

## บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

### 2.1 ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด

ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดนี้ได้เริ่มมีมาเมื่อสองพันปีก่อนคริสตศักราช ซึ่งชนชาติอียิปต์เป็นชนชาติแรกที่มีศิลปะในการทำผลิตภัณฑ์และผลิตเครื่องมือขึ้นมาใช้ ผลิตภัณฑ์ชนิดแรกที่ทำขึ้นมาเรียกว่า Sweetmeats ทำได้จากการนำผลไม้ นัต Sweet Herb และเครื่องเทศผสมกับน้ำผึ้ง นอกจากนี้ชนชาติกรีกยังรู้จักใช้แป้งเปียกมาช่วยในการทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปด้วย จะเห็นได้ว่าในสมัยก่อนสิ่งที่ให้รสหวานจะเป็นน้ำผึ้ง เพราะสมัยนั้นยังไม่มีการผลิตน้ำตาล จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีไม่มากนัก ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดมีหลากหลายชนิดมากขึ้น โดยอุตสาหกรรมลูกกวาดจัดเป็นลำดับ 9 ของอุตสาหกรรมอาหาร (สายสนม และ สิริ, 2539)

ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด (Sugar Confectionery) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการผสมกันของซูโครสกับกลูโคสโซลในอัตราส่วนที่เหมาะสม ซูโครสในผลิตภัณฑ์จะมีอยู่ 3 สถานะ คือ (Fabry, 1992)

1. สถานะที่เป็นอสัณฐาน (Amorphous) เช่น ลูกกวาดชนิดแข็ง
2. สถานะที่เป็นสารละลาย (Solution) เช่น กัม เยลลี่ และทอฟฟี่
3. สถานะบางส่วนเป็นอสัณฐานและบางส่วนเป็นสารละลาย เช่น ฟัดจ์(Fudge) ฟองดองท์ (Fondant)

หลักเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด

Jackson (2000) ได้กล่าวถึงหลักเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดจะต้องไม่อยู่ภายใต้การ Fermentation การเจริญเติบโตของรา และจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียระหว่างการเก็บรักษา
2. ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดจะต้องไม่อยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพระหว่างการเก็บรักษา

3. ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดจะต้องมีคุณสมบัติทางกายภาพปกติทั่วไปและมีความเฉพาะในแต่ละผลิตภัณฑ์

4. ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดจะต้องมีความสวยงาม น่ารับประทาน การเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์

ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดจะต้องมีความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (ERH) ต่ำกว่าร้อยละ 75 หรือปริมาณของแข็ง (Solids Content) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 จึงจะไม่เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ถ้าผลิตภัณฑ์มีความชื้นสัมพัทธ์สมดุลสูงกว่าร้อยละ 75 ราและยีสต์จะสามารถเจริญเติบโตในส่วนของสารละลายที่เป็นคาร์โบไฮเดรต เป็นผลทำให้เกิดการเน่าเสีย (Jackson, 2000)

ที่ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลผลิตภัณฑ์ไม่มีการสูญเสียน้ำหรือรับน้ำจากบรรยากาศโดยค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุล จะแสดงอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ ส่วนค่า Water Activity จะอยู่ในรูปของ

ทศนิยม (Jackson, 2000) เช่น ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลเท่ากับร้อยละ 70 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่า Water Activity เท่ากับ 0.7 ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของลูกกวาดชนิดต่าง ๆ แสดงในตาราง 1

**ตาราง 1** ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดแต่ละชนิด

Confection	ERH (%)
Hard candy	>30
Caramels	45-50
Creams	80-85
Fondant	75-80
Fudge	60-76
Jellies Licorice	57-65
Marshmallow	64-72
Turkish delight	60-70

ที่มา: Jackson (2000)

## 2.2 ผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่

ผลิตภัณฑ์ประเภทกัม (Gums) และเยลลี่ (Jellies) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดกลุ่มใหญ่ที่มีกรรมวิธีการผลิตที่น่าสนใจแตกต่างกัน (Lees and Jackson, 1973) ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้สำหรับผู้บริโภคทั่ว ๆ ไปมักจะเข้าใจว่าเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันและมักเรียกรวม ๆ กันว่า เยลลี่ เพราะมีลักษณะคล้าย ๆ กันคือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหยุ่น นุ่ม เหนียว ต้องเคี้ยวกิน มีเนื้อสัมผัส ที่แตกต่างกันออกไปตั้งแต่อ่อนนุ่มแต่มีความยืดหยุ่นสูง จนเหนียวแข็งกัดขาดได้ยาก กัมและเยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง คือ มีความชื้นร้อยละ 10-25 แต่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุลไม่สูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นส่วนประกอบทำหน้าที่ในการยึดจับน้ำส่วนหนึ่งไว้ (สุวรรณ, 2543)

เจลาตินเป็นส่วนประกอบที่ใช้กันโดยทั่วไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดเจลาตินจะมีหน้าที่ในการขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Garcia, 2000) ผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่เจลาติน จะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่ม เหนียวและมีความยืดหยุ่น

### ส่วนประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการทำเยลลี่

#### 2.2.1 เจลาติน

เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ได้จากเส้นใยคอลลาเจน ประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 19 ชนิดต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (peptide) เป็นสายยาว ย่อยง่าย เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทรีปโตเฟน เจลาตินผลิตจาก 3 แหล่งด้วยกัน คือ หนังหมู กระดูกวัวและหนังวัว ที่กำจัดเกลือแร่่ออกแล้ว เจลาตินที่ได้จากแต่ละแหล่งจะมีองค์ประกอบที่ต่างกัน (Glicksman, 1969) องค์ประกอบโดยทั่วไปของเจลาตินประกอบด้วย คาร์บอนร้อยละ 50.11 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.56 ไนโตรเจนร้อยละ 17.81 ซัลเฟอร์ร้อยละ 0.26 และออกซิเจนร้อยละ 25.26 (Winton and Winton, 1949) เจลาตินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Type A

เป็นเจลาตินที่ผลิตจากหนังหมู โดยการใช้กรดในการสกัด Type B เป็นเจลาตินที่ผลิตจากกระดูกวัว และหนังวัว โดยการใช้ด่างในการสกัด เจลาตินทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังตาราง 2

ตาราง 2 คุณสมบัติของเจลาติน Type A และ Type B

คุณสมบัติ	Type A	Type B
Moisture	8-12 (%)	8-12 (%)
pH	3.8-5.5	5.0-7.5
Isoelectric point	7.0-9.0	4.7-5.1
Gel strength	50-300 (bloom)	50-275 (bloom)
Viscosity	2.0-7.0 (cP)	2.0-7.5 (cP)
Ash	0.3 (%)	0.5-2.0 (%)

ที่มา: Glicksman (1969)

#### คุณสมบัติของเจลาติน

Glicksman (1969) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของเจลาติน ดังนี้ คือ

##### 2.2.1.1 การละลาย (Solubility)

เจลาตินจะไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะเกิดการพองตัวและสามารถละลายในน้ำร้อนได้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เจลาตินยังสามารถละลายในสารละลายโพลีไฮดริกแอลกอฮอล์ (Polyhydric Alcohols) เช่น ซอร์บิทอล (Sorbital) โพรพิลีนไกลคอล (Propylene Glycol) และกลีเซอริน (Glycerin) แต่จะไม่ละลายในสารละลายแอลกอฮอล์ (Alcohol) และอะซิโตน (Acetone)

##### 2.2.1.2 ความหนืด (Viscosity)

ความหนืดเกิดจากเจลาตินละลายในน้ำ ความหนืดเป็นคุณสมบัติหนึ่งของเจลาตินที่มีความสำคัญ เจลาตินโดยทั่วไปจะมีความหนืดประมาณ 2-7 cP ความหนืดของเจลาตินจะขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลมากกว่าความแข็งแรงของเจล เจลาตินที่มีความแข็งแรงของเจลสูงจะมีความหนืดต่ำกว่าเจลาตินที่มีความแข็งแรงของเจลต่ำ ในสารละลายที่ไม่มีเกลือความหนืดจะต่ำสุดที่จุด Isoelectric point ความหนืดของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลเจลาตินสูงขึ้นและอุณหภูมิลดลง โดยสารละลายเจลาตินจะเริ่มเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิลดลง ความหนืดจะสูงขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งการเกิดเจลคงที่

##### 2.2.1.3 สี (Color)

สีของเจลาตินขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้และขั้นตอนการสกัด เจลาตินจากหนังหมูจะมีสีจางกว่าจากกระดูก แต่สีของเจลาตินไม่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเจลาติน

#### 2.2.1.4 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นเกิดจาก Insoluble Impurities ที่มาจากขั้นตอนการสกัด การเติมเกลือ (Neutral Salt) จะมีผลทำให้ความใส ความหนืด และความแข็งแรงของเจลของเจลาตินคงที่

#### 2.2.1.5 ความแข็งแรงของเจล (Gel Strength)

คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเจลาติน คือสามารถเปลี่ยนกลับได้ (Reversible) โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Borchard and Lechtenfeld, 2001) การเกิดเจลของเจลาตินเกิดจากโมเลกุลของเจลาตินจับกับน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน ความแข็งแรงของเจลจะวัดโดยใช้เครื่อง Bloom Gelometer ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรม เจลาตินโดยทั่วไปจะมีความแข็งแรงประมาณ 50-300 bloom

#### 2.2.1.6 ความแข็งของเจล (Rigidity)

เจลของเจลาตินจะมีความยืดหยุ่น (Elastic) ความแข็งของเจลจะมีความสัมพันธ์ผกผันกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิลดลงความแข็งของเจลก็จะเพิ่มขึ้น เวลาในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเจลาติน ความแข็งของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

#### 2.2.1.7 จุดหลอมละลาย (Melting Point)

เจลาตินจะมีจุดหลอมละลายต่ำประมาณ 27-34 องศาเซลเซียส จุดหลอมละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักโมเลกุลของเจลาติน คือถ้าน้ำหนักโมเลกุลของเจลาตินสูง จุดหลอมละลายจะสูงขึ้น

### 2.2.2 น้ำตาล

เป็นสารตัวหนึ่งในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต มีอยู่หลายชนิดแต่เมื่อกล่าวถึงน้ำตาลมักเป็นที่เข้าใจว่า น้ำตาล หมายถึง น้ำตาลทรายหรือซูโครส (Sucrose) ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตลูกกวาดทั่วไป น้ำตาลมีคุณสมบัติ คือ ให้ความหวาน ซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นมากของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก ให้น้ำหนักแก่ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในส่วนผสมโดยทั่วไป จะมีการใช้น้ำตาลถึงร้อยละ 70 ของน้ำหนักทั้งหมด (สุวรรณ, 2543)

### 2.2.3 กลูโคสไซรัป

จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตลูกกวาดทุกชนิดรองลงมาจากน้ำตาล หน้าที่ของกลูโคสไซรัปคือ ทำให้น้ำตาลที่อยู่ในสถานะเป็นสารละลายอิมตัวยิ่งยวดไม่ตกผลึกออกมาหรือเกิดผลึกซาลง หรือน้อยลงนอกจากนี้ยังมีผลต่อรสชาติและอายุการเก็บรักษา ขึ้นอยู่กับว่ากลูโคสไซรัปนั้นมีองค์ประกอบอย่างไร และถูกใช้ในสัดส่วนเท่าไรในสูตร โดยกลูโคสไซรัปที่จำหน่ายจะมี ค่า DE แตกต่างกันตามกรรมวิธีการผลิต (สุวรรณ, 2543)

กลูโคสไซรัปที่ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทลูกกวาด จะใช้อยู่ 3 ชนิด คือ ชนิด DE ต่ำมีค่าประมาณ 20 ชนิด DE ปานกลาง มีค่า 40-42 และชนิด DE สูง มีค่า 60-65 ดังนั้นในการนำไปใช้งานจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท (สุวรรณ, 2543)

### 2.2.4 กรด

กรดเป็นสารปรุงแต่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ลูกกวาด เยลลี่และกัม มีรสชาติดีขึ้น กรดที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ลูกกวาด มีอยู่ประมาณ 4-5 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก กรดแลกติก และกรดอะซิติก (Cooley, 1993) โดยในการวิเคราะห์หาปริมาณกรด จะรายงานในรูปของกรดซิตริกเสมอ และปริมาณกรดที่ใช้มักจะไม่ได้ออกค่าความเป็นกรดต่าง (pH) (สุวรรณ, 2543) ดังตารางที่ 3 แสดงความเข้มข้นของกรดต่าง ๆ ที่มี pH เท่ากันโดยค่า pH จะมีความสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ในการควบคุม pH จะมีผลในการป้องกันการเกิดอินเวอร์ชันของน้ำตาล ป้องกันการเกิดไฮโดรไลซิสของเจลาตินซึ่งจะมีผลให้ความแข็งแรงของเจล เจลาตินลดลง (Woo, 1998)

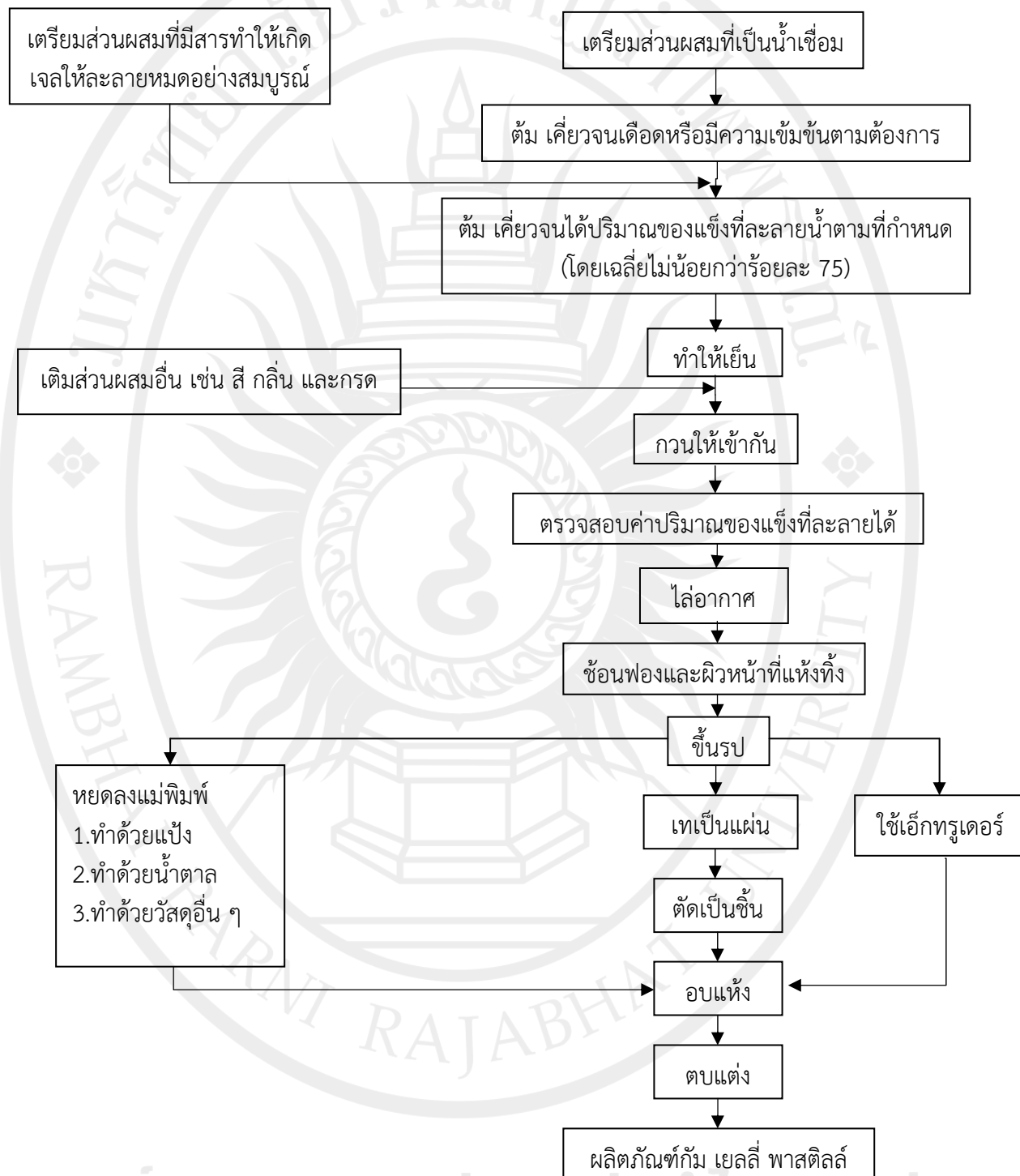
ตาราง 3 ความเข้มข้นของกรดต่างชนิดที่มี pH เท่ากัน

กรด	pH	ความเข้มข้น(ร้อยละ)
ไฮโดรคลอริก	2.0	0.032
ทาร์ทาริก	2.0	2.265
ซิตริก	2.0	2.440
แลกติก	2.0	1.912
อะซิติก	2.0	1.950

ที่มา: Lees and Jackson (1973)

### 2.3 กรรมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่

สุวรรณา (2543) ได้แสดงขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตกัมเยลลี่และพาสติลล์

ที่มา: สุวรรณา (2543)

## 2.4 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่ มีหลายวิธี คือ

### 2.4.1 การขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์แข็ง (Starch Moulding)

แม่พิมพ์เป็นแม่พิมพ์ที่ทำจากแข็ง โดยบรรจุแข็งในภาชนะเคลือบให้เรียบแล้วนำแบบพิมพ์ซึ่งทำจากปูนพลาสเตอร์มาคัดให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ (Steels, 1992) แม่พิมพ์ใช้ในต่างประเทศเป็นแข็งข้าวโพด ในประเทศไทยนิยมใช้แข็งมัน ส่วนแข็งที่ดีที่สุดในการทำแม่พิมพ์คือแข็งข้าวเจ้า แม่พิมพ์ใช้จะมีการนำมาสเปรย์ด้วยน้ำมัน (Mineral Oil) ไม่เกินร้อยละ 0.3 ส่วนมากแล้วจะใช้เพียงแค่อ้อยละ 0.1 หรือน้อยกว่าในการผลิตไม่นิยมใช้น้ำมันพืชเนื่องจากจะทำให้เกิดการหืนได้ง่าย น้ำมันที่ใช้จะช่วยให้แม่พิมพ์แข็งคงรูปได้ดี และผงแข็งไม่มีไฟฟ้าสถิตย์ สาเหตุที่ใช้ปริมาณน้ำมันต่างกันั้นเนื่องมาจากประสิทธิภาพของวิธีการผสมและเครื่องมือที่ใช้ในการผสม (สุวรรณ, 2543)

ในการผลิตแม่พิมพ์แข็งจะนำแข็งไปอบโดยใช้ตู้อบแบบถาด (Tray Drying) เพื่อไล่ความชื้นออกจากแม่พิมพ์แข็ง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่จะใช้แข็งที่มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 6 โดยแม่พิมพ์แข็งจะดูความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ถ้าเยลลี่มีความหนืดมากจะต้องใช้ไอน้ำพ่นเพื่อไม่ให้เกิดทางเวลาหยุด แม่พิมพ์จะดูความชื้นร้อยละ 2 หลังจากที่ยอดและทิ้งไว้ในแม่พิมพ์ข้ามคืน แม่พิมพ์ใช้จะนำไปอบให้แห้งเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์มีข้อดีคือสามารถเปลี่ยนรูปร่างของผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก (Pyrz, 1994)

การใช้แม่พิมพ์แข็งจะต้องทิ้งผลิตภัณฑ์ให้เซ็ดตัวในแม่พิมพ์แข็ง มี 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

2.4.1.1 ใช้เตาอบ อบที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส การอบจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

2.4.1.2 ทิ้งไว้ให้แข็งดูน้ำที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 25-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12-24 ชั่วโมง

### 2.4.2 การขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์จากวัสดุอื่น (starchless moulding)

การขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์จากวัสดุอื่น เริ่มเมื่อประมาณ 40 ปีก่อน โดยใช้แม่พิมพ์ยาง ระยะเวลาหลังใช้เป็นยางซิลิโคน (Silicone Rubber) พลาสติก หรือโลหะ แม่พิมพ์ชนิดนี้จะไม่ดูความชื้น ดังนั้นในการขึ้นรูปจะต้องหยุดที่ความชื้นต่ำกว่าแม่พิมพ์แข็งประมาณร้อยละ 2 ทำให้ต้องระเหยน้ำมากขึ้นกว่าเดิมการแกะผลิตภัณฑ์ออกจากแม่พิมพ์จะต้องใช้ระบบลมเป่าให้หลุดออกจากแม่พิมพ์ โดยก่อนที่จะหยุดจะมีการสเปรย์สารที่ทำให้แม่พิมพ์หลุดออกง่าย (Releasing Agent) ลงในแม่พิมพ์ (สุวรรณ, 2543)

### 2.4.3 การขึ้นรูปแบบเทเป็นแผ่น (Slabbing)

วิธีนี้เหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์ที่เป็นชั้นแบบขนมชั้น โดยปล่อยเจลให้แข็งตัวที่ละชั้น ก่อนเทชั้นต่อไปทับลงไป (สุวรรณ, 2543)

### 2.4.4 การขึ้นรูปโดยใช้เอ็กชทรูเดอร์

การขึ้นรูปโดยใช้เอ็กชทรูเดอร์ จะใช้หม้อต้ม (cooker extruder) ในการผลิต เป็นการใช้อุปกรณ์เพียงชิ้นเดียวแล้วทำรูปร่างได้มากมาย (สุวรรณ, 2543)

## 2.5 การตกแต่งผลิตภัณฑ์

การตกแต่งผลิตภัณฑ์ เป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการผลิต เพื่อทำความสะอาดผิวและป้องกันตัวขนมติดกันระหว่างการเก็บรักษา มีหลายวิธีดังต่อไปนี้ คือ (สุวรรณ, 2543)

2.5.1 ล้าง (Washing) เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยวิธีเทเป็นแผ่นหรือใช้แม่พิมพ์ที่ไม่ใช่แป้ง และอาจมีการใช้สารที่ทำให้แม่พิมพ์หลุดออกง่าย เมื่อล้างแล้วต้องนำไปอบแห้งต่อเพื่อป้องกันมิให้เกิดปัญหาจากจุลินทรีย์

2.5.2 เคาะออกจากแป้ง (Destarching) เมื่อคว่ำถาดขนมและร่อนแป้งออก อาจมีเศษแป้งติดอยู่บนเนื้อขนมบ้างหากจะนำไปเคลือบน้ำมันหรือเกลือกน้ำตาล จะทำให้เป็นจุดดำไม่สวยงามจึงต้องปัดแป้งส่วนนี้ออก โดยใช้ลมเป่าหรือเคาะเขย่าหรือใช้แปรงปัดก็ได้ ผลิตภัณฑ์บางชนิดจะต้องรอให้เนื้อแข็งพอก่อนจึงนำไปเคาะปัดเศษแป้งออก (Brisson, 1994)

2.5.3 อบไอน้ำ (Steaming) โดยใช้ไอน้ำแห้ง เพื่อเจลาตินในซ้ส่วนแป้งที่มาจากแม่พิมพ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นเงา

2.5.4 ทำให้เกิดผลึก (Crystallization) เนื่องจากความชื้นในผลิตภัณฑ์บางชนิดค่อนข้างสูง จึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูง และสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศรอบๆ ทำให้เนื้อขนมแห้งเหี่ยวลงได้ จึงต้องเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม หรือทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ป้องกันไว้ก่อน โดยการทำให้เกิดผลึกน้ำตาลเป็นชั้นที่ผิวนอกปกป้องตัวผลิตภัณฑ์ไว้

2.5.5 เคลือบน้ำมันหรือชักเงา (Oiling and Polishing) วิธีนี้นอกจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มันวาวแล้วยังช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์เกาะติดกันในห่อ (Brisson, 1994) และช่วยรักษาความชื้น ของตัวผลิตภัณฑ์ด้วย น้ำมันที่ใช้เคลือบคือ วาสลีนร้อยละ 0.1 โดยทำในหม้อหมุน

## 2.6 หนามแดง

หนามแดง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* Linn .ชื่อสามัญ : Carunda, Christ's Thorn ,ชื่อวงศ์ : Apocynaceaeมีชื่อเรียกอื่นๆเช่น มะนาวไม่รู้รูโห่ (ภาคกลาง),มะนาวโห่ (ภาคใต้),หนามขี้แฮด (เชียงใหม่), หนามแดง (กรุงเทพมหานคร)

### 2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหนามแดง (นันทพร,2554)

หนามแดงเป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดย่อม สูงราว 2-3 เมตร ตามลำต้นและกิ่งก้านมียางสีขาว และมีหนามแหลมยาว ใบเป็นใบเดี่ยว รูปไข่กลับ เรียงตรงข้าม ขอบใบเรียบ ผิวใบมัน เนื้อใบเรียบ ดอกเล็กสีขาวออกเป็นช่อตามซอกใบและปลายกิ่ง โคนดอกมีสีชมพูหรือแดงอ่อน และมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ออกดอกตลอดปี ส่วนผลเป็นผลเดี่ยวออกรวมกันเป็นช่อ ผลอ่อนจะมีสีชมพูอ่อนๆ และค่อยๆ เข้มขึ้นเป็นสีแดง กระทั่งสุกจึงกลายเป็น สีดำ

2.6.1.1 ต้น : เป็นพรรณไม้พุ่มขนาดใหญ่ ลำต้นมีความสูงประมาณ 2-3 ฟุต ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขาทั่วลำต้นมีหนามยาวประมาณ 2 นิ้ว

2.6.1.2 ใบ : ใบเป็นใบเดี่ยวซึ่งจะออกดอกตรงข้ามกัน ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ป้อมหรือรูปขอบหนาม ปลายใบแหลม โคนใบมน ใบมีขนาดกว้างประมาณ 1-1.5 นิ้ว ยาวประมาณ 1.5-3 นิ้ว ริมขอบใบเรียบ ไม่หยัก พื้นผิวใบเกลี้ยงเป็นมัน ใต้ท้องใบมีเส้นใบมาก และเห็นได้ชัดมาก



2.6.1.3 ดอก : ดอกออกเป็นช่อ ตามบริเวณปลายยอดดอกมีสีขาว หรือสีชมพู กลิ่นหอม ลักษณะของดอกย่อย มีกลีบรองกลีบดอก ซึ่งมีโคนกลีบเชื่อมติดกัน ส่วนปลายกลีบแยกเป็นรูปหอก กลีบดอกมี 5 กลีบ ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ข้างในหลอดดอกมีเกสรตัวผู้ 5 อัน และตัวเมีย 1 อัน

2.6.1.4 ผล : มีลักษณะเป็นรูปวงรีมีขนาดยาวประมาณ 0.5-1 นิ้ว ผลอ่อนมีสีแดง แต่พอผลแก่เต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีดำข้างในผลมีเมล็ดอยู่ 4 เมล็ด

2.6.1.5 การขยายพันธุ์ : เป็นพรรณไม้กลางแจ้ง ขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกประเภท ต้องการความชื้นในปริมาณปานกลางมีการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ด

2.6.2 สรรพคุณทางยาสมุนไพรของหนามแดง (นันทพร,2554)

2.6.2.1 ผล : ฆ่าเชื้อ ขับปัสสาวะ พอกดับพิษ แก้ลักปิดลักเปิด

2.6.2.2 เมล็ด : แก้กลากเกลื้อน แก้เนื้อหนังขาในโรคเรื้อน แก้โรคผิวหนัง แก้ตาปลา แก้เนื้องอก บำรุงไขข้อ บำรุงกระดูก บำรุงเส้นเอ็น บำรุงกำลัง บำรุงผิว

2.6.2.3 เปลือก : แก้บิด ขับน้ำเหลือง แก้ท้องเสีย แก้กามโรค ทำยาอมรักษาแผลในปาก แก้ปวดฟัน พอก ดับพิษ

2.6.2.4 ยอดอ่อน : รักษาโรคผิวหนังทวาร

2.6.2.5 ยาง : ทำลายตาปลาแก้ทำลายเนื้อที่ด้านเป็นปุ่มโต แก้เลือดออกตามไรฟัน รักษาหูด รักษาซึ้กลาก แผลเนื้องอก โรคเท้าช้าง

2.6.2.6 ราก : แก้คัน ทำให้เจริญอาหาร บำรุงธาตุ ขับพยาธิ บำรุงกระเพาะอาหาร ดับพิษร้อน แก้ไข้

2.6.2.7 แก่น : บำรุงไขมันในร่างกาย บำรุงธาตุ ทำให้ร่างกายแข็งแรง

2.6.2.8 เนื้อไม้ : บำรุงไขมันในร่างกาย บำรุงธาตุ แก้อ่อนเพลีย บำรุงกำลัง

2.6.2.9 ใบ : แก้ท้องเสีย แก้เจ็บคอ เจ็บในปาก แก้ปวดหู แก้ไข้

2.6.2.10 ผล : รักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน ผาดสมาน

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกวรรณ และจักรพงษ์ (2006) ได้ทำการศึกษาขนมเจลลาตินชนิดปราศจากน้ำตาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเอาสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ปลอดภัยและนิยมใช้ในอาหาร มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมในขนมเจลลาติน แล้วพัฒนาเป็นสูตรขนมเจลลาตินชนิดปราศจากน้ำตาล เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่หลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำตาลที่มากเกินไป พบว่า ผลิตภัณฑ์เจลลาตินที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเจลลาตินในปริมาณ 27 %w/v และใช้เวลาในการแข็งตัวประมาณ 48 ชั่วโมงที่ 4 °C จากการพัฒนาสูตรตำรับ พบว่าได้สูตรผลิตภัณฑ์ขนมเจลลาตินทั้งหมด 4 สูตร ซึ่งประกอบด้วยสารให้ความหวาน ดังนี้ สูตรที่ 1 Maltitol 31.5 %w/v + Aspartame 0.4 %w/v , สูตรที่ 2 70% Sorbitol syrup 33 %w/v + Aspartame 0.45 %w/v , สูตรที่ 3 Aspartame 0.15 %w/v + Acesulfame-K 0.15 %w/v + 70% Sorbitol syrup 32 %w/v , และสูตรที่ 4 Aspartame 0.15 %w/v + Acesulfame-K 0.15 %w/v + Maltitol 35 %w/v และมีการใช้สารแต่งรส กลิ่น

และสีที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร จากการประเมินผลิตภัณฑ์ขนมเจลาตินทั้ง 4 สูตรทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี 9-point Hedonic Scale ในผู้ประเมินทั้งหมด 50 คน เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด 7.18 (“ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ สูตรที่ 1 ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ย 6.46 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรที่ 2 ที่ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ย 6.28 (“ชอบเล็กน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) ทั้งนี้โดยที่สูตรที่ 2 ไม่แตกต่างจาก สูตรที่ 4 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ย 5.94 (“เฉยๆ” ถึง “ชอบเล็กน้อย”)

ศิมาภรณ์ (2546) ได้ทำการศึกษารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลีสระมะนาววิตามินซีสูงมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลีสระมะนาววิตามินซีสูงให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากมะนาวเป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีสูง มีน้ำมาก ผู้บริโภคส่วนใหญ่คุ้นเคยกับมะนาวเป็นอย่างดีและยังนิยมบริโภคน้ำมะนาว นอกจากนี้วิตามินซีเป็นวิตามิน ที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย ไม่เป็นพิษและไม่สะสมในร่างกายจึงทำการศึกษารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลีสระมะนาววิตามินซีสูง โดยเติมวิตามินซี 3 ระดับ คือ 0.18, 0.20 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลีสระมะนาวที่เติมวิตามินซีทั้ง 3 ระดับ มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่า 215 มิลลิกรัม/100 กรัม จึงเลือกผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลีสระมะนาววิตามินซีสูงที่พัฒนาได้ประกอบด้วย เจลาติน น้ำ ซูโครส กลูโคสไซรัป น้ำมะนาว (กรดซิตริกเข้มข้น 33 เปอร์เซ็นต์) วิตามินซี และกลีเซอรีน คิดเป็นร้อยละ 6.0, 29.7, 30.2, 30.2, 3.5, 0.2 และ 0.15 ตามลำดับ โดยมีคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และ ทางจุลินทรีย์ ดังนี้คือ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 73.4 °Brix ปริมาณของแข็ง ทั้งหมด 79.35 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดต่าง 3.47 ปริมาณกรดทั้งหมด 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณวิตามินซี 249.1 มิลลิกรัม/100 กรัม มีค่า hardness 20.26 N ค่า cohesiveness 0.77 ค่า springiness 5.35 mm ค่า chewiness 63.45 Nmm มีค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  เท่ากับ 26.10, -0.23 และ 1.93 ตามลำดับ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 CFU/g และมีปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/g การศึกษารูปแบบของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นมะนาว รสชาติ และความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง ถึงชอบมาก โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ย 7.28, 7.72 และ 7.86 ตามลำดับ ส่วนคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสอยู่ใน ระดับชอบมาก โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ย 8.09 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลีสระมะนาว วิตามินซีสูงคิดเป็นร้อยละ 99.5 และมีแนวโน้มในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 72.5

น้ำทิพย์, สุขสมาน และ ปวีณา (มปป) ได้ทำการศึกษารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่สมุนไพรที่มีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่สมุนไพรที่มีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ โดยศึกษาส่วนผสมน้ำสมุนไพรรวม 7 ชนิด ได้แก่ น้ำตะไคร้ผสมน้ำอัญชัน น้ำคั้นผสมน้ำสับปะรด น้ำใบบัวบก ผสมน้ำขิง น้ำมะละกอผสมอบเชย น้ำกระเทียมผสมน้ำฝรั่ง น้ำมะนาวผสมน้ำดอกอัญชัน และน้ำกระเจี๊ยบแดงพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมี่สมุนไพร เนื่องจากการใช้ส่วนผสมน้ำสมุนไพรจะให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่มีสีสรรน่ารับประทาน รวมทั้งในแง่ของคุณประโยชน์ทางอาหารด้วย อย่างไรก็ตามการผลิตผลิตภัณฑ์ กัมมี่สมุนไพรจะมีปัจจัย ต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณค่าทาง โภชนาการ กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์กัมมี่ที่ผลิตจากน้ำสมุนไพร ที่มีสีจะให้ลักษณะปรากฏต่อสายตาที่มีสีแตกต่างกันไปตามสี

ของพืชสมุนไพรนอกจากนี้ผลิตภัณฑ์กัมมี่ที่ผลิตจากพืชสมุนไพรที่มีองค์ประกอบความเป็นกรดจะมีผลต่อความหนืดและความแข็งแรงของเจลในผลิตภัณฑ์กัมมี่ที่ใช้ เจลาตินเป็นสารก่อเจล โดยน้ำสมุนไพรที่มีฤทธิ์ ความเป็นกรดสูง (ผลิตภัณฑ์กัมมี่ที่ผลิตจากน้ำกระเจี๊ยบ หรือน้ำมะนาว) จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์กัมมี่ที่มีความหนืด และความแข็งแรงของเจลต่ำ เพราะความเป็นกรดมีผลต่อการควบคุมสภาพความเป็นกรดต่างในตัวผลิตภัณฑ์ โดยความเป็นกรดต่างมีผลในการป้องกันการเกิดอินเวอร์ชันของน้ำตาล ป้องกันการเกิดไฮโดรไลซิสของเจลาติน ซึ่งจะมีผล ให้ความแข็งแรงของเจลาตินลดลง (Woo, 1996) สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมี่สมุนไพรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ สูงสุดผลิตได้จากการใช้น้ำมะนาวผสมน้ำตาลอ้อยชั้น ซึ่งมีความชื้น ร้อยละ 68.82 โปรตีน ร้อยละ 2.12 ไขมัน ร้อยละ 0.11 เกล็ด ร้อยละ 0.22 โยอาหาร ร้อยละ 0.42 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 28.31 น้ำตาล ร้อยละ 19.76 โซเดียม 201 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมีสารต้านอนุมูลอิสระ 219.42 มิลลิกรัมต่อสมมูล Trolox equivalent ต่อ 100 กรัม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี