ จะเติมลงไปก่อนหรือหลังการแช่เยือกแข็ง

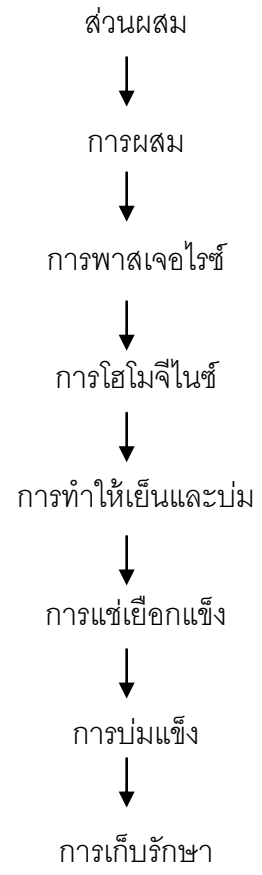
2.7 กระบวนการในการผลิตไอศกรีม

กระบวนการในการผลิตไอศกรีมประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การผสม การพาส-เจอไรซ์ การโฮโมจีไนส์หรืออิมัลซิฟิเคชัน การบ่ม การแช่เยือกแข็ง การบ่มแข็ง และการเก็บรักษา กระบวนการผลิตไอศกรีมแสดงดังภาพที่ 2.1

2.7.1 **การผสม** (Mixing)

การออกแบบกระบวนการผสมขึ้นกับ วัตถุดิบที่ใช้ ซึ่งเป็นของเหลวหรือเป็นผง ใช้การผสมเย็นหรือร้อน ส่วนผสมที่เป็นของเหลวเติมลงในหม้อผสมโดยตรง ส่วนผสมที่เป็นของแห้

จะมีปัญหาในการกระจายตัว อาจต้องเตรียมเป็นของเหลวข้นก่อน การใช้ถังผสมที่มีเครื่องกวนประสิทธิภาพสูง จะช่วยให้ส่วนผสมที่เป็นของแห้งกระจายตัวได้ดีขึ้น การผสมส่วนผสมที่มีกัวร์กัมจะต้องใช้ความร้อน การใช้ไขมันจากเนย หรือน้ำมันพืช ต้องทำให้หลอมเหลวก่อน ไขมันที่หลอมละลายแล้ว สามารถเติมลงในหม้อผสมได้เลย แต่ถ้าเป็นการผสมเย็นไขมันอาจตกผลึก การมีอากาศเข้าไปในส่วนผสมระหว่างการผสมอาจก่อให้เกิดปัญหาระหว่างกระบวนการพาสเจอไรซ์ (การไหม้) การโฮโมจีไนซ์ หรือการบ่ม (การแยกชั้นของเวย์ที่ก้นของภาชนะ) ในการผลิตขนาดเล็ก การผสมจะใช้แรงงาน การพาสเจอไรซ์ทำโดยวิธีอุณหภูมิต่ำเวลานาน (Long Temperature Long Time; LTLT) และส่วนผสมจะผสมกันในหม้อพาสเจอไรซ์ระหว่างการให้ความร้อน หม้อพาสเจอไรซ์อาจมีเครื่องกวนติดอยู่ ในการผลิตที่มีกำลังการผลิตสูงใช้กระบวนการพาสเจอไรซ์โดยวิธีอุณหภูมิสูงเวลาสั้น (High Temperature Short Time; HTST) ส่วนผสมต้องนำมาผสมกันก่อนที่จะให้ความร้อน ใช้ภาชนะผสมแยกกัน มีการผลิตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งกระบวนการผลิตเป็นระบบอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานโดยระบบคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 2.3 กระบวนการในการผลิตไอศกรีม

แหล่งที่มา : Varnam and Sutherland (1994)

2.7.2 **การพาสเจอไรซ์** (Pasteurization)

การใช้ความร้อนกับส่วนผสมไอศกรีมจะใช้ในระดับที่สามาถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรคก็จะลดลงด้วย ปกติจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในไอศกรีมหลังการละลาย เท่ากับ 100,000 แบคทีเรียต่อกรัม และเป็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงสุดได้ 100 ต่อกรัม (Andreasen and Nielsen, 1992) ปริมาณความร้อนต่ำสุดที่ใช้จะแตกต่างกันในแต่ละประเทศ การพาสเจอไรซ์แบบ LTLT ใช้กับกระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง การผลิตที่มีกำลังการผลิตต่ำ โดยใช้หม้อต้มไอน้ำ หรือหม้อไอน้ำสองชั้น ใช้อุณหภูมิ 65 - 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 30 นาที เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น โดยทั่วไปใช้ในการให้ความร้อนแบบ HTST คือใช้อุณหภูมิ 82 – 87 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 - 30 วินาที

ประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ ไอศกรีม ดังต่อไปนี้ ต้องผ่านกรรมวิธีหนึ่งวิธีใด ดังนี้ ทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 68.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 25 วินาที หลังจากนั้นทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2554)

ในระหว่างการพาสเจอไรซ์ อิมัลซิไฟเออร์และสารให้ความคงตัวที่ต้องอาศัยความร้อน จะละลาย ทำให้คุณสมบัติในการอิมัลซิไฟล์และการให้ความคงตัวของเวย์โปรตีนเพิ่มขึ้น การให้ความร้อนทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติซึ่งมีผลดีต่อคุณภาพของไอศกรีม ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นครีมมากกว่า เนื้อสัมผัสเรียบและเนื้อดีกว่า การให้ความร้อนที่รุนแรงเกินไปจะทำให้เกิดกลิ่นต้มและกลิ่นคาราเมลขึ้น

2.7.3 **การโฮโมจีไนซ์ หรือ อิมัลซิฟิเคชัน** (Homogenization or Emulsification)

จุดประสงค์ในการโฮโมจีไนซ์ เพื่อลดขนาดของเม็ดไขมัน และเพื่อให้อิมัลซิไฟเออร์ที่เติมลงไปกระจายอยู่ในส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอ เป็นการปรับปรุงคุณสมบัติในการตีให้ขึ้นฟูและการเติมอากาศ โดยให้โปรตีนถูกดูดซับที่ผิวหน้าของเม็ดไขมัน การโฮโมจีไนซ์มีความจำเป็นในโรงงานผลิตไอศกรีมขนาดใหญ่ ซึ่งไอศกรีมมีการใช้ปริมาณไขมันสูง และต้องการโอเวอร์รันสูง แต่วิธีอิมัลซิฟิเคชันเป็นทางเลือกสำหรับโรงงานขนาดเล็ก ซึ่งผลิตไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำหรือโอเวอร์รันต่ำ การอิมัลซิฟิเคชันต้องใช้ปั๊มที่อาศัยแรงหนีศูนย์กลางที่มีความเร็วสูง เพื่อผลักให้ของเหลวไหลผ่านตะแกรงและทำให้เม็ดไขมันเกิดการฉีกขาด แต่วิธีนี้เม็ดไขมันจะมีขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอเหมือนการโฮโมจีไนซ์ การโฮโมจีไนซ์จะมีประสิทธิภาพสูงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 80 องศาเซลเซียส เครื่องโฮโมจีไนซ์ที่ใช้มักติดตั้งก่อนการพาสเจอไรซ์ (อรพิน ชัยประสพ, 2544)

2.7.4 **การบ่ม** (Ageing)

หลังการพาสเจอไรซ์และการโฮโมจีไนซ์ ส่วนผสมจะถูกทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิ 0 - 5 องศาเซลเซียส ในสหราชอาณาจักรกำหนดให้ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิได้ไม่เกิน 1.5 ชั่วโมง (Varnam and Sutherland, 1994) และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 0 - 5 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการบ่มที่เหมาะสม 24 ชั่วโมง (Andreasen and Nielsen, 1992) ไม่ควรบ่มนานกว่านี้ เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มไซโครฟิลิก ในระหว่างการบ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ คือ

2.7.4.1 ส่วนผสมที่เป็นของแห้งจะดูดซับน้ำอย่างสมบูรณ์ ซึ่งส่งผลต่อความหนืดของส่วนผสม ทำให้ไอศกรีมที่ได้มีความมีเนื้อ ความมัน ความต้านทานการละลาย และความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในระหว่างเก็บรักษามากขึ้น

2.7.4.2 การตกผลึกของไขมัน จะทำให้ไอศกรีมมีคุณภาพและความคงตัวในการเก็บรักษามากขึ้น

2.7.4.3 โปรตีนจะคายน้ำจากผิวหน้าของเม็ดไขมัน ซึ่งกระบวนการคายน้ำต้องอาศัยเวลา ซึ่งจะเกิดขึ้นในขั้นตอนการบ่ม

2.7.5 **การแช่เยือกแข็ง** (Freezing)

การแช่เยือกแข็งทำหลังจากการบ่ม ขั้นตอนการแช่เยือกแข็งไอศกรีมที่ผลิตในทางการค้า มี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การลดอุณหภูมิในเครื่องแช่เยือกแข็งโดยมีการกวน การเติมอากาศเข้าไป อาจเรียกขั้นตอนนี้ว่า ขั้นการปั่นให้แข็ง ขั้นที่ 2 เป็นขั้นตอนที่ช้ามาก ไม่มีการเติมอากาศ การแช่เยือกแข็งเกิดขึ้นในห้องแช่เยือกแข็ง เรียกขั้นตอนนี้ว่า การบ่มแข็ง (Hardening) การแช่เยือกแข็งขั้นที่ 1 โครงสร้างของไอศกรีมจะเกิดขึ้น และในระหว่างนี้จะมีกระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้น ดังนี้

2.7.5.1 การเติมอากาศ อากาศจะถูกเติมเข้าไปในส่วนผสม ไอศกรีมทั่วไปจะมีฟองอากาศแทรกอยู่ร้อยละ 50 โดยปริมาตร การหมุนของใบพัดในเครื่องแช่เยือกแข็งที่หมุนกระแทกกับผนัง ทำให้ฟองอากาศแตกตัวเป็นฟองที่มีขนาดเล็ก ๆ การกระจายของฟองอากาศมีความสำคัญที่สุดต่อคุณภาพของไอศกรีม การกระจายที่ดีทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน ความมันและความรู้สึกอุ่นเมื่อรับประทาน นอกจากนี้การต้านทานการละลายและความคงตัวในการเก็บรักษาก็ขึ้นกับการกระจายที่เหมาะสมของฟองอากาศ การตีอากาศเข้าไประหว่างการแช่เยือกแข็ง จะทำให้ปริมาตรของส่วนผสมเพิ่มขึ้น เรียกว่า การขึ้นฟู (Overrun) มีความสำคัญต่อคุณภาพของไอศกรีม ถ้ามีการขึ้นฟูสูง ไอศกรีมจะมีกลิ่นรสอ่อน ลักษณะปรากฏแห้ง และเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง ร้อยละการขึ้นฟูสามารถคำนวณได้ทั้งหน่วยปริมาตรและน้ำหนัก ดังนี้

$$\text{ร้อยละการขึ้นฟู (หน่วยปริมาตร)} = \frac{\text{ปริมาตรของไอศกรีม} - \text{ปริมาตรของส่วนผสมไอศกรีม}}{\text{ปริมาตรของส่วนผสมไอศกรีม}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละการขึ้นฟู (หน่วยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนผสมไอศกรีม} - \text{น้ำหนักไอศกรีมที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนผสม}}{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนผสม}} \times 100$$

2.7.5.2 การตกผลึกของน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่อคุณภาพของไอศกรีม เนื่องจากเนื้อสัมผัสพิจารณาจากขนาดของผลึกน้ำแข็ง การแช่เยือกแข็งแบบเร็วทำให้ได้ผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดเล็กเกินกว่าจะรู้สึกได้เมื่อรับประทาน ไอศกรีมเมื่อออกจากเครื่องแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ - 5 องศาเซลเซียส ประมาณร้อยละ 50 ของน้ำจะแข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็ง ถ้ามีการเกิดผลึกน้ำแข็งมากในช่วงการแช่เยือกแข็งแบบต่อเนื่อง ผลึกน้ำแข็งในไอศกรีมจะมีขนาดเล็ก เนื้อ

สัมผัสนุ่มเนียน และมีแนวโน้มต่ำที่จะเกิดผลึกน้ำแข็งขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา (Andreasen and Nielsen, 1992)

2.7.5.3 การปั่น (Churning out) แรงกลที่ไอศกรีมได้รับในระหว่างการปั่น ทำให้อิมัลชันสูญเสียความคงตัว เม็ดไขมันบางส่วนเสียหายและไขมันเหลวถูกปล่อยออกมา ไขมันเหลวนี้จะทำให้เม็ดไขมันทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับความเสียหายเกาะ ทำให้เม็ดไขมันจับตัวกันเป็นก้อน ฟองอากาศที่แทรกอยู่ในโครงสร้างของไอศกรีม จะทำให้ความรู้สึกเหมือนเม็ดไขมัน คือให้ความมันในขณะบริโภค ผลของความคงตัวของเม็ดไขมันที่จับกัน ทำให้ฟองอากาศที่แทรกอยู่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการต้านการละลายและความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษา

2.7.6 **การบ่มแข็ง** (Hardening)

เมื่อส่วนผสมออกจากเครื่องแช่เยือกแข็ง ไอศกรีมจะยังไม่แข็งตัวทั้งหมด จำเป็นต้องนำไปแช่เยือกแข็งต่อไป เพื่อรักษาเนื้อสัมผัสและโครงสร้างของไอศกรีมที่เกิดขึ้นในขั้นการปั่นให้เป็นน้ำแข็งไว้ ทำการบรรจุไอศกรีมลงในถ้วยพลาสติก ถ้วยกระดาษ และแม่พิมพ์ เข้าสู่กระบวนการแช่เยือกแข็งขั้นการบ่มแข็ง โดยให้ไอศกรีมเคลื่อนที่ผ่านอุโมงค์ที่มีอากาศเย็นอุณหภูมิ - 40 องศาเซลเซียส ส่วนประกอบที่มีอยู่จะอยู่ในรูปที่ไม่แข็งตัวทั้งหมด ในระหว่างการบ่มจะเกิดโครงสร้างที่แข็ง ซึ่งจะขัดขวางการรวมตัวกันของเซลล์อากาศ ถ้าเซลล์อากาศในไอศกรีมมารวมตัวกัน จะทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่เหนียวคล้ายยาง นอกจากนี้การบ่มแข็งยังช่วยลดการเกิดเนื้อสัมผัสที่สากอีกด้วย ระหว่างการบ่มแข็งอุณหภูมิของไอศกรีมจะลดลงจนถึง - 18 องศาเซลเซียส ห้องบ่มควรมีอุณหภูมิคงที่ที่ - 20 ถึง - 25 องศาเซลเซียส

2.7.7 **การเก็บรักษา** (Storage)

ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมควรเก็บในอุณหภูมิที่คงที่ การแปรปรวนของอุณหภูมิจะนำไปสู่การเคลื่อนที่และการรวมตัวของน้ำ และเกิดเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่หลังการแข็งตัวอีกครั้งหนึ่ง อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บไอศกรีมเป็นเวลานาน คือ - 20 ถึง - 25 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้น้ำในไอศกรีมประมาณร้อยละ 90 จะแข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็ง แต่ในระหว่างการขนส่งและการ

จำหน่าย อุณหภูมิที่ใช้เก็บจะสูงขึ้น คือ - 13 ถึง - 18 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามถ้าห้องเก็บรักษามีการเปิดปิดเพื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าและออก ทำให้อุณหภูมิภายในห้องเก็บสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดผลึกใหม่ของน้ำ ซึ่งเป็นผลจากความแปรปรวนของอุณหภูมิ ทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดเป็นผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.8 เครื่องผลิตไอศกรีม

เครื่องผลิตไอศกรีมที่ใช้ในทางการค้า เป็นเครื่องแช่เยือกแข็งซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ เครื่องแช่เยือกแข็งแบบไม่ต่อเนื่อง และแบบต่อเนื่อง เครื่องแช่เยือกแข็งแบบไม่ต่อเนื่องอาจเป็นแบบแนวตั้งหรือแนวนอน เหมาะสำหรับการผลิตขนาดเล็ก ขณะที่แบบต่อเนื่องแบบแนวนอนสำหรับการผลิตที่มีกำลังการผลิตสูง คุณภาพของไอศกรีมที่ผลิตโดยใช้เครื่องแช่เยือกแข็งต่างชนิดกันจะแตกต่างกัน เครื่องแช่เยือกแข็งแนวนอนแบบต่อเนื่องจะแช่เยือกแข็งได้เร็วกว่า ซึ่งจะให้ผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก ๆ จำนวนมาก ทำให้ได้ไอศกรีมที่มีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน อากาศจะเข้าไปอยู่ในส่วนผสมที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศปกติ ทำให้ได้เซลล์อากาศเล็ก ๆ จำนวนมาก และมีค่าการขึ้นฟูที่สูงคือมากกว่าร้อยละ 130 (Varnam and Sutherland, 1994)

เครื่องแช่เยือกแข็งแนวตั้งแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นเครื่องแช่เยือกแข็งทางการค้าตั้งแต่สมัยยุคเริ่มแรก มีการออกแบบอย่างง่าย เครื่องมือประกอบด้วยถังทรงกระบอกในแนวตั้ง ถังทำให้เย็นโดยขดลวดความเย็น หรือจุ่มในสารให้ความเย็น ใบมีดจะถูกตรึงให้อยู่กับที่ภายในทรงกระบอก แต่จะหมุนได้ ทำหน้าที่ตีและกวาดไอศกรีที่แข็งตัวออกจากผนัง กระบวนการจะสิ้นสุดเมื่อส่วนผสมทั้งหมดอยู่ในสถานะแข็งตัว มีค่าการขึ้นฟูแตกต่างกันตั้งแต่ ร้อยละ 25 - 50 (Varnam and Sutherland, 1994)

เครื่องแช่เยือกแข็งแบบไม่ต่อเนื่องแนวนอน จะให้ความสะดวกในการใช้งานมากกว่าแนวตั้ง ปัจจุบันได้เข้าไปแทนที่แบบแนวตั้ง การทำความเย็นใช้ระบบการขยายตัวโดยตรงและใช้ฮาโลคาร์บอนเป็นสารทำความเย็น ค่าการขึ้นฟูจะอยู่ในช่วง ร้อยละ 50 – 80 เครื่องแช่เยือกแข็งจะทำงานที่อุณหภูมิ -10 ถึง - 20 องศาเซลเซียส

เครื่องแช่เยือกแข็งแบบต่อเนื่องแนวนอน การออกแบบคล้ายแบบไม่ต่อเนื่องแนวนอน แต่ส่วนผสมไอศกรีมและอากาศจะถูกป้อนเข้าสู่ท่อทรงกระบอกอย่างต่อเนื่องโดยใช้ปั๊ม ผลิตภัณฑ์ที่แข็งตัวออกจากผนังท่อ และออกสู่ภายนอก กระบวนการผลิตจะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์สามารถกำหนดค่าการขึ้นฟูได้ตามที่ต้องการโดยระบบอัตโนมัติ ถ้าทำงานภายใต้ความดัน เช่น ความดันภายในเครื่องปั่นเท่ากับ 3,5 – 5.5 บาร์ ที่อุณหภูมิออกจากเครื่อง -7 องศาเซลเซียนจะทำให้ค่าการขึ้นฟูสูงถึงร้อยละ 130

2.9 โครงสร้างทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

โครงสร้างทางกายภาพของไอศกรีมค่อนข้างซับซ้อน เซลล์อากาศจะกระจายตัวในส่วนของของเหลวที่ล้อมรอบผลึกน้ำแข็ง ในส่วนของของเหลวประกอบด้วยเม็ดไขมันแข็ง โปรตีนนม ผลึกน้ำตาลแล็กโทส น้ำตาล และสารให้ความคงตัว ที่มีขนาดเล็ก ๆ ในสภาพของคอลลอยด์ ไอศกรีมที่พร้อมจำหน่ายต้องประกอบด้วยส่วนของของเหลว อากาศ และของแข็ง เรียกลักษณะนี้ว่า three - phase system (วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ, 2531)

2.10 คุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พ.ศ.2544 เรื่อง ไอศกรีม กำหนดให้ไอศกรีมต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

2.7.1 ไอศกรีมนม ต้องมีมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก

2.7.2 ไอศกรีมดัดแปลง ต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

2.7.3 ไอศกรีมผสม ต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับไอศกรีมนม หรือ ไอศกรีมดัดแปลง ทั้งนี้โดยไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่

2.7.4 ไอศกรีมหวานเย็นและไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง หรือ ไอศกรีมผสม ต้อง

2.7.4.1 ไม่มีกลิ่นหืน

2.7.4.2 ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex)

2.7.4.3 ไม่มีวัตถุกันเสีย

2.7.4.4 มีบักเตรีได้ไม่เกิน 600,000 ในอาหาร 1 กรัม

2.7.4.5 ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม

2.7.4.6 ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2.7.4.7 ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2.7.5 ไอศกรีมชนิดแห้ง หรือผง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

2.7.5.1 ไม่มีกลิ่นหืน

2.7.5.2 มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของไอศกรีมชนิดนั้น

2.7.5.3 มีลักษณะไม่เกาะเป็นก้อน ผิดไปจากลักษณะที่ทำขึ้น

2.7.5.4 ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex)

2.7.5.5 ไม่มีวัตถุกันเสีย

2.7.5.6 มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

2.7.5.7 มีบักเตรีได้ไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม

2.7.5.8 ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2.7.5.9 ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ