บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมหนามแดง ในครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ซึ่งมีทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งสามารถรวบรวมได้ตามลำดับ ดังนี้

2.1 หนามแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Carissa carandas Linn*.

ชื่อสามัญ Karanda Carunda Christ's thorn

ชื่อพื้นเมืองอื่นๆ มะนาวโห่ (ภาคใต้) หนามแดง (กรุงเทพฯ) หนามขี้แฮด (เชียงใหม่)

ลักษณะทั่วไป

ลำต้น : เป็นไม้พุ่มขนาดใหญ่ ลำต้นมีความสูงประมาณ 2 ถึง 3 เมตร เปลือกต้นมีสีน้ำตาลเข้มแตกเป็นริ้วละเอียดและมียางสีขาวขุ่นลำต้นแตกกิ่งก้านสาขา มีหนามค่อนข้างแหลมยาว

ใบ: เป็นใบเดี่ยวออกตรงข้ามกัน ใบรูปรีเกือบกลม ปลายใบเว้าเล็กน้อย โคนใบมนเว้าเข้าหาก้านใบ หลังใบและท้องใบเรียบ ใบอ่อนมีสีแดง ก้านใบสั้น

ดอก : ออกเป็นช่อ ออกตามซอกใบใกล้ปลายยอด ดอกย่อยสีขาว กลีบมี 5 กลีบ ปลายกลีบดอกแหลม โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด ก้านชูดอกสีเข้ม

ผล : ผลมีลักษณะกลมรี ผิวเรียนเป็นมัน ผลอ่อนสีขาว ผลแก่เป็นสีชมพูจนเป็นสีแดงเข้มจนเกือบดำ เมล็ดแบนมี 6 เมล็ด (นิจศิริ, 2547)

ประโยชน์ของหนามแดง

ใบ : ใช้ใบสดต้มเอาน้ำดื่ม แก้ท้องร่วง แก้ปวดหู แก้เจ็บคอ แก้เจ็บปาก แก้ไข้

เนื้อไม้ : เป็นยาบำรุงธาตุ บำรุงกระเพาะอาหารในร่างกายให้แข็งแรง แก้อ่อนเพลีย

ผล : ทั้งผลสุกและผลดิบกินแก้เลือดออกตามไรฟัน เป็นยาฝาดสมาน

รากสด : ต้มเอาน้ำดื่ม เป็นยาขับพยาธิ บำรุงธาตุ เจริญอาหาร บำรุงกระเพาะอาหาร ตำให้ละเอียดผสม กับสุรา นำมาทาแล้วพอกแก้คัน ใช้พอกบาดแผล (นิจศิริ, 2547)

ผลหนามแดงสุกมีรสเปรี้ยว มีสารสีแดงของแอนโทไซยานินที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แยมได้

2.2 แยม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลไม้ซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับน้ำตาลหรือ สารให้ความหวาน (Sweetener) ชนิดอื่น จะผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ มีลักษณะเป็นเจล (Gel) แยมมีลักษณะกึ่งเหลวมีความข้นเหนียวพอเหมาะ สามารถปาดหรือทาบนขนมปังได้

แยมมีลักษณะการทำคล้ายๆผลไม้กวนแต่ไม่เหนียวหรือหนืดเหมือนผลไม้กวน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการต้มเนื้อผลไม้ประมาณ 45 ส่วนรวมกับน้ำตาล 55 ส่วน ต้มเคี่ยวจนความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 68.5 จะมีการเติมกรดและเพคตินลงไปด้วย น้ำตาล

ซูโครสบางส่วนถูกไฮรโดรไลส์ด้วยกรดเป็นน้ำตาลอินเวอร์ต ถ้าผลไม้นั้นมีปริมาณเพคตินและกรดเหมาะสมจะได้ผลิตภัณฑ์ที่หนืด ผลิตภัณฑ์ที่ได้เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะมีลักษณะเป็นเจลนิ่มโดยเนื้อผลไม้จะกระจายตัวอย่างทั่วถึงในภาชนะบรรจุ โดยหลักทฤษฎีจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ ปริมาณน้ำตาลไม่น้อยกว่า 65 °Brix ความเปรี้ยวควรมีพีเอช 3.0 ถึง 3.5 และเพคตินร้อยละ 1 (ลักขณาและนิธิยา, 2536 : วิสัย, มปป.)

2.2.1 องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการทำแยม

2.2.1.1 ผลไม้

ผลไม้เป็นสิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตแยม ซึ่งผลไม้แทบทุกชนิดสามารถนำมาผลิตแยมได้ แต่ควรคำนึงถึงคุณสมบัติในเรื่องสีและกลิ่นของผลไม้ชนิดนั้นๆด้วย ผลไม้ในสภาพที่มีความสดจัดว่าดีที่สุดในการทำแยม ผลไม้ที่สุกงอมไม่เหมาะในการผลิตแยมเพราะจะทำให้ไม่เกิดเจล เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคติน (Pectin) ที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งถูกย่อยสลายด้วยเอนไซน์โพลีกาแลกตูโรเนส (Polygalacturonase) และเซลลูเลส (Cellulase) ที่ย่อยสลายเซลลูโลสทำให้ผนังเซลล์สลายตัว ทำให้เนื้อสัมผัสนิ่มเละ แต่ถ้าใช้ผลไม้ที่ดิบเกินไปก็ไม่เหมาะสม เพราะจะทำให้แยมมีลักษณะขุ่นมัว ไม่ใส เนื่องจากผลไม้ยังมีแป้งอยู่มากเมื่อละลายออกมาจึงขุ่น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543)

ปริมาณกรดและเพคตินที่มีอยู่ในผลไม้ จัดว่ามีความสำคัญในการผลิตแยมด้วย ในทางปฏิบัติจะช่วยลดต้นทุนได้มาก สารพวกเพคตินที่อยู่ในผลไม้แบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ เพคติน กรดเพคตินิกและโปรโตรเพคติน กรดเพคตินเกิดจาก Galacturenic Acid ราว 100 โมเลกุล กรดเพคตินทำให้ปฏิกิริยากับเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียมกลายเป็นเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ เพคตินหรือกรดเพคตินมีโครงสร้างคล้ายกรดเพคตินมีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำร้อนพบในผนังเซลล์ไซโตพลาสซึมและส่วนตรงกลางระหว่างเซลล์ กรดเพคตินสามารถรวมตัวกับน้ำตาลและกรดได้สารมีลักษณะคล้ายวุ้นหรือเยลลี่ โปรโตรเพคตินพบในผนังเซลล์ขอผลไม้ ที่อ่อน เมื่อผลไม้เริ่มแก่โปรโตรเพคตินจะค่อยๆหายไปและมีเพคตินเพิ่มขึ้น สารทั้ง 3 ตัวดังกล่าว มีหน้าที่ยึดผนังเซลล์ทั้งหลายไว้ด้วยกัน (เข็มทอง, 2531)

2.2.1.2 น้ำตาล

รสหวานเป็นรสที่นิยมปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์อาหารเกือบทุกชนิด สารที่ให้ความหวานมีหลายชนิด แต่ที่นิยมมากที่สุดคือน้ำ ตาลทรายหรือน้ำตาลซูโครส สามารถละลายได้จนมีความเข้มข้นร้อยละ 67 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เมื่อวางทิ้งไว้จะตกผลึกในระยะสั้น แต่สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมกลูโคสไซรัปลงไปช่วยให้น้ำตาลละลายได้มากขึ้นโดยไม่ตกผลึก นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ แต่ต้องใช้ความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 75 ขึ้นไป หน้าที่ของน้ำตาลซูโครสมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์หลายประการดังนี้ (Yudkin et al., 1973)

1) เพิ่มความหวาน แรงดันออสโมติก ความหนืด และจุดเดือด
2) ช่วยส่งเสริมกลิ่นให้ดีขึ้น
3) ช่วยควบคุมระดับความชื้น
4) ให้พลังงานร่างกาย
5) ช่วยในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

6) นำไปใช้ในกระบวนการหมักต่างๆ

7) ช่วยปรับปรุงด้านสีของผลิตภัณฑ์

8) ใช้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) คือ ทำให้น้ำเข้ากับน้ำมันได้ดีขึ้น

9) ทำให้เกิดผลึกและควบคุมขนาดของผลึกได้สามารถแทรกซึมลงในวัตถุดิบต่างๆในการผลิตอาหาร

10) ทำให้จุดเยือกแข็งลดต่ำลง ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไอศกรีม

11) ช่วยในการปรับปรุงลักษณะปรากฏ ได้แก่ การทำให้ใส การให้มีลักษณะเป็นมันเงาหรือใช้โรยหน้าในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ

น้ำตาลจัดเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตแยม เนื่องจากมีบทบาทที่สำคัญต่อผลิตภัณฑ์หลายประการด้วยกัน คือ เป็นสารให้ความหวาน ช่วยให้ผลิตภัณฑ์แยมเกิดเจลอย่างเหมาะสม ช่วยในการถนอมรักษาอาหาร และเป็นเนื้อของผลิตภัณฑ์ ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมควรอยู่ในระดับช่วง 65 ถึง 68 ในรูปของ Soluble Solid ซึ่งวัดได้จากเครื่องมือ Refractometer หากใช้น้ำตาลในระดับต่ำกว่านี้ ผลิตภัณฑ์จะเก็บไว้ได้ในระยะสั้นไม่เกิน 2 ถึง 3 สัปดาห์ และจะมีการหมักเกิดฟองให้เห็นได้ นอกจากนี้ยังทำให้ไม่เกิดเจลในผลิตภัณฑ์ด้วย แต่ถ้าปริมาณน้ำตาลสูงเกินไปก็จะมีผลเสียเช่นกัน คือ แยมนั้นจะมีรสหวานจัดเกินไป และน้ำตาลส่วนเกินนั้นอาจตกผลึกทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีลักษณะเป็นทรายขณะรับประทาน แต่โอกาสการเกิดดังกล่าวมีไม่มากนัก นอกจากจะผลิตแยมที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงมากเกินกว่า 70 °Brix ขึ้นไป (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543)

น้ำตาลส่วนใหญ่ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ คือ ซูโครส ซึ่งน้ำตาลจะช่วยให้เกิดเจลโดยจะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของเพคตินหรืออาจจะเกิดจากน้ำตาลเป็นสารที่มีหมู่ไฮดรอกซิลมาก จึงอาจจะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลเพคตินเป็นอิสระสามารถเกิดพันธะไฮดรอกซิลบนโมเลกุลเพคตินอื่นๆหรือบนส่วนอื่นของโมเลกุลเพคตินได้ (กิตติพงษ์, ม.ป.ป.)

ซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคส และฟรุคโตส น้ำตาลซูโครสได้จากน้ำตาลอ้อยหรือหัวบีท ทำให้เข้มข้นแล้วตกผลึกแล้วทำให้สารบริสุทธิ์ แต่ยังมีสารสารอินทรีย์อื่น ๆประมาณร้อยละ 0.1 และแร่ธาตุอื่น ๆด้วย ด้วยน้ำตาลจากอ้อยเป็นน้ำตาลซูโครสที่ถือว่าเป็นอาหารประจำวันที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เพื่อให้มนุษย์เกิดความพึงพอใจในรสชาติของอาหาร ส่วนในอุตสาหกรรมถูกนำมาใช้ในวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับในครัวเรือน และยังใช้เพื่อให้ความหวานเป็นหลักใช้เป็นตัวถนอมอาหาร ทั้งนี้เพราะน้ำตาลยังสามารถทำให้อาหารเก็บได้นาน โดยถ้าทำให้อาหารข้นมีของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 65 หรือมากกว่านี้ทั้งมีกรดพอเพียงและป้องกันมิให้อากาศเข้าได้จะสามารถถนอมอาหารไว้โดยใช้ความร้อนต่ำ ถ้าทำให้อาหารข้นเกินร้อยละ 70 ไม่จำเป็นต้องมีกรดสูงเนื่องจากน้ำตาลจะลด Water activity ในระบบทำให้จุลินทรีย์ขาดน้ำ แต่ถ้าน้ำตาลในปริมาณน้อยจะกลายเป็นอาหารของจุลินทรีย์เป็นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์มากขึ้น (พาขวัญ, 2540)

ผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่สำคัญที่ถนอมด้วยน้ำตาลและมีลักษณะทำให้เข้มข้นหรือหนืด คือผลิตภัณฑ์แยมและมาร์มาเลดมีค่า a_w 0.75 ถึง 0.82 (ไพบูลย์, 2529)

2.2.1.3 เพคติน

ผลไม้และสิ่งที่สกัดจากผลไม้หรือผักบางชนิดที่มีคุณสมบัติทำให้เกิดเจลเรียกสารนี้ว่า “เพคติน”โดยทั่วไปเนื้อเยื่อพืชจะประกอบด้วยเพคตินที่ละลายน้ำได้กรดเพคตินโปรโตเพคตินและสารประกอบที่มีสารเพคตินและเซลลูโลส (ศิริลักษณ์, 2519)

เพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้แม้จะใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม หน้าที่ของเพคติน คือ ช่วยควบคุมเนื้อสัมผัสให้เป็นเจลคงรูปอยู่ได้ตามต้องการ ช่วยปลดปล่อยกลิ่นผลไม้และช่วยลดการคายน้ำของผลิตภัณฑ์ขณะเก็บรักษา ชนิดของเพคตินที่ผลิตจำหน่ายเชิงการค้ามีหลายชนิดและมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ การผลิตแยมโดยทั่วไปจะใช้ชนิด High methoxyl pectin ซึ่งมีสมบัติเกิดเจลได้เมื่อมีปริมาณน้ำตาลและกรดเหมาะสม คือ มีน้ำตาลอยู่ร้อยละ 60 ถึง 70 มีกรดที่ปรับระดับพีเอชในช่วง 2.9 ถึง3.5 และมีปริมาณเพคตินร้อยละ 0.4 ถึง 1.0 (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543)

เพคตินเป็นกรดเพคตินิกที่ละลายน้ำได้โดยมีการแปรเปลี่ยนในจำนวนเมทิลเอสเทอร์และการทำให้เป็นกลาง สารนี้สามารถเกิดเจลกับน้ำตาลและกรดภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เพคตินที่มาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆกันจะมีคุณภาพแตกต่างกัน เพคตินจากผลไม้จะแตกต่างกันในจำนวนเมทอกซิลและความสามารถการเกิดเจล เพคตินเป็นสารคอลลอยด์ที่สามารถเปลี่ยนกลับได้ ลักษณะความแข็งแรงของเพคตินจะสัมพันธ์กับความแข็งแรงและความต่อเนื่องของเส้นใยเพคตินและความแข็งแรงของการเชื่อมโยงของข่ายงาน ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงของเจล ได้แก่

1) ความเข้มข้นของน้ำตาล

2) พีเอช

3) ปริมาณเพคติน

พีเอช มีผลกระทบต่อปริมาณเพคตินที่ยังไม่แตกตัว นอกจากนี้พีเอชยังมีความสำคัญต่อเพคตินเจล อัตราการจับตัวของเจลและยังมีผลต่ออุณหภูมิของการจับตัวของเจล การเกิดเจลในช่วงพีเอชที่แคบมาก ค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ที่ 3.2 ความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้นเมื่อค่าพีเอชลดลง ถ้ามีพีเอชสูงกว่า 3.5 เจลจะมีลักษณะอ่อนลงหรือไม่เกิดเจลเลยแม้จะมีปริมาณของแข็งที่เหมาะสม (ไพบูลย์, 2529)

2.2.1.4 กรด

กรดมีความจำเป็นต้องเติมลงในผลิตภัณฑ์นี้ด้วยสาเหตุ 2 ประการ คือ ช่วยลดระดับพีเอชลงให้เหมาะสมต่อการเกิดเจลได้ ซึ่งจำเป็นมากเมื่อผลิตภัณฑ์นั้นใช้ High methoxyl pectin และเพื่อปรับรสชาติให้เหมาะสม อีกทั้งยังช่วยเน้นกลิ่นรสผลไม้ให้ดีขึ้นด้วย ระดับพีเอชที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับปริมาณ Soluble solid หากไม่เหมาะสมจะเกิดปัญหาคือ ไม่เกิดเจลต้องเพิ่มปริมาณเพคตินขึ้นไปอีกทำให้สิ้นเปลือง กรดที่ใช้สามารถใช้ได้หลายชนิดตามกฎหมายอนุญาตที่นิยม คือ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแลคติก หรืออาจใช้สองชนิดผสมกัน เช่น กรดซิตริกและกรดแลคติกจะช่วยเสริมรสกลิ่นของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543)

กรดที่ใช้ในการทำแยมคือ กรดอินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติในผลไม้ กรดที่นิยมเติมในผลิตภัณฑ์คือ กรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดแลคติก ซึ่งกรดเหล่านี้จะช่วยให้เกิดเจลของเพคติน ผลไม้ที่มีกรดตามธรรมชาติมากเกินไปจะลดความเป็นกรดโดยการเติมเกลือที่มีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต โซเดียมซัลเฟต เป็นต้น การใช้บัฟเฟอร์เหล่านี้จะต้องใช้ในปริมาณที่ไม่มากเกินไป เพราะจะทำให้มีผลต่อการเกิดเจลของเพคติน (ศิริลักษณ์, 2519)

กรดจะช่วยในการเกิดเจลของเพคตินโดยในสภาวะที่มีความเป็นกรดสูงหมู่คาร์บอก-ซิลบนโมเลกุลของเพคตินจะแตกตัว ทำให้โมเลกุลมีประจุและเกิดการผลักกันระหว่างโมเลกุลที่มีประจุด้วยกัน จึงเกิดพันธะไฮโดรเจนยากและไม่สามารถเกิดเจลได้ การมีกรดในระบบจะช่วยลดการแตกตัวจึงสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนและเกิดเจลได้ง่าย เพคตินชนิดเซตตัวเร็วซึ่งมีค่าหมู่เมธิลสูง จะมีการแตกตัวเกิดประจุบนโมเลกุลน้อยกว่าเพราะมีกลุ่มคาร์บอกซิลอิสระน้อยกว่าและต้องการปริมาณกรดในการเกิดเจลน้อยกว่า (กิตติพงษ์, ม.ป.ป.)

2.2.1.5 น้ำ

น้ำเป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตที่มีปริมาณมากที่สุด เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ในอาหารแทบทุกชนิด อาหารแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำแตกต่างกันออกไป น้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด สำหรับพืชนั้นในการสังเคราะห์แสงต้องการน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีของมนุษย์และสัตว์นั้นน้ำเป็นตัวกลางในการลำเลียงอาหารไปยังเซลล์ต่างๆทั่วร่างกาย และลำเลียงของเสียจากเซลล์ต่างๆเพื่อการขับถ่าย (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543)

นอกจากนี้น้ำยังเป็นตัวกลางในการทำปฏิกิริยาต่าง ๆในเซลล์ของพืช และสัตว์ดำเนินไปได้ เนื่องจากอาหาร คือ ผลิตภัณฑ์จากเซลล์พืชและสัตว์ดังนั้นน้ำจึงมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆของอาหารทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์ เช่น การทำให้เกิดสีและกลิ่นรสที่ต้องการหรือในด้านที่ไม่ต้องการ เช่น ทำให้คุณค่าทางอาหารเสียไปตลอดจนช่วยให้จุลินทรีย์เจริญและอาหารเกิดการเน่าเสีย น้ำมีบทบาทมากในการทำแป้ง โปรตีน หรือไขมันเกิดคอลลอยด์ เม็ดแป้งจะดูดน้ำจนกระทั่งโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพคตินหลุดออกมา โมเลกุลแป้งเหล่านั้นจะจับตัวอยู่กับน้ำทำให้น้ำติดเกาะติดมากมาย ส่วนผสมจึงมีความเข้มข้นมากเมื่อได้รับความร้อน ถ้าความเข้มข้นของแป้งไม่สูงมากนักจะให้โซล แต่ถ้าความเข้มข้นสูงมากจะเกิดเจลเมื่อปล่อยให้เย็น โดยที่โมเลกุลอะไมโลสบางส่วนจะจับตัวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน เกิดเป็นตาข่ายในสามทิศทางและอุ้มน้ำอิสระไว้เรียกว่า “เกิดเจล” มีลักษณะหนืดและยืดหยุ่น ปริมาณน้ำจะเป็นตัวกำหนดความนุ่มของเจล ถ้ามีน้ำมากเจลจะนุ่ม (ณรงค์, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2.2 หลักการและวิธีการผลิตแยม

2.2.2.1 การเตรียมผลไม้

ขั้นตอนในการเตรียมผลไม้จะมีวิธีแตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ เพื่อนำส่วนที่รับประทานมาใช้อาจต้องนำมาสับหรือบดเพื่อให้เนื้อยุ่ยง่ายขณะต้มชั่งน้ำหนักให้ถูกต้องตามสูตรนำไปต้มใช้ความร้อนระดับต่ำ บางครั้งอาจต้องเติมน้ำลงไปบ้าง ต้มจนเดือดนานพอสมควร

2.2.2.2 การเติมกรด

เพื่อปรับระดับความเป็นกรดด่างให้เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเพคตินที่เลือกใช้และชนิดของผลไม้ ถ้าเป็นชนิดเปรี้ยวจะมีปริมาณกรดสูงพอจะให้ระดับ pH ที่เหมาะสมอาจไม่ต้องเติม

2.2.2.3 การเติมน้ำตาล

ปริมาณเป็นไปตามสูตรที่กำหนดไว้ ถ้าเป็นการผลิตขนาดเล็กอาจเติมโดยตรง ถ้าเป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมเติมในรูปแบบน้ำเชื่อมเข้มข้น เคี่ยวและคนให้ผสมกันจนอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

ภาพที่ 1 ขั้นตอนในการผลิตแยมผลไม้
ที่มา : (ดารุณี, 2541)

2.2.3 วิธีการทดสอบแยม

การทดสอบแยมเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมมาก การตรวจสอบต้องตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตามระดับที่กำหนดไว้ ซึ่งควรอยู่ในช่วง 65 ถึง 68 °Brix จึงสามารถเก็บรักษาไว้ได้ดี โดยใช้เครื่องมือ Hand Refractometer ในการวัดค่าความหวาน ถ้าไม่มีอาจตรวจสอบปริมาณหลังการเคี่ยว การชั่งน้ำหนัก หรือการวัดอุณหภูมิเดือดขั้นสุดท้ายก็ได้ ส่วนการตรวจสอบอีกประการหนึ่ง คือ การเกิดเจลที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ซึ่งเรียกว่า Setting Test ซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ

2.2.3.1 ดูความคงตัว (Plate Test) โดยการตักแยมมาเทลงบนจานแบนทิ้งไว้ให้เย็นแล้วใช้นิ้วกดดูว่าคงรูปและหยุ่นตัวเล็กน้อย แสดงว่าแยมนั้นเคี่ยวได้ที่แล้วคงตัวเหมาะสม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2.3.2 ดูการจับตัวเป็นแผ่น (Flake Test) ยกพายที่ใช้คนขณะเคี่ยวแยมให้มีแยมติดขึ้นมา ถือว่าแยมเคี่ยวได้ที่แล้วถ้าแยมยังไม่ได้ที่จะเป็นหยดๆ ไม่จับตัวกันเป็นแผ่น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543)

2.2.4 การวิเคราะห์แยม

ในการวิเคราะห์แยม จะทำการวิเคราะห์หาปริมาณของของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ ของแข็งที่ไม่ละลาย น้ำตาล ปริมาณกรดทั้งหมด pH ของแข็งที่ไม่รวมน้ำตาล เนื้อผลไม้ (Fruti Content) เพคติน สี วัตถุกันเสีย และแร่ธาตุบางชนิด เช่น โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส (ลักขณา และนิธิยา, 2536)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติยา และสุธาสินี (2546) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการทำแยมมะขาม เพื่อให้ได้แยมมะขามที่มีสี รสชาติ เนื้อสัมผัส การแผ่กระจาย และความชอบรวมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยการศึกษาปริมาณเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 พบว่าแยมมะขามที่มีปริมาณเพคตินร้อยละ 1.5 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส การแผ่กระจาย และความชอบรวมมากกว่าแยมมะขามที่มีปริมาณเพคตินร้อยละ 0.5 และร้อยละ 1.0 เมื่อนำผลิตภัณฑ์แยมมะขามมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์แยมมะขามอยู่ในระดับความชอบปานกลางจนถึงชอบมาก เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพทางเคมีพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 70 °Brix ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 2.9 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เท่ากับ 1.5 มิลลิกรัม และการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 29.50 CFU/ml

กฤษดา และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาปริมาณเพคตินและค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมในการทำแยมมะละกอ โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in CRD โดยมีปัจจัยหลักคือปริมาณเพคตินประกอบไปด้วย ใช้ปริมาณเพคตินร้อยละ 1.0 และ 1.5 ของน้ำหนักรวม และอีกปัจจัยหนึ่งคือ การปรับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ให้ได้ 3.0 และ 3.2 วิเคราะห์คุณภาพของแยมในด้านปริมาณกรด ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และค่าความข้นหนืด การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ ผลการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณเพคตินร้อยละ 1 ของน้ำหนักรวมและปรับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ให้ได้ 3.0 จะให้คุณลักษณะที่ดีของแยมที่เหมาะกับการนำไปใช้ในการผลิตแยมมะละกอ โดยมีสีแดงเข้มใส มีปริมาณกรดร้อยละ 0.44 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3.14 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดแยมที่คงรูป (67.00 °Brix) และมีความข้นหนืดสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แม้ว่าจะมีผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองอื่นโดยมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6 คะแนน) ในทุกคุณลักษณะที่ทำการทดสอบ

กุลพร และวริศชนม์ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำหนามแดงพร้อมดื่ม เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำหนามแดงเข้มข้น และน้ำที่เหมาะสม ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสม โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และทางกายภาพ ผลการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำหนามแดงพร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนของน้ำ

หนามแดงเข้มข้นร้อยละ 10 ต่อน้ำร้อยละ 90 โดยปริมาตรมากที่สุด โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ 6.78 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสม พบว่า น้ำหนามแดงพร้อมดื่มที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 14 °Brix ได้รับการยอมรับมากที่สุด น้ำหนามแดงพร้อมดื่มที่ได้มีสีแดงสด มีรสชาติของความหวานและความเปรี้ยวที่เหมาะสม โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ 7.43 จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี และกายภาพ พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 14 °Brix ค่า pH เท่ากับ 2.87 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก เท่ากับร้อยละ 2.33 ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 12.5 มิลลิกรัมต่อ 100 และค่าสี มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 35.26 ซึ่งอยู่ในช่วงสีขาว ค่า a* เท่ากับ 40.76 ซึ่งอยู่ในช่วงสีแดง และค่า b* เท่ากับ 20.46 ซึ่งอยู่ในช่วงสีเหลือง ตามลำดับ

กุลพร และคณะ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนากลิ่นรสน้ำหนามแดงพร้อมดื่มมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำหนามแดงและน้ำผลไม้ให้กลิ่นที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด โดยการนำผลไม้ให้กลิ่นที่หาง่ายในท้องถิ่นภาคตะวันออก ได้แก่ สละ มะปี๊ด สับปะรด และส้มเขียวหวาน เป็นต้น มาเป็นส่วนผสม จากการทดสอบลำดับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำหนามแดงผสมน้ำผลไม้ให้กลิ่น พบว่า ผู้บริโภคชอบน้ำหนามแดงผสมน้ำสละในอัตราส่วน 90:10 โดยปริมาตร น้ำหนามแดงผสมน้ำมะปี๊ดในอัตราส่วน 98:2 โดยปริมาตร น้ำหนามแดงผสมน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 90:10 และน้ำหนามแดงผสมน้ำส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 85:15 โดยปริมาตร เป็นลำดับที่ 1 มากที่สุด ดังนั้นจึงนำน้ำหนามแดงผสมน้ำผลไม้ให้กลิ่นที่ผู้บริโภคชอบเป็นลำดับที่ 1 มากที่สุดมาทำการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้วยวิธี Hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำหนามแดงผสมน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 90:10 โดยปริมาตรมากที่สุด โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ย ด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับ ชอบปานกลางเมื่อเก็บรักษาน้ำหนามแดงผสมน้ำสับปะรดไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่า ค่า L* และค่า b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเก็บรักษาน้ำหนามแดงผสมน้ำสับปะรดเป็นระยะเวลานานขึ้น ค่า a* มีแนวโน้มลดลง ขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยวิตามินซีเริ่มต้นในน้ำหนามแดงผสมน้ำสับปะรดมีค่า เท่ากับ 39.27 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และลดลงเหลือ 6.73 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรเมื่อเก็บไว้นาน 14 วัน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำหนามแดงผสมน้ำสับปะรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ยังอยู่ในระดับ ชอบปานกลางเช่นเดียวกับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำหนามแดงผสมน้ำสับปะรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 0 วัน

กุลพร และคณะ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำหนามแดงในการผลิตกัมมี่เยลลี่หนามแดง โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดง โดยใช้ระดับความเข้มข้นของน้ำหนามแดง 50% w/v 60% w/v และ 70% w/v ตามลำดับ พบว่า เมื่อความเข้มข้นของน้ำหนามแดงเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่า pH ต่ำลงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ค่า a_w และปริมาณความชื้นต่ำลง ส่วนสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดงเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมากขึ้น

โดยสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุดคือ สูตรที่ใช้ระดับความเข้มข้นของน้ำหนามแดง 60% w/v ซึ่งมีค่าทางกายภาพและทางเคมีดังนี้คือ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เท่ากับ 3.36 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 71.20ปริมาณกรดทั้งหมด (%) เท่ากับ 0.16 ปริมาณความชื้น (%) เท่ากับ 33.12 ค่า a_w เท่ากับ 0.87ค่าสี L* a* b* เท่ากับ18.3522.90 และ -0.42 ตามลำดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดง พบว่า ความชอบด้านสี ความยืดหยุ่น ความแข็ง ความยากง่ายในการเคี้ยว ความหวาน ความเปรี้ยว ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.75 7.65 7.40 7.60 7.75 7.52 และ 8.25 ตามลำดับ

จุฑามาศ และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมผลไม้เพื่อสุขภาพของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกืน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย เสาวรส และเคพกูสเบอรี่เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งที่ดีของวิตามินเอและวิตามินซีซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยผลไม้ทั้งสองชนิดนี้ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกในพื้นที่ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกืนอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมจากเสาวรสผสมเคพกูสเบอรี่เพื่อเป็นอีกทางเลือกของผู้ที่ใส่ใจในสุขภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าและเป็นการสร้างรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยเฉพาะในช่วงที่มีผลผลิตสดล้นเกินหรือมีขนาดไม่ได้มาตรฐาน จากการศึกษาพบว่าสูตรที่เหมาะสมของแยมเสาวรสผสมเคพกูสเบอรี่เพื่อสุขภาพประกอบด้วยเสาวรส เคพกูสเบอรี่มอลติทอลไซรัป เพคตินอินนูลินและเจลาตินเท่ากับร้อยละ 37.5 12.5 44.4 2.4 2.0 และ 1.2 ตามลำดับ โดยแยมที่ได้มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 10.25±0.01 และ 0.67±0.01 กรัมต่อแยม 100กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแยมที่จำหน่ายในท้องตลาด แต่มีปริมาณใยอาหารและมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแยมชนิดอื่นโดยมีค่าเท่ากับ 3.30±0.10 กรัมต่อแยม 100กรัม และ 50.95±1.76 มิลลิโมล Trolox Equivalent ต่อแยม 100 กรัม น้ำหนักแห้งตามลำดับ นอกจากนี้แยมผลไม้เพื่อสุขภาพจากผลเสาวรสผสมเคพกูสเบอรี่ให้ค่าพลังงานอาหาร 200 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งมีค่าพลังงานน้อยกว่าแยมสูตรปกติที่ใช้น้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบร้อยละ 30 ซึ่งจัดเป็นแยมลดพลังงาน มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 2 เดือนได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบกับผู้บริโภคอยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลการวิเคราะห์ความสำเร็จของโครงการพบว่าสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกืนสามารถนำความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดไปใช้ประโยชน์ได้ร้อยละ 100 โดยนำความรู้ไปพัฒนาอาชีพทำให้เกิดรายได้เสริม และทำให้ครอบครัวมีรายได้เพิ่มขึ้น

ปาริชาต และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และการยอมรับของแยมอินทผลัมที่มีการเติมน้ำตาลร้อยละ 5 10 และ 15 (โดยน้ำหนักอินทผลัม) พบว่าเนื้ออินทผลัม ประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 1.58 ไขมันร้อยละ 0.21 เถ้าร้อยละ 1.53 ใยอาหารหยาบร้อยละ 14.91 น้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 62.90 และน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 29.63 แยมอินทผลัมที่มีการเติมซูโครสมีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากกว่าชุดควบคุม (ไม่มีการเติมซูโครส) ($p \leq 0.05$) เมื่อทำการเติมซูโครสแยมอินทผลัมมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซ์ และเถ้าเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนสมบัติด้านสีและเนื้อสัมผัสของแยมอินทผลัมที่มีการเติมซูโครส พบว่าการเติมซูโครสเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า L* a* และ b* เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันของค่าการยึดเกาะและค่าการเกาะติด ($p \geq 0.05$) แยมอินทผลัมที่มีการเติมซูโครสทั้งร้อยละ 10 และ 15 ได้รับการยอมรับด้าน

ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ รสหวาน กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากกว่าชุดการทดลองอื่น ($p \leq 0.05$) ดังนั้นการเติมซูโครสจึงมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี ค่าสี และการยอมรับแยมอินทผลัม

สุภาพร (2554) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาแยมมังคุดแคลอรี่ต่ำผสมเปลือกมังคุดสูตรใช้มอลติทอลทดแทนน้ำตาลทั้งหมดและเติมเปลือกมังคุดปริมาณร้อยละ 12 (น้ำหนักเปียก) ของเนื้อมังคุด พบว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับในด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 2.00 น้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 27.12 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 4.59 มีความชื้นร้อยละ 40.70 ค่าพลังงานของแยมสูตรมอลติทอลมีค่า 2.09 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม มีค่าลดลงต่ำกว่าแยมมังคุดสูตรน้ำตาล (2.63 กิโลแคลอรี่/กรัม) การเติมเปลือกและใช้มอลติทอลทดแทนน้ำตาลพบว่าแยมมีสารประกอบฟินอลิกและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPHเพิ่มขึ้น แต่ความแข็งแรงของเจลมีค่าลดลง ตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 CFU/g ยีสต์ไม่เกิน 100 CFU/g และราไม่เกิน 100 CFU/g และไม่พบการเจริญของ *E. coli* ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยแยมมีอายุการเก็บรักษาได้อย่างน้อย 12 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี