

รายงานสรุปผลงานวิจัย

เรื่อง

ผลของสารให้ความคงตัวต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมสมุนไพร
(Effect of Stabilizer on Herbal Ice cream Product)

โดย

อาจารย์ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง

ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

13/05/2008

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันมากและสามารถบริโภคกันได้ทุกเพศ ทุกวัย ทั้งเด็ก ผู้ใหญ่และคนชรา เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสชาติที่หลากหลาย และยังมีความเย็นที่ช่วยให้ผู้บริโภคมีความสดชื่นและยังช่วยคลายเครียดได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมักจะอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรตและไขมัน และไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการใช้สารให้ความคงตัว เนื่องจากสารให้ความคงตัว (stabilizer) มีความสำคัญต่อการผลิตและคุณภาพไอศกรีม โดยมีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้ไอศกรีมมีเนื้อเนียน และเป็นเนื้อเดียวกัน ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการละลายของไอศกรีม และช่วยลดหรือชะลอการเกิดผลึกน้ำแข็งในไอศกรีม ซึ่งสารให้ความคงตัวในไอศกรีมส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ เช่น อะราบิกกัม เพกติน โคลด์ปีนิกัม กัวร์กัม อัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็นต้น จึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม และเปรียบเทียบกับมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักที่มีราคาถูกและมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกัม ที่ใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม และในการวิจัยจะเลือกใช้ใบบัวบก ซึ่งเป็นสมุนไพรที่เป็นที่รู้จักกันดีและมีราคาไม่แพงมาช่วยแต่งสีและรสชาติให้แก่ผลิตภัณฑ์ไอศกรีม และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับใบบัวบกอีกด้วย

วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตไอศกรีมใบบัวบก
2. เพื่อศึกษาชนิดสารให้ ☐ ความคงตัวที่มีผลต่อไอศกรีมใบบัวบกและตรวจสอบคุณภาพของไอศกรีมใบบัวบกทั้งทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ ☐ และทางประสาทสัมผัสและเปรียบเทียบสารให้ ☐ ความคงตัวชนิดต่างๆ กับมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผลิตไอศกรีมใบบัวบกสูตรมาตรฐาน
2. ผลิตไอศกรีมใบบัวบกโดยใช้สารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ
3. ตรวจสอบคุณภาพของไอศกรีมใบบัวบกทั้งทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ☐
4. ทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบบทบาทของสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดและใช้เป็นแนวทางในการผสมสารให้ความคงตัวเพื่อให้ลักษณะไอศกรีมที่ดี
2. เพื่อเพิ่มมูลค่า ☐ ให้กับใบบัวบกมากขึ้น
3. เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ☐ ไอศกรีม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ประวัติและความเป็นมาของไอศกรีม (พจน., 2547)

มีความเชื่อที่ถ่ายทอดกันต่อๆ มาว่า จีนเป็นต้นกำเนิดของไอศกรีม ที่มาร์โคโพลได้พบเห็นในศตวรรษที่ 13 และนำกลับไปเผยแพร่ในอิตาลี เรื่องนี้นักประวัติศาสตร์ได้พิสูจน์แล้วว่าไม่จริง มาร์โคโพลได้เขียนไว้อย่างนั้น หรือกระทั่งอาจเป็นไปได้ว่า มาร์โคโพลได้ไปเมืองจีนเสียด้วยซ้ำ แต่เขียนขึ้นจากจินตนาการและการตีความบันทึกข้อเขียนของนักเดินทางคนอื่น เอลิซาเบท เดวิด ผู้ศึกษาประวัติศาสตร์ น้ำแข็งอย่างถึงแก่นยังอ้างว่า แม้จะใช้น้ำแข็งถนอมอาหารและแช่ผลไม้มาช้านาน แต่คนจีนก็เคยมีวัฒนธรรมเครื่องดื่มผสมน้ำแข็ง ก่อนที่จะได้รับอิทธิพลจากฝรั่งต่างชาติเมื่อประมาณกว่าร้อยปีที่แล้ว

พิจารณาจากหลักฐานและผลการศึกษาทั้งหมดแล้ว ข้อสรุปที่เห็นสอดคล้องกันมากที่สุดก็คือ เซอร์เบต ของตุรกีและเปอร์เซีย ซึ่งเดิมเป็นน้ำผลไม้ปรุงรสหวานหอม หรือไซรบน้ำผลไม้ราดน้ำแข็ง และอาจเติมน้ำด้วยหรือไม่ก็ได้ เป็นจุดเริ่มต้นของไอศกรีม

เซอร์เบตแพร่เข้าไปในอิตาลีและฝรั่งเศสในสมัยศตวรรษที่ 16 ชาวอิตาลีเรียกว่า sorbetto และฝรั่งเศสเรียก sorbet เฉพาะภาษาอังกฤษเท่านั้นที่เรียก sherbet ล้อตาม serbet ของตุรกี แต่ขณะเดียวกันก็เรียก sorbet ตามแบบฝรั่งเศสด้วย แม้ภายในหลังที่เครื่องดื่มชนิดนี้ในตะวันตกเปลี่ยนไปแบบแช่แข็ง (frozen sherbet) แล้ว ซึ่งต้องกินมิใช่ดื่ม ฝรั่งเศสก็ยังเรียก sherbet หรือ sorbet

ไอศกรีมที่เป็นน้ำนมแช่แข็งเริ่มขึ้นที่ไหนเมื่อไหร่ ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ กระแสหนึ่งว่า ไอศกรีมเริ่มพัฒนาขึ้นก่อนในอิตาลีสมัยศตวรรษที่ 17 แล้วแพร่ไปยังฝรั่งเศส จากนั้นจึงต่อไปอังกฤษและประเทศอื่นๆ ในยุโรป แต่อีกกระแสหนึ่งเชื่อว่าอินเดียสมัยจักรพรรดิอัครบา (ศตวรรษที่ 16) มีไอศกรีม Kulfi ซึ่งเป็นน้ำนมเคี้ยวจนข้นแต่งรสและแช่แข็งแล้ว โดยรับมาจากถิ่นฐานเดิมของโมกุล ในเปอร์เซียอีกทอดหนึ่งในอิตาลีและฝรั่งเศส ไอศกรีม และไอศกรีมผลไม้ หรือ Frozen sherbet แพร่หลายขึ้นก่อนในร้านกาแฟ และช็อกโกแลต ส่วนในอังกฤษกลับเป็นร้านขนมหวาน (confectioners) ที่เริ่มทำไอศกรีมขาย เข้าใจว่าในระยะแรกๆ ไอศกรีมคงเป็นครีมหวานแช่แข็งธรรมดา ต่อมาเครื่องปั่นมีคุณภาพมากขึ้น จึงได้เนื้อไอศกรีมที่เนียนนุ่มขึ้นเรื่อยๆ ปี ค.ศ. 1846 ในสหรัฐอเมริกา มีการประดิษฐ์เครื่องปั่นไอศกรีมขนาดเล็กที่ใช้ตามบ้านได้ ลักษณะเป็นถังสองชั้นระหว่างชั้นใส่เกล็ดผสมน้ำแข็งเพื่อสร้างความเย็นให้ไอศกรีมในถังในแง่ตัวขณะเดียวกันภายในถังก็มีใบพัดและแกนที่ใช้มือหมุนถึงปั่นเนื้อไอศกรีมให้อากาศเข้าแทรกตัวทำให้เกล็ดไอศกรีมที่แข็งตัวจับกันมีความละเอียดและนุ่มเนียน ถึงปลายศตวรรษที่ 19 ไอศกรีมเริ่มแพร่หลายมากในยุโรป ดังปรากฏมีผู้เขียนตำราทำไอศกรีมรสต่างๆ ออกมาเผยแพร่ เครื่องปั่นไอศกรีมขนาดเล็กเริ่มมีใช้ตามบ้านเรือน นับเป็นของใหม่ที่ยังไม่แพร่หลายนัก แต่กระนั้นในสยามประเทศ สมัยรัชกาลที่ 5 ก็มีเครื่อง

ปั่นไอศกรีมใช้ในวังแล้ว ดังที่สมเด็จพระยาดำรงราชานุภาพบันทึกไว้ว่า “ไอศกรีมเป็นของวิเศษในเวลานั้น เพราะเพิ่งได้เครื่องทำน้ำแข็งอย่างเล็กที่สำหรับเขาทำกันตามเมืองนอกเข้ามาถึงเมืองไทย ทำบางวันน้ำก็แข็ง บางวันก็ไม่แข็ง มีไอศกรีมตั้งเครื่องแต่บางวันจึงเห็นเป็นของวิเศษ”

ในสหรัฐอเมริกา ไอศกรีมได้รับความนิยมกว้างขวางตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 18 ปัจจุบันสำคัญมาจากชาวอิตาลีที่อพยพเข้าไปตั้งรกรากและทำไอศกรีมขาย ในระยะแรก ๆ ทั้งในอเมริกาและยุโรป การค้าขายไอศกรีมในศตวรรษที่ 19 ถึง 20 ต้นๆ เป็นรถม้า รถเข็น หรือจักรยาน ที่เร่ขายไปตามท้องถนนและแหล่งชุมชน แต่แล้วในปี ค.ศ. 1932 การประดิษฐ์เครื่องจักรปั่นไอศกรีมที่ทำงานได้ต่อเนื่อง พาสเจอร์ไรซ์และโฮโมจีไนซ์ส่วนผสมแล้วปั่นเป็นเยือกแข็งได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้อุตสาหกรรมทำไอศกรีมขยายตัวอย่างรวดเร็ว ประกอบกับตู้เย็นไฟฟ้า (ผลิตขึ้นปี ค.ศ.1916) ที่สามารถเก็บอาหารและมีช่องเยือกแข็งที่เก็บไอศกรีมได้ เริ่มแพร่หลายตามบ้านเรือนมากขึ้น ทำให้ตลาดไอศกรีมเติบโตอย่างรวดเร็ว ไอศกรีมการค้ายี่ห้อต่างๆ อย่าง วอลล์ ในอังกฤษ ก็เริ่มกิจการในปี 1922 บาสกิน-รอปบิน เจ้าของไอศกรีม 31 รส ในปี 1945 รถเร่ไอศกรีมแบบเก่าถูกทดแทนด้วย รถ (สามล้อ) ไอศกรีม ศาลา ไอศกรีม (ice cream parlours) และไอศกรีมกล่องในซูเปอร์มาร์เก็ต

การที่อุตสาหกรรมและการค้าไอศกรีมเติบโตอย่างมากในช่วงศตวรรษที่ 18-19 สอดคล้องกับปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายที่มากขึ้นและราคาถูกลงอย่างมากให้ห้วงเวลาเดียวกัน เนื่องจากการขยายพื้นที่เพาะปลูกไร่อ้อย เพื่อหีบทำน้ำตาลทรายในประเทศอาณานิคมเมืองขึ้น

ตะวันตกในอเมริกาใต้และแอฟริกา นี่เป็นครั้งแรกที่ฝรั่งได้กินเครื่องดื่มและขนมหวาน รวมทั้งไอศกรีมอย่างกว้างขวางและทั่วถึง ไม่จำกัดเฉพาะขุนนางและคนรวยเหมือนในสมัยก่อน

2.2 ไอศกรีม (Ice cream) (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

ไอศกรีม คือ ผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งที่ได้จากการผสมส่วนผสมที่มาเชื้อ แล้วนำไปปั่นในที่เย็นจัด (freezer) โดยอาศัยเครื่องปั่นไอศกรีมเพื่อให้อากาศเข้าไป และทำให้เกิดรูปร่างขึ้นหนืดอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปเก็บในที่เย็นจัด ไอศกรีมเป็นส่วนผสมของน้ำนม ไขมัน น้ำตาล น้ำ Stabilizer/emulsifier สารที่ช่วยให้กลิ่นและสีหรือน้ำมันที่ใช้อาจแทนด้วยน้ำมันปาล์มจากไขมัน นมข้นหวาน นมผง ส่วนไขมันอาจเป็นน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชันหรือใช้ครีม เนย สำหรับน้ำตาลส่วนใหญ่ใช้น้ำตาลซูโครสหรืออาจใช้น้ำตาลซูโครสผสมซูโครสไซรัปก็ได้ และอาจมีการเติมไข่ หรือผลิตภัณฑ์จากไข่ และ stabilizer ไอศกรีม และผลิตภัณฑ์ประเภทไอศกรีมที่จัดเป็นอาหารหวานประเภทแช่แข็ง ซึ่งได้แก่ frozen custard, ice milk, fruit sherbet และ water ices เป็นต้น

องค์ประกอบของไอศกรีมที่แตกต่างกันไปตามความต้องการของตลาดและชุมชนในแต่ละท้องถิ่น โดยส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมอาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นนมและผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ นม ครีม หางนมผง และนมระเหย เป็นต้น และส่วนที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ น้ำตาล สารให้ความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์ สารให้กลิ่นรส และสี เป็นต้น โดยเฉลี่ยแล้วไอศกรีมที่จัดว่า

มีคุณภาพดีประกอบด้วยไขมัน 12% ไขมันรวมไม่รวมมันเนย (MSNF) 11% น้ำตาล 15% สารที่ทำให้คงตัว และ สารที่ทำให้น้ำมันรวมตัวกัน (stabilizer-emulsifier) 0.3% และปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) 38.3% ซึ่งองค์ประกอบของไอศกรีมอาจอยู่ในช่วงกว้างๆ ดังนี้

ไขมัน	8-20%
ไขมันรวมไม่รวมมันเนย (MSNF)	8-15%
น้ำตาล	13-20%
Stabilizer-emulsifier	0-0.7%
Total solid (TS)	36-43%

ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งนับว่าเป็นผู้นำทางด้านผลิตภัณฑ์ไอศกรีมได้กำหนดมาตรฐานของไอศกรีมว่า ประกอบด้วยไขมันน้อยอย่างน้อย 10%, ไขมันรวมไม่รวมมันเนย 20% และ stabilizer ไม่เกิน 0.5%

มาตรฐานของไอศกรีมตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2522) ของประเทศไทยได้กำหนดไว้ดังนี้ (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

1. ให้ไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและแบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

1.1 ไอศกรีมนม: ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นม

1.2 ไอศกรีมดัดแปลง: ไอศกรีมที่ใช้ไขมันอื่นแทนไขมันนมทั้งหมด หรือบางส่วน หรือเป็นไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน แต่มีไขมันจากนม

1.3 ไอศกรีมผสม: ไอศกรีมนม หรือไอศกรีมดัดแปลง มีผลไม้หรือสารอาหารผสมอยู่

1.4 ไอศกรีมนม: ไอศกรีมดัดแปลง หรือไอศกรีมผสมชนิดผง หรือแข็ง

1.5 ไอศกรีมหวานเย็น: ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำหรือน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารผสมอยู่ด้วยไอศกรีมในข้อ (1.1), (1.2), (1.3), (1.4) และ (1.5) อาจเติมวัตถุแต่งกลิ่น รส และสีด้วย

2. ไอศกรีมนอกจากชนิดแข็ง หรือผง ต้องผ่านกรรมวิธีตามลำดับ ดังนี้

2.1 ผ่านกรรมวิธีการทำให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 68.5 °C นานไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือ

2.2 ผ่านกรรมวิธีการทำให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 °C นานไม่น้อยกว่า 25 นาที หรือ

2.3 ผ่านกรรมวิธีการทำให้ร้อนตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบด้วย

2.4 หลังจากผ่านกรรมวิธีการทำให้ร้อนแล้ว ต้องทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 °C

2.5 ผ่านกรรมวิธีการปั่น กวน หรือผสม ทำให้แข็งตัวที่อุณหภูมิ -2.2 °C ก่อนบรรจุในภาชนะ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่สูงเกิน -2.2 °C จนกว่าจะจำหน่าย

3. ไอศกรีมต้องมีคุณภาพดังต่อไปนี้

3.1 ไอศกรีมนม: ประกอบด้วยไขมันนม (มันเนย) ไม่น้อยกว่า 5% และ ไขมันรวมไม่รวมมันเนย ไม่น้อยกว่า 7.5% ของน้ำหนัก

3.2 ไอศกรีมคัดแปลง: ประกอบด้วยไขมันทั้งหมด ไม่น้อยกว่า 5%

3.3 ไอศกรีมผสม: ผลิตภัณฑ์ต้องมีคุณภาพและมาตรฐานเช่นเดียวกับไอศกรีมนม หรือ ไอศกรีมคัดแปลง โดยไม่รวมน้ำหนักของผลไม้ หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่

3.4 ไอศกรีมหวานเย็นและไอศกรีมนม ไอศกรีมคัดแปลง หรือไอศกรีมผสมต้องไม่มีกลิ่นหืน ไม่ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล ไม่มีการใช้วัตถุกันเสีย ปริมาณแบคทีเรียไม่เกิน 6×10^5 ในอาหาร จำนวนหนึ่งกรัม ไม่พบ *E. coli* ในอาหารจำนวน 0.01 กรัม

3.5 ไอศกรีมชนิดแข็งหรือผงต้องมีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของไอศกรีมชนิดนั้น ไม่ใช้วัตถุที่ ให้ความหวานแทนน้ำตาล มีความชื้นไม่เกิน 5% และปริมาณแบคทีเรียไม่เกิน 1×10^5 ในอาหาร จำนวนหนึ่งกรัม

2.3 ส่วนผสมและความสำคัญของส่วนผสมในการผลิตไอศกรีม (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

1. ไขมัน

ตามปกติในไอศกรีมจะมีไขมัน 12% (อยู่ระหว่าง 8-20%) โดยเป็นไขมันเนยหรือไขมันจาก พืชก็ได้หากมาจากไขมันเนยก็อาจมาจากน้ำมัน ครีม เนยสด หรือน้ำมันเนย หากมาจากพืชอาจใช้ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันเมล็ดฝ้าย หรือ rape seed oil การใช้ไขมันพืชจะทำให้มีผลต่อสีและ กลิ่นรสบ้าง เมื่อเปรียบเทียบกับมันเนย

ไขมันจะเพิ่มรสชาติความมันทำให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่มและสร้างลักษณะเนื้อสัมผัส ให้กับ ไอศกรีม หากใช้ไขมันเนย ต้นทุนการผลิตก็จะสูง มีแคลอรีสูงด้วย ซึ่งอาจจะเป็นข้อจำกัดของการ บริโภคไอศกรีม แต่จะทำให้รสชาติดี

การใช้ไขมันในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยให้ส่วนผสมมีความสมดุล มีปริมาณไขมันตามที่ กฎหมายกำหนด ได้ไอศกรีมที่มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียนและมีกลิ่นรสดี ไขมันไม่มีผลในการลดจุดเยือก แข็ง แต่การใช้ไขมันมากขึ้นทำให้ผลึกน้ำแข็งเล็กลง โดยที่ระดับไขมัน 10 และ 16% มีขนาดผลึก น้ำแข็งเป็น 82.6×60.8 ไมครอน และ 47.2×38.0 ไมครอน ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อไขมันมากขึ้น ปริมาณน้ำในสูตรลดลงผลึกน้ำแข็งจึงมีขนาดเล็กลงได้ แต่ถ้าใช้ไขมันมากเกินไปจะทำให้ไอศกรีม เลี่ยนเกินไป ให้พลังงานสูง ต้นทุนสูงและขัดขวางการขึ้นฟูของไอศกรีม ไขมันนมจัดเป็นไขมันหลัก ที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม ได้จาก ครีมสด ครีมแช่แข็ง เนย และน้ำมันเนย เป็นต้น (Arbuckle, 1986) ปัจจุบันมีการใช้น้ำมันหรือไขมันจากพืชแทนเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตไขมันพืชที่ใช้ ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม เป็นต้น (Olsen, 1993)

2. ธาตุอาหารไม่รวมมันเนย (Milk solid not fat, MSNF)

ธาตุอาหารไม่รวมมันเนย (MSNF) มีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วยโปรตีน (เคซีนและ โปรตีนเวย์) 36.7% แลคโตส 55.5% และเกลือแร่ 7.8% (Arbuckle, 1986) ส่วนมากนิยมใช้รูปของหาง นมผงและหางนมข้น (condensed skimmed milk) นอกจากนี้แล้วก็อาจใช้นมข้นจืดกับปริมาณของ

ไขมัน กล่าวคือ ถ้าปริมาณของไขมันนมเพิ่มขึ้น ปริมาณ MSNF ก็จะลดลงตามส่วนโดยปกติ องค์ประกอบของไอศกรีมจะมี MSNF ระหว่าง 8-15% MSNF มีความสำคัญต่อไอศกรีม คือ โปรตีน ใน MSNF จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารทำให้รสชาติดีขึ้นนอกจากนี้ยังช่วยทำให้รูปร่างของไอศกรีม คงรูป ช่วยดูดซับน้ำ ทำให้ไม่เกิดเป็นเกร็ดน้ำแข็ง รวมทั้งยังช่วยให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมเรียบ และ เนื้อเหนียวแน่นขึ้น และไม่ให้อิศกรีมละลายเร็ว นอกจากนั้นแล้วแลคโตสช่วยเพิ่มความหวานให้ ไอศกรีมเล็กน้อยและให้อิศกรีมมีจุดเยือกแข็งต่ำลง แต่เนื่องจากแลคโตสมีความสามารถในการ ละลายต่ำจึงอาจเกิดการตกผลึก และเป็นสาเหตุให้อิศกรีมมีเนื้อสัมผัสเป็นทราย (sandiness) เนื่องจากผลึกแลคโตสละลายช้า และในกรณีที่ใช้นมข้นอาจจะมีกลิ่น Cooked flavor ได้ ซึ่งจะทำให้ กลิ่นรสไม่ดีเท่าที่ควรเพื่อหลีกเลี่ยงลักษณะดังกล่าวจึงไม่ควรเติมชาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยในไอศกรีม มิกซ์เกิน 17 ส่วนต่อน้ำ 100 ส่วน (Olsen, 1993) สำหรับเกลือแร่ทำให้เกิดรสเค็มเล็กน้อย ส่วนโปรตีน นมมีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์และมีสมบัติอุ้มน้ำที่ดีช่วยเพิ่มความหนืดให้อิศกรีมมิกซ์ ชาตุน้ำมันไม่ รวมมันเนยช่วยให้อิศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน Arbuckle (1986) พบว่าเมื่อใช้ชาตุน้ำมันไม่รวมมัน เนย 9% ผลึกน้ำแข็งมีขนาด 55.8 ไมครอน แต่เมื่อใช้ชาตุน้ำมันไม่รวมมันเนย 15% ผลึกน้ำแข็งมี ขนาดเพียง 32.2 ไมครอน ชาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยช่วยให้สมบัติการขึ้นฟูดีขึ้นลดจุดเยือกแข็งของ ไอศกรีมและช่วยให้อิศกรีมละลายช้าลง ปริมาณของชาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยแปรผันตรงข้ามกับ ปริมาณไขมันเพื่อรักษาสมดุลของส่วนผสมและได้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสดี มีคุณภาพในการเก็บรักษา ที่ดี การเติมชาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยมากเกินไปจะทำให้ไอศกรีมมีรสเค็ม มีกลิ่นไหม้ และเสี่ยงต่อการ เกิดผลึกแลคโตสในระหว่างการเก็บรักษา แหล่งของชาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยได้จากหางนม หางนม ผง กริมและเวย์ผง เป็นต้น (Arbuckle, 1986; Marshall และ Arbuckle, 1996)

3. น้ำตาลและสารที่ให้ความหวาน (Sugar and Sweetener)

สารให้ความหวานที่นำมาใช้ในไอศกรีมมีหลายชนิด เช่น ซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส น้ำผึ้ง และคอร์นไซรัป เป็นต้น สารให้ความหวานทำให้อิศกรีมมีรสหวานอร่อย ช่วยเพิ่มความหนืด เพิ่ม ปริมาณของแข็งทั้งหมด และลดจุดเยือกแข็งของไอศกรีมมิกซ์ มีส่วนช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของ ไอศกรีม เมื่อมีปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่เกิน 42% หรือปริมาณน้ำตาลไม่เกิน 16% หากเกินจากนี้ ไอศกรีมมีแนวโน้มจะแข็งและเหนียวหนืด (Arbuckle; Marshall และ Arbuckle, 1996) ส่วนมากแล้ว จะใช้น้ำตาลเป็นตัวให้ความหวานในไอศกรีม ซึ่งอาจจะใช้ในรูปแบบของแข็งหรือเหลวก็ได้ ขึ้นอยู่กับ ความสะดวกในการผลิต คุณสมบัติ และชนิดของไอศกรีมเนื่องจาก sucrose ให้รสหวานจัด จึงนิยมให้ ใช้ sucrose 80 % ของน้ำตาลทั้งหมดที่เหลืออาจจะใช้น้ำตาลที่มีความหวานน้อยกว่า เช่น Dextrose, Maltose, Lactose, glucose corn syrup

4. สารที่ทำให้น้ำมันรวมตัวเข้าด้วยกัน (Emulsifier)

อิมัลซิไฟเออร์เป็นสารที่ช่วยในการกระจายไขมัน สามารถส่งเสริมการเกิดอิมัลชัน เนื่องจากสามารถลดแรงตึงผิวได้ เพราะในโมเลกุลประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำและชอบไขมันจึงสามารถแทรกตัวอยู่ระหว่างเฟสของของเหลว 2 ชนิด (Olsen, 1993) บทบาทหลักของอิมัลซิไฟเออร์ที่เติมลงในไอศกรีมก็เพื่อทำให้เกิดการไม่คงตัว (Destabilization) ของเม็ดยาไขมันในช่วงการแช่แข็ง (Marshall และ Arbuckle, 1996) การเกิดความไม่คงตัวของไขมันอย่างเหมาะสมในระหว่างการแช่แข็ง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงขึ้น หากเกิดความไม่คงตัวมากหรือน้อยเกินไปผลิตภัณฑ์จะมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ (Govin และ Leeder, 1971; Goff และ Jordan, 1989)

การใช้อิมัลซิไฟเออร์อย่างเหมาะสมช่วยให้ไอศกรีมมีลักษณะแข็งและแข็ง การที่ไอศกรีมแข็งเกิดเนื่องจากการเพิ่มปริมาณ air cells (foam) ขณะเดียวกันขนาดของ air cells ก็จะลดลง การลดลงของ air cells เป็นการเพิ่มที่ของ air cells ทำให้น้ำระเหยออกได้ดีขึ้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์แข็ง ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กลง ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียนมากขึ้น มีรูปร่างแน่นขึ้น ลดเวลาการตีให้ขึ้นฟู (whipping time) ได้ ไอศกรีมที่มีคุณภาพในการขึ้นฟูสม่ำเสมอ ฟองอากาศมีขนาดเล็กลง และกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในโครงสร้างของไอศกรีม ด้านทานการหดตัว และช่วยลดอัตราการละลายของไอศกรีม การใช้อิมัลซิไฟเออร์มากเกินไปอาจทำให้ไอศกรีมมีการละลายช้าลง รูปร่างและเนื้อสัมผัสไม่ดี (Arbuckle, 1986; Marshall และ Arbuckle, 1996)

ในน้ำมันตามธรรมชาติจะมี Emulsifier อยู่แล้ว คือ lecithin, โปรตีน, phosphate และ citrate ที่นิยมใช้เพิ่มเติมขึ้นไป ได้แก่ ไข่แดง เนื่องจากมี lecithin สูง โดยใช้ในอัตรา 0.5% ถ้าใช้ lecithin จะใช้ในอัตรา 0.1 % แต่ถ้าไข่แดงมีราคาแพงในปัจจุบันจึงนิยมใช้สารตัวอื่นประกอบด้วย ซึ่งสารดังกล่าวที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรม อิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรม คือ โมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์ซึ่งอาจใช้ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือทั้งสองชนิด (Arbuckle, 1986) โมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์ช่วยให้การตีอากาศเข้าเนื้อไอศกรีมเป็นไปได้ง่ายขึ้น ปรับปรุงการกระจายตัวของอากาศ ช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียนมากขึ้น ฟองอากาศมีขนาดเล็กลง ปรับปรุงการต้านทานต่อการละลาย ป้องกันการหดตัวในระหว่างการเก็บรักษา (Olsen, 1993) อิมัลซิไฟเออร์อื่นๆ ที่มีการนำมาใช้ ได้แก่ ซอร์บิแทนไตรสเตียเรทและโพลีซอร์เบท อนุพันธ์โพลีออกซีเอทิลีนของเฮกซะไฮดรอกซีแอลกอฮอล์ไกลคอล และไกลคอลเอสเทอร์ ซึ่งช่วยปรับปรุงความต้านทานต่อ beat shock และปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีม (Arbuckle, 1986) โดยปริมาณที่ใช้ประมาณ 0.3-0.5% ของปริมาณของส่วนผสมของไอศกรีม

5. สารที่ทำให้คงตัว (Stabilizer)

การใช้สารให้ความคงตัวมีความสำคัญต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่เยือกแข็งในปัจจุบัน เนื่องจากสารให้ความคงตัวช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยปกติแล้วน้ำใน

ไอศกรีมจะไม่แข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็งทั้งหมด ในระหว่างการเก็บรักษาถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงทำให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง ผลึกน้ำแข็งจึงเกิดการละลายและแข็งตัวซ้ำใหม่อีกครั้งจึงเป็นปัญหาทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวและช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น จึงมีการให้สารให้ความคงตัวในไอศกรีม ปกติใช้ในปริมาณน้อยจึงมีผลต่อคุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสเล็กน้อย สารให้ความคงตัวทุกชนิดมีสมบัติอุ้มน้ำสูง การใช้สารให้ความคงตัวมากเกินไปทำให้ไอศกรีมมีสมบัติการละลายไม่ดี ไอศกรีมแฉะและเหนียวหนืด (Arbuckle, 1986; Marshall และ Arbuckle, 1996) ปริมาณและชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ขึ้นกับองค์ประกอบหรือชนิดของมิกซ์เวลาในการแปรรูป ความดัน อุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษา และอาจมีปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย มิกซ์ที่มีไขมันสูงกว่าหรือมีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่าหรือทำการฆ่าเชื้อแบบ UHT ต้องการสารให้ความคงตัวในปริมาณน้อยกว่าขณะที่การพาสเจอร์ไรซ์แบบ HTST หรือไอศกรีมที่เก็บรักษานานๆ ต้องการสารให้ความคงตัวในปริมาณมากกว่า (Marshall และ Arbuckle, 1996)

สารให้ความคงตัว ที่นิยมใช้ได้แก่ เจลาติน โดยใช้ในอัตรา 0.5% และ โซเดียมอัลจิเนต โดยใช้ในอัตรา 0.2-0.3% นอกจากนี้ยังมี sodium carboxyl cellulose, pectin และ microcrystalline cellulose ซึ่งนิยมใช้ในการทำไอศกรีม sherbets สารเหล่านี้หากใช้มากเกินไป 0.5% จะทำให้เนื้อไอศกรีมแน่นและละลายได้ยากเวลารับประทาน นอกจากนี้แล้วยังมีพวก agar-agar และ gum ต่างๆ อีกด้วย

หน้าที่และบทบาทของสารให้ความคงตัวในไอศกรีม

แม้ว่าบทบาทของสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่เยือกแข็งยังไม่สามารถที่จะอธิบายกลไกได้อย่างชัดเจนแต่พอที่จะสรุปได้ว่า การใช้สารให้ความคงตัวมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1) ให้ความหนืดของมิกซ์เพิ่มขึ้น สามารถให้ความคงตัวช่วยให้ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์เพิ่มขึ้นเนื่องจากสารให้ความคงตัวเป็นไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโพลีแซ็กคาไรด์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีความสามารถจับกับน้ำได้ดีและเกิดเจลได้ ทำให้มีผลต่อความหนืด ไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดให้ความหนืดแตกต่างกันไป Cottrell และคณะ (1980) ได้ศึกษาการใช้โพลีแซ็กคาไรด์หรือกัมในไอศกรีมวานิลลา กัมที่ใช้ได้แก่ โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส) กัวร์กัม โคลัสปีนกัมและการาจีแนน ในความเข้มข้น 0.1–0.4% พบว่า ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดที่แตกต่างกันตามชนิดและความเข้มข้นของสารให้ความคงตัว หากเปรียบเทียบระหว่างโคลัสปีนกัมกับกัวร์กัม ซึ่งเป็นโพลีแซ็กคาไรด์ชนิดที่มีความเป็นกลางพบว่า โคลัสปีนกัมทำให้ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดมากกว่ากัวร์กัม ส่วนการาจีแนนทำให้ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดมากกว่าคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

2) ช่วยปรับปรุงการจับอากาศของไอศกรีม เป็นผลจากสารให้ความคงตัวที่ทำให้ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์เพิ่มขึ้น จึงช่วยจับอากาศและทำให้การกระจายของเซลล์อากาศมีความสม่ำเสมอ ซึ่งแสดงออกในรูปของค่าโอเวอร์รัน (overrun) ของไอศกรีม เมื่อค่าโอเวอร์รันมากแสดงว่ามีการจับ

อากาศได้มากจัดว่าเป็นผลทางอ้อม เพราะค่าโอเวอร์รันยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกสารให้ความคงตัว จะให้ค่าโอเวอร์รันที่แตกต่างกันตามชนิดของสารที่ใช้ เช่น ใช้โลคัสปิ่นกัมในไอศกรีมวานิลามีค่าโอเวอร์รันสูงสุดเท่ากับ 144% ส่วนกัวร์กัมมีค่าโอเวอร์รันสูงสุดเท่ากับ 168% ในขณะที่คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมีค่าโอเวอร์รันเป็น 155% เปรียบเทียบจากการนำสารดังกล่าวมาใช้ในไอศกรีมวานิลา 0 – 0.4% (Cottrell และคณะ, 1979)

3) ช่วยเพิ่มลักษณะเนื้อ (body) การจับกันของไฮโดรคอลลอยล์หรือสารให้ความคงตัวกับ ส่วนผสมในไอศกรีมมีผลต่อความหนืด เมื่อความหนืดเพิ่มมากขึ้น ทำให้มี body เพิ่มขึ้น (body หมายถึง ความรู้สึกรับรู้ถึงเนื้อไอศกรีมขณะรับประทานและความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับลักษณะเนื้อที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีนัยสำคัญ มีเพียงการทดลองที่ให้เห็นถึงการใส่สารให้ความคงตัวแล้วมีผลต่อ body เช่น การทดลองของ Minhas และ Bains (1984) ที่ใส่สารให้ความคงตัวในไอศกรีมวานิลาโดยปริมาณที่เหมาะสมที่ทำให้ ไอศกรีมที่มีคุณภาพและทางด้านประสาทสัมผัส คือ กัวร์กัม 0.05% อะคาเซียกัม 0.05% คาราयाกัม 0.10% เจลาติน 0.45% และโซเดียมอัลจินต 0.30% เมื่อเก็บไว้ 35 วัน พบว่าเจลาตินและอะคาเซียกัม ให้ body และเนื้อสัมผัสที่ดีกว่าชนิดอื่นๆ

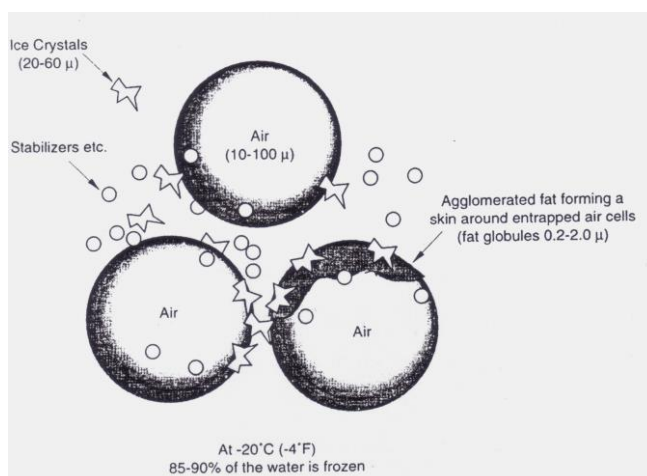
4) ทำปฏิกิริยากับโปรตีนนมโดยที่ Schmidt และ Smith (1992) ได้ศึกษาผลของการทำปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างกัมกับโปรตีนนมต่อคุณสมบัติการไหล (rheological property) โดยใช้กัม 3 ชนิด ได้แก่ แคลปลา-คาราจีแนน กัวร์กัมและแซนแทนกัมที่มีความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.20% เติมนลงในสารละลายนมพร่องมันเนยเข้มข้น 11% หรือสารละลายโปรตีนเวย์เข้มข้น (whey protein concentrate) ในความเข้มข้นเดียวกัน พบว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกัมและโปรตีนนมโดย สารละลายที่เตรียมดังกล่าวมีความหนืดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชนิดของกัมที่ใช้ ความเข้มข้นของกัมและชนิดของโปรตีนนม การใช้คาราจีแนนในสารละลายนมพร่องมันเนยมีความหนืดมากกว่ากัมชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ความหนืดที่เพิ่มขึ้นอาจช่วยยับยั้งการเกิดผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่เยือกแข็งได้อีก

5) ปรับปรุงคุณภาพด้านการละลาย ไอศกรีมที่มีคุณภาพด้านการละลายดีนั้นควรมีการละลายไม่ช้าหรือเร็วเกินไป คงรูปร่าง ขณะละลายและของเหลวที่ละลายมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน สารให้ความคงตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพดังกล่าว เนื่องจากสารให้ความคงตัวทำปฏิกิริยาสัมพันธ์กับโปรตีนนมและส่วนประกอบอื่นๆ โดยจับยึดเป็นโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ จึงทำให้ไอศกรีมละลายได้ช้าและมีความคงตัวขณะละลาย นอกจากนี้สารให้ความคงตัวยังช่วยให้การกระจายตัวของอากาศขณะปั่นเป็น ไอศกรีมมีความสม่ำเสมอ เมื่อละลายจึงเกิดฟองอากาศที่มีขนาดเท่ากันในของเหลวที่ละลายออกมา อย่างไรก็ตามสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดมีผลต่อคุณภาพด้านการละลายแตกต่างกัน

6) ยับยั้งการแยกตัวของน้ำ (syneresis) การบ่มไอศกรีมมักมีปัญหาเรื่องความคงตัวของมิกซ์ ไอศกรีมมิกซ์ที่มีความคงตัวดีต้องไม่มีการแยกตัวของโปรตีนนมในสารแขวนลอยและไขมันนมมี

ความคงตัวในอิมัลชันถ้าหากเกิดความไม่คงตัวขึ้นจะทำให้มีการแยกตัวของอนุภาคโปรตีนแล้วรวมตัวกันหรือตกตะกอนออกมา มีการแยกตัวของส่วนใส (wheying-off) ขณะที่ไอศกรีมละลาย หรือน้ำเชื่อมแยกตัวขณะปั่นไอศกรีม สารให้ความคงตัวสามารถทำปฏิกิริยาสัมพันธ์กับโปรตีนและคุณสมบัติของสารให้ความคงตัวที่มีทั้งแบบมีประจุหรือไม่มีประจุ ซึ่งส่วนไฮโดรฟิลิกและไฮโดรโฟบิกจะจับส่วนประกอบต่างๆ ในไอศกรีมไว้ จึงช่วยรักษาความคงตัวของไอศกรีมมิให้ละลายได้ความสามารถในการยับยั้งการแยกตัวของน้ำแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสารให้ความคงตัว

7) ชะลอการเกิดผลึกและการเติบโตของผลึกน้ำแข็ง ซึ่งเป็นผลโดยตรงที่เกิดจากการจับกันของไฮโดรคอลลอยด์กับส่วนประกอบต่างๆ ในไอศกรีม ลักษณะโครงสร้างของไอศกรีมที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดกราดลำแสง (Scanning Electron Microscopy, SEM) แสดงเป็นภาพจำลองดังรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยเซลล์อากาศถูกล้อมรอบด้วยไขมันที่จับตัวกัน (agglomerate) โดยตั้งอยู่ที่ผนังของเซลล์อากาศ ไขมันที่จับตัวกันนี้เป็นผลจากอิมัลซิไฟเออร์ และกระบวนการผลิตทำให้ไขมันรวมตัวกันในโครงสร้างของไอศกรีมมีน้ำที่แข็งตัวบางส่วนแทรกอยู่ระหว่างเซลล์อากาศ นอกจากนี้ยังมีผลึกน้ำแข็ง น้ำที่ไม่แข็งตัว ผลึกน้ำตาลและไฮโดรคอลลอยด์ การใช้สารให้ความคงตัวหรือไฮโดรคอลลอยด์มีจุดประสงค์เพื่อตรึงส่วนของน้ำที่ยังไม่แข็งตัวไว้ ไฮโดรคอลลอยด์ในไอศกรีมมีผลต่อสภาวะการไหลของเฟสที่เป็นน้ำ โดยโมเลกุลของไฮโดรคอลลอยด์จับกับโปรตีนทั้งภายในและระหว่างโมเลกุลได้เป็นโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ ทำให้ลดการเคลื่อนที่ของน้ำ (Marshall และ Arbuckle, 1996)



รูปที่ 2.1 ลักษณะ โครงสร้างของไอศกรีมที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ

ที่มา : Marshall และ Arbuckle (1996)

6. สารปรุงแต่งกลิ่น-รส (Flavor)

กลิ่นรสนั้นเป็นลักษณะที่สำคัญมากที่สุดประการหนึ่งของไอศกรีม กลิ่นรสของไอศกรีมเป็นการผสมกันของกลิ่นรสทั้งหมดของส่วนผสมที่ใช้ (Marshall และ Arbuckle, 1996) ลักษณะที่สำคัญ

ของกลิ่นรสมี 2 ประการ คือ ชนิดและความแรง กลิ่นรสที่อ่อน (delicate flavor) ผสมได้ง่ายกว่าและมีแนวโน้มไม่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีแม้ใช้ในความเข้มข้นสูง ขณะที่กลิ่นรสแรง (harsh flavor) ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีแม้ใช้ในความเข้มข้นต่ำ อย่างไรก็ตามกลิ่นรสควรมีความเข้มข้นพอที่ทำให้รับรู้ได้ (Arbuckle, 1986; Marshall และ Arbuckle, 1996) ปริมาณของไขมันมีผลต่อความประทับใจของกลิ่นรสโดยไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันสูง มีแนวโน้มที่ต้องใช้กลิ่นรสในปริมาณมากกว่าไอศกรีมที่มีไขมันต่ำกว่า เพื่อให้ได้ความแรงของกลิ่นรสเท่ากัน นอกจากนี้ไอศกรีมที่มีการขึ้นฟูสูงต้องใช้กลิ่นรสปริมาณมากกว่าไอศกรีมที่ขึ้นฟูต่ำ (Olsen, 1993)

สารปรุงแต่งกลิ่นรส เป็นสารที่มีความสำคัญมากในการผลิตไอศกรีม เพื่อให้เป็นที่ยอมรับและนิยมกับผู้บริโภคสารให้กลิ่นและรส แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) กลิ่นและรสที่ได้จากธรรมชาติ เช่น วานิลลา, ซ็อคโกแลต, กาแฟ, เครื่องเทศ, ผลไม้, ขนมหวานและลูกกวาด ฯลฯ

2) กลิ่นและรสที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี ส่วนมากอยู่ในรูปที่ละลายในแอลกอฮอล์มีกลิ่นผลไม้หลายชนิด เช่น วานิลลา, สตรอเบอร์รี่, มะนาว และกาแฟ เป็นต้น

การเติมสารเหล่านี้ลงไปต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสม เพราะหากเติมมากเกินไปจะทำให้ไอศกรีมมีกลิ่นรุนแรง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

7. สี (Coloring Materials)

ไอศกรีมควรมีสีส่อนๆ เป็นที่ดึงดูดใจ และสอดคล้องกับกลิ่นรส ปกติแล้วไอศกรีมที่มีการเติมกลิ่นรสต้องเติมสีลงไปเล็กน้อย ไอศกรีมผลไม้ไม่ต้องเติมสีเนื่องจากปริมาณผลไม้ที่เติมลงไปทำให้มีสีแล้ว (Marshall และ Arbuckle, 1996) สีที่ใช้ได้แก่ สีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ

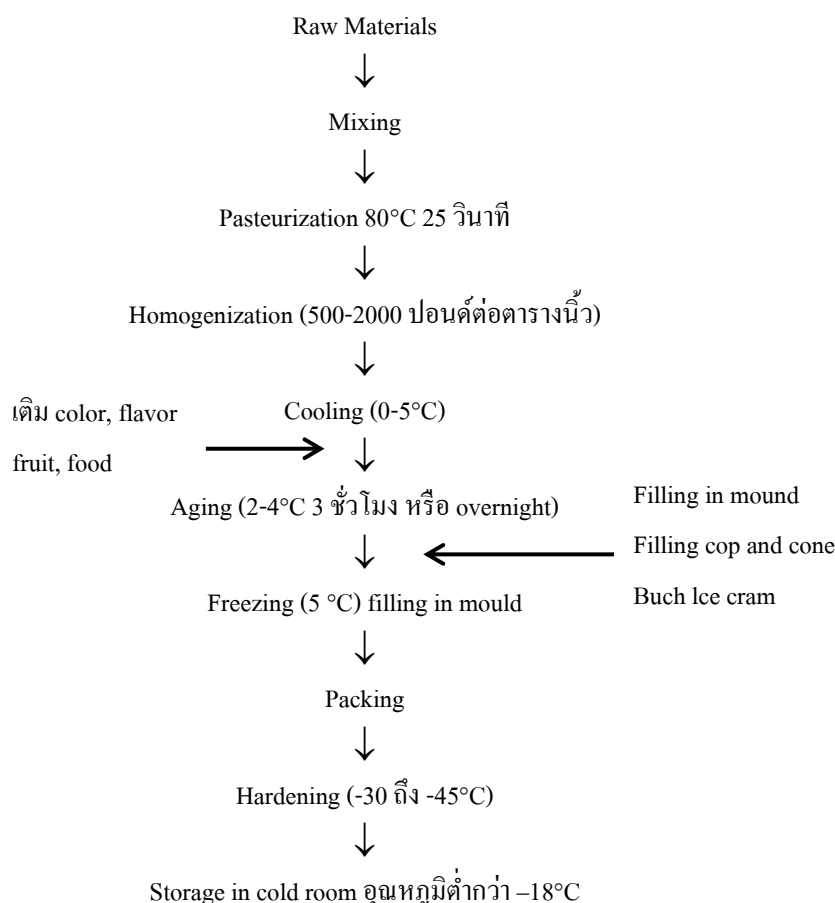
สีที่เติมลงไปต้องมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกลิ่นและรสที่ผลิตกันให้มีสีสวยสะอาดตา และใช้แทนสีของผลไม้ธรรมชาติ โดยปกติจะเติมสีลงไปในรูปแบบหรือเป็นน้ำข้นๆ ซึ่งก่อนใช้จะผสมน้ำแล้วต้มให้เดือด เพื่อทำลายจุลินทรีย์ ปริมาณของสารละลายของสีที่ใช้กันประมาณ 10-20 มิลลิกรัมต่อ 100 ลิตรของส่วนผสม สีที่ใช้หากเป็นสีสังเคราะห์จะต้องได้รับอนุญาตให้ใช้โดยกระทรวงสาธารณสุข หากเป็นไปได้อาจใช้ที่ได้จากธรรมชาติมากกว่า เช่น สีจากพืช ผัก และผลไม้

2.4 กระบวนการผลิตไอศกรีม

เตรียมวัตถุดิบผสม (Ice cream mix) โดยผสมส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ นม ครีม สารให้ความคงตัว (stabilizer) สารให้ความหวานและสารทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (emulsifier) ส่วนผสมที่เป็นของเหลวจะถูกผสมในถัง และนำไปให้ความร้อนจนอุณหภูมิถึง 110-120°F (48°C) จึงเติมน้ำตาลและส่วนผสมอื่นๆ ลงไป ส่วนสารให้ความคงตัว (stabilizer) จะต้องทำให้ส่วนผสมร้อนถึง 160°F เป็นเวลา 30 นาทีแล้วค่อยเติม stabilizer ลงไป จากนั้นส่วนผสมที่ได้จะถูกนำไปให้ความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์เชชัน (pasteurization) แล้วผ่านเข้าเครื่องโฮโมจิไนซ์เชอร์ เพื่อทำให้เม็ดไขมันในนม

แตกตัวเป็นอนุภาคเล็กมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำไปบ่ม (aging) เพื่อพัฒนาเนื้อสัมผัสและรสชาติให้ดียิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำไปตีปั่น (whip) เพื่อให้ไอศกรีมมีรูพรุน หรือช่องว่างอากาศซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมในขั้นตอนนี้จะมีการเติมส่วนประกอบอื่นๆ เช่น กลิ่นรส น้ำเชื่อม ผลไม้ ถั่ว และคุกกี้ แล้วบรรจุไอศกรีมลงกล่อง

ในกระบวนการผลิต พบว่าการผสมวัตถุดิบเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เหมือนกับขั้นตอนการปั่นส่วนผสม ตลอดจนการแช่แข็ง ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม

ที่มา : วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์ (2531)

ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

1. คำนวณส่วนผสมของสูตรต่าง ๆ

จะต้องมีการคำนวณหาปริมาณของส่วนผสมทั้งหมด โดยต้องคำนึงถึง ปริมาณไขมัน และของแข็งในผลิตภัณฑ์นมและในส่วนผสมอื่นๆ เช่น ไข่แดง โกโก้และช็อกโกแลต นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาการเตรียมวัตถุดิบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เดิมการผลิตจะเป็นแบบกะ (batch process) ปัจจุบันได้พัฒนาให้มีการสูญเสียของลงและผลิตได้เป็นแบบระบบต่อเนื่อง (continuous process)

2. การผสม (Mixing)

เป็นวัตถุดิบที่เป็นของเหลว เช่น ครีม นม นมข้น น้ำเชื่อม และอื่น ๆ ผสมในถังโดยทำ ส่วนผสมร้อน พร้อมกับคนไปเรื่อย ๆ ส่วนวัตถุดิบที่เป็นของแข็ง เช่น MSNF ไขมันผง โกโก้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว จะเติมลงในส่วนที่เป็นของเหลวก่อนที่จะอุณหภูมิจะถึง 50 องศาเซลเซียส วิธีป้องกัน ไม่ให้ผสมจับตัวเป็นก้อนทำได้ดังนี้ คือ

- ผสมวัตถุดิบแห้งทั้งหมดกับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้า ๆ พร้อมกับคน เรื่อย ๆ
- ร้อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลว เช่น MSNF โกโก้ แล้วจึงเติมในของเหลวก่อนที่อุณหภูมิ จะสูงถึง 50 °C หรืออาจโรยไปบนผิวของของเหลวขณะที่ยังเย็นแล้วจึงค่อย ๆ ทำให้ร้อนขึ้นช้า ๆ
- สีและกลิ่น จะเติมในส่วนผสมเป็นลำดับสุดท้ายก่อนนำส่วนผสมไปปั่น

3. Pasteurization

มีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้เกิดสภาพเป็นสารละลายช่วยในการผสม โดยสารละลายไขมันและลดความหนืด ปรับปรุงกลิ่นรสในไอศกรีมมิกซ์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ไอศกรีมมิกซ์ให้เพิ่มขึ้นจนถึง 2-3 สัปดาห์ และเพิ่มความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ ซึ่งวิธีพาสเจอร์ไรซ์ ที่เหมาะสมนั้นควรให้ความร้อนถึงอุณหภูมิที่กำหนดอย่างรวดเร็วและคงที่ ณ อุณหภูมินั้นตามเวลาที่ กำหนด แล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5°C (40°F) (Arbuckle, 1986; Marshall และ Arbuckle, 1996) วิธีพื้นฐานสำหรับการพาสเจอร์ไรซ์มีทั้งแบบ batch หรือการใช้อุณหภูมิต่ำเวลานาน (low-temperature long-time: LTLT) และแบบต่อเนื่องซึ่งสามารถทำได้โดยใช้อุณหภูมิและเวลาหลาย ระดับ (Marshall และ Arbuckle, 1996)

4. Homogenization

การโฮโมจีไนซ์ หมายถึง การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า “โฮโมจีไนส์เซอร์ (homogenizer)” หลักการ คือ น้ำมันที่อุ่นให้ร้อนพอเหมาะจะถูกอัดด้วยกระบอกสูบความดันสูงผ่านรู ดิบของลิ้น ซึ่งมีแรงกดประมาณ 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว จะทำให้เม็ดไขมันนมซึ่งปกติมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 4-6 ไมครอน ถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงเหลือไม่เกิน 2 ไมครอน จึงไม่เกิดการ แยกชั้นของครีม ไอศกรีมมีคุณภาพสม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสเรียบเนียนปรับปรุงสมบัติการขึ้นฟู ลดเวลา การบ่มให้สั้นลง ลดโอกาสการเกิด churning ของไขมันขณะอยู่ในถังปั่นไอศกรีมและทำให้ใช้สารให้ ความคงตัวน้อยลง (Arbuckle, 1986) การโฮโมจีไนซ์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของ ไอศกรีมมิกซ์สูงขึ้นจนถึงประมาณ 80°C ความดันที่สามารถใช้กับไอศกรีมมิกซ์ที่มีไขมันนม 10% สำหรับการโฮโมจีไนซ์ 2 ขั้นตอนคือ 2,000 และ 500 psi ตามลำดับ แต่เมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นเป็น 14-18% ความดันที่ใช้ในขั้นแรกควรลดลงเพื่อป้องกันไม่ให้ไอศกรีมมิกซ์หนืดมากเกินไป (Marshall และ Arbuckle, 1996)

ข้อควรคำนึงถึงในกระบวนการโฮโมจิไนซ์เชชัน คือ วัตถุดิบที่มีปริมาณไขมันต่างกันจะใช้วิธีการโฮโมจิไนซ์เชชันต่างกัน ควรที่จะมีการศึกษาถึงผลของความดันที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันนั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันและสารให้ความคงตัว และความดันของการโฮโมจิไนซ์เชชัน โดยที่ไขมันจะมีการแตกตัวเป็นโครงสร้างเครือข่าย 3 มิติ

5. Cooling

ทำส่วนผสมให้เย็นโดยเร็วจนถึงอุณหภูมิประมาณ 0-5 °C โดยผ่านเข้าเครื่องทำความเย็น

6. Ageing (การบ่ม)

การบ่มส่วนผสม คือ การเก็บส่วนผสมไอศกรีมที่ผ่านการโฮโมจิไนซ์และทำให้เย็น (cooling) แล้วที่อุณหภูมิ 32-40°F โดยปกติส่วนผสมที่ได้จะถูกนำไปบ่มเป็นเวลา 4-24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิไม่เกิน 5°C เพื่อที่จะให้เม็ดไขมันมีการจับตัวกันดีขึ้น และทำให้ส่วนผสมมีความหนืด (viscosity) เพิ่มขึ้น ในระหว่างการบ่มนี้ไขมันจะเริ่มตกผลึก มีการแลกเปลี่ยนระหว่างอนุภาคโปรตีนในนม (casein micelles) ในส่วนผสมที่มีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (milk solid not fat) ในระดับสูงจะใช้เวลาบ่มเพียง 2-3 ชั่วโมง หรืออาจนำเข้า freezer ทันทีหลังจากโฮโมจิไนซ์ก็ได้ สารให้ความคงตัวในปัจจุบันมีการพัฒนาจนสามารถลดระยะเวลาในการบ่มให้เหลือเพียง 30 นาที ซึ่งจะช่วยให้การผลิตไอศกรีมเป็นไปอย่างต่อเนื่องยิ่งขึ้น (นภาศรี, 2526)

การบ่มไอศกรีมจะทำโดยเก็บส่วนผสมที่ได้ ในห้องที่อุณหภูมิ 2-4 °C ซึ่งในระหว่างการบ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงภายในส่วนผสมดังกล่าว คือ

- เม็ดไขมันในส่วนผสมจะกลายเป็นไขมันแข็งเกาะตัวกันดีขึ้น
- เจลาติน ที่ใช้เป็นสารให้ความคงตัว จะอมน้ำและพองตัว
- ความหนืดของส่วนผสมจะสูงขึ้น

เวลาที่ใช้ในการบ่มประมาณ 24 ชั่วโมง แต่การใช้ Stabilizer, emulsifier และส่วนผสมที่มีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยในระดับสูง การบ่มจะใช้เวลาเพียง 2-3 ชั่วโมงเท่านั้น หรือส่งเข้าเครื่องแช่แข็ง เลยหลังจากการโฮโมจิไนซ์ก็ได้

7. Freezer

การทำให้เกิดช่องว่างในไอศกรีม วิธีเดิมจะทำการตีปั่นไปพร้อมๆ กับการให้ความเย็น แต่ปัจจุบันจะมีการตีปั่นก่อนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากขึ้น เทคโนโลยีใหม่ในการตีปั่นได้แก่ การใช้เครื่องตีปั่นความเร็วสูง (High speed aerator) ซึ่งจะช่วยพัฒนาลักษณะเนื้อของไอศกรีมให้มีเนื้อเนียน มีการกระจายตัวของกลิ่นรสที่ดี และมีคุณสมบัติทนต่อการละลาย (freeze-thaw stability) เพื่อ

ทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กอย่างรวดเร็วและช่องว่างอากาศมีขนาดเล็กลง ทำให้ไอศกรีมเกิดลักษณะเป็นครีมเนียนและละเอียดขึ้น freezer ที่ใช้กันอยู่แบ่งได้เป็น 3 ระบบ ดังนี้

1) Tank freezer เป็นเครื่องปั่นไอศกรีมแบบง่ายๆ และนิยมใช้กันในครัวเรือน โดยการใช้ น้ำแข็งผสมเกลือ ให้ความเย็นกับเครื่องปั่น เมื่อนำส่วนผสมของไอศกรีมเข้าไปในถังปั่นแล้ว (ไม่ควรเกิน 1 ใน 3 ของปริมาตรความจุถัง) ให้เติมเข้าไปอีกโดยเปลี่ยนอัตราส่วนจากน้ำแข็งต่อเกลือ 9 : 1 เป็น 8 : 1 เพื่อให้ไอศกรีมแข็งตัวเร็วขึ้น การปั่นแบบนี้จะใช้เวลาประมาณครั้งละ 45-60 นาที

2) Batch freezer เป็นการใช้แอมโมเนีย (Ammonia) หรือ ฟรีออน (Freon) ในการให้ความเย็น ที่อุณหภูมิ 21-23°F (-6 ถึง -9°C) และใช้เวลา 8-12 นาที ในการทำให้ส่วนผสมแข็งตัว จากนั้นก็เปิด เครื่องทำความเย็นหมุนใบพัดดีให้อากาศเข้าไปผสมเพื่อเพิ่มปริมาณของไอศกรีม ไอศกรีมที่ได้จะมี เนื้อค่อนข้างหยาบ ความสำคัญของ Freezer แบบต่างๆ ในการปั่นไอศกรีม และทำให้ไอศกรีมเย็นจัด จนแข็ง หากใช้เวลาสั้นเท่าไรก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อนุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำจะกลายเป็น ผลึกขนาดเล็ก แต่ถ้าใช้เวลานานจะได้ผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ในขณะที่ปั่นและทำให้ไอศกรีมแข็งตัว นั้นเป็นขั้นตอนที่ให้อากาศเข้าไปผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วย การปั่นจะสิ้นสุดลงเมื่อไอศกรีมมีความข้น เหนียว หรือไอศกรีมฟู (เพิ่มปริมาตร) พอเพียงแล้ว การเพิ่มปริมาตรของไอศกรีมหรือการทำให้ ไอศกรีมฟูโดยการพ่นอากาศเข้าไปเป็นไอศกรีม เรียกว่า Overrun

3) Continuous freezer หลักการเหมือนกับแบบแรก แตต่างกันที่ส่วนผสมและอากาศจะถูกปั๊ม ผ่านเข้าไปใน freezer พร้อมกันภายใต้การควบคุมอัตราส่วนอย่างเหมาะสม วิธีการนี้สามารถควบคุม overrun ของไอศกรีมได้ดีกว่าวิธีแรก อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 16-22°F (-5.6 ถึง -8.9°C) ใช้เวลา ประมาณ 25 วินาที ไอศกรีมที่ได้มีเนื้อแน่นและละเอียด (www.ThaiDairy.com)

8. Filling cups cone bulk ice cream of Filling in mould

การนำไอศกรีมใน Mould หรือใส่ในถ้วยภาชนะตามต้องการ

9. Hardening

หมายถึง การให้ความเย็นทำให้ไอศกรีมแข็งตัว (Hardening) เนื่องจากไอศกรีมที่ออกจากถัง ปั่นจะมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว ไม่สามารถคงรูปร่างได้ การให้ความเย็นควรทำอย่างรวดเร็วเพื่อให้ ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็ก ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน เวลาของการให้ความเย็นประเมินจากเวลาที่ใช้ ในการทำให้อุณหภูมิของไอศกรีม ณ ใจกลางภาชนะบรรจุลดลงเหลือ -18°C (Marshall และ Arbuckle, 1996) โดยนำไอศกรีมที่บรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้วไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -30 ถึง -45°C เพื่อให้ไอศกรีมแข็งตัว การแช่แข็งต้องใช้เวลาสั้นที่สุดเพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ใช้เวลาในการแช่แข็งน้อยเพียงไรก็จะทำให้เนื้อไอศกรีมนุ่มเท่านั้น

10. การเก็บไอศกรีมและการจำหน่าย

ไอศกรีมหลังจากผ่านการแช่แข็งก็สามารถจำหน่ายได้ทันทีหรืออาจเก็บไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ อุณหภูมิของห้องเก็บต้องคงที่ตลอดเวลาในช่วง -18 ถึง -25 °C ควรระมัดระวังในเรื่องการขึ้นลงของอุณหภูมิโดยเฉพาะในร้านค้าซึ่งมักมีการละลายน้ำแข็งออกเป็นระยะๆ ทำให้ไอศกรีมเสื่อมคุณภาพได้ และควรวางเรียงติดๆ กัน ในกรณีที่มีการขนส่งไอศกรีมตามบ้าน ควรขนส่งที่อุณหภูมิ -20 °C ก่อนถึงมือผู้บริโภค

2.5 สารให้ความคงตัวที่ใช้ในการทดลอง

1. โลคัสปินกัม (Locust bean gum)

โลคัสปินกัม (Locust bean gum) เป็นโพลีแซ็กคาไรด์จากเมล็ดของต้นคารอบ (Carob tree) ซึ่งเป็นกาเล็กโทแมนแนน ที่มีโมเลกุลหลักเป็น $\beta(1,4)$ - linked-D-mannose residue และมีสายโซ่แขนงเป็น α -D- galactose unit โดยอัตราส่วนของแมนโนสต่อกาเล็กโทสเป็น 4 : 1 ดังรูปที่ 2.3 โลคัสปินกัมจัดเป็นสารให้ความคงตัวชนิดที่ไม่มีประจุ ทำให้สามารถนำไปใช้ในทุกสภาวะไม่ว่ากรดหรือด่าง โลคัสปินกัมไม่ทำให้เกิดเจล แต่ช่วยเพิ่มความหนืด และสามารถละลายน้ำเย็นได้บางส่วน แต่ถ้ามีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 °C จะสามารถละลายได้ดี ข้อเสียของโลคัสปินกัม คือ ทำให้โปรตีนเกิดการแยกตัว (Destabilise) ทั้งนี้เป็นเพราะโปรตีนและโพลีแซ็กคาไรด์เป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ด้วยกันทั้งคู่ การรวมตัวในสารละลายย่อมเป็นไปได้ยากตามหลักของเทอร์โมไดนามิก โดยเมื่อถึงความเข้มข้นที่จุดๆ หนึ่ง โมเลกุลทั้งสองจะเกิดการแยกกัน โดยสารละลายจะแยกออกเป็น 2 เฟส คือ ส่วนของโปรตีนกับส่วนที่มีโพลีแซ็กคาไรด์เป็นหลักการแยกเป็น 2 เฟสนี้ทำให้ลดการละลายของโปรตีน ขณะเดียวกันทำให้ความหนืดของกาเล็กโทแมนแนนเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นเมื่อใช้กาเล็กโทแมนแนนผสมกับเจลาตินหรือใช้กับอาหารที่มีโปรตีนสูง

โลคัสปินกัมสามารถเกิดพันธะกับน้ำได้มาก จึงให้ความหนืดสูงแต่จะไม่เกิดเจล (Marshall และ Arbuckle, 1996) มีส่วนต่อรูปร่างและสมบัติการละลายที่ดี ให้ความทนทานต่อ head shock (Olsen, 1993) นอกจากนี้มีสมบัติขัดขวางการขึ้นฟู และมีแนวโน้มทำให้เกิดเคิร์ด (curd) ของโปรตีนนม จึงอาจส่งเสริมการเกิด syneresis เมื่อไอศกรีมละลาย ดังนั้นจึงนิยมใช้ร่วมกับคาราจีแนน ปริมาณการใช้อยู่ในช่วง 0.1-0.3% ของน้ำหนักมิกซ์ (Arbuckle, 1986)

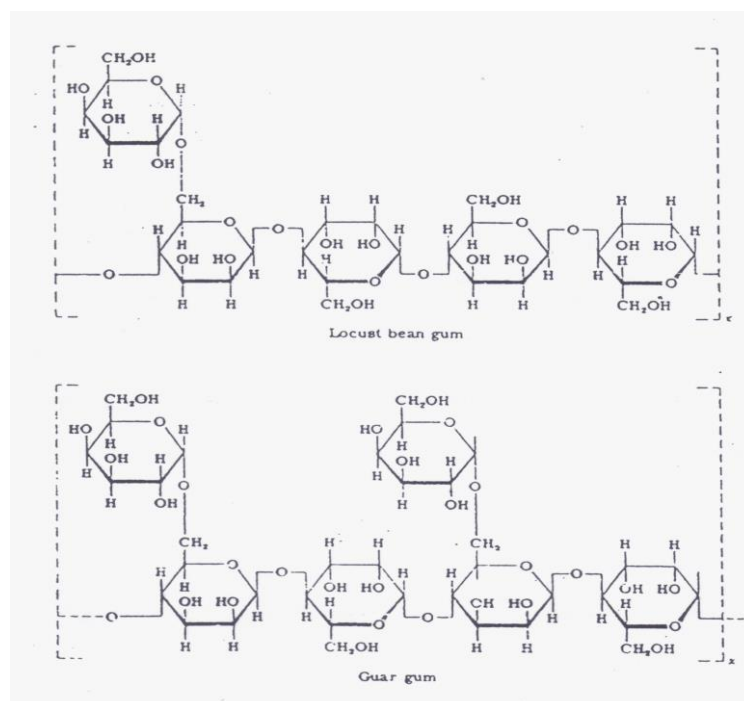
2. กัวร์กัม (Guar gum)

กัวร์กัม (Guar gum) เป็นกาเล็กโทแมนแนนเช่นเดียวกับโลคัสปินกัม สกัดได้จากเมล็ดพืช *Cyamopsis tetragonolobus* ซึ่งปลูกในประเทศปากีสถานและทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย เป็นพืชตระกูลที่ให้ฝักยาว ลำต้นสูงประมาณ 1 เมตร ฝักมีสีเขียวเมล็ดประกอบด้วย ส่วนเปลือก 14 – 17% เจริ่ม 43 – 47% และเอนโดสเปิร์ม 35 – 42% การผลิตกัวร์กัมทำโดยแยกส่วนเอนโดสเปิร์มออกจากเปลือกและเจริญ โมเลกุลของกัวร์กัมแตกต่างจากโลคัสปินกัม คือ อัตราส่วนของแมนโนสต่อกา

แล็กโทสเป็น 2 : 1 ดังรูปที่ 2.3 กัวร์กัมมีชื่อทางการค้าต่างๆ เช่น Jaguar, Supercol และ Guartec เป็นต้น องค์ประกอบต่างๆ (อดิศักดิ์, 2540) ของกัวร์กัมมีดังต่อไปนี้

กาแล็กโทแมนแนน	78 – 82 %
ความชื้น	10 – 13 %
โปรตีน	4 – 5 %
เส้นใย	1.5 – 2.0 %
ไขมัน	0.5 – 0.75 %
เหล็ก	เพียงเล็กน้อย
โลหะหนัก	0

กัวร์กัมมีส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) มาก สามารถละลายน้ำได้เป็นอย่างดีที่อุณหภูมิ 25 °C แต่การละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์และมีความหนืดสูงสุด ต้องใช้เวลานานถึง 120 นาที การใช้เครื่องผสมชนิดแรงเฉือนสูง ใช้ผงชนิดละเอียด หรือใช้อุณหภูมิสูง มีส่วนช่วยทำให้ละลายน้ำได้ดีขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 80 °C เป็นเวลานานอาจทำให้เกิดการแตกหักของโมเลกุลด้วยความร้อน (thermal degradation) ซึ่งมีผลต่อความหนืดของสารละลาย และอัตราของการละลายจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีตัวถูกละลายอื่นๆ ละลายอยู่ด้วย



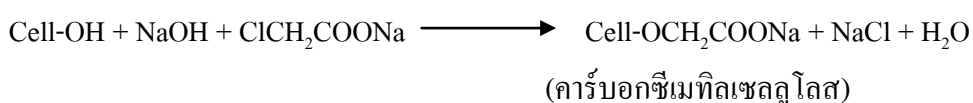
รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของโลคัสบีนกัม และกัวร์กัม

Wittinger และ Smith (1986) ศึกษาการผลิตไอศกรีม 9 สูตร โดยใช้น้ำตาลไซรัปจากข้าวโพด 36 DE และ HFCS และใช้โลคัสบันกัมผสมกับกัวร์กัมในอัตราส่วนดังนี้ 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 พบว่า ไซรัปและ HFCE มีผลต่อความหนืดอย่างมีนัยสำคัญ สารให้ความหวานและสารให้ความคงตัว

ทำปฏิกิริยากัน ทำให้มีผลต่อความหนืดโดยเฉพาะใช้กั้วร้กั้มร่วมกับไซรัปจากข้าวโพดที่ความเข้มข้นสูงมีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความหนืดที่เพิ่มขึ้นมีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพของไอศกรีม

3. โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethylcellulose)

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethylcellulose) เป็นสารที่ผลิตได้จากวัตถุดิบที่มีเซลลูโลส คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเป็นสารให้ความคงตัวที่ต่างจากชนิดอื่นเนื่องจากได้จากระบวนการดัดแปรทางเคมี โมเลกุลของเซลลูโลสก่อนการดัดแปรประกอบด้วยกลูโคสที่ต่อกันด้วยพันธะ 1,4-ไกลโคซิดิก หลังจากเติมด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และทำปฏิกิริยากับกรดโมโนคลอโรอะซิติก (monochloroacetic acid) หรือโซเดียมโมโนคลอโรอะซิเตท (sodium monochloroacetate) เกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่า Williamson etherification ดังสมการ



คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเป็นสารให้ความคงตัวชนิดที่มีประจุ แต่สามารถให้ความคงตัวในสถานะที่มีช่วง pH ที่กว้างกว่าสารให้ความคงตัวที่มีประจุชนิดอื่นๆ คุณสมบัติของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คือ ช่วยเพิ่มความหนืดแต่ไม่เกิดเจลสามารถละลายในน้ำเย็นได้ และสามารถใช้ร่วมกับส่วนผสมอาหารอื่นๆ ได้ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน น้ำตาล แป้งและโพลีเมอร์ชนิดที่ไม่มีประจุ รวมทั้งสามารถเสริมประสิทธิภาพกันได้มีรายงานว่าคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสามารถเสริมประสิทธิภาพกับกั้วร้กั้ม ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นนอกจากนี้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสยังไวต่อการทำปฏิกิริยากับโปรตีน โดยทำปฏิกิริยากับเคซีนหรือโปรตีนถั่วเหลืองได้ เคซีนจะตกตะกอนที่จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ที่ pH ประมาณ 4.5 แต่ถ้ามีคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะจับกันเป็นสารประกอบเชิงซ้อนทำให้สามารถละลายน้ำได้ ดังนั้นจึงใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่มีความเป็นกรดได้

4. สารเมือกจากเมล็ดแมงลัก (mucilage)

แมงลัก (*Ocimum basilicum* Sims. Var. *citratum* Back) เป็นพืชที่ขึ้นในเขตร้อนปลูกทั่วไปในประเทศไทย จัดเป็นพืชล้มลุกแตกกิ่งก้านสาขา ใบเป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้าม รูปไข่ ขอบใบเรียบหรือหยักมนๆ ใบและต้นมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ใบใบมี น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เช่น การบูร, ชิทราล, บอร์นีออล (borneol), แคมเฟน (camphene), ยูจีนอล (eugenol) เป็นต้น (วันดี, 2539) ซึ่งใบใช้ในการปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรส และน้ำมันหอมระเหยจากใบมีฤทธิ์ช่วยขับลม ลดอาการจุกเสียด แน่นท้อง แก้อืดท้อง ท้องเฟ้อ และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด ดอกออกเป็นช่อที่ยอด อาจเป็นช่อเดี่ยวๆ หรือแตกสาขา ดอกย่อยมีขนาดเล็ก สีขาว ผลเป็นผลชนิดแห้งประกอบด้วยผลขนาดเล็กๆ 4 ผลอยู่รวมกัน

ส่วนของผลหรือเมล็ดเมื่อถูกน้ำเชื้อขาวภายนอกจะพองทันที ซึ่งสามารถพองน้ำได้ 45 เท่า ลักษณะการพองตัวจะมีสายเยื่อเมือกยื่นออกเป็นเส้นๆ คล้ายขนของเปลือกเงาะ ลักษณะของเยื่อเมือกเป็นเมือกเหนียวข้น คล้ายวุ้น สีขาวขุ่น สำหรับส่วนประกอบทางเคมีเป็น Polyuronic acid พบในธรรมชาติในรูปเกลือ อาจจะเป็น calcium, potassium, magnesium salt ของ polyuronic acid ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลและกรด uronic acid เชื่อมต่อกันด้วย glycosidic linkage และเป็น branched chain ส่วนของน้ำตาลอาจเป็น Pentose หรือ Hexose หรืออาจมีทั้ง Pentose และ Hexose อยู่ด้วยกัน หรืออาจเป็น D-xylose, D-glucose, D-galactose, D-mannose, L-rhamnose รวมทั้ง oil, polysaccharide และ mucilage (www.thai.net) uronic acid ที่พบมาก คือ Glucuronic acid และ Galacturonic acid

เมล็ดแมงลักที่พองตัว เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะไม่ถูกย่อยหรือถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารหรือลำไส้ จึงกลายเป็นกากอาหารทั้งหมด และสารเมือก (mucilage) ที่หุ้มเมล็ดจัดเป็นสารในกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ประเภทเดียวกับกัม (gum) (ศศิธรและปราณี, 2545)

ศศิธรและปราณี (2545) ได้ศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ผลิตได้ โดยแบ่งออกเป็นผงหยาบ (COG) 150 – 250 μm และผงละเอียด (FOG) <150 μm เทียบกับกัมที่ใช้ทางการค้า ได้แก่ กัวร์กัม (GG) โคลัสบินกัม (LBG) และแซนแทนกัม (XG) พบว่าผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบ COG มีค่าความสว่างและการดูดซับน้ำมันต่ำกว่าแบบ FOG แต่มีความหนืดและการทำให้เกิดอิมัลชันสูงกว่า สารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักมีลักษณะการไหลแบบนิวโตเนียน ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ และแบบซูโดพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นสูงเกินกว่า 0.5% w/v เช่นเดียวกับสารละลาย GG และ XG สำหรับการไหลของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักที่สภาวะต่างๆ โดยพิจารณาจากค่าความหนืดที่เปลี่ยนไป พบว่า มีพฤติกรรมเหมือนกับสารละลายกัวร์กัม กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลและค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด แต่ค่าความหนืดของสารละลายจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ อัตราเฉือน และความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย

2.6 ใบบัวบก

ใบบัวบก (*Centella asiatica* Linn. Urban.) เป็นสมุนไพรพื้นบ้านที่รู้จักกันเป็นอย่างดีเป็นไม้ล้มลุก อายุหลายปี เลื้อยแผ่ แตกกิ่งก้านตามข้อไหลที่แผ่ไปจะงอกใบจากข้อ สูงขึ้น 3-5 ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-5 ซม ขอบใบหยัก ก้านใบยาว ดอกช่อ ออกที่ซอกใบ ขนาดเล็ก 2-3 ดอก กลีบดอกสีม่วง

ในบัวบก มีสารในกลุ่มเทอร์ปีนอยด์ (terpenoids) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกไตรเทอร์ปีน (triterpenes) ซึ่งอยู่ในรูปของกลัยโคไซด์ เช่น เอเชียติโคไซด์ (asiaticoside) บราห์โมไซด์ (brahmoside) บราห์มินโนไซด์ (bramminoside) เป็นต้น และใบบัวบกจะให้สารไกลโคไซด์

(Glycosides) หลายชนิดที่ให้ผลด้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Antioxidation) ซึ่งส่งผลให้การลดความเสื่อมของเซลล์อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารไกลโคไซด์ที่ได้จากใบบัวบกยังส่งผลในการช่วงเร่งการสร้างสารคอลลาเจน (Collagen) ที่เป็นโครงสร้างของผิวจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นให้แผลสมานตัวได้เร็วขึ้น ในด้านคุณค่าทางอาหาร พบว่ามีวิตามินเอสูงมาก ช่วยบำรุงสายตาและมีสารแคลเซียมมาก นอกจากนั้นยังมีวิตามินบี 1 สูงกว่าผักหลายๆชนิด

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของบัวบก พบว่าใช้ในการสมานแผล แก้บิด ด้านไวรัส รักษาโรคเรื้อน ฆ่าแมลง ขับยั้งการอักเสบ กระตุ้นการงอกของผม แก้ปวด คลายกล้ามเนื้อเรียบ มีฤทธิ์ต่อประสาทช่วยเพิ่มความจำ ด้านมะเร็งและรักษาแผลในกระเพาะอาหาร และผงบัวบกแห้งทำให้เกิดอาการแพ้และอักเสบ เมื่อสัมผัสผิวหนัง นอกจากนั้นน้ำคั้นจากบัวบกที่พบสารต่างๆยังเป็นพิษต่อเซลล์ และการก่อกลายพันธุ์ ถึงแม้ว่าจะไม่มีรายงานในการใช้กับสัตว์ทดลองที่ให้ในปริมาณสูงก็ตามและการใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานๆควรต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมาด้วย ใบบัวบกแก้หยาใน ทำให้หายฟกช้ำได้ดี แก้อ่อนในกระหายน้ำ ลดอาการปวดศีรษะข้างเดียว บำรุงสมองบำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลีย เมื่อถ้าได้ดี แก้อ่อนความดันโลหิตสูง ถ้าดื่มทุกวันเพียง 1 สัปดาห์ ความดันโลหิตที่สูงจะลดลง นอกจากนั้นยังมีฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็ง ลดการอักเสบและรักษาแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ช่วยการไหลเวียนของโลหิต ทำให้เลือดแข็งตัวเร็ว ช่วยขับปัสสาวะ

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์ และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

เมล็ดแมงลัก ตราไร้ทิพย์ ผลิตโดยบริษัทไร้ัญญะ จำกัด

นมสดพาสเจอร์ไรซ์ ตราโฟร์โมสต์ ผลิตโดยบริษัทโฟร์โมสต์อาหารนม จำกัด

หางนมผง

น้ำตาลทราย ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

กัวร์กัม (Guar gum) food grade

โลคัสบีนิกัม (Locust bean gum) food grade

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethylcellulose) food grade

เกลือ ตราปรงทิพย์ ผลิตโดย บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด

วิปปิ้งครีม

3.1.2 อุปกรณ์และครุภัณฑ์

เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Metter รุ่น AE – 200

เทอร์โมมิเตอร์

เครื่องตีปั่น (Blender) ยี่ห้อ Moulinex รุ่น R68

เครื่องปั่นไอศกรีม โครงการศึกษาภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
สยาม (วิชิตและคณะ, 2534)

ตู้เย็น 45 ลิตร ผลิตโดย Chaophaya

ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น UM 30D Memmert

อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) Memmert

ตู้แช่แข็ง (Freezer) ยี่ห้อ Sharp รุ่น FC-19

เครื่อง Protein Analyzer ประกอบด้วย

เครื่อง Buchi Digestion Unit K – 424

เครื่อง Buchi Distillation Unit K – 314

เตาเผา (Muffle furnace) รุ่น M – 525 SII

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyser) รุ่น TA – XT2

เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer รุ่น LVT

เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Metter รุ่น AE – 200

รีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer) รุ่น ATAGO 1T

กรวยแยก (Separating funnel) ขนาด 250 ml ยี่ห้อ Witeg

ถ้วยกระเบื้อง (Crucible) ยี่ห้อ Pyrex

กระดาษกรองชนิด Ashless ยี่ห้อ Whatman No.1

Moisture can

โถดูดความชื้น (Desiccator)

ตะแกรงลวดขนาด 272 ช่อง/ตารางนิ้ว

บีกเกอร์ขนาด 50, 100, 250 และ 500 ml ยี่ห้อ Pyrex

Volumetric flask ขนาด 500 และ 1000 ml ยี่ห้อ Herka

ปิเปต (Pipette) ขนาด 1, 5, 10 และ 25 ml

บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml ยี่ห้อ Witeg

กระบอกตวง (Cylinders) ขนาด 10, 25 ml ยี่ห้อ Witeg

จานเพาะเชื้อ (Plate)

กรวยกรอง

แท่งแก้ว

อุปกรณ์การชิม

3.1.3 สารเคมีในการตรวจสอบคุณภาพของไอศกรีม

1) Sulfuric acid (conc.H ₂ SO ₄)	ผลิตโดย J.T. Bakeer, America
2) Boric acid (H ₃ BO ₃)	ผลิตโดย E.Merck, Germany
3) Sodium hydroxide (NaOH)	ผลิตโดย Carlo Erba Reagent, America
4) Hydrochloric acid (HCl)	ผลิตโดย Carlo Erba Reagent, America
5) Ammonium hydroxide (NH ₄ OH)	ผลิตโดย J.T. Bakeer, America
6) 95% Ethyl alcohol	ผลิตโดยโรงกลั่นอยุธยา
7) Diethyl ether	ผลิตโดย J.T. Bakeer, America
8) Petroleum Ether	ผลิตโดย Mallinck rodth Analytical Reagent Univar Reagent, Australia
9) Plate count agar	ผลิตโดย HiMedia Laboratories, India
10) Eosin methylene blue agar	ผลิตโดย HiMedia Laboratories, India

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 การเตรียมน้ำใบบวบ

1. นำใบบวบมาล้างให้สะอาด
2. นำใบบวบที่ล้างมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วชั่งน้ำหนัก 150 กรัม
3. นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นพร้อมน้ำดื่มสุกปริมาตร 600 มิลลิลิตร จนใบบวบละเอียด
4. กรองด้วยผ้าขาวบาง
5. บรรจุใส่ขวด และเก็บไว้ในตู้เย็นที่ 4°C เพื่อใช้ในการผลิตไอศกรีม

3.2.2 การผลิตไอศกรีมรสใบบวบสูตรมาตรฐาน

ทำการผลิตไอศกรีมใบบวบ โดยมีการแปรปริมาณส่วนผสมต่างๆ ดังตารางที่ 3.1 โดยมีวิธีการผลิตไอศกรีมดังนี้

1. ชั่งหรือตวงส่วนผสมตามสูตร นำส่วนผสมที่เป็นของแข็งผสมกัน แล้วเทลงในส่วนผสมที่เป็นของเหลว คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
2. เทใส่เครื่องตีปั่น ปั่นนานประมาณ 3 นาที
3. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 30 นาที
4. ทำให้เย็นลงทันที บ่มในตู้เย็นที่ 4 °C ประมาณ 12 ชั่วโมง
5. นำไปปั่นให้เป็นไอศกรีมใช้เวลาปั่นนาน 15 นาที เมื่อแข็งตัวบรรจุลงกล่องพลาสติก แช่ในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -18 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปทดสอบคุณภาพ

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของไอศกรีมใบบวบสูตรต่างๆ

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำใบบวบ	500	600	600
น้ำ	2194.04	1094.04	1094.04
นมพาสเจอร์ไรซ์	-	1000	1000
น้ำตาลทราย	300	300	450
หางนมผง	60	60	60
วิปปิ้งครีม	86.96	86.96	86.96
กัวร์กัม	9	9	3
กรดซิตริก	-	3	-
น้ำมะนาว	-	1.5	-

การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

1. การวัดความหนืด (ดัดแปลงจาก Goff และคณะ, 1990)

วัดความหนืดของตัวอย่างไอศกรีมมิกซ์ในขั้นตอนหลังจากการบ่มและก่อนขึ้นตอนปั่นให้แข็งตัว โดยใช้ไอศกรีมมิกซ์อุณหภูมิ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ จำนวน 400 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2. การวัดค่าโอเวอร์รัน (Overrun) (ดัดแปลงจากวรรณและวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

ชั่งน้ำหนักไอศกรีมมิกซ์ที่บรรจุเต็มในถ้วยพลาสติก ชั่งก่อนปั่นให้เป็นไอศกรีมและเมื่อปั่นให้แข็งตัวแล้วตักใส่ไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกใบเดิมชั่งน้ำหนักอีกครั้งคำนวณค่าร้อยละโอเวอร์รันได้ดังนี้

$$\text{ค่าร้อยละโอเวอร์รัน} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมมิกซ์} - \text{น้ำหนักไอศกรีม}}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}} \times 100$$

3. การวัดอัตราการละลาย (ดัดแปลงจาก Geilman และ Schmidt, 1992)

นำตัวอย่างไอศกรีมที่บรรจุถ้วยพลาสติกหลังผ่านการแช่เยือกแข็ง 24 ชั่วโมง นำมาปล่อยให้ละลายบนตะแกรงลวดที่มีขนาด 272 ช่อง/ตารางนิ้ว วางลงบนกรวยที่รองรับด้วยบีกเกอร์ เริ่มจับเวลาการละลายเมื่อวัดอุณหภูมิตัวอย่างได้ -15 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักของเหลวที่ละลายออกมาทุกๆ 10 นาที นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักของของเหลวที่ได้ต่อระยะเวลาที่ผ่านไป (นาที) ทดลองที่อุณหภูมิ $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4. การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมด

การวัดปริมาณของแข็งนั้นทำในขั้นตอนก่อนการนำไอศกรีมมิกซ์ไปบ่ม ทำการวัดโดยเครื่อง Refractometer ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยการนำไอศกรีมใบบัวบกที่ผลิตได้ มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีและลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และใช้แบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test

3.2.3 การเตรียมมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลักในรูปผงแห้ง และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ดัดแปลงจากศศิธรและปราณี, 2545)

ร่อนเมล็ดแมงลักผ่านตะแกรง เพื่อแยกฝุ่นและสิ่งสกปรก แช่เมล็ดแมงลักในน้ำสะอาด ในอัตราส่วน 1:30 ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองแยกน้ำส่วนเกินออก และนำไปปั่นด้วย

เครื่องปั่นผสมที่ความเร็วต่ำ นาน 1 นาที บีบแยกมิวซิเลด้วยผ้าขาวบาง และเทมิวซิเลที่ได้ใส่ถาดอะลูมิเนียม รองด้วยพลาสติก ขนาด $30 \times 30 \text{ cm}^2$ หนาประมาณ 0.5 cm นำไปอบใน ตู้อบลมร้อนที่ 55°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้เป็นผงและร่อนผ่านตะแกรง และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมันและเส้นใย) ของผงมิวซิเลจากเมล็ดแมงลัก ตามวิธีของ AOAC (1984,1990) และคำนวณหาร้อยละของผลผลิต (%yield)

3.2.4 การผลิตไอศกรีมใบบัวบกสูตรมาตรฐานที่ใช้สารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ และมิวซิเลจากเมล็ดแมงลัก

ซึ่งหรือตวงส่วนผสมตามสูตรมาตรฐานที่มีการแปรปริมาณสารให้ความคงตัว 4 ชนิด คือ โคลด์สปีนนิ่ง กัวร์กัม โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและมิวซิเลจากเมล็ดแมงลักเป็น 3 ระดับ คือ ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3% ดังแสดงในตารางที่ 3.2 แล้วนำส่วนผสมที่เป็นของแข็งผสมกัน แล้วเทลงในส่วนผสมที่เป็นของเหลว คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เทใส่เครื่องตีปั่น ปั่นนานประมาณ 3 นาทีให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นลงทันที บ่มในตู้เย็นที่ 4°C ประมาณ 12 ชั่วโมง นำไปปั่นให้เป็นไอศกรีมใช้เวลาปั่นนาน 15 นาที เมื่อแข็งตัวบรรจุลงกล่องพลาสติก แช่ในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของไอศกรีมใบบัวบกสูตรมาตรฐาน ที่มีการแปรปริมาณสารให้ความคงตัว 3 ระดับ

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)		
	ความเข้มข้น 0.1%	ความเข้มข้น 0.2%	ความเข้มข้น 0.3%
น้ำใบบัวบก	600	600	600
น้ำ	1094.04	1094.04	1094.04
นมพาสเจอร์ไรซ์	1000	1000	1000
น้ำตาลทราย	450	450	450
หางนมผง	60	60	60
วิปปิ้งครีม	86.96	86.96	86.96
กัมชนิดต่างๆ/มิวซิเลจากเมล็ดแมงลัก	3	6	9

การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมใบบัวบก โดยนำไอศกรีมใบบัวบกที่ผลิตได้แต่ละสูตรมาตรวจสอบลักษณะทางกายภาพดังนี้

1. การวัดความหนืด (ดัดแปลงจาก Goff และคณะ, 1994)

วัดความหนืดของตัวอย่างไอศกรีมมิกซ์ในขั้นตอนหลังจากการบ่มและก่อนขึ้นตอนปั่นให้แข็งตัว โดยใส่ไอศกรีมมิกซ์อุณหภูมิ $5 \pm 1^\circ\text{C}$ จำนวน 400 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2. การวัดค่าโอเวอร์รัน (Overrun) (ดัดแปลงจากวรรณและวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

ซึ่งน้ำหนักไอศกรีมมิกซ์ที่บรรจุเต็มในถ้วยพลาสติก ซึ่งก่อนปั่นให้เป็นไอศกรีมและเมื่อปั่นให้แข็งตัวแล้วตักใส่ไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกใบเดิมซึ่งน้ำหนักอีกครั้ง คำนวณค่าโอเวอร์รันได้ดังนี้

$$\text{ค่าร้อยละโอเวอร์รัน} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมมิกซ์} - \text{น้ำหนักไอศกรีม}}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}} \times 100$$

3. การวัดอัตราการละลาย (ดัดแปลงจาก Geilman และ Schmidt, 1992)

นำตัวอย่างไอศกรีมที่บรรจุด้วยพลาสติกหลังผ่านการแช่เยือกแข็ง 24 ชั่วโมง นำมาปล่อยให้ละลายบนตะแกรงลวดที่มีขนาด 272 ช่อง/ตารางนิ้ว วางลงบนกรวยที่รองรับด้วยบีกเกอร์ เริ่มจับเวลาการละลายเมื่อวัดอุณหภูมิตัวอย่างได้ -15°C ซึ่งน้ำหนักของเหลวที่ละลายออกมาทุกๆ 10 นาที นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักของของเหลวที่ได้ต่อระยะเวลาที่ผ่านไป (นาที) ทดลองที่อุณหภูมิ $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4. การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมด

การวัดปริมาณของแข็งนั้นทำในขั้นตอนก่อนการนำไอศกรีมมิกซ์ไปบ่ม ทำการวัดโดยเครื่อง Refractometer ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมใบบัวบก

โดยการนำไอศกรีมใบบัวบกที่ผลิตได้ มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณาแบบ QDA และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีและลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และใช้แบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมใบบัวบก

โดยนำไอศกรีมใบบัวบกที่ผลิตได้ มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมันและเส้นใย) ตามวิธีของ AOAC (2000) หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธี Calculation by difference และหาปริมาณพลังงานทั้งหมด โดยวิธี Calories conversion factor ของ Atwater ในการคำนวณสูตร

การตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ของไอศกรีมใบบัวบก

โดยนำไอศกรีมใบบัวบกที่ผลิตได้ มาตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อ 1 กรัมของไอศกรีม โดยวิธี Standard plate count (SPC) และตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม coliform ต่อ 1 กรัมของไอศกรีม โดยวิธี Coliform count (ดัดแปลงจาก Wilkie, 1998)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยการนำไอศกรีมใบบัวบกที่ผลิตได้ มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีและลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และใช้แบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การเตรียมน้ำใบบวบ

จากการทำน้ำใบบวบจะได้น้ำใบบวบสีเขียวเข้ม ดังรูปที่ 4.1 โดยอัตราส่วนระหว่างใบบวบกับน้ำ เท่ากับ 1:4 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 น้ำใบบวบ

4.2 การผลิตไอศกรีมใบบวบสูตรมาตรฐาน

การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาสูตรมาตรฐานไอศกรีมใบบวบโดยใช้กั๊วรักัม 0.1 และ 0.3% เป็นสารให้ความคงตัวโดยการแปรปริมาณของน้ำใบบวบ น้ำ นมพาสเจอร์ไรซ์ น้ำมะนาว กรดซิตริก และน้ำตาล โดยให้ส่วนผสมต่างๆ คงที่ (แสดงในตารางที่ 3.1) ซึ่งจะใช้น้ำใบบวบเป็นส่วนประกอบในไอศกรีมที่มีอัตราส่วนของใบบวบต่อน้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 4 ตามลำดับ จากนั้นนำไอศกรีมใบบวบที่ผลิตได้มาทดสอบทางกายภาพ (%โอเวอร์รัน ความหนืด อัตราการละลาย และ %Brix) และการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

1) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดลอง พบว่า ไอศกรีมสูตรที่ 3 มีระดับคะแนนสูงสุดในด้านลักษณะเนื้อ, สี, กลิ่นรส, เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม ส่วนการละลายในปาก ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมใบบัวบกสูตรมาตรฐาน

ลักษณะคุณภาพ	ระดับคะแนน		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะเนื้อ	5.47±0.85 ^b	5.97±0.72 ^{ab}	6.50±0.72 ^a
สี	5.33±0.75 ^b	6.30±0.78 ^a	6.57±0.62 ^a
กลิ่นรส	6.03±0.55 ^b	5.27±0.57 ^c	6.80±0.70 ^a
เนื้อสัมผัส	5.33±0.72 ^b	5.67±0.65 ^b	6.50±0.72 ^a
การละลายในปาก ^{ns}	5.80±0.65	5.73±0.63	6.10±0.70
ความชอบโดยรวม	5.47±0.85 ^b	5.50±0.72 ^b	6.77±0.72 ^a

a,b ที่กำกับตัวเลขในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

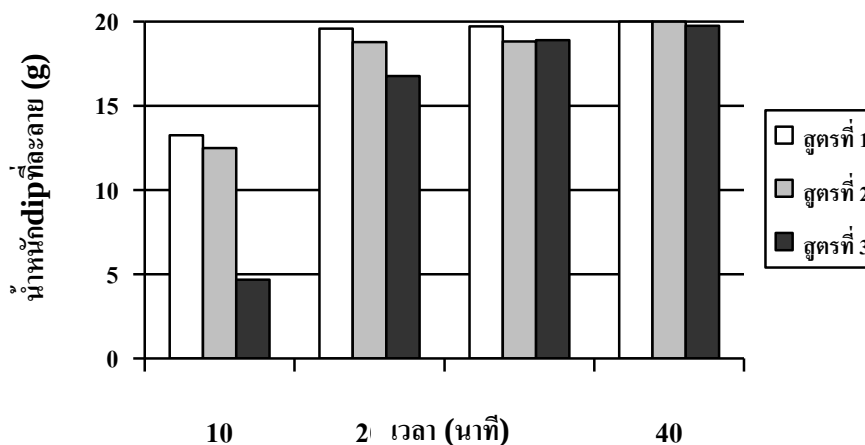
ns ที่กำกับตัวเลขในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) การตรวจสอบทางกายภาพของไอศกรีมใบบัวบก

ในการตรวจสอบด้านกายภาพของไอศกรีมใบบัวบกที่มีการแปรปรวนของส่วนผสมในแต่ละสูตร พบว่าไอศกรีมสูตรที่ 2 มีค่าความหนืดสูงที่สุด คือ 900 cP รองลงมา คือ สูตรที่ 1 เท่ากับ 800 cP และ สูตรที่ 3 เท่ากับ 450 cP ส่วน%โอเวอร์รันและค่าของแข็งที่ละลายได้ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 และนำมาวัดอัตราการละลายของไอศกรีมใบบัวบก พบว่าไอศกรีมสูตรที่ 1 มีอัตราการละลายสูงที่สุด และไอศกรีมสูตรที่ 3 มีอัตราการละลายที่ต่ำที่สุด ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมใบบัวบกสูตรมาตรฐานทั้ง 3 สูตร

ลักษณะทางกายภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
% โอเวอร์รัน	25.18	26.93	25.65
ความหนืด (cP)	800	900	450
Total Soluble Solid (°Brix)	17	18	18



รูปที่ 4.2 อัตราการละลายของไอศกรีมใบบวบทั้ง 3 สูตร

1.6.3 การเตรียมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักในรูปผงแห้ง และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ดัดแปลงจากศศิธรและปราณี, 2545)

จากการสกัดมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก โดยดัดแปลงวิธีการจากศศิธรและปราณี (2545) จะได้ผงมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก ที่มีลักษณะสีขาวนวลหรือออกสีคล้ำ เป็นเกล็ดบางๆ พุ้งกระจายง่าย ดูดความชื้นได้ดี ดังรูปที่ 4.3 และจากการผลิตมิวซิเลจ พบว่า ได้ร้อยละการผลิตเท่ากับ 19.25 และเมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมิวซิเลจ พบว่ามีความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, เส้นใยและคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 11.29, 1.75, 0.67, 4.70, 81.04 และ 0.55 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ลักษณะของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	11.29±0.44
โปรตีน	1.75±0.00
ไขมัน	0.67±0.10
เถ้า	4.70±0.48
เส้นใย	81.04±0.63
คาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณ)	0.55

Mean ± standard deviation (SD)

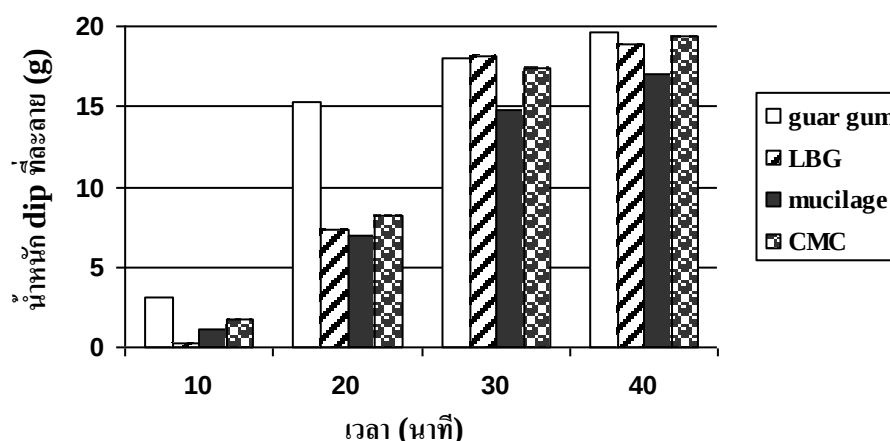
1.6.4 การผลิตไอศกรีมใบบัวบกสูตรมาตรฐานที่ใช้สารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ และมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก

การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมใบบัวบก

จากการตรวจสอบทางกายภาพไอศกรีมใบบัวบกที่มีการใช้สารให้ความคงตัว 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w) พบว่า กัวร์กัมมี %โอเวอร์รันที่ดีที่สุด เท่ากับ 50.24 รองลงมา คือ โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เท่ากับ 30.12 โลคัสปีนกัม เท่ากับ 29.24 และน้อยที่สุด คือ มิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก เท่ากับ 7.41 ความหนืดและค่าของแข็งที่ละลายได้ มิวซีเลจจากเมล็ดแมงลักให้ความหนืดของกัวร์กัม, โลคัสปีนกัม, โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ มิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก เท่ากับ 900, 200, 700 และ 1050 cP ตามลำดับ และมีค่าของแข็งที่ละลายได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.4 แล้วนำมาวัดอัตราการละลายของไอศกรีมรสใบบัวบก พบว่า มิวซีเลจจากเมล็ดแมงลักสามารถต้านทานการละลายได้ดีที่สุด ซึ่งมีผลทำให้ไอศกรีมละลายได้ช้าลง ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมใบบัวบกที่มีการเปรียบเทียบสารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด 0.3% (w/w)

ลักษณะทางกายภาพ	ชนิดของสารให้ความคงตัว			
	guar gum	LBG	CMC	Dried mucilage
% โอเวอร์รัน	50.24	29.24	30.12	7.41
ความหนืด (cP)	900	200	700	1050
Total Soluble Solid (°Brix)	19	20	20	22



รูปที่ 4.4 อัตราการละลายของไอศกรีมใบบัวบกทั้ง 4 สูตรที่ใช้สารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมใบบัวบก

จากการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมใบบัวบก ที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w) เพื่อหาสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีม จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัส พบว่า ไอศกรีมทั้ง 4 ที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างกันมีคะแนนในด้านผลึกน้ำแข็งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ใช้กัวร์กัม โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ โคลัสปีนกัม ไม่มีความแตกต่างกัน แต่สูตรที่ใช้กัวร์กัมและ โคลัสปีนกัมแตกต่างจากสูตรที่ใช้มิวซิลเลจ จากเมล็ดแมงลักอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนด้านความหนืด การละลาย และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัว 4 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w)

ลักษณะคุณภาพ	ระดับคะแนน			
	guar gum	LBG	CMC	Dried mucilage
ความหนืด ^{ns}	3.40±1.57	3.60±1.19	3.35±0.81	3.20±1.00
การละลาย ^{ns}	3.30±0.97	2.80±1.05	3.25±0.78	3.55±0.88
ผลึกน้ำแข็ง	4.05±1.09 ^a	4.05±0.75 ^a	3.10±1.16 ^{ab}	2.85±1.18 ^b
ความชอบโดยรวม ^{ns}	2.90±1.41	3.60±0.88	3.05±0.94	2.75±1.16

a,b ที่กำกับตัวเลขในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ที่กำกับตัวเลขในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมใบบัวบก

เมื่อนำไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w) มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีปริมาณไขมัน โปรตีน ความชื้นและเถ้าไม่ต่างแตกต่างกัน ยกเว้น

ปริมาณเส้นใย พบว่าไอศกรีมที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว มีเส้นใยสูงกว่าสูตรอื่นๆ แสดงผลในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w)

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ชนิดของสารให้ความคงตัว			
	guar gum	LBG	CMC	Dried mucilage
ไขมัน	2.35 ± 0.05	2.47 ± 0.05	2.43 ± 0.05	2.63 ± 0.05
โปรตีน	1.73 ± 0.01	1.73 ± 0.01	1.73 ± 0.01	1.73 ± 0.01
เส้นใย	2.45 ± 0.02	2.41 ± 0.01	2.41 ± 0.01	4.70 ± 0.01
เถ้า	0.37 ± 0.05	0.27 ± 0.05	0.33 ± 0.05	0.63 ± 0.05
ความชื้น	72.66 ± 0.13	71.40 ± 0.25	73.77 ± 0.09	75.42 ± 0.10
คาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณ)	20.44	21.72	19.33	14.89

Mean ± standard deviation (SD)

การตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ของไอศกรีมใบบัวบก

เมื่อนำไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัว 4 ชนิด ได้แก่ กัวร์กัม โคลด์สปีนกัม โซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลส และมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w) มาตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดโดย Standard Plate Count (SPC) พบว่า มีปริมาณเท่ากับ 213, 227, 206 และ 720 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และไม่พบการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliform ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มของไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w)

การตรวจสอบจุลินทรีย์ (colony/g)	สูตรไอศกรีม				ICMSF (colony/g)
	guar gum	LBG	CMC	Dried mucilage	
Standard Plate Count	213	227	206	720	ไม่เกิน 2.5×10^5
Coliform Count	0	0	0	0	ไม่เกิน 10^3

บทที่ 5

สรุป วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 การเตรียมน้ำใบบวบ

ในการทดลองเตรียมน้ำใบบวบเพื่อนำไปผลิตไอศกรีมรสใบบวบ พบว่า การทำน้ำใบบวบจะให้น้ำเขียวสีเข้ม จะต้องใช้ใบบวบสดมาปั่นแล้วคั้นเอาน้ำ โดยสูตรที่นำไปใส่ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม คือ ใช้น้ำใบบวบในอัตราส่วนใบบวบต่อน้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 4 เมื่อนำไปผลิตไอศกรีมทำให้ได้ไอศกรีมสีเขียวย่อย และมิกซ์ของใบบวบไม่แรงเกินไป

5.2 การผลิตไอศกรีมใบบวบสูตรมาตรฐาน

จากการทดลองศึกษาถึงปริมาณของส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมใบบวบ โดยได้ทำการผลิตไอศกรีมทั้งหมด 3 สูตร โดยทำการแปรปริมาณน้ำใบบวบ น้ำ นมพาสเจอร์ไรซ์ น้ำตาลทราย และกัวร์กัม ซึ่งมีผลต่อปริมาณ ไขมันและลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์ แล้วนำไอศกรีมที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ 3 มีระดับคะแนนสูงสุดในทุกๆ ด้านและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะเนื้อ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส การละลายในปาก และความชอบโดยรวม โดยไอศกรีมสูตรที่ 1 และ 2 มีรสชาติที่จืดและรสเปรี้ยว ตามลำดับ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งไอศกรีมสูตรที่ 3 ให้กลิ่นรสที่ดีกว่าและมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม เนียนดีกว่า 2 สูตรอื่นๆ

จากผลการทดลองการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ พบว่า ไอศกรีมใบบวบในแต่ละสูตร มีค่า %โอเวอร์รัน เท่ากับ 25.18, 26.93 และ 25.65% ตามลำดับ มีค่าความหนืด (cP) เท่ากับ 800, 900 และ 450 ตามลำดับ และปริมาณของแข็งที่ละลาย (°Brix) เท่ากับ 17, 18 และ 18 ตามลำดับ และเมื่อนำมาหาค่าอัตราการละลาย พบว่าสูตรที่ 1 ละลายเร็วที่สุด ส่วนสูตรที่ 3 มีอัตราการละลายช้าที่สุด ส่วนค่าของแข็งที่ละลายได้แตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจาก ส่วนประกอบที่มีอยู่ในนมซึ่งในนมจะมีส่วนที่เป็นของแข็งที่ละลายอยู่ เช่น พวกโปรตีนแลคโตส และไขมัน เป็นต้น (วรรณและวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

5.3 การเตรียมนิวซีเลจจากเมล็ดแมงลักในรูปผงแห้ง และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ดัดแปลงจากศศิธรและปราณี, 2545)

ในการทดลองการสกัดนิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก ลักษณะของนิวซีเลจที่ได้นั้นมีสีคล้ำ เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิในการอบ ซึ่งจากการทดลองใช้อุณหภูมิเท่ากับ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีคล้ำ เนื่องจากสภาวะการสูญเสียของโพลีแซ็กคาไรด์ในนิวซีเลจ จากเมล็ดแมงลัก จึงทำให้สีของนิวซีเลจที่ได้มีสีคล้ำ (ศศิธรและปราณี, 2545) จากการผลิตพบว่า นิวซีเลจที่ได้มีร้อยละการผลิตเท่ากับ 19.25 จากเมล็ด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับร้อยละการผลิต

ของปลั้มจิตต์และคณะ (2526) ซึ่งได้เท่ากับร้อยละ 21 จากเมล็ด ในการแยกสารเมือกออกจากเมล็ดให้ได้หมดนั้นเป็นการทำได้ยาก เพราะส่วนสำคัญของเปลือกเมล็ดแมงลักถูกปั่นเป็นชิ้นเล็กๆ และเมื่อบีบแยกเมือกออกจึงรอดผ่านผ้ากรองและติดมากับส่วนเมือกที่ได้ ทำให้สารเมือกที่ได้มีเศษของเปลือกหุ้มเมล็ดติดมาด้วยทำให้มีสีเข้มมากขึ้น และจากการทดลองพบว่ามิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก มีปริมาณของโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้นและเส้นใย เท่ากับ ร้อยละ 1.75, 0.67, 4.70, 11.29 และ 81.04 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักที่ได้มีองค์ประกอบหลัก คือ เส้นใย ซึ่งสูงถึงร้อยละ 81.04

5.4 การผลิตไอศกรีมใบบัวบกสูตรมาตรฐานที่ใช้สารให้ความคงตัวชนิดต่างๆ และมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก

การศึกษาการเปรียบเทียบของสารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิดในการผลิตไอศกรีมใบบัวบกโดยใช้สูตรที่ 3 เป็นสูตรมาตรฐาน โดยใช้ปริมาณ 0.3% (w/w) และนำไอศกรีมที่ผลิตได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสและคุณลักษณะทางกายภาพ

จากผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ พบว่า ไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด โดยใช้ความเข้มข้น 0.3% (w/w) มีค่า %โอเวอร์รัน เท่ากับ 50.24, 29.24, 30.12 และ 7.41 ตามลำดับ มีค่าความหนืด (cP) เท่ากับ 900, 200, 700 และ 1050 cP ตามลำดับ และปริมาณของแข็งที่ละลาย ($^{\circ}$ Brix) เท่ากับ 19, 20, 20 และ 22 ตามลำดับ

จากการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมใบบัวบก ที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w) พบว่า ไอศกรีมทั้ง 4 สูตรที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างกันมีคะแนนในด้านผลึกน้ำแข็งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสูตรที่ใช้กัวร์กัม โคล์สปีนกัม และโซเดียมคาร์บอเนตเมทิลเซลลูโลส ไม่มีความแตกต่างกัน แต่สูตรที่ใช้กัวร์กัม และโคล์สปีนกัม แตกต่างจากสูตรที่ใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนด้านความหนืด การละลาย และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 7 ส่วนการเกิดผลึกน้ำแข็ง ที่กัวร์กัมและโคล์สปีนกัม มีคะแนนสูงกว่ากัมชนิดอื่นๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Budiaman และ Fennema, (1987) ที่พบว่าโคล์สปีนกัมและกัวร์กัมสามารถชะลอการเกิดผลึกน้ำแข็งที่มีประสิทธิภาพสูงกว่ากัมชนิดอื่นๆ

เมื่อนำไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w) มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีปริมาณไขมัน โปรตีน ความชื้นและเถ้าไม่ต่างกัน ยกเว้นปริมาณเส้นใย พบว่าไอศกรีมที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวมีเส้นใยสูงกว่าสูตรอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาในองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมทั้ง 4 สูตรนี้ จะเห็นได้ว่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปริมาณเส้นใยที่ไอศกรีมใบบัวบกสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักมีสูงกว่า

สูตรอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีวชิเลจที่ใช้เป็นสารให้ความคงตัวมีปริมาณของเส้นใยสูงถึงร้อยละ 81.04 จึงส่งผลให้อิสกรีมมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นด้วย (ศศิธรและปราณี, 2545)

ในการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลชีววิทยา ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544 ได้ประกาศว่า ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม จะต้องมีการแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน 600,000 โคโลนีในไอศกรีม 1 กรัม ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *Escherichia coli* ในไอศกรีม 0.01 กรัม ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และนอกจากนี้ International Commission on Microbiological Specification for Food (ICMSF) ได้เสนอเกณฑ์กำหนดของแบคทีเรียสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภท simple ice cream ดังนี้ (ทองยศ, 2530)

1. Standard colony count ต้องมีค่าไม่เกิน 2.5×10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
2. Coliform count ต้องมีค่าไม่เกิน 10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

จากผลการทดสอบทางด้านจุลชีววิทยา พบว่า ไอศกรีมใบบัวบกที่ใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.3% (w/w) มี Standard Plate Count อยู่ระหว่าง 206-720 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบจุลินทรีย์กลุ่ม Coliform จะเห็นว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่ม Coliform ที่ตรวจพบนั้นมีจำนวนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เพราะเนื่องจากในกระบวนการผลิตไอศกรีมได้มีการขึ้นตอนการพาสเจอร์ไรซ์เชชันไอศกรีมมิกซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และคำนึงถึงสุขลักษณะที่ถูกต้องในกระบวนการผลิตไอศกรีม (ศศิณางค์, 2542)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าใบบัวบกสามารถใช้ในการผลิตไอศกรีมได้ และจากการทดลองสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการทดลองมากที่สุด คือ กัวร์กัม

5.5 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่ากัวร์กัมจะเหมาะสมในการผลิตไอศกรีมใบบัวบกในด้านลักษณะทางกายภาพและการทดสอบทางประสาทสัมผัส แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการละลายของไอศกรีม ดังนั้นน่าจะมีการศึกษาการผสมระหว่างสารให้ความคงตัวแต่ละชนิด เพื่อให้ได้ไอศกรีมที่มีลักษณะที่ดีที่สุด เช่น การนำวชิเลจจากเมล็ดแมงลักไปใช้ร่วมกับกัวร์กัม เป็นต้น

เอกสารและสื่ออ้างอิงของงานวิจัย

- กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 222. (พ.ศ. 2544). เรื่องไอศกรีม. เล่ม 114 ตอนพิเศษ 70 ง.
- คัลนางค์ ทองสุก. 2542. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไอศกรีม. อาหาร. 29(1): 59-61.
- ทองยศ อเนกะเวียง. 2530. ผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นภาพรี ไวยะนันท์. มปป. ไอศกรีม. เกษตรศาสตร์ 40 ปี. ฉบับวิทยาการเพื่อประชาชน.
- ปลื้มจิตต์ ไรจนพันธุ์, สุทิน ศิริไพรัตน์, ณรงค์ ยุคันทพรพงษ์, นวนิตย์ ธีระวัฒนสุข และ ศิริรัตน์ ทองเทพ. 2526. เมล็ดแมงลัก I: การแยกสารเมือก. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 10(1): 19-24.
- วรรณดา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์.
- พจน์ สัจจะ. ไอศกรีม (ice cream) เหตุผลที่ควรปั่นไอศกรีมกินเอง. ปีที่ 10 ฉบับที่ 120 มิ.ย.2547.หน้า 61-64.
- ศศิธร เรืองจักเพ็ชร และปราณี อ่านเปรื่อง. 2545. การผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก. อาหาร. 32(2): 144-153.
- ศศิธร เรืองจักเพ็ชร และปราณี อ่านเปรื่อง. 2545. ลักษณะทางกายภาพของผงเมือกเมล็ดแมงลัก. อาหาร. 32(3) : 223-232.
- อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2540. สารเพิ่มความหนืดและสารทำให้เกิดเจลสำหรับอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- Arbuckle, W.S. 1986. Ice Cream. 4th ed., Van Nostrand, New York. 483 p.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 13th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. :pp. 1018
- Budiaman, E.R. and Fennema, O. 1987. Linear rate of water crystallization as influenced by viscosity of hydrocolloid suspension. J. Dairy Sci. 70(3): 547-554.
- Cottrell, J.I.L., Pass, G. and Phillips, G. O. 1980. The effect of stabilizers on the viscosity of an ice cream mix. J. Sci. Agric. 31(10) : 1066-1070.
- Govin, R. and Leeder. J.G. 1971. Action of emulsifiers in ice cream utilizing the HLB concept. J. Food Sci. 36(5): 718-722
- Geilman, W.G. and Schmidt, D.E. 1992. Physical characteristics of frozen desserts made from ultrafiltered milk and various carbohydrates. J. Dairy Sci. 75(10): 2670-2675.

- Goff, H. D., Davidson, V. J. and Cappi, E. 1994. Viscosity of ice cream mix at pasteurization temperatures. *J. Dairy Sci.* 77(8): 2207-2213.
- Goff, H.D. and Jordan, W.K. 1989. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. *J. Dairy Sci.* 72(1) : 18-29
- Marshall, R.C. and Arbuckle, W.S. 1996. *Ice Cream*. 5th ed., Chapman & Hall, New York. 349 p.
- Minhas, K.S. and Bains, G.S. 1984. Comparative study of plant gums, gelatin and sodium alginate as stabilizers in buffalo milk ice cream mixes. *Food Sci. Technol. Abst.* 17(5): 185.
- Olsen, S. 1993. Properties and analysis. *Encyclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition* vol. 4 (1993): 2461-2465
- Schmidt, K.A. and Smith, D.E. 1992. Effects of homogenization on sensory characteristics of vanilla ice cream. *J. Dairy Sci.* 71(1): 46-51.
- Wilkie F. H. 1998. *Laboratory Methods in Food Microbiology*. London. WBC Book Manufacturers.
- Wittinger, S.A. and Smith, D.E. 1986. Effect of sweeteners and stabilizers on selected sensory attributes and shelf life of ice cream. *J. Food Sci.* 51: 1463-1466.
- www.ThaiDairy.com
- <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/5-4/no01/boa.html>