บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หม่อน

ผลหม่อน หรือ มัลเบอร์รี่ (Mulberry) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* เป็นผลไม้ที่มีความเปรี้ยวและหวาน เมื่อผลหม่อนอยู่ในระยะห่ามจะมีสีแดงและมีรสเปรี้ยว ส่วนผลหม่อนสุกจะมีสีม่วงดำและมีลักษณะอวบน้ำ มีสัดส่วนความเปรี้ยวและหวานสมดุลกัน นิยมรับประทานเป็นผลสดหรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ลูกหม่อนเป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่ได้รับการศึกษาแล้วว่ามี สารแอนโธ-ไซยานิน (Anthocyanin) สารประกอบเคอร์ซีติน ซึ่งเป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ที่มีคุณสมบัติลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ป้องกันการเกิดลิ่มเลือดในหลอดเลือด เป็นรงควัตถุที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งและยังพบว่าเมื่อผลหม่อนมีความสุกเพิ่มขึ้นปริมาณสารออกฤทธิ์ดังกล่าวจะมีเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน เมื่อนำผลหม่อนมาแปรรูปจะได้ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุ อาทิ กรดโฟลิก (Folic acid) ซึ่งพบว่าทารกที่เกิดจากมารดาที่ขาดกรดโฟลิกมีความเสี่ยงที่จะพิการทางสมองและประสาทไขสันหลัง (จินตนาภรณ์ วัฒนธร และคนอื่นๆ, 2551)

ต้นหม่อน เป็นไม้พุ่มขนาดกลางหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีลำต้นตั้งตรง สูงได้ประมาณ 2.5 เมตร บางพันธุ์สูงได้ประมาณ 3-7 เมตร แตกกิ่งก้านไม่มากนัก เปลือกลำต้นเรียบเป็นสีน้ำตาลแดง สีขาวปนสีน้ำตาล หรือสีเทาปนขาว ส่วนเปลือกรากเป็นสีน้ำตาลแดงหรือสีเหลืองแดง มีเส้นรอยแตกที่เปลือกผิว พบได้ทั่วไปในป่าดิบ ในประเทศไทยปลูกกันมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 2.1)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพรรณี

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของต้นหม่อน
ที่มา : ปิยะธิดา มุ่งเย็นกลาง, 2561

ใบหม่อนเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ หรือรูปไข่กว้าง ปลายใบแหลมยาว โคนใบเว้าเป็นรูปหัวใจหรือค่อนข้างตัด ขอบใบเรียบหรือหยักเว้าเป็นพู (ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ที่ปลูก) ใบอ่อนขอบใบจักเป็นพูสองข้างไม่เท่ากัน ขอบพูจักเป็นซี่ฟัน ใบมีขนาดกว้างประมาณ 8-14 เซนติเมตร และยาวประมาณ 12-16 เซนติเมตร แผ่นใบเป็นสีเขียวเข้มเรียบเงา ท้องใบเป็นสีเขียวอ่อน ใบค่อนข้างหนา หลังใบสากระคายมือ เส้นใบมี 3 เส้น ออกจากโคนยาวไปถึงกลางใบ และเส้นใบออกจากเส้นกลางใบอีก 4 คู่ เส้นร่างแหเห็นได้ชัดเจนจากด้านล่าง ก้านใบเรียวเล็ก ยาวประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร มีหูใบเป็นรูปแถบแคบปลายแหลม ยาวได้ประมาณ 0.2-0.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 2.2)

ภาพที่ 2.2 ลักษณะของใบหม่อน
ที่มา : ปิยะธิดา มุ่งเย็นกลาง, 2561

ดอกหม่อน ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบและปลายยอด ดอกเป็นแบบแยกเพศแต่อยู่บนต้นเดียวกัน ลักษณะของดอกเป็นรูปทรงกระบอก ช่อดอกเพศผู้และช่อดอกเพศเมียจะอยู่ต่างช่อกัน ดอกย่อยมีขนาดเล็ก วงกลีบรวมเป็นสีขาวหม่นหรือเป็นสีขาวแกมสีเขียว ช่อดอกเป็นหางกระรอก ยาวได้ประมาณ 2 เซนติเมตร ดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย วงกลีบรวมมีแฉก 4 แฉก เกลี้ยง ขอบมีขน เมื่อเป็นผลจะอวบน้ำ รังไข่เกลี้ยง ก้านเกสรเพศเมียมี 2 อัน (ภาพที่ 2.3)

ลิขสิทธิ์ของ พรรณี

ภาพที่ 2.3 ลักษณะของดอกหม่อน
ที่มา : ปิยะธิดา มุ่งเย็นกลาง, 2561

ผลหม่อน มีลักษณะแสดงดังภาพที่ 2.4 ผลหม่อนเป็นผลที่เกิดจากช่อดอก ผลเป็นผลรวมอยู่ในกระจุกเดียวกัน โดยจะออกตามซอกใบลักษณะของผลเป็นรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร ผลเป็นสีเขียวเมื่อผลสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงเข้มหรือสีม่วงดำเกือบดำ เนื้อนิ่ม ฉ่ำน้ำและมีรสหวานอมเปรี้ยว (ปิยะธิดา มุ่งเย็นกลาง, 2561)

ภาพที่ 2.4 ลักษณะของผลหม่อน
ที่มา : ปิยะธิดา มุ่งเย็นกลาง, 2561

2. ประโยชน์ของหม่อน

ผลสุกมีรสหวานอมเปรี้ยว สามารถนำมารับประทานได้ ผลหม่อนมีสารแอนโธไซยานิน ในปริมาณมาก ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคมะเร็ง ช่วยต่อต้านอาการขาดเลือดในสมอง และยังมีสารสำคัญอื่น ๆ อีกหลายอย่าง เช่น สาร Deoxynojirimycin ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด กาบา ช่วยลดความดันโลหิต สาร Phytosterol ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล สาร Polyphenol ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยต่อต้านอาการอักเสบ อาการเส้นเลือดโป่งพอง ช่วยยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและไวรัส สาร Quercetin และสาร Kaempferol ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ความดันโลหิต ป้องกันการเกิดลิ่มเลือดในหลอดเลือด ช่วยป้องกันการดูดซึมของน้ำตาลในลำไส้เล็ก ช่วยทำให้หลอดเลือดแข็งแรง ทำให้เลือดหมุนเวียนดี ยับยั้งการเกิดสารก่อมะเร็งเม็ดเลือด มะเร็งเต้านม มะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยยืดอายุเม็ดเลือดขาว และลดอาการแพ้ต่าง ๆ และยังมีกรดโฟลิกสูง ช่วยทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงเจริญได้เต็มที่ จึงช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง และยังช่วยทำให้เซลล์ประสาทไขสันหลังและเซลล์สมองเจริญเป็นปกติได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีวิตามินและแร่ธาตุ และกรดอะมิโนอีกหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก โพแทสเซียม แมกนีเซียม โซเดียม สังกะสี วิตามินเอ วิตามินบี เป็นต้น

เมื่อผลหม่อนมีระยะสุกเพิ่มขึ้นปริมาณของสารออกฤทธิ์ดังกล่าวข้างต้นจะมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ตามไปด้วยใบอ่อนและใบแก่สามารถนำมาทำเป็นชาเขียว ชาจีน หรือชาฝรั่งชงกับน้ำดื่มได้ โดยมีสรรพคุณช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดไขมันในเลือด ลดความดันโลหิตสูงได้ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันได้มีการแปรรูปใบหม่อนเป็นผลิตภัณฑ์ชา ทั้งชาเขียวและชาดำ ที่ใช้ชงกับน้ำดื่มเช้าและเย็น ยอดอ่อนใช้รับประทานได้ โดยมักนำมาใช้ใส่ในแกงแทนการใช้ผงชูรส (อุไรวรรณ นิลเพ็ชร์, 2557)

ผลหม่อนสามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารหรือผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น แยม เยลลี่ ข้าวเกรียบ ขนมพาย ไอศกรีม นำมาแช่อิ่ม ทำแห้ง ลูกอมหม่อน ทำน้ำหม่อน เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทไวน์ หรือไวน์หม่อน เป็นต้น ใบหม่อนเป็นพืชอาหารที่วิเศษสุดสำหรับตัวไหม หนอนไหมที่เจริญเติบโตเต็มที่จะนำโปรตีนที่ได้จากใบหม่อนไปสร้างเป็นโปรตีนแล้วผลิตเป็นเส้นไหม ซึ่งเส้นไหมจะเป็นวัตถุดิบในการผลิตผ้าไหมที่มีความสวยงามได้อีกต่อหนึ่ง โดยใบหม่อนประมาณ 108-120 กิโลกรัม ใบหม่อนมีโปรตีนประมาณร้อยละ 18-28.8 ของน้ำหนักแห้ง มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 42.25 ไขมันร้อยละ 4.57 ใยอาหารและเถ้า ร้อยละ 24.03 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558)

3. ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากหม่อน

ปัจจุบันจากที่พืชตระกูลเบอร์รี่ คือ ผลหม่อน ได้รับความนิยม จึงทำให้เกษตรกรหลายคนหันปลูกอย่างจริงจัง ทั้งขายผลสด ใบทำเป็นชาใบหม่อน จนเป็นอาชีพหลักที่สร้างรายได้เลี้ยงครอบครัว จึงมีการต่อยอดเพื่อเพิ่มมูลค่าผลหม่อนด้วยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ที่ได้รับความนิยมจากลูกค้าเป็นอย่างมาก (กวินทรา ใจซื่อ, 2558) ได้แก่

3.1 ชาใบหม่อน

ชาใบหม่อน เป็นเครื่องดื่มบำรุงสุขภาพชั้นเยี่ยม อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง สารดีเอ็นจี ลดน้ำตาลในเลือด สารกาบา ทั้งยังมีกรดอะมิโนจำเป็นต่อร่างกายครบทุกชนิด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) ชาใบหม่อนมีวิธีการผลิตโดย เริ่มจากการเก็บใบหม่อนในช่วงเช้า โดยเก็บใบที่ 2-4 จากยอด จำนวนตามความต้องการ หลังจากนั้นนำมาล้างทำความสะอาดแล้วนำมาหั่นแกนกลางออก จากนั้นจึงหั่นให้ได้ความกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำน้ำสะอาดตั้งให้เดือด แล้วนำลงไปลวกผ่านน้ำ 2-3 วินาที แล้วเอาขึ้นมาตากแดดให้หมาดๆ ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นจึงนำไปคั่วกับกะทะ จนแห้งเป็นตัวใบชา ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที แล้วจึงนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที ก็สามารถนำไปชงรับประทานหรือจำหน่ายได้มีงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับชาใบหม่อน โดยศึกษาประสิทธิภาพของชาใบหม่อนต่อระดับไขมันในเลือดในผู้ที่มีระดับไขมันในเลือดสูงซึ่งเป็นการทดลองแบบสุ่มโดยศึกษาในผู้เข้าร่วมโครงการอายุมากกว่า 35 ปี ในแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ โดยการวิจัยนี้ทำการตรวจคัดกรองผู้ที่มีไขมันในเลือดสูง และมีความเสี่ยงหรือปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ ณ

โรงพยาบาลศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้ผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มนี้ดื่มชาใบหม่อน จำนวน 2 กรัมต่อมื้อ 3 มื้อต่อวันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และทำการประเมิน ผลระดับไขมันและระดับน้ำตาลในเลือด การทำงานของตับและไตก่อนและหลังดื่มชาใบหม่อนอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุมมีผู้เข้าร่วมการวิจัยครบตามระยะเวลาทั้งหมด 46 คนพบว่ากลุ่มที่ดื่มชาใบหม่อนระดับคอเลสเตอรอลลดลงจาก 230.22 ±19.98 เป็น 207.65 ±25.39 คิดเป็นร้อยละ 9.8 ไตรกลีเซอไรด์ลดลงจาก 120.78 ± 52.67 เป็น 102.70 ±41.93 คิดเป็นร้อยละ 14.9 แอลดีแอลคอเลสเตอรอลลดลงจาก 131.57 ±18.12 เป็น 128.84 ±18.84 คิดเป็นร้อยละ 2.02 ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงจาก 97.65 ±10.09 เป็น 85.43 ±7.76 คิดเป็นร้อยละ 12.5 ระหว่างกลุ่มที่ดื่มชาใบหม่อนและไม่ได้ดื่มชาใบหม่อนมีเพียงระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับน้ำตาลในเลือดลดลงจาก 97.65 ±10.09 เป็น 85.43 ±7.76 ส่วนระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอลคอเลสเตอรอล และเอชดีแอลคอเลสเตอรอล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ยุพยง บรรจบพุดซา และจรัสพล รินทระ, 2561)

3.2 แยมหม่อน (Mulberry jam)

แยมหม่อนมีวิธีการผลิตโดย นำกากผลหม่อนปั่นละเอียดผสมกับผลสดไม่ต้องปั่น ใส่รวมกันในหม้อสแตนเลส นำน้ำมะนาวกับผลหม่อนและกากหม่อนที่ปั่นแล้วคนให้เข้ากันเพื่อให้น้ำมะนาวซึมเข้าเนื้อผลหม่อน ใส่เพคตินลงไปแล้วคนด้วย จากนั้นนำน้ำตาลทรายแดงลงไปผสมคลุกเคล้าคนให้เข้ากันพอดีนำหม้อขึ้นตั้งบนเตาไฟ ใช้ความร้อนเป็นเวลานาน 30 นาที โดยไม่ต้องคนก็จะได้แยมผลหม่อนต้มขวดแก้วและฝาปิดที่จะนำมาบรรจุ เพื่อฆ่าเชื้อโรคนาน 10 นาที บรรจุแยมผลหม่อนใส่ขวดขณะร้อนๆ ผนึกปิดฝาขวดตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิปกติจนเย็นลง (วราภรณ์ สุทธิสา, 2554)

3.3 ไวน์หม่อน (Mulberry wine)

ไวน์หม่อนมีวิธีการผลิตโดย ใช้ผลหม่อนสีแดง : สีม่วง ในอัตราส่วน 1 : 1 หรือ 1 : 2 ไปผสมกับน้ำตาลและน้ำในอัตราส่วน 1.5 : 1.0 : 4.5 (กิโลกรัม : กิโลกรัม : ลิตร) หมักด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* นาน 10 – 30 วัน จะได้ไวน์ที่มีรสชาติดี การหมักที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 20 วัน ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น และรสชาติมากที่สุด โดยมีแอลกอฮอล์ร้อยละ 6.75 และร้อยละ 8.00 (วราภรณ์ สุทธิสา, 2554)

3.4 น้ำหม่อน (Mulberry juice)

น้ำหม่อนมีวิธีการผลิตโดย นำผลหม่อนที่นำก้านออกแล้วล้างน้ำให้สะอาดนำผลหม่อนใส่

หม้อเติมน้ำตั้งไฟให้พอเดือด น้ำผลหม่อนบรรจุขวด เคี่ยวด้วยไฟอ่อน ๆ นาน 20 – 30 นาที คั้นน้ำกรองเมล็ดและกากออก รินน้ำกลับใส่หม้อต้ม เติมน้ำตาล บรรจุใส่ขวดที่แห้งและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน ปิดจุกให้แน่น แช่เย็นเก็บไว้ดื่ม หรือใส่น้ำแข็งดื่ม (วราภรณ์ สุทธิสา, 2554)

3.5 ไอศกรีมผลหม่อน (Mulberry ice cream)

ไอศกรีมผลหม่อนมีวิธีการผลิตโดย เทส่วนผสมที่เป็นของเหลว (น้ำ นมสด วิปปิ้งครีม) ลงในภาชนะสแตนเลส ชั่งหรือตวงส่วนผสมที่เป็นของแห้งหรือผงรวมกันไว้ (น้ำตาลทราย เกลือ สารคงตัว และผลหม่อน) เอาส่วนผสมของเหลวตั้งไฟแบบหม้อตุ๋น คนด้วยทัพพีสแตนเลสจนอุ่นขึ้น 50 องศาเซลเซียสเติมส่วนผสมของแห้งลงไป คนให้เข้ากันดีจนละลายเป็นเนื้อเดียวกันอุ่นให้ร้อนขึ้นถึง 65 องศาเซลเซียส แล้วใส่ลงในเครื่องปั่นของเหลว (Blender) ใช้ความเร็วสูงสุด และใส่ไข่แดงในขณะเครื่องทำงาน ปั่นนาน 1 นาที หลังปั่นเทลงหม้อใบเดิมอุ่นให้ถึง 80 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 2 นาที แล้วทำให้เย็นทันทีด้วยการหล่อน้ำเย็นแช่ในตู้เย็นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เทส่วนผสมลงในเครื่องปั่นไอศกรีม บรรจุในภาชนะบรรจุ (ถ้วยพลาสติก PET) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 ถึง -20 องศาเซลเซียส โดยมีการศึกษาผลของรูปแบบการเติมนำลูกหม่อนต่อคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลูกหม่อน ศึกษาไอศกรีมลูกหม่อนที่เติมเนื้อและน้ำที่คั้นได้จากผลหม่อนสด (สิ่งทดลอง 1) ไอศกรีมลูกหม่อนที่เติมน้ำลูกหม่อนจากการผสมผลหม่อนกับน้ำสะอาดอัตราส่วน 1 : 1 (สิ่งทดลอง 2) และไอศกรีมลูกหม่อนที่เติมน้ำลูกหม่อนจากการผสมผลหม่อนกับน้ำสะอาด อัตราส่วน 1 : 1 และใช้น้ำผึ้งกับนมพาสเจอไรส์ชนิดไขมันต่ำเป็นส่วนผสม (สิ่งทดลอง 3) พบว่า สิ่งทดลอง 1 มีค่าความหนืดมากที่สุด ($p \leq 0.05$) มีค่าการละลายที่ช้ากว่าเมื่อเทียบกับสิ่งทดลองอื่นในขณะที่รูปแบบของการเติมน้ำลูกหม่อนไม่มีผลต่อค่าความฟู ($p > 0.05$) นอกจากนี้ยังมีปริมาณความชื้น เถ้า และคาร์โบไฮเดรต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณไขมัน โปรตีน และปริมาณฟลาโวนอยด์ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) กับสิ่งทดลอง 2 และไอศกรีมลูกหม่อนทั้ง 3 สูตร มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับไอศกรีมมิกซ์ส่วนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบความชอบ 5 ระดับ พบว่า สิ่งทดลอง 3 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในคุณลักษณะด้านสีกลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ขณะที่สิ่งทดลอง 1 ผู้ทดสอบรู้สึกเฉยๆ ($p \leq 0.05$) จากการวิเคราะห์คะแนนความชอบ (ตรีชฎา อุทัยดา, 2556)

4. ไอศกรีม

ไอศกรีม (Ice cream) คือ ผลิตภัณฑ์นมที่ถูกทำให้เย็นจัดและแข็งตัว มีลักษณะเนื้อที่นุ่มเนียน เนื่องมาจากการผสมของอากาศขณะทำให้แข็งตัว ไอศกรีมมีมากมายหลายชนิดจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของปริมาณไขมันและของแข็งไม่ใช่มันเนย (Milk solid not fat) น้ำตาล

สารให้กลิ่นรส อิมัลซิไฟเออร์และสารให้ความคงตัว และสารให้สีต่างๆ (สมจิต สุรพัฒน์, 2544) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 354 พ.ศ. 2556 บัญญัติไว้ว่า ให้ไอศกรีมเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน จะต้องมีคุณภาพมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดรวมทั้งวิธีการผลิต เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ภาชนะบรรจุ ตลอดจนฉลากต้องผ่านการตรวจสอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่ามีความถูกต้องเหมาะสม จึงจะสามารถผลิตหรือนำเข้าเพื่อออกจำหน่ายได้

4.1 ชนิดของไอศกรีม

4.1.1 ไอศกรีม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าว ได้แบ่งไอศกรีมเป็น 5 ชนิด และกำหนดคุณภาพมาตรฐานของไอศกรีมแต่ละชนิดไว้ ดังนี้

4.1.1.1 ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นม หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม โดยต้องมีมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก

4.1.1.2 ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมนมที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือบางส่วน หรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน แต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม และต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

4.1.1.3 ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมนม หรือไอศกรีมดัดแปลง ซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย โดยต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับไอศกรีมนม หรือไอศกรีมดัดแปลง ทั้งนี้ไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่ด้วย

4.1.1.4 ไอศกรีมชนิดเหลว หรือแห้ง หรือผง ได้แก่ ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง หรือไอศกรีมผสมที่เป็นชนิดเหลว หรือแห้ง หรือผง นั่นเอง ซึ่งต้องไม่มีกลิ่นหืน มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของไอศกรีมชนิดนั้น มีลักษณะไม่เกาะเป็นก้อน ไม่มีวัตถุกันเสีย มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

4.1.1.5 ไอศกรีมหวานเย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วยและอาจใส่วัตถุแต่งกลิ่น รส และสีด้วยก็ได้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

4.2 การจำแนกไอศกรีมตามลักษณะอื่นๆ

4.2.1 การจำแนกไอศกรีมตามลักษณะปรากฏ

4.2.1.1 Hardened products เป็นไอศกรีมที่บรรจุขณะที่มีลักษณะกึ่งแข็ง (Semifrozen) หลังออกจากเครื่องปั่นไอศกรีม (Ice cream freezer) แล้วจึงนำไปทำให้แข็งตัว (Hardening) ภายหลัง

4.2.1.2 Soft-serve products เป็นไอศกรีมที่บริโภคทันทีที่ออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมในลักษณะกึ่งแข็ง

4.2.2 การจำแนกไอศกรีมตามระดับคุณภาพ

4.2.2.1 Standard ice cream ประกอบด้วยมันเนยร้อยละ 10 ของแข็งไม่รวมมันเนย (SNF) ร้อยละ 11 และน้ำตาลร้อยละ 14 ไอศกรีมมีค่าโอเวอร์รัน (Overrun) ไม่เกินร้อยละ 120 มีการใช้อิมัลซิไฟเออร์และสารให้ความคงตัว

4.2.2.2 Premium ice cream ประกอบด้วยมันเนยร้อยละ 14-16 ของแข็งไม่รวมมันเนยร้อยละ 10 และน้ำตาลร้อยละ 17 ไอศกรีมมีค่าโอเวอร์รันไม่เกินร้อยละ 70 มีการใช้สารให้ความคงตัว

4.2.2.3 Super premium ice cream ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 16-18 (เฉลี่ยร้อยละ 17) ของแข็งไม่รวมมันเนยร้อยละ 9.25 น้ำตาลร้อยละ 18.5 ไอศกรีมมีค่าโอเวอร์รันไม่เกินร้อยละ 30 ไม่มีการใช้อิมัลซิไฟเออร์และสารให้ความคงตัว

4.2.3 การจำแนกไอศกรีมตามปริมาณไขมัน

4.2.3.1 ไอศกรีมปกติ (Regular ice cream) เป็นไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 8-18

4.2.3.2 ไอศกรีมลดไขมัน (Reduced-fat ice cream) เป็นไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าไอศกรีมปกติร้อยละ 25

4.2.3.3 ไอศกรีมไลท์ (Light ice cream) เป็นไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าไอศกรีมปกติร้อยละ 50 หรือมีปริมาณแคลอรี่ต่ำกว่าปกติ 1/3 เท่า

4.2.3.4 ไอศกรีมปราศจากไขมัน (Nonfat ice cream) เป็นไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5 กรัม/หน่วยบริโภค (Serving)

4.2.3.5 ไอศกรีมไขมันต่ำ (Low-fat ice cream) เป็นไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 3 กรัม/หน่วยบริโภค หรือประมาณ 4 ออนซ์

4.2.4 การจำแนกไอศกรีมตามรสชาติและส่วนผสม

4.2.4.1 Plain ice cream เป็นไอศกรีมที่มีส่วนผสมของสารที่ให้สีและกลิ่นรสต่ำกว่าร้อยละ 5 ได้แก่ รสวานิลลาและรสกาแฟ เป็นต้น

4.2.4.2 Bulky flavoured ice cream เป็นไอศกรีมที่มีส่วนผสมของสารที่ให้สีและกลิ่นรสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 มีไข่แดง (Egg yolk) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.12 และอาจมองเห็นชิ้นของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ส่วนผสม เช่น ไอศกรีมผลไม้ (Fruit ice cream) ไอศกรีมนัท (Nut ice cream) ไอศกรีมลูกกวาด (Confection ice cream)

4.2.4.3 Frozen custard, French ice cream และ French custard ice cream เป็นไอศกรีมที่มีการใช้ไข่เป็นส่วนผสม โดยต้องมีปริมาณไข่แดงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.4 (อภิญญา เจริญกูล, 2553)

4.2.5 จำแนกตามไอศกรีมทางการค้า

4.2.5.1 Plain ice cream คือ ไอศกรีมที่ประกอบด้วยสารที่ให้สีและกลิ่นในปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ของส่วนผสมของไอศกรีม เช่น ไอศกรีมวานิลลา กาแฟ เมเปิ้ลและคาราเมล

4.2.5.2 Chocolate ice cream คือ ไอศกรีมที่เติมผงโกโก้หรือช็อกโกแลต

4.2.5.3 Fruit ice cream คือ ไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้ อาจมีการเติมสีหรือกลิ่นของผลไม้บรรจุกระป๋องหรือผลไม้เชื่อม ผลไม้แช่อิ่ม

4.2.5.4 Nut ice cream คือ ไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้เนื้อแข็ง เช่น อัลมอนด์ (Almond) วอลนัท (Walnut) ถั่วลิสงและอื่น ๆ อาจเติมสีหรือกลิ่นเพิ่มเติม

4.2.5.5 Frozen custard, French ice cream, French custard ice cream คือ ไอศกรีมที่ประกอบด้วยไข่ โดยมีปริมาณไข่แดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.4 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์

4.2.5.6 Ice milk คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันร้อยละ 2-7 เนื้อนมไม่รวมมันเนยร้อยละ 12-15 โดยมีการเติมสารให้ความหวาน กลิ่นและมีลักษณะแช่แข็งเหมือนไอศกรีม

4.2.5.7 Fruit sherbet คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว และผลิตภัณฑ์นม มีลักษณะคล้ายน้ำแข็งแต่ใช้นมพร้อมมันเนยหรือนมขาดมันเนยหรือนมข้นหรือนมผงแทนที่จะใช้น้ำอย่างเดียว

4.2.5.8 Ice คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว อาจมีการเติมกรดผลไม้ สี กลิ่นหรือน้ำแล้วนำไปแช่แข็ง โดยทั่วไปประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 28-30 และมีค่าโอเวอร์รันร้อยละ 20-25 ไม่มีการใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นม

4.2.5.9 Confection คือ ไอศกรีมที่มีกลิ่นรสตามต้องการ มีชิ้นลูกกวาด เช่น Pepper mint stick, Butter crunch หรือ Chocolate chip ในผลิตภัณฑ์

4.2.5.10 Pudding คือ ไอศกรีมที่มีผลไม้ผสมนัท ลูกเกด มีการเติมเหล้า เครื่องเทศหรือไข่

4.2.5.11 Mousse คือ ไอศกรีมที่ทำจากครีม น้ำตาล สี เติมกลิ่นและนำไปแช่แข็ง บางครั้งใช้นมข้นเพื่อให้ได้เนื้อไอศกรีมที่ดี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

4.2.5.12 Variegated ice cream คือ ไอศกรีมวานิลลาธรรมดา (Plain ice cream) ที่มีน้ำเชื่อมหรือของเหลวข้น เช่น ช็อกโกแลต Butterscotch ซึ่งทำให้ไอศกรีมมีลายคล้ายหินอ่อน (Marbled effect)

4.2.5.13 Fanciful name ice cream คือ ไอศกรีมที่มักประกอบด้วยส่วนผสมที่ให้กลิ่นต่างกัน (กลิ่นผสม)

4.2.5.14 Neapolitan คือ ไอศกรีมที่มีสองรสในภาชนะเดียวกัน

4.2.5.15 New York หรือ Philadelphia คือ ไอศกรีมวานิลลาธรรมดาที่มีการเติมสีเข้มอาจเติมไขมันและไข่มากกว่าในสูตรไอศกรีมทั่วไป

4.2.5.16 Soft serve ice cream หรือ Ice milk คือ ผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนที่มีชื่อว่า Hardening เหมือนไอศกรีมทั่วไป (Hardening เป็นวิธีที่ทำให้ส่วนของน้ำในส่วนผสมไอศกรีมกลายเป็นผลึกน้ำแข็งทั้งหมด) การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทที่ไม่ใช้การตัก แต่จะไขออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมโดยตรง

4.2.5.17 Rainbow ice cream คือ ไอศกรีมสายรุ้ง ทำได้จากการเติมสีตั้งแต่ 6 สีขึ้นไป ทำให้มองเห็นเป็นสีสายรุ้ง เวลาจำหน่ายจะไขออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมเหมือน Ice milk (วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ, 2531)

4.3 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม

ไอศกรีมมีส่วนผสมของ ไขมันนม อาจได้จากสัตว์ หรือ จากพืช ก็ได้ เป็นตัวทำให้เกิดเนื้อสัมผัส รสชาติ และกลิ่นรสที่ดี Milk solid not fat (MSNF) เป็นตัวช่วยลดจุดเยือกแข็ง ได้แก่ แลคโทส โปรตีน และ เกลือแร่ต่างๆ สารให้ความหวาน มักนิยมใช้ น้ำตาลทราย น้ำ และ อากาศ สารที่ทำให้คงตัว สารที่ช่วยให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน สีและกลิ่น

4.3.1 การเตรียมสวนผสม (Mix preparation) การออกแบบกระบวนการผสมจะผันแปรไปขึ้นกับวัตถุดิบที่ใช่ซ่งอาจเปนของเหลวหรือผง หรือจะใชการผสมแบบเย็นหรือรอน สวนผสมที่เป็นของเหลว เชน น้ำ นม ครีมและไขมันเหลว จะเติมลงในหมอผสมโดยตรง สวนผสมที่เปนของแหง เชน น้ำตาล สารใหความคงตัว และนมผงจะมีปญหาในการกระจายตัว บางครั้งอาจตองเตรียมให เปนของเหลวขนกอนจะทำใหสวนผสมเขากันไดดีขึ้น ปจจัยที่สำคัญอีกอยางหนึ่งคือการมีอากาศปะปนเขาไปในสวนผสมระหวางการผสมอาจกอใหเกิดปญหาระหวางกระบวนการพาสเจอไรซ โฮโมจีไนซ และการบม โดยอาจเกิดการไหมที่กนภาชนะ หรือเกิดการแยกชั้นของสวนผสม

4.3.2 การพาสเจอไรส์ (Pasteurization) โดยทั่วไปแลวการใหความรอนกับสวนผสมของไอศกรีม จะใชในระดับที่สามารถทำลายเซลลจุลินทรียที่ทำใหเกิดโรค แตอยางไรก็ตามจำนวนจุลินทรีย์ที่ไมกอโรคก็จะลดลงดวย โดยปกติปริมาณจุลินทรียสูงสุดที่ยอมใหมีไดในไอศกรีมหลังการ

ละลายเทากับ 100,000 ตอกรัมตัวอยางและเปนโคลิฟอรมแบคทีเรียสูงสุดได 100 ตอกรัมตัวอยาง และระดับความรอนต่ำสุดที่ใชจะแตกตางกัน ในระหวางการพาสเจอไรซ อิมัลซิไฟเออรและสารให ความคงตัวที่ตองอาศัยความรอนในการละลาย จะละลายและเปลี่ยนเปนสารแขวนลอยคุณสมบัติใน การอิมัลซิไฟดและการใหความคงตัวจะเพิ่มขึ้น ซึ่งเปนผลมาจากการเสียสภาพธรรมชาติของโมเลกุล โปรตีน ซึ่งเดิมจะอยูในลักษณะที่ขดตัวจะคลายออกโมเลกุลที่เปนไลโปฟลิก ซึ่งขดตัวอยู่ด้านในจะ ออกมาอยูดานนอกและทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวที่ผิวสัมผัสระหวางน้ำและน้ำมันในสวนผสม การเสีย สภาพธรรมชาติจะใหผลดีตอคุณภาพของไอศกรีม ผลิตภัณฑจะมีลักษณะเปนครีมมากขึ้น เนื้อสัมผัส เรียบเนียน การเสียสภาพของโปรตีนอยางสมบูรณจะตองอาศัยความรอนที่รุนแรง แตการใชความร อนที่มากเกินไปจะนำไปสูการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสจนไมเปนที่ยอมรับ เชน กลิ่น คาราเมล หรือกลิ่นไหมขึ้น ดังนั้นรสชาติจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จำกัดอุณหภูมิและเวลาในระหว่างการ พาสเจอไรส์

4.3.3 การโฮโมจีไนซ (Homogenization) จุดประสงคหลักในการโฮโมจีไนซคือการลด ขนาดของเม็ดไขมันใหมีขนาดเล็กกวา 2 ไมครอน และทำใหอิมัลชันของสวนผสมไอศกรีมมีความ คงตัว นอกจากนี้ยังทำใหอิมัลซิไฟเออรที่เติมในสวนผสมกระจายตัวอยูในสวนผสมและที่ผิวหน่าสัมผัส ของเม็ดไขมันที่เกิดขึ้นใหมอยางสม่ำเสมอ ซึ่งการโฮโมจีไนซเปนสิ่งจำเปนในการผลิตไอศกรีม อยางมาก เนื่องจากการโฮโมจีไนซจะชวยปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีม โดยชวยเพิ่มอัตราการขึ้นโฟม ในขณะปนไอศกรีม และชวยยับยั้งการโตของผลึกน้ำแข็งระหวางการเก็บ ชวยปรับปรุงพฤติกรรม การหลอมละลายของผลิตภัณฑไอศกรีม ซึ่งจะทำใหไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่เนียนนุมลิ้น อุณหภูมิของ สวนผสมขณะทำการโฮโมจีไนซควรอยูในชวง 62.8 - 76.7 องศาเซลเซียส/ หรือ 145 - 147 องศา-ฟาเรนไฮต แตถาอุณหภูมิต่ำกวานี้จะทำใหเม็ดไขมันจับกับเปนกอน มีความหนืดสูงและตองใช เวลานานในการปนสวนผสม สวนผสมที่ผานการพาสเจอไรซแลวจะถูกทำใหเย็นลงที่อุณหภูมิ 65.5 องศาเซลเซียส หรือ 150 องศาฟาเรนไฮต์ สวนความดันที่ใชในการโฮโมจีไนซขึ้นอยูกับความหนืด ของสวนผสม ความคงตัวของสวนผสม และอุณหภูมิโดยทั่วไปแลวจะใชความดันรวมประมาณ 2,000-2,500 ปอนดตอตารางนิ้ว (psi) สำหรับการโฮโมจีไนซระบบเดี่ยว (Single-stage homogenizer) และสำหรับการโฮโมจีไนซระบบสองระดับความดัน (Two-stage homogenizer) จะใชความดัน ประมาณ 2,500-3,000 ปอนดตอตารางนิ้วที่ระดับแรก และ 500 ปอนดตอตารางนิ้ว ในระดับที่สอง จากการศึกษาผลของความดันในการโฮโมจีไนซสวนผสมไอศกรีมที่มีไขมันรอยละ 10 ตอการเสียความ คงตัวของเม็ดไขมันและหลอมละลายของไอศกรีม โดยมีการศึกษาพบว่า ระดับความดันที่ใชในการ โฮโมจีไนซ์สวนผสมอยางนอยที่ 10 MPa หรือ 1,500 ปอนดตอตารางนิ้ว ที่ระดับความดันแรกและที่ 3.45 MPa หรือ 500 ปอนดตอตารางนิ้ว ที่ความดันระดับที่สอง จะทำใหไอศกรีมมีโครงสรางทาง กายภาพที่เหมาะสมและคงตัวในการผลิตไอศกรีมนั้นไมตองการลดขนาดเม็ดไขมันจนมีขนาดเล็กที่สุด

และการโฮโมจีไนซที่มากเกินไปเปนสิ่งที่ผิดปกติถาใชความดันที่สูงเกินไป เม็ดไขมันจะจับตัวกันเปนก่อน และเกิดการเปลี่ยนสถานะกลับระหวางการแชเยือกแข็ง ในทางตรงกันขามถ้าใชความดันไมเพียงพอก็จะไมเกิดการกระจายตัวที่เหมาะสมของเม็ดไขมัน

4.3.4 การบ่ม หลังจากการพาสเจอไรส์และโฮโมจีไนซ์แล้ว ทำให้เย็น (Cooling) ทันที โดยใช้แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนจนมีอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส แล้วจึงบ่ม (Ageing) ต่อที่อุณหภูมินี้ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งระหว่างการบ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

4.3.4.1 Complete hydration of dairy ingredients ส่วนผสมแห้งโดยเฉพาะนมผงขาดมันเนยและสารให้ความคงตัวจะยังละลายน้ำไม่สมบูรณ์ในระหว่างขั้นตอนการผสมต้องการเวลาอีกระยะหนึ่งเพื่อให้เกิดการจับตัวกับน้ำได้สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้ส่วนผสมมีความหนืดสูงขึ้นและจะทำให้ไอศกรีมมีลักษณะดีทั้งในด้านเนื้อสัมผัส (Body) ความข้นมัน (Creaminess) ความต้านทานต่อการหลอมละลาย (Melting resistance) และความมีเสถียรภาพในระหว่างการเก็บรักษา (Storage stability)

4.3.4.2 Crystallization of fat ในช่วงแรกของการบ่มจะเกิดการตกผลึกของไขมัน โดยเริ่มจากไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูงจะเกิดเป็นผลึกที่ผิวของเม็ดไขมันก่อนแล้วค่อย ๆ เพิ่มเป็นชั้นของผลึกไขมันตามลำดับ จนเป็นส่วนของไขมันเหลว (Liquid fat) ที่แกนกลาง (Core) ของเม็ดไขมัน

4.3.4.3 Protein desorption from the globule surface การหลุดตัวของโปรตีนออกจากผิวของเม็ดไขมันเป็นผลจากอิมัลซิไฟเออร์ที่หุ้มอยู่รอบเม็ดไขมันก่อนชั้นของโปรตีน โดยเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นจะเกิดการหลุดตัวของโปรตีนออกจากผิวของเม็ดไขมันมากขึ้นเป็นผลให้เสถียรภาพของอิมัลชันลดลง

4.3.5 การปั่นไอศกรีม ก่อนที่จะนำส่วนผสมไอศกรีมมาทำการปั่นไอศกรีมต้องนำส่วนผสมไอศกรีมมาเติมส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อการปรุงแต่งรสชาติแล้วจึงนำส่วนผสมไอศกรีมเข้าสู่เครื่องปั่นไอศกรีมเครื่องปั่นไอศกรีมมี 2 แบบ คือ

4.3.5.1 เครื่องปั่นไอศกรีมแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch freezer) สารทำความเย็น (Coolant) ที่ใช้สำหรับเครื่องปั่นไอศกรีมแบบไม่ต่อเนื่องมีหลายรูปแบบ ได้แก่ การใช้เกลือเม็ดร่วมกับน้ำแข็งซึ่งเป็นวิธีการแบบดั้งเดิม การใช้แอมโมเนียหรือฟรีออน ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบันสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตไอศกรีมขนาดเล็ก

4.3.5.2 เครื่องปั่นไอศกรีมแบบต่อเนื่อง (Continuous freezer) เป็นเครื่องมือที่มีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบกวาดบริเวณพื้นผิว (Scrape surface heat exchanger) โดยใช้ฟรีออนหรือแอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น ทำงานด้วยระบบอัตโนมัติลักษณะภายนอกและภายในเครื่องปั่นไอศกรีมแบบต่อเนื่อง เครื่องปั่นไอศกรีมแบบต่อเนื่อง คือ ส่วนผสม

ไอศกรีมจะถูกปั๊มเข้าสู่เครื่องทำความเย็นทรงกระบอก ซึ่งมีสารทำความเย็น ทำให้เกิดกระบวนการแช่แข็งอย่างรวดเร็วได้ผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก จากนั้นส่วนผสมไอศกรีมที่แข็งตัวเป็นชั้นอยู่ภายในผนังทรงกระบอกจะถูกกวาดออกอย่างต่อเนื่องด้วยใบมีดซึ่งอยู่ภายในทรงกระบอกในขณะเดียวกันอากาศเย็นจะถูกกวาดเข้าสู่โครงร่างไอศกรีมและแข็งตัวที่อุณหภูมิระหว่าง -3 องศาเซลเซียส ถึง -6 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาตรของส่วนผสมไอศกรีมเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า โอเวอร์รัน ไอศกรีมที่ออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมมีลักษณะเนื้อสัมผัสคล้าย Soft ice มีน้ำแข็งเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 40 นอกจากนี้การทำงานของเครื่องปั่นไอศกรีมที่ทำงานต่อเนื่องจากกระบวนการบ่มซึ่งทำให้เกิดการปลดปล่อยไขมัน (Churning out) เนื่องจากอิมัลซิไฟเออร์ทำให้เกิดการหลุดตัวของโปรตีนออกจากผิวของเม็ดไขมันมีผลทำให้เสถียรภาพของอิมัลชันลดลง ดังนั้นในขั้นตอนการปั่นไอศกรีมจึงไปรบกวนอิมัลชันและทำให้เม็ดไขมันบางส่วนแตกออกและไขมันเหลว (Liquid fat) ที่อยู่ภายในเม็ดไขมันถูกปลดปล่อยออกมาเป็นไขมันอิสระ (Free fat) ซึ่งไขมันเหลวนี้จะทำหน้าที่ยึดจับเม็ดไขมัน (Agglomeration) ให้มาเกาะกันเป็นก้อน (Coalescence) สำหรับไอศกรีมปกติควรมีไขมันอิสระร้อยละ 10-15 โดยเม็ดไขมันที่มารวมตัวกันเป็นก้อนนี้จะแทรกตัวอยู่ระหว่างฟองอากาศกับส่วน Serum phase ของไอศกรีม เป็นการช่วยกักเก็บอากาศและเพิ่มเสถียรภาพของฟองอากาศ

4.3.6 การทำให้แข็งตัว กรณีที่ไม่ใช่ Soft serve ice cream จะนำไอศกรีมที่ออกมาจากเครื่องปั่นไอศกรีมบรรจุในภาชนะบรรจุ เช่น ถ้วยไอศกรีมหรือถังไอศกรีมตามต้องการ แล้วจึงผ่านเข้าไปในเครื่องทำให้แข็งตัวแบบอุโมงค์ (Hardening tunnel) ที่อุณหภูมิ -35 องศาเซลเซียส การทำให้แข็งตัวนี้ต้องทำให้ได้อุณหภูมิแกนกลางของผลิตภัณฑ์ (Product core temperature) ไม่สูงกว่า -15 องศาเซลเซียส ที่จุดนี้น้ำประมาณร้อยละ 82 ของน้ำทั้งหมดในไอศกรีมเปลี่ยนเป็นผลึกน้ำแข็ง อย่างไรก็ตามกระบวนการนี้น้ำในไอศกรีมจะเปลี่ยนเป็นผลึกน้ำแข็งมากที่สุดเพียงร้อยละ 90 ของน้ำทั้งหมดในไอศกรีมที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส

4.3.7 การเก็บรักษาไอศกรีม (Storage) ผลิตภัณฑไอศกรีมควรเก็บในอุณหภูมิที่คงที่ การแปรปรวนของอุณหภูมิการเก็บจะนำไปสูการเคลื่อนที่ และการรวมตัวของน้ำและเกิดเปนผลึกน้ำแข็งขนาดใหญหลังการแข็งตัวอีกครั้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมตอการเก็บผลิตภัณฑไวนานๆ ควรมีคาต่ำกว่าอุณหภูมิของการเปลี่ยนแปลงเฟส (Glass transition temperature; Tg) ของผลิตภัณฑ์ เพื่อปองการเกิดผลึกน้ำแข็งใหมหรือการโตของผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑหรือเก็บที่อุณหภูมิในชวง -20 ถึง -25 องศาเซลเซียส ถาตองการเก็บผลิตภัณฑไวนานๆ สำหรับระหวางการขนย่ายและการจัดจำหนายในเวลาสั้นสามารถเก็บผลิตภัณฑไวที่อุณหภูมิ -13 ถึง -18 องศาเซลเซียสได้ (อรพิน ชัยประสพ, 2544)

4.4 ลักษณะของไอศกรีม

4.4.1 ลักษณะของไอศกรีมที่คุณภาพดี

4.4.1.1 สี (Colour) สีของไอศกรีมควรเปนสีที่ดูแลวนารับประทาน ไมซีดหรือขนจนเกินไป ควรมีสีใกลเคียงธรรมชาติของชนิดไอศกรีมนั้นๆ

4.4.1.2 ภาชนะบรรจุ (Package) ตองสะอาด สามารถดึงดูดความสนใจและสร้างความประทับใจใหแกผูบริโภค

4.4.1.3 คุณสมบัติการละลาย (Melting characteristic) ไอศกรีมที่มีคุณภาพที่ดีควรละลายไดเล็กนอยเมื่อวางในจานแก่ว ที่อุณหภูมิห่องประมาณ 20 องศาเซลเซียส นาน 10-15 นาที

4.4.1.4 เนื้อและเนื้อสัมผัส (Body and texture) อาจวัดด่วยความรูสึกด่วยการสัมผัสและการมองโดยสังเกตผลิตภัณฑของผูทดสอบจากการตักผลิตภัณฑผูบริโภคจะพึงพอใจตอเนื้อสัมผัสไอศกรีมที่มีความละเอียด ความเนียน ความนุม และขนาดเกล็ดน้ำแข็งเล็ก สำหรับลักษณะที่ว่าเป็นตำหนิของเนื้อและเนื้อสัมผัสไอศกรีม ไดแก่ ร่วนไมแข็ง เปนยางเหนียวออนไมแข็งตัว เปนแผนหยาบคล้ายทราย ฟูเปนปุย เนื้อแนนหนัก หดตัว หยาบ เกล็ดน้ำแข็งใหญ

4.4.1.5 กลิ่นรส (Flavour) ตองไมมีกลิ่นรสดังตอไปนี้

1) กลิ่นไหมมีสาเหตุมาจากผลิตภัณฑผานอุณหภูมิที่สูงเกินไป เนื่องจากการใชความรอนในผลิตภัณฑ

2) กลิ่นรสไมเปนธรรมชาติ

3) ขาดกลิ่นรสที่ดี

4) มีกลิ่นอับ (น้องหญิง พัฒนวัชรกุล และปรัชญาวดี สิงห์สา, 2549)

4.4.2 ลักษณะของไอศกรีมที่ไม่มีคุณภาพ

4.4.2.1 ข้อบกพร่องของไอศกรีม

1) โอเวอร์รันต่ำ (Low overrun) ไอศกรีมมีค่าโอเวอร์รันต่ำกว่าที่ต้องการเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ การทำงานของเครื่องมือผิดปกติหรือส่วนผสมไอศกรีมไม่ถูกต้องหรือไม่มีคุณภาพ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2) ลักษณะคล้ายทราย (Sandy) เนื้อไอศกรีมมีลักษณะคล้ายทรายอนุภาคแข็งที่คล้ายทรายคือ ผลึกของน้ำตาลแล็กโทส ผลึกน้ำตาลแล็กโทสเกิดได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างการขนส่งจึงเกิดการหลอมละลายและการแข็งตัวอีกครั้ง มักเกิดในไอศกรีมที่มีปริมาณเนื้อนมไม่รวมมันเนยสูงกว่าร้อยละ 11 ผลึกน้ำตาลแล็กโทสนี้ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน แต่รู้สึกได้เมื่อรับประทาน

3) การยุบตัวหรือหดตัว (Shrinkage) ลักษณะไอศกรีมยุบตัว คือ ไอศกรีมหดตัวไม่สัมผัสกับผนังด้านข้างของบรรจุภัณฑ์โดยรอบเกิดจากโครงสร้างของไอศกรีมที่มีการกักเก็บฟองอากาศไว้ภายในเกิดการแตกออกและสูญเสียฟองอากาศไป ทำให้ไอศกรีมเกิดการยุบตัว สาเหตุเนื่องมาจากในขั้นตอนการปั่นไอศกรีมมีการเติมอากาศมากเกินไปจึงมีค่าโอเวอร์รันเริ่มต้นสูงเกินไป (High overrun) จนโครงสร้างไอศกรีมไม่สามารถรับได้หรือไอศกรีมมีปริมาณของแข็งต่ำ (Low solids) หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของความดันบรรยากาศในระหว่างการขนส่ง เป็นต้น นอกจากนี้อาจเกิดจากการตักไอศกรีมไม่ถูกต้อง กล่าวคือ การใช้อุปกรณ์ตักไอศกรีมกดบนไอศกรีมโดยแรง (Dipping loss)

4) เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นภายในเนื้อไอศกรีม เกิดจากสภาวะการเก็บรักษาซึ่งมีอุณหภูมิไม่คงที่ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาจะทำให้ผลึกน้ำแข็งหลอมละลายและเมื่ออุณหภูมิลดลงอีกจะทำให้น้ำไปเกาะที่ผลึกน้ำแข็งที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นผลให้คุณภาพของไอศกรีมลดลง เช่น ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลึกน้ำแข็งเกิดการหลอมละลายร้อยละ 7 ในขณะที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลึกน้ำแข็งเกิดการหลอมละลายไม่เกินร้อยละ 2

5) การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของไอศกรีมเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเนื่องจากสารให้กลิ่นรสมักมีสูตรโครงสร้างคล้ายไขมัน นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ของสารให้กลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน (อภิญญา เจริญกูล, 2553)

4.5 องค์ประกอบสำคัญในไอศกรีม

4.5.1 น้ำ

น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในไอศกรีมไอศกรีมส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำอย่างน้อยร้อยละ 60-70 โดยน้ำหนัก โดยที่อยู่ในสภาพผลึกน้ำแข็งเกือบทั้งหมด ณ อุณหภูมิที่รับประทาน น้ำในรูปของผลึกน้ำแข็งเป็นกุญแจสำคัญในการทำให้ไอศกรีมสร้างความรู้สึกสดชื่น ซึ่งแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคชนิดไม่แช่แข็งชนิดอื่น ความสมดุลระหว่างผลึกน้ำแข็งกับส่วนที่เป็นของเหลวและขนาดของผลึกน้ำแข็งมีบทบาทที่สำคัญต่อการรับประทานไอศกรีม โดยปกติน้ำจะไม่ใช่องค์ประกอบที่เติมลงในส่วนผสมไอศกรีม แต่น้ำจะมาจากส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ น้ำนม ไข่เหลว น้ำเชื่อม และผลไม้ ซึ่งส่วนผสมทั้งหลายเหล่านี้จะกระจายหรือแขวนลอยอยู่ในส่วนของน้ำของไอศกรีม

4.5.2 ไขมัน

ไขมัน ไขมันจัดเป็นองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญในการผลิตไอศกรีม การใช้ไขมันในปริมาณที่เหมาะสม ช่วยให้ส่วนผสมมีความสมดุล ได้ไอศกรีมที่มีรสมันอร่อย เนื้อสัมผัสเรียบเนียน กลิ่นรสดี และมีปริมาณไขมันตามมาตรฐานกำหนด ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2544 กำหนดไว้ว่าไอศกรีมดัดแปลงต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก นอกจากนี้ไขมันยังไม่มีผลในการลดจุดเยือกแข็ง แต่การใช้ไขมันในปริมาณมากขึ้นทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กลง เนื่องจากปริมาณไขมันที่มากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในสูตรลดลง ผลึกน้ำแข็งจึงมีขนาดเล็กลง ไขมันนมจัดเป็นแหล่งไขมันหลักที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม เช่น นมสด ครีม เนย น้ำมันเนย หางนมผง และนมระเหยต่าง ๆ หลายประเทศส่วนใหญ่ใช้ไขมันที่ได้จากไขมันนม แต่มีบางประเทศ เช่น สหราชอาณาจักร และฟินแลนด์ อนุญาตให้ใช้ไขมันจากพืชในไอศกรีมได้ ส่วนในเอเชียยอมให้ใช้ไขมันพืชในไอศกรีมได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากในแถบประเทศที่ไม่มีการเลี้ยงโคนมนั้น ไขมันจากนมจะมีราคาแพง โดยไขมันพืชที่นิยมใช้ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม และน้ำมันเมล็ดปาล์ม เป็นต้น

4.5.3 ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Non-fat Milk Solid, NFMS)

ส่วนมากใช้ในรูปของนมผงขาดมันเนย (Skim milk powder) ในปริมาณร้อยละ 8-15 มีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ โปรตีน (เคซีนและโปรตีนเวย์) ร้อยละ 37 แลคโทสร้อยละ 55 และเกลือแร่ร้อยละ 8 โปรตีนช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อเรียบเนียน ช่วยป้องกันไม่ให้โครงสร้างอ่อน เนื้อสัมผัสหยาบ ทำให้รูปร่างและเนื้อสัมผัสของไอศกรีมดีขึ้น ส่วนแลคโทส ช่วยเพิ่มรสหวานให้ไอศกรีมเล็กน้อย เกลือแร่ช่วยเพิ่มรสเค็ม ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยยังให้คุณค่าทางอาหารสูง ให้กลิ่นรสที่แรงแก่ไอศกรีม ช่วยเพิ่มความข้นหนืด ควบคุมร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีม ควบคุมขนาดเกล็ดน้ำแข็งในระหว่างการแช่แข็ง ลดจุดเยือกแข็งของไอศกรีมและช่วยให้ไอศกรีมละลายช้าลงแต่มีจุดเยือกแข็งสูงขึ้น ปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยแปรผันตรงข้ามกับปริมาณไขมันเพื่อรักษาสมดุลของส่วนผสมและได้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสดี มีคุณภาพในการเก็บรักษาที่ดี การเติมธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยมากเกินไปจะทำให้ไอศกรีมมีรสเค็ม มีกลิ่นไหม้ และเสี่ยงต่อการเกิดผลึกแลคโตสในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมีผลทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสหยาบคล้ายทราย (ภัทรา กุลกิจวโรภาส, 2540)

4.5.4 สารให้ความหวาน (Sweeteners)

สารให้ความหวานที่นำมาใช้ในไอศกรีมมีหลายชนิด เช่น ซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส น้ำผึ้ง และคอร์นไซรัป จุดประสงค์ของสารให้ความหวานที่นำมาใช้ในไอศกรีมนั้น เพื่อให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์และให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดแก่ส่วนผสมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้สารให้ความหวานยังช่วยเพิ่มความหนืด ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีมให้ดีขึ้น ลดจุดเยือกแข็งของไอศกรีมมิกซ์ ไอศกรีมจึงไม่

แข็งตัวเมื่อเก็บในตู้เย็นธรรมดาที่มีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมเลกุลของสารให้ความหวานที่ใช้มีผลต่อจุดเยือกแข็งของไอศกรีมเป็นอย่างมาก สารให้ความหวานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะทำให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมลดลงได้มากกว่าสารให้ความหวานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ดังนั้นการเลือกใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกันในไอศกรีม อาจทำให้ไอศกรีมที่ได้มีคุณลักษณะต่างกัน โดยปกตินิยมใช้น้ำตาลซูโครสร่วมกับกลูโคสไซรัปในการผลิตไอศกรีม เนื่องจากน้ำตาลซูโครสนั้นเป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดี หาง่าย มีความหวานสูง และมีผลต่อการลดลงของจุดเยือกแข็งของไอศกรีมเป็นอย่างมากส่งผลให้ไอศกรีมมีจุดเยือกแข็งค่อนข้างต่ำ แต่มีราคาสูง จึงนิยมใช้ร่วมกับกลูโคสไซรัปด้วยเพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต แต่ในประเทศไทยน้ำตาลซูโครสจะมีราคาถูกกว่ากลูโคสไซรัป สำหรับกลูโคสไซรัปนั้นจะช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมดในสูตรโดยไม่เพิ่มความหวาน ปรับปรุงให้มีเนื้อสัมผัสดีขึ้น ช่วยปรับปรุงลักษณะการแข็งตัว ช่วยให้ไอศกรีมมีการหลอมละลายที่ดีทำให้ไอศกรีมไม่ละลายเร็วเกินไป และการใช้กลูโคสไซรัปแทนที่น้ำตาลซูโครสนั้น มักใช้น้ำตาลซูโครสร้อยละ 70-75 ร่วมกับกลูโคสไซรัปร้อยละ 25-30 (สมลักษณ์ เนาวรัตน์พนมมาศ, 2538)

4.5.5 อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier)

อิมัลซิไฟเออร์ช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน มีโครงสร้างแน่นขึ้น ลดระยะเวลาการตีให้ขึ้นฟู ได้ไอศกรีมที่มีร้อยละการขึ้นฟูสม่ำเสมอ ฟองอากาศมีขนาดเล็กลง และกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในโครงสร้างของไอศกรีม การใช้อิมัลซิไฟเออร์มากเกินไป อาจทำให้ไอศกรีมมีการละลายช้าลง รูปร่างและเนื้อสัมผัสไม่ดี

จันทร์เพ็ญ มะลิพันธ์ (2561) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเนื้อนิ่มจากน้ำนมข้าวกล้อง และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การทดลองใช้สารให้ความคงตัว 2 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัมและเจลาติน ปริมาณการใช้สารให้ความคงตัวแต่ละสูตรเท่ากับ ร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมทั้งหมด (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

4.5.6 สารให้ความคงตัว (Stabilizer)

สารให้ความคงตัวช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ในไอศกรีม โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาวะการเก็บที่อุณหภูมิไม่คงที่ การผลิตไอศกรีมโดยปกติแล้วใช้สารให้ความคงตัวในปริมาณน้อยจึงมีผลต่อคุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสเล็กน้อย สารให้ความคงตัวทุกชนิดมีสมบัติในการอุ้มน้ำสูง ซึ่งมีผลทำให้เนื้อสัมผัสเรียบเนียน ให้รูปร่างต่อไอศกรีม และช่วยให้ไอศกรีมละลายช้าลง แต่ไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็ง นอกจากนี้สารให้ความคงตัวยังทำให้ร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีมลดลง การใช้สารให้ความคงตัวมากเกินไปทำให้ได้ไอศกรีมมีสมบัติการละลายไม่ดี ไอศกรีมเหนียวแฉะ มีเนื้อหยาบ และหลอมละลายยาก ปริมาณและชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหรือชนิดของไอศกรีมมิกซ์ เวลาในการแปรรูป ความดัน อุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษา และอาจมีปัจจัยอื่นร่วมด้วย (พรหล้า ขาวเธียร, 2548)

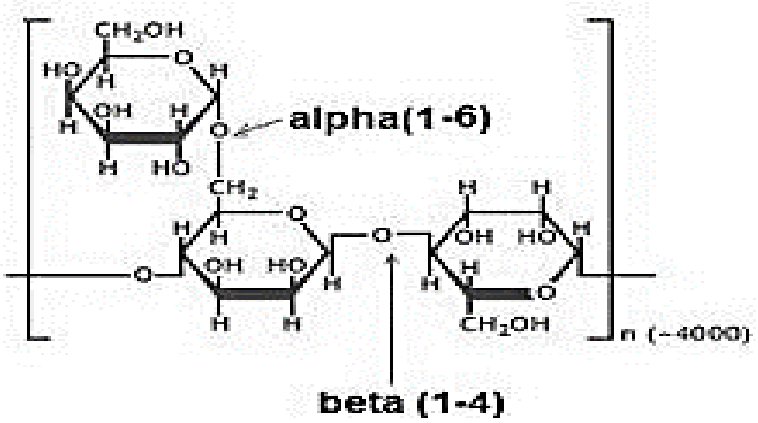
5. สารให้ความคงตัว

สารให้ความคงตัว หรือ Stabilizing agent หมายถึงสารที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) เพื่อวัตถุประสงค์ ทำให้อาหารมีความคงตัว เช่น ป้องกันการแยกชั้นของเหลว ป้องกันการสูญเสียกลิ่นรส คุณค่าทางโภชนาการ ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ ใช้เป็นส่วนผสมของไอศกรีมน้ำสลัด อาหารแช่แข็ง (Frozen food)

5.1 กัวร์กัม (Guar gum)

กัวร์กัม ได้จากเมล็ดของต้นกัว (*Cyamopsis tetragonolobus*) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียและปากีสถาน ปัจจุบันมีปลูกในรัฐเทกซัส สหรัฐอเมริกา โครงสร้างของกัวร์กัม เป็นโพลิเมอร์สายยาวของแมนโนสที่ต่อกันด้วยพันธะ1,4 และมีกิ่งแขนงของกาแลคโทสโดยทุกๆ 2 โมเลกุลของแมนโนสต่อกับ 1 โมเลกุลของกาแลคโทสด้วยพันธะ 1,6 ทำให้อัตราส่วนของแมนโนสต่อกาแลคโทสเป็น 2:1 ซึ่งแสดงว่ากัวร์กัมมีกิ่งแขนงของกาแลคโทสมากกว่าโลคัสบีนกัม (ภาพที่ 2.5)

กัวร์กัม ไม่ทำให้เกิดเจลแต่กระจายตัวและอุ้มน้ำได้ดีในน้ำเย็น จึงใช้ทำหน้าที่หลักเป็นสารเพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัวและอุ้มน้ำ สามารถเกิดปฏิกิริยากับแซนแทนกัม ทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น ความหนืดของสารละลายกัวร์กัมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ พีเอช เวลา ความเข้มข้น และขนาดของอนุภาคด้วยกัวร์กัมทนต่อพีเอชช่วงกว้างตั้งแต่ 4-10 ทำให้สามารถเติมอิเลคโตรไลต์ได้เป็นจำนวนมาก แต่ถ้ามีความเข้มข้นของอิเลคโตรไลต์สูงกว่าร้อยละ 5 จะมีผลต่อการอุ้มน้ำและเกิดเจล กัวร์กัมมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูงสุดที่ pH 7.5-9.0 ผลิตภัณฑ์อาหารที่นำกัวร์กัมไปใช้ได้แก่ ขนมหวาน ซอส ซุป ไอศกรีม น้ำสลัด ซุปผงและใช้เป็นส่วนผสมของน้ำเกรวี (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2552)

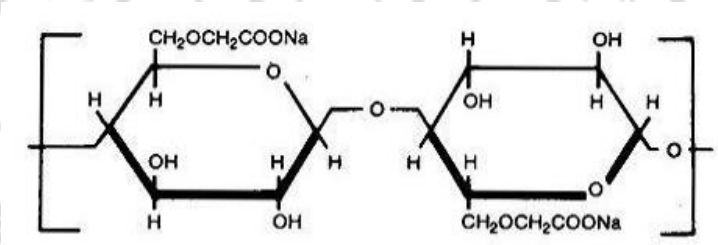


ภาพที่ 2.5 โครงสร้างโมเลกุลของกัวร์กัม

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2552

5.2 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสหรือซีเอ็มซี (Carboxymethyl cellulose, CMC) หรือโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethylcellulose) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) คือพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (Hydrophilic) ที่เป็นคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลส ไฮโดรคอลลอยด์ชนิดนี้ เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ดัดแปรจากสารที่ได้จากธรรมชาติ (Modified natural hydrocolloids) เกิดจากการแปรหรือปรับปรุงคุณสมบัติของเซลลูโลสซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชให้เกิดการแทนที่โครงสร้างเดิมด้วยหมู่เมธิลและหมู่คาร์บอกซิเมทิล ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุล ดังภาพที่ 2.6



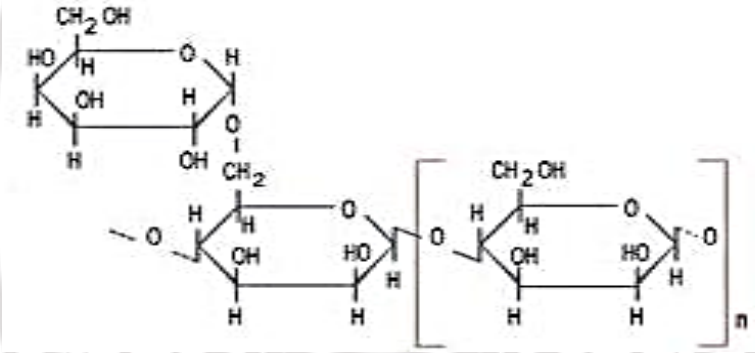
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างโมเลกุลของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2552

ซีเอ็มซีถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆอย่างแพร่หลาย อาทิ อุตสาหกรรมการซักฟอก สี กาว สิ่งทอ กระดาษ เซรามิก อาหารและยา เนื่องจากซีเอ็มซีมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นอันตราย ไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ละลายน้ำได้ดี มีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความหนืดที่ช่วยในการยึดเกาะและเป็นสารคงสภาพ สำหรับการใช้ประโยชน์คาร์บอกซิเมธิลเซลลูโลสในอุตสาหกรรมอาหาร จะใช้เป็นสารให้ความหนืดใน ไอศกรีม ใช้เป็นสารเคลือบผิวแคปซูลยาหรือเป็นสารก่อให้เกิดการเป็นเจลทางด้านเภสัชกรรม เป็นต้น (กฤษณา ศิรเลิศมุกุล, 2547)

5.3 โลคัสบีนกัม (Locust bean gum)

โลคัสบีนกัม ได้จากเมล็ดของต้นคารอบ (*Ceratonia silliqua*) ต้นคารอบ เป็นพืชที่ปลูกในแถบเมดิเตอร์เรเนียน โมรอคโคและโปรตุเกสโลคัสบีนกัม ไม่สามารถละลายในน้ำเย็นต้องใช้ความร้อนช่วยในการละลาย จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงที่สุดเมื่อรับความร้อนสูงถึง 95 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจึงทำให้เย็นลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโลคัสบีนกัม ให้มีสมบัติพองตัวได้ในน้ำเย็นและนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์นม โครงสร้างของโลคัสบีนกัม เป็น โพลิเมอร์สายยาวของแมนโนสต่อกันด้วยพันธะ 1,4 และมีกิ่งแขนงของกาแลคโทส ต่อกันด้วยพันธะ 1,6 อัตราส่วนของแมนโนส ต่อกา

แลคโทส เป็น 4:1 โดยลักษณะโครงสร้างเช่นนี้จึงทำให้โมเลกุลมีส่วนที่เป็นสายหลักของแมนโนส ที่เรียกว่า Smooth สลับกับส่วนที่เป็นกิ่งแขนงโลคัสบีนกัม ไม่สามารถเกิดเจลได้ต้องนำมาผสมกับแซนแทนกัม จะทำให้เกิดเจลได้หรืออาจผสมรวมกับคาราจีแนนจะช่วยเพิ่มความแข็งของเจลและลดการเกิดการหดตัว หน้าที่หลักของ โลคัสบีนกัม คือ เพิ่มความหนืดและความคงตัวให้กับอิมัลชันและยับยั้งการหดตัว ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ได้แก่ อาหารกระป๋อง ซอส ขนมหวาน เนยแข็ง ไอศกรีม และผลิตภัณฑ์เนื้อ ในเนยแข็ง โลคัสบีนกัม ช่วยเร่งให้เกิดตะกอนเร็วขึ้น และทำให้ได้เนื้อตะกอนเพิ่มมากขึ้นประมาณร้อยละ 10 ในไอศครีม โลคัสบีนกัมจะทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความคงตัวและช่วยอุ้มน้ำ ทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อเนียน ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลของโลคัสบีนกัม ดังภาพที่ 2.7 (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2552)



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างโมเลกุลของโลคัสบีนกัม
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2552

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารให้ความคงตัวในไอศกรีม

พวงชมพู หงษ์ชัย และวรรณวิสา บุญชู (2558) ได้ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง โดยใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม คาราจีแนนและโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เติมในสูตรของไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง แล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่า ค่าสี L*a*b* และความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรไอศกรีมที่เติม แซนแทนกัมมีความหนืดสูงสุด 915± 0.53 เซนติพอยส์ สูตรที่เติมแซนแทนกัม โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และคาราจีแนน มีค่าร้อยละโอเวอร์รันสูงสุด 39.88 ± 0.30 และ 40.47± 0.36 ตามลำดับ หลังจากนั้นวัดอัตราการละลายของไอศกรีมพบว่า สูตรที่เติมซีเอ็มซี และคาราจีแนน มีอัตราการละลายน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน เมื่อนำไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลืองมาทดสอบสมบัติทางเคมีและด้าน

ประสาทสัมผัส พบว่าค่าพีเอชและปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) และผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับรวมสูงสุดในสูตรที่มีการเติมแซนแทนกัม เท่ากับ 7.75 ± 0.78

จันทร์เพ็ญ มะลิพันธ์ (2561) ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเนื้อนิ่มจากน้ำนมข้าวกล้อง และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การทดลองใช้สารให้ความคงตัว 2 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัมและเจลาติน ปริมาณการใช้สารให้ความคงตัวแต่ละสูตรเท่ากับ ร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมทั้งหมด (น้ำหนัก/น้ำหนัก) พบว่าไอศกรีมที่ใช้แซนแทนกัมทำให้ส่วนผสมไอศกรีมมีความหนืดสูง

จันทิมา ภูงามเงิน, ณัฐธยาน์ ชูสุข, นฤมล นามซุย และสุวรรณา ไชโย (2558) ศึกษาชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัส ของไอศกรีมน้ำนมข้าวโพดพบว่า สารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดมีผลต่อคุณภาพในด้านต่างๆ ของไอศกรีมน้ำนมข้าวโพด เมื่อใช้สารเพิ่มความคงตัวเพียงชนิดเดียวพบว่า ไอศกรีมที่เติมโลคัสบีนกัม และไอศกรีมที่เติมกัวร์กัมให้ค่าความหนืดและอัตราการขึ้นฟูที่สูงกว่าไอศกรีมที่เติมคาราจีแนน แต่คาราจีแนนมีคุณสมบัติต้านทานการละลายได้ดีกว่าโลคัสบีนกัมและกัวร์กัม แต่เมื่อนำสารเพิ่มความคงตัวมาผสมกัน 2 ชนิด เติมในไอศกรีมน้ำนมข้าวโพดพบว่า โลคัสบีนกัมและกัวร์กัมช่วยเสริมความสามารถซึ่งกันและกันโดยให้ค่าความหนืด และอัตราการขึ้นฟูที่สูงขึ้น เมื่อนำโลคัสบีนกัมหรือกัวร์กัมผสมกับคาราจีแนน พบว่าความหนืดลดลงและสามารถต้านการละลายได้ดีขึ้น และเมื่อนำสารเพิ่มความคงตัวมาผสมกัน 3 ชนิด พบว่า ทั้งความหนืด อัตราการขึ้นฟู และสามารถต้านทานการละลายได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้สารเพิ่มความคงตัวชนิดเดียว และ 2 ชนิด สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมน้ำนมข้าวโพดพิจารณาจากวิธี Response surface คือ เติมโลคัสบีนกัมเข้มข้นร้อยละ 0.105 กัวร์กัมเข้มข้นร้อยละ 0.09 และคาราจีแนนเข้มข้นร้อยละ 0.105 ลงในน้ำนมข้าวโพด

นันทวรรณ ฉวีวรรณ (2556) ทำการศึกษาปริมาณการเสริมดอกโสนที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีม โดยศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส คุณภาพทางกายภาพคุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยแปรปริมาณการเสริมดอกโสน เป็น 3 ระดับ ดังนี้ร้อยละ 10 20 และ 30 ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-Point Hedonic Scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับไอศกรีมดอกโสนร้อยละ 10 มากที่สุด เมื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ พบว่า ไอศกรีมสูตรควบคุม มีค่าโอเวอร์รัน ร้อยละ 57.51 โดยมีอัตราการละลาย เท่ากับ 0.72 กรัม/นาที มีค่าสี มีค่าสี L* (ความสว่าง) 86.31 ค่า a* (สีเขียว) 1.22 และค่า b* (สีเหลือง) 13.10 ไอศกรีมดอกโสนสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด (ร้อยละ 10) มีค่าโอเวอร์รันร้อยละ 51.51 โดยมีอัตราการละลาย เท่ากับ 0.76 กรัม/นาที มีค่าสี L* (ความสว่าง) 82.10 ค่า a* (สีเขียว) 0.74 และค่า b* (สีเหลือง) 17.82 และเมื่อทดสอบคุณภาพทางเคมี พบว่า ไอศกรีม

สูตรควบคุม มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.18 มีปริมาณไขมันร้อยละ 25.04 และไม่มีปริมาณเส้นใย ไอศกรีมดอกโสนสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด (ร้อยละ 10) มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 0.12 มีปริมาณไขมันร้อยละ 3.75 และมีปริมาณเส้นใย ร้อยละ 3.21 คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า ไอศกรีมดอกโสนสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด (ร้อยละ 10) มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 78×10^{-2} CFU/ml ซึ่งไม่เกิน 6.0x105 โคโลนี/กรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544

การศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไอศกรีมเชอร์เบทหม่อน พบว่าไอศกรีมเชอร์เบทหม่อนที่มีปริมาณหม่อนร้อยละ 2 ได้รับการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในด้าน คุณภาพโดยรวม สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และกลิ่นรส สำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไอศกรีมเชอร์เบทหม่อนพบว่า ไอศกรีมเชอร์เบทหม่อนที่มีปริมาณหม่อนร้อยละ 3 จะมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าสูงกว่าสูตรอื่นๆ และพบแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี (Kim & Chang, 2003)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี