# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## ลูกกวาด (Candy)

ลูกกวาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในพวก confectionery เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก นอกเหนือจากการใช้น้ำตาลแล้วยังมีส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิต โดยจำแนกออกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของลูกกวาด และกรรมวิธีการผลิต

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้ให้นิยามของลูกกวาดว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำตาล มีลักษณะแข็ง เมื่อเคี้ยวจะแตก ผลิตโดยละลายน้ำตาล กลูโคสไซรัป (Glucose syrup) หรือแบะแซ น้ำ นำมาเคี่ยวจนได้ที่ นวดผสม รีด อัดเป็นเม็ด แล้วทำให้เย็นลง ในระหว่างกรรมวิธีอาจเติมส่วนประกอบอื่น ๆ อีกก็ได้ (มอก. 696 - 2530)

## การจำแนกชนิดของลูกกวาด

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลูกกวาดที่ผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบันมีหลายชนิด จึงได้มีการจัดแบ่งกลุ่มของลูกกวาดตามความนิยม เช่น ทางด้านประเทศอังกฤษ ยุโรป จะแบ่งตามลักษณะของวัตถุดิบ และแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. Sugar Confectionery เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยน้ำตาลแต่ไม่เคลือบด้วยอย่างอื่น เช่น ลูกกวาดชนิดแข็ง (high boiled sweet), ทอฟฟี่ (toffee), ฟัดจ์ (fudge), ฟองดองท์ (fondant) และ เยลลี่ (jellies) เป็นต้น

2. Chocolate Confectionery เป็นผลิตภัณฑ์ที่เคลือบผิวด้วยช็อกโกแลตและรวมถึงชนิดที่ทำจากช็อกโกแลตในรูปแท่งหรือแผ่นด้วย

3. Flour Confectionery เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจจัดอยู่ในพวกขนมอบได้ ส่วนใหญ่จะเป็นพวกขนมเค้กชนิดพิเศษ หรือในรูปแบบที่แปลกออกไปและรวมไปถึงพวกบิสกิตด้วย

สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดให้ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดอยู่ใน 2 พวกแรกที่กล่าวข้างต้นและนิยมใช้คำว่า Candies มากกว่า Confectionery ในการเรียกกลุ่มผลิตภัณฑ์ดังกล่าว และแบ่งกลุ่มของ Candies ตามลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ลูกกวาดชนิดแข็ง ( Hard Candies หรือ High-boiled Sweet) เป็นลูกกวาดที่มีความแข็งคงรูปแน่นอนตามความต้องการ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากการเคี่ยวน้ำตาลให้มีความเข้มข้นสูง ๆ แล้วทำให้เย็นตัวลง มีความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า ร้อยละ 1 ส่วนประกอบที่เสริมเข้าไปกับน้ำตาลทรายคือ น้ำตาลอินเวิร์ต (Invert sugar) หรือ กลูโคสไซรัป (Glucose syrup) หรืออาจจะใช้ทั้ง 2 อย่างร่วมกันทั้งนี้ขึ้นกับสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ สัดส่วนโดยทั่วไปจะประกอบด้วยน้ำตาลทราย และ กลูโคสไซรัป (Glucose syrup) ในอัตราส่วน 70 : 30 และเคี่ยวให้เข้มข้นในแบบดั้งเดิม แต่ถ้าผลิตภายใต้สุญญากาศจะใช้อัตราส่วนเป็น 60 : 40 ถ้าต้องการให้ลูกกวาดละลายช้าๆ จะใช้สัดส่วนของกลูโคสไซรัปสูงขึ้น

จากลักษณะทางกายภาพของลูกกวาดนี้ยังแบ่งตามลักษณะเนื้อสัมผัสได้เป็น 2 พวกคือ พวกที่ตกผลึก (Grained type) ซึ่งจะมีลักษณะขุ่นขาวเนื่องจากมีฟองอากาศกระจายทั่วไปเกิดจากการดึง (Pulling) ซึ่งไม่แข็งเท่ากับชนิดที่ไม่ตกผลึก (Non grained type) และจะมีลักษณะ ใส โปร่งแสง และมีความแข็งมากกว่า

2. ลูกกวาดแบบเคี้ยว (Chewy Confections) เป็นลูกกวาดที่มีส่วนประกอบต่างไปจากประเภทแรก เนื่องจากมีส่วนของไขมันและ Milk solid เข้ามาผสมกับน้ำตาลทรายและกลูโคสไซรัป แล้วเคี่ยวจนมีความชื้นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 12-15 จึงทำให้มีลักษณะที่ไม่แข็งมากนัก ลูกกวาดชนิดนี้มีลักษณะเหนียวหนึบและจะต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสเนียนไม่หยาบ ชนิดของกลูโคสไซรัปที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มักมีค่า Dextrose Equivalent 42 เพราะจะช่วยให้มีเนื้อสัมผัสเหมาะกับการเคี้ยว ส่วนไขมันจะช่วยให้มีลักษณะลื่นไหลได้ขณะเคี้ยวนอกจากนี้ในบางสูตรยังผสมสารพวกอิมัลซิไฟเออร์ลงไปด้วยเพื่อจะช่วยให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสดีขึ้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ได้แก่ คาราเมลที่ไม่มีผลึก กัม และเยลลี่ทั้งเพกตินเยลลี่ สตาร์ชเยลลี่ และเยลลี่จากวุ้น

3. ลูกกวาดแบบมีฟองอากาศ (Aerated Confections) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคี่ยวน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง แต่จะไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันยังคงมี 2 ส่วนผสมกันอยู่คือ ส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมหรือของเหลวอื่น ๆ ซึ่งมักเรียกว่า Continuous phase กับส่วนที่มีฟองอากาศกระจายอยู่เรียกว่า Disperse phase ในส่วนนี้อาจมีผลึกน้ำตาลที่เป็นของแข็งกระจายอยู่ด้วยก็ได้ ผลิตภัณฑ์ในรูปนี้บางสูตรจึงจำเป็นต้องอาศัยสารประกอบพวกสารลดแรงตึงผิว (Surface active agent) เพื่อควบคุมความคงตัวของฟองอากาศดังกล่าวให้คงสภาพอยู่โดยเกิดการรวมกันขึ้น ความหนืดและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของ Continuous phase และขนาดของฟองอากาศที่กระจายอยู่ ผลของการเติมอากาศเข้าไปจะทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือประมาณ 0.2 ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าเพราะมีขนาดเพิ่มขึ้นในขณะที่น้ำหนักเท่ากัน และยังมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสในแง่ความรู้สึกในปาก (Mouthfeel) ที่แตกต่างไป (สายสนม และ สิรี,2539)

**ลูกกวาดชนิดแข็ง** ( Hard candies)

ลูกกวาดชนิดแข็งเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของของผสมระหว่างน้ำตาลและน้ำที่ผ่านกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิสูง ร่วมกับการใช้ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น สารที่เรียกว่า Doctors ได้แก่ คอร์นไซรัปหรือกลูโคสไซรัป น้ำตาลอินเวิร์ต และครีมออฟทาร์ทาร์ เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลง สำหรับครีมออฟทาร์ทาร์ ปริมาณที่ใช้จะอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.5 - 2 แต่บางครั้งอาจใช้ถึง ร้อยละ 3 - 5 (Alikonis,1979) ผลิตภัณฑ์ต้องมีความหนืดสูงและจะต้องมีความคงตัวที่อุณหภูมิปกติและต้องไม่มีความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า Hygroscopic (Bernard,1989) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดยังมีการเติมสีและกลิ่น บางครั้งอาจมีการเติมแยมผลไม้ เนยถั่ว และอื่นๆ (Alikonis,1979)

## ส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตลูกกวาดชนิดแข็ง

### วัตถุดิบพื้นฐาน

ส่วนผสมที่สำคัญในการผลิตลูกกวาดได้แก่ น้ำตาล น้ำตาลอินเวิร์ต กลูโคสไซรัป กลิ่น กรดอินทรีย์ สี และอื่นๆ

**น้ำตาล** หรือที่เรียกกันว่าน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Sucrose) เป็นชนิดที่ใช้มากที่สุด ส่วนน้ำตาลทรายแดง(Brown sugar) มีการใช้บ้างเพื่อแต่งกลิ่นในผลิตภัณฑ์คาราเมล (Caramel) และฟัดจ์ (Fudge) นอกจากนี้ยังมีการผลิตน้ำตาลผสมสำเร็จเพื่อนำไปทำ ฟองดองท์ (Fondant) โดยเฉพาะเพื่อช่วยลดขั้นตอนการเคี่ยวและการนวด (Beating) ได้น้ำตาลที่เรียกว่า "น้ำตาลทรายป่น " ซึ่งมีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตเข้าไปผสมร้อยละ 3 เพื่อป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทราย หรืออาจจะใช้มอลโตเดกซ์ตริน (Maltodextrin) ผสมประมาณ ร้อยละ 13 นอกจากนี้ยังมีการผลิตออกมาในรูปที่เรียกว่า น้ำตาลเกล็ดละเอียด ( Microcrystalline sugar) หรือเรียกชื่อทางการค้าว่า Microtal ซึ่งน้ำตาลชนิดนี้จะมีลักษณะการไหลอย่างอิสระ ละลายน้ำง่าย ดูดซับความชื้นต่ำ มีมวลความหนาแน่น ( Bulk density) ต่ำ และละลายได้ง่าย ความสามารถในการละลายน้ำนับว่าเป็นสมบัติสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งมีผลต่อการนำไปใช้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการละลายของน้ำตาลซูโครสที่อุณหภูมิต่างๆ

| อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | น้ำตาลซูโครส (กรัม) |
|---|---|
| 0 | 179.2 |
| 10 | 109.5 |
| 20 | 203.9 |
| 30 | 219.5 |
| 40 | 238.1 |
| 50 | 260.4 |
| 100 | 487.2 |
| 110 | 669 |

ที่มา : สายสนม และ สิริ (2539)

โดยทั่วไปน้ำตาลทรายจะละลายได้จนมีความเข้มข้นร้อยละ 67 ที่อุณหภูมิ 20 องศา - เซลเซียส เมื่อวางทิ้งไว้จะตกผลึกได้ในระยะสั้น แต่ถ้ามีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ต หรือ กลูโคสไซรัป ลงไปผสมจะช่วยให้น้ำตาลทรายละลายได้มากขึ้นโดยไม่ตกผลึก และยังช่วยป้องกันการเสื่อมเสีย จากเชื้อจุลินทรีย์ได้ด้วยแต่จะต้องให้มีความเข้มข้นสูงกว่า ร้อยละ 75 ขึ้นไป ในการผลิตลูกกวาด จึงมักนิยมเตรียมน้ำเชื่อมในรูปที่เข้มข้นดังกล่าวไว้ ก่อนจะส่งไปยังถังเคี่ยวน้ำตาลทรายที่ใช้ใน การผลิตผลิตภัณฑ์นี้และจะต้องมีระดับคุณภาพของ Confectioners AA โดยเฉพาะน้ำตาลที่ใช้ เพื่อผลิต ฟองดองท์ และเพื่อการเคลือบผิวรวมทั้งการผลิตพวกกัมและเยลลี่ เพราะจะให้ลักษณะ ที่ใสและเป็นประกาย (สายสนม และ สีรี,2539)

น้ำตาลเมื่อผ่านการทำให้บริสุทธิ์โดยทั่วไปจะมีสิ่งเจือปน (Impurity) น้อยกว่าร้อยละ 0.1 ซึ่งอยู่ในรูปของเถ้า โปรตีน และอื่นๆ บางครั้งอาจเรียกน้ำตาลอินเวิร์ตว่าเป็นสิ่งเจือปนเพราะจะ ทำปฏิกิริยากับโปรตีนในระหว่างกระบวนการผลิตทำให้ลูกกวาดมีสีน้ำตาล ส่วนเถ้าอาจทำให้ ไขมันเกิดปฏิกิริยา Saponification กลายเป็นสบู่ซึ่งส่งผลให้เกิดฟองจำนวนมากในระหว่าง การผลิต น้ำตาลที่อยู่ในรูปของเหลว ( Liquid sugar) มีความชื้นประมาณ ร้อยละ 33 - 34 ซึ่ง หมายความว่าต้องใช้เวลานานขึ้นในการผลิตลูกกวาดเพื่อกำจัดความชื้นที่มากเกินไปเมื่อใช้ น้ำตาลในรูปของเหลว (Alikonis,1979)

น้ำตาลซูโครสไม่คงตัวในสารละลายที่เป็นกรด จะถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นน้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส และถ้าได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส จะเกิดการสลายตัวได้ เป็นคาราเมลมีสีน้ำตาล

การถูกย่อยสลายด้วยกรดและเอนไซม์หรือที่เรียกว่า ปฏิกิริยาการไฮโดรไลสิสน้ำตาล ซูโครสมีความสำคัญมาก เพราะสารละลายน้ำตาลซูโครสมี Specific rotation เป็น + 66.5° เมื่อถูกไฮโดรไลซ์จะได้น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสที่มีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน สารละลายน้ำตาล กลูโคสมี specific rotation เป็น + 52.2° และสารละลายน้ำตาลฟรุคโตสมี Specific rotation -93° แต่สารละลายผสมของน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสที่ได้จากการไฮโดรไลสิสน้ำตาลซูโครส มี Specific rotation เป็น - 20.4° จึงทำให้ได้ชื่อว่าเป็นน้ำตาลอินเวิร์ต (Invert sugar) เพราะทำให้ specific rotation ของสารละลายน้ำตาลเปลี่ยนจาก + 66.5° เป็น -20.4° ภายหลังปฏิกิริยา อินเวอร์ชั่น

น้ำตาลซูโครสละลายได้ดีในน้ำที่อุณหภูมิช่วงกว้าง จึงนิยมนำมาใช้ทำน้ำเชื่อม อย่างไรก็ตามน้ำตาลซูโครสมีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลฟรุคโตส จึงนิยมใช้น้ำตาลอินเวิร์ตในการทำผลิตภัณฑ์ลูกอมและลูกกวาด และเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ที่ต้องการรสหวาน (สายสนม และ สีรี,2539)

**น้ำตาลอินเวิร์ต** (Invert sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการไฮโดรไลซ์น้ำตาลทรายหรือสตาร์ช (Starch) ให้เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว คือ กลูโคส และ ฟรุคโตส ผสมกันอยู่ ซึ่งการผลิตน้ำตาลชนิดนี้ในแบบดั้งเดิมทำโดยการต้มน้ำเชื่อมกับกรดชนิดต่าง ๆ เช่น กรดน้ำส้ม กรดซิตริค และทาทาริก นานประมาณ 30-45 นาที กรดที่ใช้เข้มข้นประมาณร้อยละ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มักจะมีสีเข้ม และระยะหลังนิยมใช้เอนไซม์ อินเวอร์เทส (Invertase) มาไฮโดรไลซ์ ระดับของการอินเวิร์ต (Inversion) จะแตกต่างกันไป ที่ผลิตจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันจะมีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมใส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Soluble solid) ร้อยละ 70 ในส่วนนี้จะประกอบด้วยน้ำตาลอินเวิร์ตร้อยละ 50

หน้าที่ของน้ำตาลชนิดนี้คือช่วยเพิ่มการละลายได้ของน้ำตาลทราย ป้องกันการตกผลึก และช่วยให้การดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์ต่ำ น้ำตาลชนิดนี้จะมีความหวานสูงกว่าน้ำตาลทราย

**กลูโคสไซรัป** ( Corn syrup, Liquid glucose หรือ แบะแซ ) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งที่บริโภคได้ โดยนำมาทำให้เกิดการสลายตัวบางส่วนโดยวิธีการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดและ/หรือเอนไซม์ทำให้บริสุทธิ์และเข้มข้นขึ้น ซึ่งจะประกอบด้วย D-glucose, Moltose และ Polymer ของ D-glucose ในสัดส่วนที่ต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะของการไฮโดรไลซ์หรือวิธีการผลิต วัตถุดิบที่นิยมใช้ในการผลิตส่วนใหญ่ทำจากแป้งข้าวโพด ระดับของการสลายตัวของแป้งจะมีผลต่อชนิดและสมบัติของกลูโคสไซรัป ซึ่งนิยมกำหนดด้วยค่าสมมูลเดกซ์โทรส (Dextrose equivalent) นิยมเรียกสั้นๆ ว่า ดีอี (D.E.) ซึ่งหมายถึงปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์โดยคำนวณในรูปของ D(+) - glucose ของปริมาณน้ำหนักแห้งทั้งหมด (สายสนมและสีรี,2539)

กลูโคสไซรัปสามารถผลิตจากแป้งที่มาจากวัตถุดิบหลายชนิด เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง เป็นต้น สำหรับการผลิตกลูโคสไซรัปในประเทศไทย จะใช้วัตถุดิบ คือ แป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากมีราคาถูกและมีปริมาณโปรตีน ไขมัน อยู่ในปริมาณต่ำ ทำให้ปัญหาในกระบวนการผลิตมีน้อย

ในการย่อยแป้ง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

Liquefaction เป็นการย่อยแป้งให้เป็นเดกซ์ตริน เพื่อลดความหนืดของน้ำแป้ง

Saccharification เป็นการย่อยต่อจากขั้นตอน Liquefaction จะได้เป็นน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น กลูโคส มอลโตส เป็นต้น

**การผลิตกลูโคสไซรัป ในระดับอุตสาหกรรม สามารถแบ่งเป็น 3 วิธีหลัก ๆ ดังนี้**

**ใช้กรดย่อย** (Acid conversion) โดยการใช้กรดไฮโดรคลอริคย่อยที่อุณหภูมิประมาณ 130 - 140 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด - ด่างประมาณ 1.8 ภายใต้ความดันประมาณ 5 บาร์ วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับการผลิตกลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. ต่ำ (DE.<35) เนื่องจากจะทำให้ได้กลูโคสไซรัปที่มีลักษณะข้น

**ใช้กรด - เอนไซม์ย่อย** (Acid-Enzyme conversion) ในขั้นตอนแรกจะย่อยแป้งด้วยกรดไฮโดรคลอริค จนได้ค่าD.E.ประมาณ 15 - 20 แล้วย่อยต่อด้วยเอนไซม์

3. **ใช้เอนไซม์ย่อย** (Enzyme conversion) จะใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้งทั้ง 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอน Liquefaction จะใช้เอนไซม์ α-amylase เพื่อลดความหนืดของแป้ง จนได้ค่าD.E. ประมาณ 15 - 20 จากนั้นในขั้นตอน Saccharification จะย่อยต่อด้วยเอนไซม์ β-amylase เพื่อให้ได้ค่าD.E. 37 - 42 ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ขนมหวาน ลูกกวาด และยา ในกรณีที่ต้องการผลิตกลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E.สูง (DE.>95) เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตฟรุคโตสไซรัป (Fructose syrup) หรือ ซอร์บิทอล (Sorbitol) จะต้องใช้เอนไซม์ Glucoamylase ซึ่งจะใช้ระยะเวลาประมาณ 60 - 72 ชั่วโมง

**ชนิดของกลูโคสไซรัป ที่กำหนดโดยค่า D.E. มี 5 ชนิด ดังนี้คือ**

1. Maltodextrin เป็นชนิดที่มีค่า D.E. ต่ำกว่า 20 จะไม่เรียกว่า กลูโคสไซรัป

2. Glucose syrup ที่มีการแปลงผันต่ำ (Low conversion glucose syrup) จะมีค่า D.E. 20 - 38

3. Glucose syrup ที่มีการแปลงผันปานกลาง (Medium Conversion Glucose Syrup) จะมีค่า D.E. 39 - 58 ชนิดที่เรียกว่า regular grade หรือ standard grade จะเป็นชนิดที่มีค่า D.E. 42

4. Glucose syrup ที่มีการแปลงผันสูง ( High conversion glucose syrup) จะมีค่า D.E. 49 - 65

5. High fructose จะมีค่า D.E. 75 - 96

ผลิตภัณฑ์กลูโคสไซรัปที่ผลิตจำหน่ายจะมีทั้งลักษณะที่เป็นของกึ่งแข็งกึ่งเหลวข้นหนืด และในลักษณะที่เป็นผง ตามมาตรฐานทางการค้าจะต้องมีสารแห้ง (Dry substance) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก ตามปกติทั่วไปจะมีอยู่ระหว่าง ร้อยละ 80 - 82 ต้องมีค่า D.E. ไม่ต่ำกว่า 20 มีเถ้าซัลเฟต (Sulfated ash) ได้ไม่เกิน ร้อยละ 1 ของน้ำหนักแห้ง ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ควรต่ำกว่า 20 ppm แต่ชนิดที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ลูกกวาดอนุญาตให้มีได้ถึง 400 ppm (สายสนม และ สิริ,2539)

**คุณสมบัติที่สำคัญบางประการของกลูโคสไซรัป**

คุณสมบัติทางด้านกายภาพและทางเคมี

1. ชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบ วิธีง่าย ๆ ที่ใช้ในการแบ่งประเภทของกลูโคสไซรัป คือ การวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งไม่แสดงอัตราส่วนของน้ำตาลแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบของกลูโคสไซรัป วิธีที่เหมาะสมในการตรวจสอบชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบ คือ การใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

กลูโคสไซรัปมีองค์ประกอบแตกต่างกันเมื่อ

ก. กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

ข. ใช้เอนไซม์ในการย่อยต่างชนิดกัน

<u>ตารางที่ 2.2</u> ชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบของกลูโคสไซรัปที่ผลิตโดยใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

| DE. กลูโคสไซรัป | วิธีการผลิต | Dextrose | Maltose | Maltotriose |
|---|---|---|---|---|
| 42 | ใช้กรด | 19 | 14 | 12 |
| | กรด-เอนไซม์ | 6 | 45 | 12 |
| | เอนไซม์-เอนไซม์ | 3-4 | 40-45 | 20-25 |
| 25-29 | Low temperature | 3-4 | 11-13 | 12-13 |
| | Heat stable | 2-3 | 10-12 | 15-17 |

ที่มา : Belitz and Grosch (1987)

2. ความหวาน การวัดความหวานโดยใช้การชิม เป็นวิธีการที่มีข้อผิดพลาดค่อนข้างสูง เนื่องจากมีผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเปรี้ยว ความเป็นกรด - ด่าง ความหนืด อุณหภูมิ และวิธีการในการชิม แต่โดยทั่วไปแล้วสามารถสรุปได้ว่า

ก. ความหวานจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น

ข. ความหวานเพิ่มขึ้น เมื่อค่าD.E.เพิ่มขึ้น

ค. ความหวานเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

ง. ความหวานลดลง เมื่อความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

จ. ความหวานลดลง เมื่อความหนืดเพิ่มขึ้น

3. ความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ โดยปกติผลิตภัณฑ์ที่มีค่า ERH (Equilibrium Relative Humidity) ต่ำกว่าสิ่งแวดล้อม จะดูดความชื้นจากบรรยากาศ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า ERH สูงกว่าสิ่งแวดล้อมจะสูญเสียความชื้น ดังนั้น กลูโคสไซรัป ที่มีค่า D.E.สูง

ซึ่งมีค่า ERH ต่ำ จะมีโอกาสที่ผลิตภัณฑ์จะดูดความชื้นสูง ในขณะที่กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E.ต่ำ จะเพิ่ม ERH และโอกาสที่จะดูดความชื้นจากบรรยากาศต่ำ นอกจากนี้แล้วเกลืออนินทรีย์จะทำให้อัตราเร็วในการดูดความชื้นจากบรรยากาศเพิ่มขึ้น

4. ความหนืด ความหนืดของกลูโคสไซรัปขึ้นกับ อุณหภูมิ ความเข้มข้น อัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบโดย

ก. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนืดของกลูโคสไซรัปลดลง

ข. เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ความหนืดของกลูโคสไซรัปเพิ่มขึ้น

ค. เมื่อน้ำตาลโมเลกุลใหญ่เพิ่มขึ้น ความหนืดจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อน้ำตาลโมเลกุลเล็กเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลง

5. การเกิดสี ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสี คือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเกิดจากคาร์โบไฮเดรตทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาล วิธีการลดการเกิดสีคือ การลดปริมาณโปรตีน การเพิ่มซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การลดค่าความเป็นกรด-ด่าง และการลดค่าD.E. ของกลูโคสไซรัปให้ต่ำลง ซึ่งจะทำให้หมู่แอลดีไฮด์อิสระลดลง จึงเกิดปฏิกิริยาได้น้อยลง

6. การเกิดผลึก ในการผลิตอาหารที่มีของแข็ง เช่น น้ำตาลทราย กลูโคส หรือ แลคโตส ในปริมาณสูง จะเกิดการตกผลึกของน้ำตาลได้ง่าย ดังนั้นจึงต้องป้องกันโดยการใช้มอลโต - เดกซตริน หรือกลูโคสไซรัปที่มีค่าD.E.ต่ำ

7. การช่วยเสริมกลิ่น กลูโคสไซรัป ที่มีค่าD.E.สูง จะช่วยเสริมกลิ่น

8. การเกิดความเลื่อมมัน กลูโคสไซรัปจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์หลายชนิดมีลักษณะเลื่อมมัน เช่น ผลไม้แห้ง เค้ก และไอซิ่ง (ศิริลักษณ์,2525)

**ตารางที่ 2.3** ความสัมพันธ์ระหว่างค่าD.E. และ คุณสมบัติของกลูโคสไซรัปมีดังนี้

| คุณสมบัติของกลูโคสไซรัป | ค่าD.E. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | ค่อนข้างสูง | สูง |
| BODYING AGENT | ← | | | |
| BROWNING REACTION | | | | → |
| COHESIVENESS | ← | | | |
| FERMENTABILITY | | | | → |
| FLAVOR ENCHANCEMENT | | | | → |
| FLAVOUR TRANSFER MEDIUM | | | | → |
| FOAM STABILITY | ← | | | |
| FREEZING POINT DEPRESSION | | | | → |
| HUMECTANCY | ← | | | → |
| HYGROSCOPICITY | | | | → |
| NUTRITIVE SOLIDS | ← | | | → |
| PREVENTION OF SUGAR CRYSTALIZATION | ← | | | |
| PREVENTION OF COARSE ICE CRYSTALS DURING FREEZING | ← | | | |
| SHEEN PRODUCER | ← | | | → |
| SWEETNESS | | | | → |
| VISCOSITY | ← | | | |

ที่มา : Jackson and Howling, 1995

หมายเหตุ : → หมายถึง น้อย → มาก

← หมายถึง มาก ← น้อย

กลูโคสไซรัปจะมีสมบัติแตกต่างกันไปตามค่าของ D.E. และวิธีการผลิต กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. ต่ำจะมีความหนืดสูง มีความหวานต่ำ ช่วยป้องกันการตกผลึกได้ดี มีการดูดซับน้ำต่ำจึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นส่วนผสมของสารที่ใช้เคลือบผิว เพื่อป้องกันการเหนียวเหนอะหนะเมื่อจับต้อง ช่วยให้มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียนมีความเลื่อมมัน ทนต่อการแตกหักได้ดี ช่วยควบคุมการเกิดผลึกของน้ำตาลในการผลิตลูกกวาด ช่วยเพิ่มเนื้อสัมผัสและปรับระดับความหวาน

ยิ่งกว่านั้นคือ มีราคาถูกกว่าน้ำตาลซูโครส กลูโคสไซรัปที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตลูกกวาดชนิดแข็งจะมีค่า D.E. ในช่วง 34 - 43 การละลายน้ำของกลูโคสไซรัปจะละลายได้ดีเมื่อค่า D.E.สูง และลดหลั่นลงไปตามค่า D.E. กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. สูงขึ้นจะมีความหวานเพิ่มขึ้นแต่ความหนืดจะลดลง การควบคุมการตกผลึกก็จะลดลงและดูดความชื้นได้สูงขึ้น (สายสนม และ สิรี,2539)

กลูโคสไซรัปแต่ละชนิดจะมีเปอร์เซนต์ของโพลีแซคคาไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (Penta - saccharide) และโพลีเมอร์สายยาว ในปริมาณที่แตกต่างกัน กลูโคสไซรัปที่มี D.E. ต่ำ (36 - 38) จะมี Pentasaccharide ร้อยละ 52 ส่วน Regular - conversion และ High - maltose มีประมาณร้อยละ 29

การตกผลึกของน้ำตาลในแบบที่แตกต่างกันนั้น เชื่อว่าเกิดขึ้นจากโพลีแซคคาไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงในระดับต่างๆ กันที่อยู่ในกลูโคสไซรัป ซึ่งเป็นเหตุผลว่าทำไมถึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แตกต่างกันเมื่อมีการเปลี่ยนการใช้กลูโคสไซรัปจากที่มี D.E. ต่ำๆ ไปเป็น High - maltose syrup โดยไม่มีการปรับสูตร (Alikonis ,1979)

สี เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า สีเป็นปัจจัยแห่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ซื้อให้ความสำคัญจึงยังจำเป็นต้องเติมสีเพื่อดึงดูดผู้บริโภค รวมไปถึงสีของภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ด้วย และต้องเลือกใช้แต่ชนิดที่อนุญาตให้ใช้ได้ตามกฎหมายสำหรับสีที่สังเคราะห์ขึ้น สีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นี้นิยมนำสีปฐมภูมิ (Primary color) มาผสมกันจนได้สีตามต้องการ และนิยมนำสีนั้นๆมาละลายในน้ำร้อนเข้มข้น ร้อยละ 1 - 2 แล้วกรองเก็บไว้ในสภาพเย็นเพื่อนำไปใช้ได้ (สายสนม และ สิรี, 2539) หรืออยู่ในลักษณะคล้ายแป้งเปียก (Paste) ผสมกับน้ำตาล คอร์นไซรัป และกลีเซอไรด์ (Alikonis,1979) ปริมาณสีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หนึ่งอาจจะให้สีต่างไปได้เมื่อนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น จึงต้องศึกษาให้แน่นอนถึงชนิดของสีและปริมาณที่เหมาะสมแน่นอนในแต่ละสูตร

ปัญหาเรื่องสีที่พบในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดคือ การซีดจางของสีเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ ซึ่งมักจะมีผลจากสารประกอบต่างๆ เช่น ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ระดับความเป็นกรด - ด่าง และน้ำตาลอินเวิร์ต รวมทั้งแสงที่กระทบกับผลิตภัณฑ์ในช่วงการเก็บรักษา สีที่ค่อนข้างจะซีดจางง่าย ได้แก่ Amaranth (E 125) และ Erythrosine (E 127) (สายสนม และ สิรี , 2539)

**สารให้กลิ่น** สารให้กลิ่นมีความสำคัญและจำเป็นในกระบวนการผลิตอาหารเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารที่ปราศจากกลิ่นเฉพาะของตัวเอง เช่น ลูกกวาดชนิดต่างๆ น้ำอัดลม (ปริศนา, 2537) สารให้กลิ่นที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาดและชอคโกแลต แบ่งเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1 น้ำมันหอมระเหย (Essential oils)
2 กลิ่นสังเคราะห์ (Essences)
3 น้ำผลไม้ (Fruit juices)
4 สารให้กลิ่นในรูปผง (Powdered flavor)

กลิ่นที่นิยมใช้ในการผลิตลูกกวาดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปกลิ่นสังเคราะห์และน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้กลิ่นที่ใช้ควรจะมีลักษณะพิเศษคือ ทนความร้อนได้สูงถึง 154 องศา - เซลเซียส ในช่วงสั้น และทนได้ที่ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานขึ้น เพราะการเติมกลิ่นในผลิตภัณฑ์นี้จะต้องทำขณะร้อนเมื่อเคี่ยวน้ำตาลได้ที่แล้ว การเติมกลิ่นจะกระทำในขั้นตอนการทำให้เข้มข้น ปริมาณที่ใช้จะใช้น้อยกว่าร้อยละ 0.1 ต่อน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด การเติมจะกระทำที่อุณหภูมิ 87.7 องศาเซลเซียส ( 190 องศาฟาเรนไฮต์) เพื่อป้องกันการระเหยและการสูญเสียกลิ่น การเติมกลิ่นในผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้อุณหภูมิสูงและใช้เวลาในการผลิตเป็นเวลานานทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นได้ (สายสนม และ สิริ , 2539) สำหรับในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดซึ่งมีทั้งแบบแข็ง (Hard boiled) และแบบเคี้ยว (Chewy) ควรหลีกเลี่ยงสารให้กลิ่นที่มีแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย เพราะในขั้นตอนการผลิตต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 150 องศาเซลเซียส ซึ่งส่งผลให้สารให้กลิ่นไม่คงตัว (ปริศนา, 2537)

**ขั้นตอนการผลิตลูกกวาดโดยทั่วไป**

1. **การทำให้น้ำตาลสลายตัว** คือ การทำให้น้ำตาลซูโครสสลายตัวอย่างสมบูรณ์ จะได้น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส หรือเรียกว่า น้ำตาลอินเวิร์ต วิธีการสลายอาจทำได้โดยการต้มในน้ำเดือด หรืออาจใช้สารช่วยเร่งการเกิดน้ำตาลอินเวิร์ต เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์

2. **ขั้นตอนการทำน้ำเชื่อม** อุณหภูมิสำหรับต้มน้ำเชื่อมทำลูกกวาดจะบ่งชี้ถึงความเข้มข้นของน้ำเชื่อมนั้น เพราะว่าจุดเดือดน้ำเชื่อมมาจากคุณสมบัติรวม ซึ่งมีผลจากอนุภาคทั้งหลายที่มีในน้ำเชื่อมนั้น ปริมาณน้ำในผลที่ได้ขั้นสุดท้ายเป็นสิ่งแรกที่จะมีผลถึงความแข็งของลูกกวาด อุณหภูมิสำหรับต้มน้ำเชื่อมย่อมขึ้นกับ ประเภทของลูกกวาดที่ทำ ปริมาณและชนิดของส่วนผสมอื่นที่นอกเหนือไปจากน้ำตาลทราย ความชื้น และ ความสูงของระดับพื้นที่จากน้ำทะเล ถ้าทำลูกกวาดในวันที่อากาศชื้นมาก จุดสุดท้ายของน้ำเชื่อมที่ต้มควรจะต้องสูงขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้ก็เพราะน้ำเชื่อมนั้นมักจะดูดความชื้นจากอากาศได้ดี พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลที่ต่างกันจะมีความกดดันของอากาศไม่เท่ากัน ซึ่งจะไปมีผลให้จุดเดือดของน้ำเชื่อมต่างกันด้วย

ถ้าน้ำเชื่อมเข้มข้นที่ต้มมีปริมาณน้อยจะเป็นการยากที่จะอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง เพราะไม่สามารถจุ่มกระเปาะปรอทลงไปในน้ำเชื่อมได้อย่างถูกหลัก หรือเพราะความข้นหนืดของน้ำเชื่อม จะไปป้องกันการส่งผ่านความร้อนในน้ำเชื่อมนั้น หรืออีกนัยหนึ่งการส่งผ่านความร้อนในน้ำเชื่อมจะเป็นไปได้ช้าลง ในกรณีดังกล่าวควรจะใช้วิธีทดสอบความเข้มข้นของน้ำเชื่อมโดยหยดลงในน้ำเย็นจากลักษณะความอยู่ตัวหรือความแข็งของน้ำเชื่อมที่หยดลงในน้ำเย็นจะสามารถทราบว่าน้ำเชื่อมนั้นมีความเข้มข้นได้ที่สำหรับทำลูกกวาดตามต้องการแล้วหรือไม่ ระดับความอยู่ตัวในการทดสอบด้วยน้ำเย็นนี้เป็นการบอกโดยใช้คำอธิบาย แต่ต้องยอมรับว่าไม่สามารถจะขีดขั้นตอนที่แน่นอนลงไปได้ ในระหว่างลักษณะปั้นเป็นก้อนอ่อนที่ไม่อยู่ตัว (Soft ball) และลักษณะปั้นเป็นก้อนอ่อนที่อยู่ตัวปานกลาง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าขณะที่ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้นทีละน้อยนั้น ความอยู่ตัวของน้ำเชื่อมที่หยดลงไปทดสอบในน้ำเย็นก็เพิ่มขึ้นด้วย การทดสอบน้ำเชื่อมด้วยวิธีนี้อาจให้ผลแตกต่างกันตามอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ใช้และตามระยะเวลาที่ทิ้งหยดน้ำเชื่อมไว้ในน้ำเย็น อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ วิธีนี้ก็ยังสามารถใช้เป็นเครื่องบอกขั้นของน้ำเชื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพพอสมควร วิธีนี้จะมีความเที่ยงตรงน้อยกว่าการใช้เทอร์โมมิเตอร์อยู่ที่การตีความหมายว่า ลักษณะเป็นก้อนอ่อนไม่อยู่ตัว หรือเป็นก้อนอ่อนอยู่ตัวปานกลางนั้นคืออย่างไร

น้ำเชื่อมที่อุณหภูมิสูง 110 - 112 องศาเซลเซียส จะทำให้เป็นก้อนกลมได้ยากในน้ำที่มีน้ำแข็งอยู่ แต่ขณะหยดน้ำเชื่อมจะเห็นลักษณะกระจายออกคล้ายเส้นด้ายยาวประมาณ 2 นิ้ว ที่อุณหภูมิ 113 - 115 องศาเซลเซียส สามารถทำให้หยดน้ำเชื่อมนั้นมีลักษณะเป็นก้อนกลมได้โดยง่ายแต่ถ้ายกออกมาจากน้ำเย็น มันจะไม่คงรูปกลมนั้นไว้ได้ที่อุณหภูมิห้อง น้ำเชื่อมขั้นนี้เหมาะสำหรับทำฟองดองท์ ฟัดจ์ เพนนูชิ ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส จะให้ลักษณะเป็นก้อนกลมและอยู่ตัว ที่อุณหภูมิ 122 องศาเซลเซียส ก้อนกลมที่ได้จะแข็งขึ้นและอยู่ตัวดีขึ้นที่อุณหภูมิห้อง น้ำเชื่อมสำหรับทำลูกกวาด คาราเมล ต้องต้มให้ร้อนที่อุณหภูมิ 118 -122 องศาเซลเซียส นอกจากว่าจะมีน้ำผึ้งหรือน้ำเชื่อมกากน้ำตาลเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ซึ่งจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิ 118-123 องศาเซลเซียสนั้น ใช้สำหรับทำน้ำเชื่อมเพื่อเทผสมกับไข่ขาวที่ตีให้ขึ้นฟู

น้ำเชื่อมที่อุณหภูมิ 121 - 130 องศาเซลเซียส จะให้ลักษณะเป็นก้อนแข็งขึ้นเมื่อทดสอบด้วยน้ำเย็น ซึ่งจะคงรูปร่างและยืดหยุ่นได้ น้ำเชื่อมขั้นนี้ใช้ทำ นูกัต (Nougat) และ ทอฟฟี่ (Toffee) บางชนิด น้ำเชื่อมที่อุณหภูมิ 132 - 143 เรียกว่าขั้นที่แข็งสามารถหักได้ เมื่อหยดลงในน้ำเย็นจะให้ลักษณะแยกออกเป็นเส้นแข็ง หักได้แต่ไม่เปราะ น้ำเชื่อมขั้นนี้ใช้ทำบัตเตอร์สกอทช์ และทอฟฟี่ น้ำเชื่อมที่อุณหภูมิ 149 - 154 องศาเซลเซียส เรียกขั้นแข็งเปราะ เมื่อหยดในน้ำเย็นจะให้ลักษณะแยกออกเป็นเส้นแข็งและเปราะ ซึ่งเหมาะใช้ทำพวก ถั่วตัด ถั่วกระจก และเคลือบอาหาร (ศิริลักษณ์,2525)

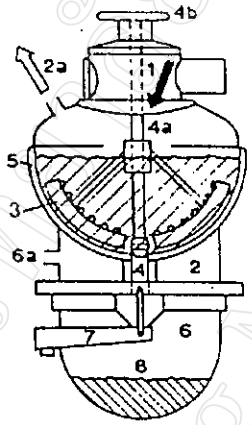
**กระบวนการผลิตลูกกวาดชนิดแข็งในระดับอุตสาหกรรม**

วิธีการดั้งเดิมในการผลิตจะใช้กาซ หรือ Coke – fired boiling pan ยิ่งกว่านั้นอาจใช้ High pressure steam หรือ vacuum batch - cooking และปัจจุบันจะใช้ Continuous และ vacuum cooker

สภาวะของกระบวนการผลิตในแต่ละวิธีมีความแตกต่างกัน การผลิตลูกกวาดชนิดแข็งส่วนใหญ่จะใช้เครื่องจักรที่มีการออกแบบการใช้งานเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) หรือกึ่งต่อเนื่อง (Semicontinuous) แต่ระบบ Batch ก็ยังคงมีการใช้กันอยู่ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ในการผลิตที่มีกำลังการผลิตประมาณ 100 ปอนด์ ขั้นตอนในกระบวนการผลิตนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะจะส่งผลถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดควรจะพิจารณาถึงสภาวะการผลิต ความสำคัญ ความเหมาะสม ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดด้วย

Batch cooking เป็นการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่น้ำเชื่อม จนมีอุณหภูมิประมาณ 104 - 110 องศาเซลเซียส ของผสมจะถูกป้อนเข้าสู่ Steam - heated kettle ให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 135 - 138 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะสุญญากาศ นานประมาณ 10 นาที ของผสมจะมีความชื้นเหลืออยู่ประมาณ ร้อยละ 0.5 - 1

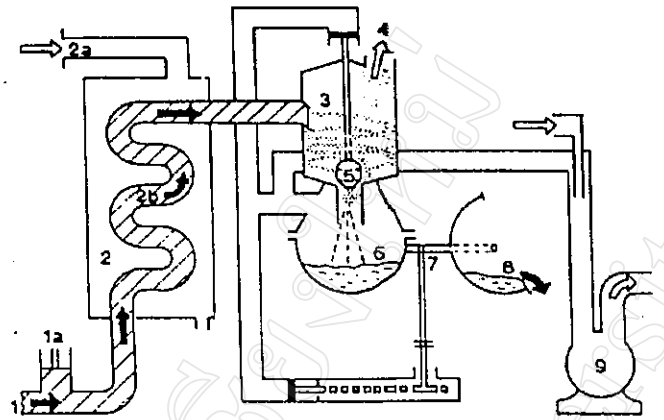
Semicontinuous vacuum cooking ให้ความร้อนแก่น้ำเชื่อมจนมีอุณหภูมิประมาณ 110 - 115 องศาเซลเซียส น้ำในน้ำเชื่อมจะถูกเคลื่อนย้ายออกไปในสภาวะความดันบรรยากาศ น้ำเชื่อมเข้มข้นจะถูกป้อนเข้าสู่ Heat - exchange cooker ซึ่งจะไหลไปตาม Steam - heated coil สุดท้ายจะถูกปล่อยเข้าสู่ Vacuum kettle แบบต่อเนื่อง




1. Filling (Water, Sugar, Glucose, and Possibly Milk and Fat)
2. Batch Cooker
2a. Vapor Exhaust
3. Mixer
4. Valve
4a. Valve rod
4b. Valve Operating Wheel
5. Steam Heating
6. Vacuum Chamber
6a. Vacuum Connection
7. Swivel Device
8. Delivery Pan with Ready Boiled Sugar Mass

**ภาพที่ 2.1** Vacuum boiling pan
ที่มา : Charley (1982)

Continuous vacuum cooking ประสิทธิภาพของการผลิตแบบนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องจักร ในการทำให้น้ำเชื่อมมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าวิธีอื่นร่วมกับให้มีการไหลแบบ Fast-flowing thin film โดยการให้ความร้อนแก่น้ำเชื่อมด้วยการปั๊มแบบต่อเนื่อง ทำให้น้ำเชื่อมเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ สภาวะ สุญญากาศและอัตราการไหล สภาวะการผลิตสามารถปรับเพื่อให้ได้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นมากที่สุดโดยการลดอุณหภูมิเพื่อลดการเกิดอินเวอร์ชั่นและการเปลี่ยนแปลงของสีซึ่งในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะมีน้ำตาลรีดิวซ์ประมาณ ร้อยละ 12 - 17




1. Precooked Sugar-Glucose Solution
1a. Feed Pump
2. Steam Chamber
2a. Steam Supply
2b. Cooking Coil
3. Vapor Space
4. Extraction of Vapors
5. Valve
6. Vacuum Chamber
7. Pan-Swiveling Device
8. Discharge Pan
9. Vacuum Pump

**ภาพที่ 2.2** Continuous vacuum boiling system

ที่มา : Charley (1982)

**ข้อดีของการผลิตลูกกวาดชนิดแข็งภายใต้ระบบสุญญากาศ**

การใช้กระบวนการผลิตลูกกวาดภายใต้ระบบสุญญากาศ จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของลูกกวาดได้ในหลายๆ ด้าน กล่าวคือ

- ช่วยทำให้สีของลูกกวาดดีขึ้น เพราะการใช้ไฟโดยตรงจะทำให้เกิดสีน้ำตาล
- ลดอุณหภูมิในการผลิตให้ต่ำลงซึ่งจะลดการเกิดอินเวอร์ชั่นของน้ำตาลซูโครสช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์คงความใส
- ลดต้นทุนและเวลาในการผลิต

โดยปกติการผลิตในระบบสุญญากาศจะใช้สัดส่วนของกลูโคสไซรัปในปริมาณที่สูงและในระบบ Batch จะต้มน้ำเชื่อมใน Cooking pan ซึ่งอยู่ส่วนบนเหนือ Vacuum pan หลังจากให้ความร้อนเพื่อให้น้ำเชื่อมมีอุณหภูมิสูงขึ้นใน Cooking pan แล้ว จากนั้นจะทำการลดอุณหภูมิลงโดยการนำเข้าสู่ระบบสุญญากาศในกะทะด้านล่างโดยจะมีวาล์วควบคุม น้ำเชื่อมจะถูกปล่อย

ในอัตราส่วนที่คงที่ เติมกลิ่นและสีพร้อมกับทำการคน หลังจากนั้นจะปล่อยไปสู่ cooling table เมื่อน้ำเชื่อมเย็นลงและมีลักษณะคล้ายพลาสติกแล้วจะถูกฟอร์มเป็นเส้นเพื่อเข้าสู่การขึ้นรูปโดยการกดให้เป็นเม็ด (Bernard,1989.)

**การลดอุณหภูมิและการนวด** (Tempering and kneading)

ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดชนิดแข็งหลายชนิด หลังจากผ่านกระบวนการผลิตแล้วจำเป็นต้องทำให้มีความข้นเหนียวที่เหมาะสมแก่การขึ้นรูป วิธีการในการถ่ายเทความร้อนเพื่อให้น้ำเชื่อมที่ผ่านกระบวนการผลิตมีความหนืดเหนียวที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้จะมีการเติมกลิ่นและสีลงไปในน้ำเชื่อม จากนั้นของผสมจะถูกนวดเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดตามที่ต้องการ ในระบบ Semicontinuous หรือ Continuous การเติมกลิ่นและสีจะเติมลงใน In - stream mixing pan และนวดด้วยเครื่องจักร การนวดจะกระทำนานประมาณ 5 นาที ในระหว่างนี้น้ำเชื่อมจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งจุดนี้เป็นจุดที่สำคัญ เพราะถ้าหากน้ำเชื่อมมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ขุ่นมัว (Henry and Pharm,1978)

**การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของลูกกวาด**

วิธีป้องกันการเกิดผลึกในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดชนิดแข็งทำได้โดย ต้มน้ำเชื่อมที่อุณหภูมิสูงมาก จนสิ่งที่ได้จะแข็งตัวเสียก่อนที่ผลึกจะมีโอกาสเกิดขึ้น หรือเติมสารขัดขวางการตกผลึกในปริมาณสูงจนผลึกไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ในทางอุตสาหกรรมมีการต้มโดยใช้ระบบสุญญากาศเพื่อช่วยลดอุณหภูมิการต้ม และเป็นการหลีกเลี่ยงไม่ให้สีของผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสเนียนเรียบ ใสเหมือนแก้ว การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ได้แก่

1. การเปลี่ยนเป็นน้ำตาลอินเวิร์ตของซูโครส (Inversion) ถึงแม้ว่าส่วนผสมในการทำลูกกวาดชนิดแข็งจะไม่ค่อยยุ่งยาก แต่ส่วนประกอบของผลที่ได้สุดท้ายกลับซับซ้อนทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลทรายด้วยความร้อน ถ้าเป็นลูกกวาดที่ต้องเติมกรด เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์ ซูโครสบางส่วนจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลอินเวิร์ต ซึ่งเป็นส่วนผสมของน้ำตาล

D-glucose และ D-fructose รวมกันอยู่ในอัตราส่วนเท่ากัน เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสด้วยกรด ดังสมการ

$$\underset{\text{Sucrose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} \underset{\text{Glucose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Fructose}}{C_6H_{12}O_6}$$

ขบวนการสลายตัวนี้เรียกว่า Inversion ทั้งนี้เพราะเกี่ยวข้องกับการที่น้ำเชื่อมไปเบี่ยงเบนแสงโพลาไรซ์จากขวามือไปซ้ายมือ ซูโครสซึ่งปกติหมุนขวาจะเปลี่ยนเป็นส่วนผสมของน้ำตาลโมเลกุลเดียวหรือน้ำตาลอินเวิร์ตซึ่งหมุนซ้าย ในอุตสาหกรรมการทำลูกกวาดบางทีมีการเติมอินเวิร์ตซูการ์ ซึ่งเตรียมจากการทำให้น้ำตาลทรายสลายตัวด้วยเอนไซม์ แทนการใช้กรดเพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

2. การสูญสลายเนื่องจากการใช้ความร้อนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับน้ำตาลทรายอีกอย่างหนึ่ง โดยจะเกิดในลูกกวาดชนิดแข็งที่ผ่านความร้อนด้วยอุณหภูมิสูงและมีความชื้นในระดับต่ำเท่านั้น แต่จะไม่เกิดในลูกกวาดที่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่าและมีความชื้นสูงกว่า ดังเช่นในฟองดองท์ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นการเปลี่ยนรูปที่ยังไม่เป็นที่เข้าใจกันนัก สิ่งที่ได้จากการแตกตัวของซูโครสด้วยความร้อนจะไปช่วยให้กลูโคสไซรัปหรือน้ำตาลอินเวิร์ตมีความสามารถป้องกันไม่ให้เกิดผลึกขึ้นในลูกกวาดชนิดแข็ง ถ้านำน้ำตาลซูโครสแห้งมาตั้งไฟที่อุณหภูมิสูง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองแล้วเป็นสีน้ำตาลและกลายเป็นสีดำในที่สุด ในระหว่างเกิดขบวนการนี้จะมีน้ำตาลโมเลกุลเดียวเกิดขึ้น เรียงตัวกันใหม่และมีการเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมา ทำให้เกิดกรดน้ำตาลบางตัวซึ่งจะไปช่วยกระตุ้นการสลายตัวของซูโครส โมเลกุลของน้ำตาลจะสูญเสียน้ำไป เกิดเป็นน้ำตาลขาดน้ำในโมเลกุล (Sugar anhydrides) ซึ่งโมเลกุลของมันจะมาต่อกันได้ง่าย ถ้าแตกตัวต่อไปอีกจะเป็นผลให้เกิดสารประเภทแอลดีไฮด์ เช่น ฟอร์มาลดีไฮด์ และ ไฮดรอกซีเมททิลเฟอฟิวรัล ซึ่งจะมีส่วนทำให้เกิดกลิ่นฉุนของน้ำตาลที่ต้มนานเกินไป ขั้นสุดท้ายในการต้มน้ำตาลนานเกินไปก็คือการถูกเผาไหม้จนกลายเป็นถ่านคาร์บอนและจะกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ยังไม่เป็นที่เข้าใจกันอย่างชัดเจนว่าในการทำลูกกวาดชนิดแข็ง ขบวนการแตกตัวจะหยุดตรงจุดไหนซึ่งอาจจะเป็นช่วงใดช่วงหนึ่งในระยะเริ่มการเปลี่ยนแปลงแต่คงไม่ใช่ช่วงสุดท้าย เพราะจะทำให้ลูกกวาดมีลักษณะที่รับประทานไม่ได้

น้ำตาลเคี่ยวไหม้ที่เห็นลักษณะเป็นสีเหลืองเมื่อน้ำตาลทรายได้รับความร้อน ไม่ว่าจะเป็นน้ำตาลเพียงชนิดเดียวหรือที่เติมกลูโคสไซรัป เช่น ในการทำถั่วตัด อาจจะประกอบด้วยน้ำตาลประเภทขาดน้ำในโมเลกุลและสารที่เกิดจากการมาต่อกันของโมเลกุลเหล่านั้น การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลทางเคมีอย่างลึกซึ้งเหล่านี้ จะไม่เกิดขึ้นในการทำลูกกวาดชนิดเป็นก้อนอยู่ตัว (Caramel) เพราะลูกกวาดชนิดนี้มีความชื้นมากกว่าและใช้อุณหภูมิในการต้มต่ำกว่าพวกถั่วตัด ลักษณะสีและรสชาติของคาราเมลมาจากปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากกลุ่มกรดอะมิโนของโปรตีนในน้ำนม และกลุ่มแอลดีไฮด์ของน้ำตาลโมเลกุลเดียว ตัวน้ำตาลซูโครสเองไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ เพราะในโมเลกุลซูโครสไม่มีกลุ่มแอลดีไฮด์อิสระ (ศิริลักษณ์, 2525)

สูตรพื้นฐานในการผลิตลูกกวาดชนิดแข็งไม่ยุ่งยากแต่จะต้องมีความระมัดระวังหรือเอาใจใส่ในขั้นตอนของการเตรียม การผลิต และการบรรจุ หรือการเกิดผลึก และการดูดความชื้น เป็นอย่างมาก ในการผลิตลูกกวาดน้ำตาลเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลึกอย่างรวดเร็วในขั้นตอนการทำให้เย็นได้ โดยเฉพาะถ้ามีการคนร่วมด้วย การป้องกันการเกิดผลึกนั้นแต่เดิมจะใช้วิธีที่เรียกว่า Doctoring ซึ่งหมายถึงการเติมสารตั้งต้น (Substrate) ซึ่งเป็นปฏิภาคส่วนกลับกับน้ำตาล สารตั้งต้นที่นิยมใช้ ได้แก่ โพแทสเซียมไฮโดรเจนทาร์เทรต (Potasssium hydrogen tartrate) หรือ ครีมออฟทาร์ ทาร์ (Cream of tartar) โดยจะเติมลงไปในน้ำเชื่อมขณะเริ่มทำการต้ม ปริมาณที่ใช้คือ 1 ออนซ์ ต่อ 25 ปอนด์ (11.2 กก) ของน้ำเชื่อม และ ต้มที่อุณหภูมิ 149 – 154 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดน้ำตาลอินเวิร์ตอย่างเพียงพอ

Doctoring เป็นขั้นตอนที่ไม่มีความแน่นอนและคุณภาพของน้ำตาลอินเวิร์ตที่ได้ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการให้ความร้อน ความบริสุทธิ์ของน้ำตาล และความกระด้างของน้ำที่ใช้ในการละลายน้ำตาล ดังนั้นจึงแก้ปัญหาโดยการใช้น้ำตาลอินเวิร์ตหรือกลูโคสไซรัป โดยให้มีความข้นเหนียวมากพอ ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้ขึ้นอยู่กับการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตซึ่งจะให้ความแข็งมากกว่าการเติมกลูโคสไซรัปและกลูโคสแต่มีความหวานน้อยกว่า บางโรงงานมีคำแนะนำว่าเพื่อให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีอาจใช้ครีมออฟทาร์ทาร์(Minifie,1989)

สูตร อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้าย จะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการตกผลึกของลูกกวาด ผลของผลึกน้ำตาลที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวเหนี่ยวนำที่ทำให้ลูกกวาดเกิดลักษณะที่ขุ่นมัว เหนียวเยิ้ม และอื่นๆ

**คุณสมบัติเฉพาะอย่างของผลิตภัณฑ์ลูกกวาด**

ขณะที่สูตรในการผลิตมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพซึ่งมีผลอย่างมากต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ปฏิกิริยา Inversion และ caramelization ก็มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ด้วยเช่นกัน

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถใช้ในการอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ลูกกวาดมีดังนี้

**โครงสร้างของผลึก** (Microstructure)

ลูกกวาดมีลักษณะใสเหมือนแก้ว เกิดการเปลี่ยนแปลงความคงรูปจากสภาพ Completely amorphous ไปเป็น Crystalline state

สภาวะที่ทำให้เกิด Amorphous state นั้นเป็นผลมาจากการให้ความร้อนน้ำเชื่อมที่มีความข้นหนืดสูงที่อุณหภูมิห้อง การเปลี่ยนแปลง Crystalline state จะทำให้เกิดการลดความหนืดโดยมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือความชื้นเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้การเก็บที่อุณหภูมิสูงหรือสภาวะที่ชื้นจะทำให้เกิดผลึกขึ้นกับผลิตภัณฑ์ (Bernard,1989)

**การเกิดผลึกและปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์** (Graining and moisture content)

ลักษณะทางเคมี : ลูกกวาดชนิดแข็ง คือ สารละลายที่มีความอิ่มตัวสูงที่มีความสมดุลกันเป็นอย่างดีและมีโมเลกุลของน้ำ น้ำตาล และกลูโคสไซรัปที่กระจายตัวสม่ำเสมอในผลิตภัณฑ์ ถ้าภายในผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูง ลูกกวาดจะไม่สามารถดูดความชื้นจนสามารถรบกวนสมดุลนี้ได้แต่หากมีการดูดความชื้นเกิดขึ้นจนรบกวนสมดุลจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเยิ้มเปียก (wet grain)

ลักษณะเยิ้มเปียกนี้ เกิดขึ้นจากการใช้กลูโคสไซรัปที่มี D.E. สูงเกินไป ในกรณีนี้เป็นเพราะว่าน้ำตาลถูกไฮโดรไลซ์มากเกินไปทำให้ลูกกวาดไม่สามารถกลับมาฟอร์มรูปเป็นผลึกได้

ปัจจัยสำคัญซึ่งช่วยเสริมการป้องกันในการตกผลึกในผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ได้แก่

1. ใช้สูตรที่ถูกต้อง
2. ควรควบคุมวัตถุดิบที่ใช้ในสูตร
3. ตรวจสอบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในขั้นตอนการให้ความร้อนและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นไม่ควรเกินร้อยละ1.5 - 2.0
4. เพื่อให้ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดที่ดีควรใช้กระบวนการผลิตแบบ Vacuum - cooking technique ซึ่งจะช่วยลดปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำลง โดยเฉพาะในระดับอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาด

ถ้าหากใช้กระบวนการผลิตแบบอื่นๆ นอกจากการใช้กระบวนการผลิตแบบ Vacuum - cooking technique แล้ว สิ่งที่ควรระมัดระวัง คือ จำเป็นจะต้องผลิตโดยใช้อุณหภูมิช่วง 160 - 165.5 องศาเซลเซียส หรือ 320 - 330 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งการใช้อุณหภูมิในการผลิตช่วงนี้จะช่วยรักษาปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในระดับต่ำ แต่ถ้าหากใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้เล็กน้อยคือ อยู่ในช่วง 154.4 - 160 องศาเซลเซียส หรือ 310 - 320 องศาฟาเรนไฮต์ พบว่าน้ำตาลโดยเฉพาะกลูโคสไซรัปจะเริ่มเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ส่งผลให้เกิดผลเสียแก่สีและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ซึ่งหากพบว่าเกิดปัญหานี้ขึ้นจริงผลิตภัณฑ์จะต้องถูกทำลายทิ้ง

เมื่อมีการใช้ระบบสุญญากาศในระหว่างกระบวนการผลิต อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำเชื่อมที่ออกมาจาก Cooker จะต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำเชื่อมที่ผ่านกระบวนการผลิตภายใต้สภาวะบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำเชื่อมขณะทำการผลิตจะมีอุณหภูมิประมาณ 146.1 องศาเซลเซียส และเมื่อออกมาจากหม้อต้มเคี่ยวจะมีอุณหภูมิประมาณ 121.1 องศาเซลเซียส ซึ่งที่อุณหภูมินี้เหมาะสมสำหรับการเติมกรดและกลิ่นลงไป เพราะที่อุณหภูมิสูง ในบางครั้งกรด เช่น ซิตริค มาลิก ทาร์ทาริก จะไปเพิ่มเปอร์เซนต์ของน้ำตาลรีดิวซ์โดยให้ค่ามากกว่า ร้อยละ 3.5 (Allikonis, 1979)

**การเกิดลักษณะขุ่นมัวเนื่องจากการเติมอากาศ** (Air occlusions)

Vacuum cooking การนวด การเติมอากาศจะทำให้เกิดฟองอากาศทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันและยังมีผลต่อความเนียนเรียบของผลิตภัณฑ์(Bernard,1989)

**สารให้กลิ่น** (Flavour substances)

เมื่อเติมสารให้กลิ่นลงไปในผลิตภัณฑ์โดยที่การกระจายไม่ทั่วถึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ไม่เนียนเรียบและไม่สม่ำเสมอกัน โดยเฉพาะกรดซิตริคซึ่งเป็นผลึกและไม่ละลายจะพบมากในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดชนิดแข็ง จุดหลอมเหลวของกรดซิตริคในรูปผลึกนั้นเท่ากับ 126 องศาเซลเซียสหรือในรูป ปราศจากน้ำ (Anhydrous) เท่ากับ 153 องศาเซลเซียส ซึ่งจะช่วยให้สามารถกระจายในเนื้อผลิตภัณฑ์ได้ดี โดยเฉพาะกรดที่อยู่ในรูปผลึกถ้ามีการใช้ความร้อนหรือน้ำช่วยในการละลายจะดียิ่งขึ้น ถ้ามีอนุภาคของกรดจะทำให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่เป็นที่พึงพอใจแก่ผู้บริโภค

**การดูดความชื้น** (Moisture absorption)

น้ำตาลที่ไม่อยู่ในรูปผลึกจะมีความเป็น Hygroscopic สูง ทำให้ความชื้นที่ผิวหน้าเพิ่มขึ้นและจะไปเจือจางความเข้มข้นของน้ำตาลที่ผิวหน้าจากนั้นจะกลายเป็นผลึกและกลายเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่จนในที่สุดจะกลายเป็นผลึกทั่วทั้งเม็ด ด้วยเหตุนี้การบรรจุลูกกวาดโดยทันทีภายหลังจากขึ้นรูปเรียบร้อยแล้วจึงมีความสำคัญมาก

**ส่วนประกอบที่ใช้** (Composition)

ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดส่วนใหญ่จะผลิตจากน้ำตาล กลูโคสไซรัป บางครั้งอาจใช้น้ำตาลอินเวิร์ต ในกรณีที่บางประเทศมีการปลูกอ้อยและหากลูโคสค่อนข้างยาก

อัตราส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับวิธีการในการต้ม Open–pan, thin - film หรือ Vacuum อย่างไรก็ตามก็ยังขึ้นอยู่กับชนิดของกลูโคสไซรัปที่ใช้ ตัวอย่าง เช่น น้ำตาลอินเวิร์ตที่มีปริมาณกลูโคสน้อยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียว มีความเป็น Hygroscopic ต่ำและมีความหวานน้อย

ส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาลจะแตกตัวได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล คือ เดกซโตรส และฟรุคโตรส น้ำตาลฟรุคโตรสจะเป็นตัวที่ทำให้ลูกกวาดมีความสามารถเป็น Hygroscopic เพิ่มขึ้นและอาจจะทำให้ลูกกวาดมีความเหนียวถ้าทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การใช้ระบบ Vacuum จะช่วยลดปฏิกิริยา Inversion เพราะจะใช้อุณหภูมิที่ต่ำลงและเวลาสั้นลง องค์ประกอบของกรดที่อยู่ในเศษลูกกวาดที่นำกลับเข้าไปผสมกับ Batch ต่อไปจะทำให้เกิด Inversion ดังนั้นเศษลูกกวาดควรจะผ่านการละลาย ทำให้เป็นกลาง และไม่มีสีก่อนนำมาใช้

**สี** (Color)

การต้มที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลานานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลใส ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการสำหรับผลิตภัณฑ์ Fruit drop , Clear mint และผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน

**ข้อผิดพลาดและปัญหาต่าง ๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลูกกวาดชนิดแข็ง**

เป็นการสรุปถึงสาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ คือ

1. ลูกกวาดมีความเหนียว ซึ่งเกิดจากการดูดความชื้นจากบรรยากาศ มีสาเหตุมาจาก

1.1 มีน้ำตาลอินเวิร์ตมากเกินไป

1.2 อุณหภูมิขณะทำการขึ้นรูปและการบรรจุสูงเกินไป ห้องบรรจุควรมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ ร้อยละ 45 หรือต่ำกว่านั้น ลูกกวาดควรบรรจุขณะผลิตภัณฑ์ยังอุ่นอยู่โดยมีอุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส

1.3 ภาชนะบรรจุไม่เหมาะสม ไม่สามารถป้องกันความชื้นได้

1.4 สภาวะบรรยากาศขณะที่วางจำหน่ายไม่เหมาะสม

2. สาเหตุของการเกิดการตกผลึกของน้ำตาล

การตกผลึกของน้ำตาลที่เกิดกับลูกกวาดชนิดแข็งในระหว่างกระบวนการผลิตนั้นเป็นสิ่งที่ไม่เป็นที่พึงปรารถนา เพราะจะทำให้ลูกกวาดเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏ ซึ่งถ้าหากมีการตกผลึกเกิดขึ้นจะทำให้อายุการเก็บสั้นลง การตกผลึกจะส่งผลให้ลูกกวาดมีลักษณะขุ่นขาว ยืดเหนียว และสูญเสียกลิ่นรส สาเหตุของการตกผลึกนั้นเกิดจากอัตราส่วนของส่วนผสมที่ใช้ต่ำเกินไป (เนื่องจากกลูโคสไซรัปมีปริมาณไม่เพียงพอ) ปริมาณความชื้นในลูกกวาดสูง , อุณหภูมิขณะทำการผสมสูงเกินไป การผลิตในบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า ร้อยละ 28 นอกจากนี้ถ้าบริเวณที่ทำการเก็บผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้ลูกกวาดนุ่มและอ่อนตัวไม่คงรูป ซึ่งอาจกลายเป็นน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นมากกว่าที่จะสามารถเคลื่อนที่ได้และอาจจะกลายเป็นผลึกได้ด้วย ดังนั้นในการผลิตลูกกวาดชนิดแข็งควรคำนึงถึงปัจจัยที่ได้กล่าวมานี้ เพื่อป้องกันปัญหาการตกผลึกและยังสามารถเสริมให้ลูกกวาดมีอายุการเก็บได้นานถึง 1 ปี (Kitt,1993)

**สมุนไพร**

น้ำมันหอมระเหย (Essential oils) ในธรรมชาติมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารพวกเทอร์ปีน เทอร์ปีนนอยด์ และ สารประกอบพวกฟีนิลโพรเพน เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำและมีปริมาณไม่สูงนัก (Merory,1968) น้ำมันหอมระเหยบางชนิดจะมีสารแอนตี้ออกซิแดนท์เป็นองค์ประกอบซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ (Lee and Jackson,1973) น้ำมันหอมระเหยเป็นสารให้กลิ่นซึ่งมีมากในสมุนไพรและเครื่องเทศ และให้กลิ่นที่เป็นลักษณะเฉพาะของสมุนไพรและเครื่องเทศชนิดนั้นๆ

การสกัดน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้จากต้นสมุนไพรสดสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่วิธี distillation , solvent extraction และ expression (Dziezak,1989) แต่วิธี distillation จะได้รับความนิยมมากที่สุด สำหรับน้ำมันหอมระเหยที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาด ได้แก่ aniseed, clove, cinnamon, eucalyptus, ginger, grapefruit, lemon, lime, orange, peppermint, rose, spearmint (Merory,1968)

น้ำมันหอมระเหยจะมีองค์ประกอบเป็นสารประเภทระเหยได้เป็นองค์ประกอบหลักและให้กลิ่นที่เป็นกลิ่นเฉพาะตัวของสมุนไพรแต่ละชนิด นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยยังมีประโยชน์ในด้านสีของผลิตภัณฑ์ โดยจะไม่ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงและคุณภาพส่วนใหญ่ของกลิ่นไม่เปลี่ยนแปลงเช่นกันเนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยนั้นจะไม่มีเอนไซม์และแทนนิน อย่างไรก็ตามน้ำมันหอมระเหยไม่ใช่สารให้กลิ่นที่สมบูรณ์ที่สุด เนื่องจากเมื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมานั้นจะมีแต่สารประเภทระเหยได้เท่านั้น แต่สารประเภทที่ไม่สามารถระเหยได้ไม่สามารถปนออกมา มีการบันทึกไว้ว่าน้ำมันหอมระเหยของ Ginger และ Pepper (*piper nigrum*) ที่ได้จะขาดรสเผ็ดร้อน ซึ่งสารที่ทำให้เกิดรสเผ็ดร้อนนี้จะประกอบไปด้วยสารประเภท Non volatile, Gingerol และ Piperine (Dziezak,1989)

**โรสแมรี่** (Rosemary)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Rosmarinus Officinalis*

ลักษณะทั่วไป เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง มีอายุยืนถึง 20 ปี มีกลิ่นแรง ใบลักษณะเป็นเส้นตรงยาวรียาวประมาณ 2-4 เซนติเมตร มีสีเขียวถึงอมเทา ใบจะเป็นที่สะสมน้ำมันหอมระเหยกลิ่นคล้ายการบูร (มูลนิธิโครงการหลวง,2542) โดยปกติจะมีความสูงประมาณ 2 เมตร แต่เดิมปลูกแถบเมดิเตอร์เรเนียนจากนั้นมีการขยายการเพาะปลูกไปอย่างกว้างขวาง (แคลิฟอร์เนีย อังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน โปรตุเกต โมรอคโค จีน) นิยมใช้ใบที่ผ่านการทำให้แห้งเป็นเครื่องเทศ น้ำมันโรสแมรี่ผลิตโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำจากส่วนของดอกสด (Keville,1991)

องค์ประกอบทางเคมี มีน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 0.5 ประกอบด้วย mono - terpene hydrocarbons ($\alpha$ - และ $\beta$ - pinenes, camphene, limonene) เป็นหลัก นอกจากนี้ยังมี cineole(eucalyptol), borneol และ camphor, linalool, verbenol, terpineol, 3- octanone, และ isobornyl acetate (Newall et al.,1996)

สารสกัดจากโรสแมรี่มีคุณสมบัติเป็นแอนตี้ออกซิแดนท์ที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับ butylated hydroxyanisole (BHA) และ butylated hydroxytoluene (BHT) โดยสารที่เป็นองค์ประกอบที่มีคุณสมบัตินี้ได้แก่ carnosic acid และ labiatic acid

ผลทางเภสัชกรรมและทางชีววิทยา น้ำมันโรสแมรี่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ (แบคทีเรียและรา) เมื่อทำการทดลองในหนูพบว่ามีฤทธิ์ในการกระตุ้นการเคลื่อนไหว ซึ่งเชื่อว่าเป็นผลมาจากสารที่ชื่อ cineole นอกจากนี้ยังมีผลป้องกันอาการคัน ระคายเคือง และทำให้หมดความรู้สึกที่ผิวหนังของมนุษย์ สารสกัดจากโรสแมรี่มีผลในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ urease และ rosmanolซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสาร Active agent

การใช้ประโยชน์

**ทางการแพทย์ , ทางเภสัชกรรม และเครื่องสำอาง** แถบยุโรปจะใช้ใบในการรักษาโรค โดยเฉพาะโรคปวดในข้อ (Rheumatic) ใช้ภายนอก เช่น การอาบน้ำ ช่วยแก้ปัญหาการไหลเวียนของโลหิต เป็นตัวกระตุ้นโดยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตไปที่ผิวหนัง

น้ำมันโรสแมรี่ยังใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอมและเครื่องสำอาง ได้แก่ สบู่ ผงซักฟอก ครีม โลชั่น และน้ำหอม ปริมาณที่ใช้มากที่สุดอยู่ในระดับร้อยละ 1

**ทางด้านอาหาร** ในรูปเครื่องเทศนิยมใช้เพิ่มในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และเครื่องปรุงอาหาร ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผัก ขนมขบเคี้ยว น้ำเกรวี่ และอื่นๆ โดยปริมาณสูงสุดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อยู่ในระดับ ร้อยละ 0.41 (4,098 ppm)

น้ำมันโรสแมรี่นิยมใช้ในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ขนมหวานที่ทำจากผลิตภัณฑ์นมแช่แข็ง ลูกอม ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เจลลาตินและพุดดิ้ง เนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อ โดยปริมาณสูงสุดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ เนื้ออยู่ในระดับ ร้อยละ 0.003 (26.2 ppm)

**ทางด้านอาหารเพื่อสุขภาพและชาสมุนไพร** มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในแถบยุโรปมากกว่าในอเมริกา โดยใช้ในรูป ผงและสารสกัดในรูปแห้งโดยใช้ทั้งภายในและภายนอก

**การแพทย์แผนโบราณ** ในแถบยุโรปใช้ในรูปยาดองใช้เป็นตัวกระตุ้นและขับลมในกระเพาะช่วยรักษาระบบการย่อยอาหาร อาการปวดหัว อาการเครียด นอกจากนี้ใช้ในการป้องกันโรคมะเร็งและมีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ที่ได้จากธรรมชาติ ( Keville,1991)

ภาพที่ 2.3 ต้นโรสแมรี่

ภาพที่ 2.4 ต้นคาร์โมมายล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

**คาร์โมมายล์** (Chamomile)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Matricaria recutita L.*

ลักษณะทั่วไป ใบมีลักษณะฝอยเหมือนขนนกเรียวเล็ก ดอกเหมือนดอกเก๊กฮวย ทรงพุ่มสูงประมาณ 80 เซนติเมตร (มูลนิธิโครงการหลวง,2542) มีกลิ่นหอม เป็นไม้ล้มลุกมักปลูกในแถบยุโรปและทางตอนเหนือและตะวันตกของทวีปเอเชีย แต่เดิมจะปลูกทางแถบอเมริกาเหนือ ต่อมาได้มีการขยายการเพาะปลูกเข้าสู่ประเทศ ฮังการี โรมาเนีย บัลแกเรีย เยอรมันนี กรีซ อาร์เจนตินาและอียิปต์ การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะใช้ส่วนของดอกและสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้จากส่วนดอกโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งจะมีสีฟ้า (Prakash,1990)

องค์ประกอบทางเคมี มีน้ำมันหอมระเหยประมาณ ร้อยละ 0.24 - 1.9 ประกอบด้วย chamazulence, farnesene, α - bisabolol oxide A, α- bisabolol oxide B, α - bisabolone oxide A, matricin และ en - yn - dicycloether ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก (Newall et al., 1996)

ผลทางด้านเภสัชวิทยาและทางด้านชีววิทยา มีการรายงานว่า คาร์โมมายล์มีคุณสมบัติทางด้านเภสัชวิทยามากมาย ดังนี้ น้ำมันมีผลในการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและรา โดยเฉพาะสามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวก ( เช่น *Staphylococcus aureus*) และ *Candida albicans* อีกทั้งยังลดความเข้มข้นของยูเรียในเลือดของกระต่ายให้อยู่ในระดับปกติ

chamazulence ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมัน สามารถใช้ในการบรรเทาอาการปวดแสบปวดร้อนได้ ใช้ในการสมานแผล ป้องกันการเกิดอาการบวมแดงของผิวหนังและมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ : α - bisabolol องค์ประกอบอื่นๆที่มีอยู่ในน้ำมันก็มี คุณสมบัติในการป้องกันการเกิดอาการบวมแดงของผิวหนัง ยับยั้งจุลินทรีย์ น้ำชาที่ทำจากคาร์โมมายล์จะมีฤทธิ์เป็นยานอนหลับอย่างอ่อน umbelliferone มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อรา matricin พบว่ามีผลในการป้องกันการเกิดอาการบวมแดงของผิวหนังได้ดีกว่า chamazulene อย่างมีนัยสำคัญ

การใช้ประโยชน์

**ทางการแพทย์และทางเภสัชวิทยา** สารสกัดจากคาร์โมมายล์จะใช้ในการเตรียมยาทางเภสัชกรรม โดยส่วนใหญ่จะใช้ในรูปขี้ผึ้งสำหรับฆ่าเชื้อโรค การเกิดแผลบวมแดงที่ผิวหนัง ผิวหนังที่โดนรังสี น้ำมันหอมระเหยใช้เป็นยาขับลมในกระเพาะ และยาบำรุง ช่วยลดกรดในกระเพาะอาหารและช่วยป้องกันการเกิดแผลพุพอง ช่วยกระตุ้นการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ในคนป่วยที่ผ่านการผ่าตัดลำไส้ ระบบปัสสาวะ และระบบสืบพันธุ์ ช่วยลดฮีสตามีนซึ่งเป็นสารที่ทำเกิดอาการบวมหรือแผลพุพองที่ผิวหนัง ตาบวม และปวดศีรษะ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการแพ้ ลดการเกิดปัญหาในระบบการย่อยและ Hyperactive ในเด็ก ป้องกันการเกิดอาการชักในเด็กที่มีไข้สูง ช่วยจับและยับยั้งการทำงานของ แบคทีเรีย ราและพิษ

Aromatherapy กลิ่นหอมใช้ใส่ในน้ำมันนวดและน้ำมันที่ใช้หลังการอาบน้ำสำหรับคนที่มีอาการห่อเหี่ยวไม่สดชื่น กลิ่นหอมจะช่วยให้สดชื่นกระปรี้กระเปร่า และหายป่วย มีการบันทึกไว้ว่าการใช้ คาร์โมมายล์ในการอาบน้ำ จะช่วยลดอาการอ่อนเพลีย อาการปวดแสบปวดร้อน ช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ

**ทางด้านเครื่องสำอาง** Chamazulene มีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดแผลบวมแดง ซึ่งสามารถผลิตขึ้นโดยการกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยใช้วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำนอกจากนี้ใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางที่มีราคาแพงเพื่อลดอาการหน้าบวม ครีมคาร์โมมายล์ใช้สำหรับผิวหน้าที่แห้ง และผิวที่บอบบาง และผิวหนังที่เกิดอาการแพ้ได้ง่าย

**ทางด้านอาหาร** น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จะเป็นสารให้กลิ่นในอาหารรวมทั้งเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (Bitters, Vermouths, Benedictine Liqeurs และอื่นๆ) และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ของหวานที่ทำจากผลิตภัณฑ์นมแช่แข็ง ลูกอม เบเกอรี่ เจลลาตินและพุดดิ้ง ปริมาณของน้ำมันสูงสุดที่ใช้ส่วนใหญ่น้อยกว่าร้อยละ 0.02

**อาหารเพื่อสุขภาพและชาสมุนไพร** ส่วนของดอกใช้เป็นชาสมุนไพรโดยรวมกับส่วนผสมอื่นเป็นยาบำรุงช่วยให้นอนหลับ ด้านเครื่องสำอางช่วยลดอาการบวมแดงของผิวหนัง

**การแพทย์แผนโบราณ** ช่วยลดอาการจุกเสียด ท้องเสีย อาหารไม่ย่อย นอนไม่หลับ การชัก ปวดฟัน และอาการป่วยอื่นๆโดยอยู่ในรูปของยาต้มหรือยาดอง รวมทั้งช่วยรักษาโรคที่เกี่ยวกับสะโพก โรคนิ้วเท้าบวม โรคปวดเอว และโรคผิวหนัง (Keville,1991)

**เลมอนบาล์ม** (Lemon Blam)

ภาพที่ 2.5 ต้นเลมอนบาล์ม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Melissa Officinalis*

ลักษณะทั่วไป คล้ายมินต์ ใบมีขนมาก ขอบใบหยิก ขนาดทรงพุ่ม 50 - 100 เซนติเมตร เป็นไม้ยืนต้นให้กลิ่น มีความสูงประมาณ 1 เมตร นิยมปลูกแถบเมดิเตอร์เรเนียน, เอเชียตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ ไซบีเรีย และแอฟริกาเหนือ นิยมใช้ส่วนของใบและดอก น้ำมันหอมระเหยผลิตโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ

องค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 0.1 – 0.2 โดยมีสารประกอบที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น citral, caryophyllene oxide, citronellal, eugenol acetate, geraniol และมี terpene hydrocarbon อีกเล็กน้อย

ผลทางเภสัชวิทยาและทางชีววิทยา สารสกัดจากบาล์มด้วยน้ำร้อนจะมีคุณสมบัติในการยับยั้งไวรัส (ทั้งการทดลองในไข่และในระบบการเลี้ยงเซลล์) ต่อต้านโรคนิวคาสเซิล ( Newcastle disease) คางทูม งูสวัด และไวรัสอื่นๆ Polyphenol (นอกเหนือจาก Caffeic acid) และ แทนนิน ก็จะมีคุณสมบัติในการต่อต้านไวรัส

สารสกัดจากบาล์มที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะมีคุณสมบัติเป็น Antithyrotropic และ Antigonadotropic activity

น้ำมันจากบาล์มมีผลในการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย โดยเฉพาะ *Mycobacterium phlei* และ *Streptococcus hemolytica* ได้ดีเท่ากับการมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อรา และใช้เป็นยาแก้หวัดและยาแก้อาการชักกระตุก ในการทดลองกับหนูตะเภาพบว่า eugenol มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้เป็นยาแก้อาการชักกระตุก

การใช้ประโยชน์

**ทางการแพทย์และทางเภสัชกรรม และเครื่องสำอาง** ส่วนใหญ่ใช้ทางเภสัชกรรม โดยใช้เป็นยาขับลม และยาสลบอย่างอ่อน ส่วนน้ำมันจะใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำหอม

**ทางด้านอาหาร** บาล์มสกัดและน้ำมันส่วนใหญ่ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (Bitter Vermouth และอื่นๆ) และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ของหวานที่ทำจากผลิตภัณฑ์นมแช่แข็ง ลูกอม ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เจลลาตินและพุดดิ้ง ปริมาณสูงสุดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อยู่ในระดับร้อยละ 0.5

**อาหารเพื่อสุขภาพและชาสมุนไพร** อยู่ในรูปสมุนไพรผงโดยการตัดและร่อนด้วยตะแกรงสกัดให้อยู่ในรูปของเหลวและผงเพื่อใช้เป็นยาดอง และใช้เป็นยานอนหลับอย่างอ่อน

**การแพทย์แผนโบราณ** ใช้เป็นยาขับลม (Keville,1991)

**ทายม์** (Thyme)

ภาพที่ 2.6 ต้นทายม์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thymus vulgaris L.*

ลักษณะทั่วไป เป็นไม้พุ่มลำต้นตั้งตรง ดอกและใบมีขนาดเล็ก มีความสูงประมาณ 45 เซนติเมตร เดิมปลูกแถบเมดิเตอร์เรเนียน (กรีซ อิตาลี สเปน ) ต่อมาได้มีการขยายการเพาะปลูกไปสู่แถบ ฝรั่งเศส สเปน โปรตุเกต อเมริกา ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในรูปวัตถุดิบแห้งโดยเฉพาะในส่วนของใบและดอกใช้ในการผลิตน้ำมันโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำ (Prakash,1990)

องค์ประกอบทางเคมี โดยปกติจะมีน้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณ ร้อยละ 0.8 - 2.6 (โดยทั่วไปประมาณ ร้อยละ1) และมี phenol อยู่สูงถึงประมาณ ร้อยละ 20 - 80 monoterpene hydrocarbon เช่น *p* - cymene และ $\gamma$ - terpinene และ แอลกอฮอล์ ( เช่น linalool , $\alpha$ - terpineol และ thujone - 4 ol) thymol โดยปกติจะเป็นสารประกอบฟีนอลิกซึ่งเป็นสารหลักที่มีอยู่ในทายม์ สารที่เป็นองค์ประกอบรองลงมาได้แก่ carvacrol ซึ่ง thymol และ carvacrol สามารถเกิดเป็น glucoside และ galactoside (Newall et al.,1996)

น้ำมันของทาย์มและ thymol มีคำอธิบายว่าเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออก - ซิแดนท์ ในเนื้อหมูแห้ง labiatic acid ที่มีอยู่ในทาย์มก็มีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ได้ดีพอๆ กับ ออริกาโน เสจ มาเจอรัม และมินต์สายพันธุ์ต่างๆ นอกจากนี้ thymol ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ในน้ำมันของทาย์ม มีการรายงานว่ามีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งเชื้อรา

ผลทางเภสัชกรรมและทางชีววิทยา มีการรายงานว่าน้ำมันของทาย์มมีคุณสมบัติในการขับเสมหะและขับลมในกระเพาะ รวมทั้งสามารถยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและราโดย thymol และ carvacrol

น้ำมันสามารถใช้ทำลายไข่ของยุง เมื่อทำการทดลองกับกระต่ายโดยการให้กินและฉีดเข้าใต้ผิวหนัง พบว่าทำให้เป็นสาเหตุทำให้เกิดความดันในหลอดเลือดสูง โดยไปเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ และการให้ในปริมาณสูงๆ พบว่าจะทำให้อัตราการหายใจถี่ขึ้น

การใช้ประโยชน์

**ทางการแพทย์และทางเภสัชกรรม** น้ำมันทาย์มใช้เป็นสารให้กลิ่น ยาขับลมในกระเพาะ และน้ำมันทาแก้ปวดเมื่อย thymol ก็ใช้ในลักษณะเดียวกันโดยใช้ในการเตรียมยาที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อรา (การติดเชื้อที่ผิวหนัง) และยาที่ใช้ทางทันตกรรม นอกจากนี้ทาย์มใช้เป็นยารักษาอาการไอ (รวมทั้งโรคไอกรน) ใช้เป็นยากลั้วคอและน้ำยาบ้วนปากเพื่อรักษาอาการเป็นแผลและเจ็บคอและการติดเชื้อของเหงือกได้ดี ในน้ำยากลั้วคอ ยาแก้ไอ น้ำยาบ้วนปากจะประกอบด้วยทาย์มซึ่งมี thymol เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถทำลายแบคทีเรีย เชื้อราบางชนิดและโรคงูสวัด จากการศึกษาในคนพบว่าการบ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปาก 2 ครั้งต่อวัน พบว่าสามารถลดอาการเหงือกบวม (gum inflammation) และการสะสมของหินปูน ได้ร้อยละ 34 นอกจากนี้ทาย์มยังช่วยให้ระบบการย่อยอาหารดีขึ้น คลายกล้ามเนื้อ ช่วยทำลายปรสิตในลำไส้ (โดยเฉพาะพยาธิปากขอและพยาธิตัวกลม)

**ทางด้านเครื่องสำอาง** น้ำมันทาย์มยังเป็นส่วนผสมในการทำยาสีฟัน สบู่ ผงซักฟอก ครีม โลชั่น และน้ำหอม

**ทางด้านอาหาร** ทาย์มใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องเทศผสม(สำหรับใช้กับสลัดโดยเฉพาะ) นอกจากนี้ยังใช้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์เนื้อ เครื่องปรุงอาหาร เครื่องปรุงรส ผัก ซุป

น้ำเกรวี่ ไขมันและน้ำมัน ปริมาณสูงสุดที่นิยมใช้กันในผลิตภัณฑ์เนื้อส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 0.172

**น้ำมันทาย์ม** ใช้เป็นสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (เช่น ลิเคอร์) และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ของหวานที่ทำจากผลิตภัณฑ์นม แช่แข็ง ลูกกวาด เจลลาตินและพุดดิ้ง เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ ปริมาณสูงสุดที่นิยมใช้ ส่วนใหญ่จะใช้น้อยกว่า ร้อยละ 0.03

**อาหารเพื่อสุขภาพและชาสมุนไพร** บางครั้งใช้เป็นส่วนผสมในการให้กลิ่นรสในชา

**การแพทย์แผนโบราณ** โดยปกติ (ทั้งในรูปแห้งและสด) จะใช้รักษาโรค หลอดลมอักเสบ, ยาขับลม, ยานอนหลับ โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปยาดอง แก้โรคช่องคออักเสบ, ไอกรน, กระเพาะอักเสบเรื้อรัง, ท้องเสีย, เบื่ออาหาร ใช้ในการอาบน้ำจะช่วยรักษาโรคปวดในข้อ และปัญหาโรคผิวหนัง (Keville,1991)

**เสจ** (Sage)

ภาพที่ 2.7 ต้นเสจ

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Salvia officinalis*

ลักษณะทั่วไป เป็นพืชตระกูลเดียวกับโหระพา เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 40 เซนติเมตร อาจสูงถึง 70 เซนติเมตร ดอกมีสีม่วง-ฟ้า สีชมพู หรือสีขาว ใบมีลักษณะเป็นรูปทรงแบบใบหอก สีเขียวอมเทา ผิวใบมองเห็นเป็นตุ่มละเอียดทั่วทั้งใบยาวเรียวมีปุยสีขาว มีขนาดประมาณ 2.5 - 6.25 เซนติเมตร การปลูกในบริเวณที่มีอากาศแห้งจะทำให้ใบมีสีเทา และออกดอกในช่วงเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน

องค์ประกอบทางเคมี มีน้ำมันหอมระเหยประมาณ ร้อยละ 2.8 ซึ่งประกอบด้วย thujone, cineole, bornerol, linalool, camphor, salvene สารประกอบที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน, flavonoid, กรดอินทรีย์

การใช้ประโยชน์

เสจมีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ ที่มีประสิทธิภาพ และยังมีคุณสมบัติในการใช้เป็นสารยับยั้งแบคทีเรียโดยใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยเฉพาะไส้กรอก เพราะไม่เพียงแต่จะใช้เพื่อเสริมกลิ่นรสแล้วยังช่วยในการถนอมอาหารอีกด้วย นอกจากนี้เสจยังนิยมใช้ในการทำแพนเค้ก ชาวอเมริกันนิยมทำขนมปังโดยใช้เสจเป็นส่วนผสมและใช้โรยลงบนเนย เสจยังช่วยเพิ่มกลิ่นรสของไวน์และน้ำส้ม นอกจากนี้ยังนิยมใช้เป็นตัวเพิ่มกลิ่นรสให้กับไส้ขนมต่างๆ ด้วยเช่นกัน

**ทางด้านการแพทย์** ใบมีคุณสมบัติในการรักษาไข้หวัดใหญ่ ปัจจุบันมีการนำเสจใช้เป็นน้ำยากลั้วคอเพื่อรักษาโรคคออักเสบและต่อมทอลซิลอักเสบและใช้เป็นน้ำยาบ้วนปากหรือใช้รักษาแผลในปาก ลดการติดเชื้อ และลดปริมาณเหงื่อ (Antiperspirant) นอกจากนี้น้ำชาที่ผลิตจากเสจจะช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยเฉพาะเมื่อดื่มขณะท้องว่าง

Aromatherapy ในประเทศฝรั่งเศสใช้น้ำหอมจากเสจในการบรรเทาอาการเครียดและความหดหู่ของร่างกายและจิตใจ นอกจากนี้เสจยังใช้ในการรักษาโรคหืดโดยการสูดดมไอหรือควันที่ได้จากการเผาใบเสจแห้ง

**ทางด้านเครื่องสำอาง** เสจใช้เป็นส่วนผสมของยาสระผมและครีมนวดผม ช่วยทำให้ผมดกดำ และช่วยสมานแผลบนผิวหนังศีรษะ ช่วยขจัดรังแค (Keville,1991)

**มินต์** (mint)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mentha piperita* ( Peppermint) , ( U.S.A Mint)
*Mentha spicata* ( Spearmint)
*Mentha arvensis* ( Japannese Mint)

ลักษณะทั่วไป แตกต่างกันไประหว่าง Species ลักษณะคล้ายสะระแหน่ของไทยมีทั้งใบกลมจนถึงใบรูปหยัก ขอบใบหยิกใต้ใบมีขนปกคลุม เป็นที่สะสมน้ำมันหอมระเหย ดอกมีสีชมพู - ม่วงแดง สูงประมาณ 30 - 50 เซนติเมตร (มูลนิธิโครงการหลวง,2542)

**เปบเปอร์มินต์** (Peppermint)

<u>ภาพที่ 2.8</u> ต้นเปบเปอร์มินต์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

**ยูเอสเอมินต์** ( U.S.A Mint)

**ภาพที่ 2.9** ต้นยูเอสเอมินต์

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Mentha piperita*

ลักษณะทั่วไป มีก้านสีแดงกว่าสเปียร์มินต์ ต้นสูงประมาณ 2 - 3 ฟุต ใบมีสีเขียว มีกลิ่นรสที่ฉุนและเผ็ดร้อนกว่าสเปียร์มินต์ แต่เดิมมีการปลูกในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียน

องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีน้ำมันหอมระเหยประมาณ ร้อยละ 0.1 - 2.0 (Merory,1968) ประกอบด้วย menthol (ให้รสเย็น), flavonoid, phytol, tocopherol, carotenoid, azulence, rosmarinic acid, วิตามิน A และ C, เกลือแร่ เช่น แคลเซียมและ

โพแทสเซียม (Keville, 1991) α - pinene, β - pinene, camphene, cineole, menthofuran, 3 - octanol, limonene, linalool, menthone, isomenthone, และpulegone (Prakash,1990)

การใช้ประโยชน์

**ทางด้านอาหาร** นิยมใช้แต่งกลิ่นขนมหวาน เครื่องดื่ม ไอศกรีม ลิเคอร์ ซอส ลูกกวาด โดยเฉพาะลูกกวาดที่มีชื่อว่า Afterdinner mints และน้ำมันหอมระเหยนิยมใช้เป็นสารให้กลิ่นรสในหมากฝรั่งและลูกกวาดมากที่สุด

**ทางการแพทย์** น้ำมันหอมระเหยนิยมใช้เป็นสารให้กลิ่นในทางเภสัชและใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดช่องปาก เช่น นำไปใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟัน ยาบ้วนปาก และลูกกวาด หมากฝรั่งตลอดจนครีมทาภายนอก และใช้ประกอบอาหาร ช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร กระตุ้นกระเพาะอาหาร ลดอาการปวดศีรษะ ปวดตามข้อ (Prakash,1990)

**สเปียร์มินต์** (Spearmint)

<u>ภาพที่ 2.10</u> ต้นสเปียร์มินต์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mentha spicata*

ลักษณะโดยทั่วไป เป็นไม้เลื้อยมีความสูงประมาณ 30 -90 เซนติเมตร แต่เดิมมีการปลูกอยู่แถบทางตอนเหนือของอังกฤษ ปัจจุบันได้มีการขยายการเพาะปลูกไปในประเทศ รัสเซีย ญี่ปุ่น เยอรมัน และเนเธอร์แลนด์ (Prakash,1990)

องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีน้ำมันหอมระเหยประมาณ ร้อยละ 0.25 ( Merory, 1968) ประกอบด้วย l - limonene, α - pinene, α - phellandrene, l - carvone, cineole, linalool, dihydrocuminyl acetate, dihydrocuminyl valerate และ dihydrocarveyl acetate (Henry and Pharm. 1978)

การนำไปใช้ประโยชน์

**ทางด้านอาหาร** ใช้เป็นสารให้กลิ่นรสในหมากฝรั่ง ยาสีฟัน ผลิตภัณฑ์ลูกกวาด และขนมหวาน เป็นเครื่องเทศในการประกอบอาหาร ช่วยกระตุ้นกระเพาะอาหาร ขับลมในกระเพาะ แก้อาการคลื่นไส้ในสตรีมีครรภ์ อาเจียน ช่วยรักษาโรคหลอดลมอักเสบ ท้องอืด วิงเวียน ใช้แต่งกลิ่นในเครื่องดื่มพวกที่มีและไม่มีแอลกอฮอล์

**ทางด้านเภสัชกรรม** ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรม (Prakash,1990)

**เจแปนนีส์มินต์** (Japanese mint)

**ภาพที่** 2.11 ต้นเจแปนนีสมินต์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mentha arvensis*

ลักษณะทั่วไป เป็นไม้ยืนต้น กิ่งก้านตรงสูงประมาณ 60 - 90 เซนติเมตร มีการเพาะปลูกขนาดใหญ่ ในแถบ แจมมู ( Jammu) แคชเมียร์ และในเมือง ทาราย (Tarai) และ ฮาดวานี (Haldwani) ในประเทศอินเดีย

องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีน้ำมันหอมระเหยประมาณ ร้อยละ 2 ประกอบด้วย d - menthone, carvonmenthene , piperitone , methyl acetate , limonene และ phellandrene

การนำไปใช้ประโยชน์

**ทางด้านอาหาร** จะช่วยในการกระตุ้นการย่อยอาหาร ขับปัสสาวะ แก้อาการคลื่นไส้ เป็นสารที่ใช้ในการแต่งกลิ่นรสของอาหาร (Prakash,1990)