สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปริมาณน้ำตาล กรด และเพคตินในการทำแยมหม่อน

Study to sugar, acid and pectin contents on Mulberry yam

โดย

นางสาวกัญญา ทองนำ

ปพ.
ก 38371
25A1
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33231
วัน, เดือน, ปี 15 ก.ค. 2542

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2541

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณน้ำตาล กรด และเพคตินในการทำแยมหม่อน

Study to sugar , acid and pectin contents on Mulberry yam

ชื่อ-สกุล นางสาวกัญญา ทองนำ

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา**ครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.จินตนา บุนนาค

บทคัดย่อ

ผลหม่อน เป็นผลพลอยได้จากการปลูกหม่อนเพื่อเลี้ยงไหม แต่เดิมให้ล่วงหล่นไปอย่างไร้ค่า ด้วยเหตุผลนี้จึงได้นำผลหม่อนมาศึกษาการทำแยม เพื่อให้ได้ประโยชน์มากที่สุด ได้ศึกษาปริมาณ น้ำตาล กรด และเพคติน ที่เหมาะสมในการทำแยมจากผลหม่อนที่ทำให้เกิดเจลที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยปรับค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด (Total Soluble Solid, TSS) เป็น 55 60 65 และ 70 องศาบริกซ์ พบว่า TSS ที่ปรับได้ 65 องศาบริกซ์ เหมาะสมที่สุดในการเกิดเจลและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนการปรับความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้กรดซิตริกเป็นตัวปรับนั้นมีค่า pH ดังนี้ คือ pH 2.7 3.2 และ 4.0 พบว่า pH ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ pH 3.2 และได้ศึกษาปริมาณเพคตินที่ใช้ในการทำแยมผลหม่อนโดยปริมาณที่ศึกษาดังนี้ คือ 0.5 1.0 2.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณเพคตินที่เติมในแยมหม่อนให้เจลเซทตัวได้ดีที่สุดคือ 3.0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงลงด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะ อาจารย์ ดร.จินตนา บุนนาค ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษ ครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่างๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือของเพื่อนๆ ในการทำการทดลอง ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยหม่อนไหม จ. สุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ผลหม่อนในการทดลองครั้งนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ขอมอบให้กับ บิดา มารดา พี่ ๆ ซึ่งให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และกำลังใจ รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสิทธิประสาทวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กัญญา ทองนำ

มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหาพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ประโยชน์ของหม่อนในด้านต่าง ๆ	3
2.2 องค์ประกอบที่สำคัญ	5
2.2.1 น้ำตาล	6
2.2.2 เพคติน	6
2.2.3 กรด	13
2.3 วัตถุดิบที่เหมาะสมกับการผลิตแยม	14
3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการทดลอง	21
3.1 วัตถุดิบ	21
3.2 สารเคมี	21
3.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์	21
3.4 วิธีดำเนินการทดลอง	21
4 ผลการทดลอง	26
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	32
5.1 สรุป	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.2 ข้อเสนอแนะ	33
บรรณานุกรม.....	34
ภาคผนวก	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของแยมผลหม่อน.....	5
2	ปริมาณเพคตินที่มีอยู่ในผลไม้บางชนิด.....	8
3	ค่า pH เปอร์เซ็นต์น้ำตาล และปริมาณเพคตินในผลไม้เมืองไทย.....	9
4	ค่า pH ที่เหมาะสมสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาล.....	13
5	คะแนนเฉลี่ยของแยมผลหม่อนด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน.....	26
6	คะแนนเฉลี่ยโดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกัน ของตัวอย่างทดสอบด้านความเปรี้ยว.....	28
7	คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีปริมาณเพคตินแตกต่างกัน.....	30
ก	การคำนวณหาค่า Analysis of variance จากการทดสอบชิมด้านความหวาน.....	37
ข	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance).....	38
ค	คะแนนค่าความแปรปรวนที่ทดสอบ.....	41
ง	คะแนนเฉลี่ยของแยมผลหม่อนที่มีปริมาณน้ำตาลต่างกัน ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติแล้ว.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจล	20
2	สรุปขั้นตอนการทำแยมผลหม่อน	23
3	แยมผลหม่อนที่ผลิตโดยใช้ปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน	27
4	แยมผลหม่อนที่ผลิตโดยใช้ปริมาณกรดแตกต่างกัน	29
5	แยมผลหม่อนที่ผลิตโดยใช้ปริมาณเพคตินแตกต่างกัน	31
6	แยมหม่อนสำเร็จบรรจุขวดพร้อมบริโภค	32
7	ตัวอย่างสำหรับการทดสอบชิม	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

หม่อน (Mulberry) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Moru spp. เป็นไม้ยืนต้นจำพวกไม้พุ่มในวงศ์ Maraceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกันกับ โพธิ์ ไทย และขนุน จากอดีตจนถึงปัจจุบัน การปลูกหม่อนปลูกเพื่อนำใบหม่อนไปเลี้ยงไหมเพียงอย่างเดียว ส่วนการนำหม่อนไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ จะมีน้อยมาก โดยเฉพาะในประเทศไทย จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 8 มีนโยบายจะมุ่งเน้นให้มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้า เนื่องจากผลิตผลทางการเกษตรเน่าเสียได้ง่ายจึงจำหน่ายได้ราคาไม่แน่นอน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับภาวะของตลาดว่ามีผลิตผลชนิดนี้ออกมาสู่ตลาดมากหรือน้อย ดังนั้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์สามารถจะเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของวัตถุดิบ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน หรือแปรสภาพจากวัตถุดิบที่มีมูลค่าน้อยหรือไร้มูลค่าเป็นวัตถุดิบที่มีมูลค่าสูง

ปัจจุบันทุกคนต่างต้องการความรวดเร็วและใช้เวลาอย่างคุ้มค่าที่สุด อาหารซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ การรับประทานในปัจจุบันนี้ต้องการความสะดวกรวดเร็ว ดังนั้นคนจึงให้ความสนใจผลิตภัณฑ์แยมมากขึ้น แยมเป็นผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ทำได้จากผลไม้ทุกชนิด หรือรวมกันหลายชนิดก็ได้สามารถเก็บแยมไว้โดยไม่ใช้สารเคมี เนื่องจากแยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่หาได้ง่าย และสามารถรับประทานได้ง่ายและสะดวก ใช้เวลาน้อย จึงได้รับความนิยมมากในปัจจุบันรับประทานเป็นอาหารเร็ว (fast food) หรือเป็นอาหารว่างก็ได้

การนำผลหม่อนมาแปรรูปทำเป็นผลิตภัณฑ์แยม เนื่องจากประเทศไทย ยังมีผู้ที่สนใจในการศึกษาอยู่น้อย การแปรรูปแยมจากผลหม่อนเป็นวิธีการ พัฒนาวัตถุดิบที่เหลือใช้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและสามารถพัฒนาให้เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป ดังนั้นจึงทำการศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการทำแยมจากผลหม่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำแยมหม่อน
2. เพื่อศึกษาระดับความหวานที่เหมาะสมในการทำแยมหม่อน
3. เพื่อศึกษาปริมาณกรดที่เหมาะสมในการทำแยมหม่อน
4. เพื่อศึกษาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการทำแยมหม่อน

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาลักษณะผลิตภัณฑ์แยมหม่อน ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

หม่อน (Mulberry) เป็นอาหารของหนอนไหมซึ่งเป็นอาหารที่ดีที่สุดของหนอนไหม หม่อนเป็นพืชตระกูล Moraceae มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Mulberry มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Moru spp. หม่อนเป็นไม้ยืนต้นจำพวกไม้พุ่มพวก dioecioms ที่มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่กันคนละดอก บางพันธุ์มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในตัวเดียวกัน แต่บางพันธุ์ก็มีเพียงอย่างเดียว เมื่อดอกตัวเมียได้รับการผสมพันธุ์ก็จะเปลี่ยนเป็นผล ซึ่งมีลักษณะเป็นผลรวมโดยปกติจะออกดอกและติดผลในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมของทุกปี หม่อนเจริญเติบโตได้ดีในฤดูฝน และการเจริญเติบโตจะค่อยลดลงเรื่อยๆ จนเข้าฤดูแล้ง (ไชยา อุ้ยสูงเนิน, 2533)

โดยทั่วไปเรามักรู้จักหม่อนเนื่องจากใช้เป็นอาหารของตัวไหม เพราะในประเทศไทยมีเกษตรกรประมาณ 300,000 ครัวเรือน ที่มีอาชีพปลูกหม่อนเลี้ยงไหมทั้งเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริมจึงไม่มีใครสนใจที่จะนำส่วนอื่น ๆ ของหม่อน เช่น ผลของหม่อนมาบริโภคหรือทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ หรือนำมาใช้ประโยชน์ (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2539)

2.1 ประโยชน์ของหม่อนในด้านต่าง ๆมีดังนี้

1. อาหารหนอนไหม

หม่อน เป็นพืชอาหารที่วิเศษสุดสำหรับหนอนไหม (Bombyx mori) เพราะใบหม่อนมีปริมาณโปรตีน 22.60% คาร์โบไฮเดรต 42.25% ไขมัน 4.57% ความชื้น 6.55% เส้นไหมและเถ้า 24.03% (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2540) และหนอนไหมมีความสามารถในการเปลี่ยนโปรตีนจากใบหม่อนเป็นเส้นใยไหมได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น

2. พืชสมุนไพร

2.1 ยอดหม่อน นำมาต้มใช้ดื่มเพื่อบำรุงสายตาและล้างตา

2.2 ใบหม่อน นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่า สามารถลดปริมาณคลอเลสเตอรอลในกระต่าย ลดปริมาณน้ำตาลในเลือด ลดความดันโลหิตและลดอัตราการตายของหนูที่มีสาเหตุมาจากมะเร็งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กิ่งหม่อน ช่วยให้เลือดลมไหลเวียนสะดวก รักษาอาการปัสสาวะสีเหลืองขจัดความร้อนในปอดและกระเพาะอาหาร

2.4 ผลหม่อน รักษาโรคไขข้อ บำรุงหัวใจ บำรุงผมให้ดกดำ

2.5 รากหม่อน สามารถลดปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือดโดยลดความรุนแรงและรักษาโรคเบาหวานได้

3. อาหารและเครื่องดื่ม ของมนุษย์

ผลสุกของหม่อนนำมาทำน้ำผลไม้และไวน์ (Mulberry wine) กากที่เหลือจากการทำน้ำผลไม้หรือไวน์ นำมาทำแยมได้ ยอดหม่อนและใบหม่อน นำไปใส่ต้มไก่ ต้มยำเป็ด ชาวญี่ปุ่นนำใบหม่อนและรากหม่อนมาทำชาสำหรับดื่ม

4. สารป้องกันโรคพืช

ใบหม่อนจะสร้างสาร Phytoaleximes (PA) มีคุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อรา

5. ใช้ทำกระดาษ กำลังมีการศึกษาถึงคุณภาพทางกายภาพและทางฟิสิกส์ของกระดาษที่ทำจากหม่อน

6. ไม้ประดับ ซึ่งนิยมในประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย

7. วัสดุเพาะเห็ด ยกเว้นเห็ดหอมเพราะทำให้วัสดุที่ใช้เพาะ ย่อยสลายเร็วและเห็ดหอมต้องบ่มเชื้อนานถึง 3-5 เดือน

8. อาหารสัตว์ ของวัวควายและปลานิล

9. พิธีกรรมทางศาสนา ใช้ในงานเทศน์มหาชาติ ซึ่งเดิมใช้ต้นสนซึ่งหายากจึงใช้กิ่งหม่อนแทน

10. เป็นของที่ระลึกและอุปกรณ์กีฬา เช่น กระเช้า ตะกร้าใส่แยม ในประเทศอินเดียมีการใช้ไม้หม่อนทำอุปกรณ์กีฬา เช่น ไม้เบสบอล เป็นต้น

11. ปุ๋ยและเชื้อเพลิง นิยมในอินเดีย บังคลาเทศ และศรีลังกา (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2540)

แยม คือ ผลไม้กวนอย่างหนึ่งแต่ไม่กวนจนเหนียว มีลักษณะเหลวกว่าผลไม้กวน แยมมีลักษณะคล้ายกับเยลลี่ แต่มีข้อแตกต่างกันที่สำคัญคือแยมทำจากส่วนที่กินได้ของผลไม้ทั้งหมด ส่วนเยลลี่ทำจากน้ำผลไม้ นอกจากนี้ลักษณะการจับรวมตัวเป็นเจลจะไม่มากเท่ากับเยลลี่ ทั้งที่สภาพการเป็นเจลของแยมจะอ่อนกว่าเยลลี่ แยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลไม้ เพคติน (Pectin) กรดอินทรีย์และน้ำตาลเคี่ยวจนมีความข้นเหนียวเหมาะสม ดังนั้นแยม เยลลี่และมาร์มาเลด จัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ semi-soft spread มีของแข็งที่ละลายในน้ำในผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่า 65% มีความเป็นกรดด่างระหว่าง 2.8-2.5 มีความเปรี้ยวแกมหวาน ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ควรจะมีน้ำหรือเนื้อของผักและผลไม้เป็นส่วนผสมไม่ต่ำกว่า 45 ส่วน โดยเปรียบเทียบกับน้ำตาล 55 ส่วน ในส่วนผสมตั้งต้น ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับ 89 (พ.ศ.2528) ในเรื่องแยม เยลลี่และมาร์มาเหลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทจะกำหนดไว้ต่ำกว่าเล็กน้อย กล่าวคือกำหนดให้แยมจะต้องมีส่วนที่มีเนื้อของผักหรือผลไม้ไม่น้อยกว่า 30% โดยน้ำหนัก ยกเว้นแยมที่ทำจากฝรั่ง เนื้อมะม่วงหิมพานต์ กระเจี๊ยบ ขิง และมะม่วงส่วนมาร์มาเหลดจะถูกกำหนดให้มีส่วนของน้ำผักหรือน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่า 20% โดยน้ำหนัก

ลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ semi-soft spread โดยรวมนั้นคือ ต้องมีสีที่สดใสตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ไม่ดำคล้ำ มีเนื้อเป็นเงา มีประกายสดใส แยมจะต้องมีการกระจายตัวของเนื้อผลไม้อย่างสม่ำเสมอ มีรสเปรี้ยวแกมหวานที่พอเหมาะ มีโครงร่างเป็นเจลซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของคอลลอยด์ (colloids) ที่อยู่ตัว มีความนุ่มที่หนืดเล็กน้อยแต่ไม่เหนียว สามารถตักได้ง่ายและเมื่อปาดลงบนแผ่นเรียบจะกระจายตัวได้ดีไม่มีน้ำซึมหยดออกจากเจล (syneresis) หรือเจลแข็งเป็นเม็ด ๆ (graing) การที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดเจลที่เหมาะสมนั้น จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมหลัก 3 ชนิด ในการทำผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาล กรดและเพคติน

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของแยมผลหม่อน

ชนิด(เปอร์เซ็นต์)	แยมลูกหม่อน
โปรตีน	0.13
คาร์โบไฮเดรต	67.17
ไขมัน	0.38
เส้นใย	0.06
เถ้า	0.70
ความชื้น	31.56
วิตามินเอ (IU/100 กรัม)	25.00
วิตามินบี6 (มก./กิโลกรัม)	930.10
พลังงาน (กิโลแคลอรี่/100กรัม)	248.38

2.2 องค์ประกอบที่สำคัญ

ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ มีการเกิดเจลในโครงสร้าง องค์ประกอบที่สำคัญในการเกิดเจลจะมี 3 ประการ คือ น้ำตาล เพคติน และ กรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 น้ำตาล

การใช้น้ำตาลหรือซูโครส การใช้น้ำตาลกับผลิตภัณฑ์ผลไม้นับว่าเป็นวิธีการถนอมอาหารเก่าแก่ที่สุด รูปของการใช้น้ำตาลอาจใช้ในรูปของแข็ง หรือใช้ในรูปของสารละลาย ซึ่งทั้งนี้ขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์แยมมีค่า a_w 0.75-0.82 ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่สามารถหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ หรือยีสต์ที่สามารถทนต่อน้ำตาลสูงได้ ด้วยเหตุผลนี้จึงได้มีการใช้วิธีพาสเจอร์ไรซ์หรือการใช้สารกันบูดอื่นร่วมด้วย เช่น กรดซอร์บิก การเติมน้ำตาลลงในแยมผลไม้ น้ำตาลที่ใช้ในการทำแยม ควรแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งน้ำตาลส่วนใหญ่จะถูกเติมลงในน้ำผลไม้ตอนต้มของการเคี่ยว และน้ำตาลส่วนน้อยที่ถูกแบ่งออกมาจะนำไปคลุกรวมกับเพคตินเพิ่มเติมลงในช่วงท้ายของการแปรรูป การเติมน้ำตาลเกือบทั้งหมดในตอนต้นของการเคี่ยว จะช่วยให้น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลซูโครสเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวิร์ทได้มากยิ่งขึ้น อันมีส่วนช่วยลดการตกผลึกของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ แต่อย่างไรก็ตามจะสัมพันธ์กับระยะเวลาการเคี่ยวด้วยเช่นกัน ถ้าใช้ระยะเวลาในการเคี่ยวนานเกินควร จะทำให้น้ำตาลซูโครสเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลอินเวิร์ทเกือบทั้งหมด ซึ่งผลต่อเนื่องคืออาจเกิดการตกผลึกของน้ำตาลเด็กโตส (dextrose) ในผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ในการเคี่ยวยังจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิอีกด้วย การใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานในการเคี่ยวเพื่อระเหยน้ำ จะทำให้แยมมีสีคล้ำลงเป็นอย่างมาก และกลิ่น-รสของผลิตภัณฑ์จะด้อยลงด้วย ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสียหายในลักษณะเช่นนี้ ในทางอุตสาหกรรมจึงมีการแนะนำให้ใช้วิธีการลดความดันร่วมด้วยในระหว่างการเคี่ยว เพื่อให้สามารถระเหยได้ง่ายยิ่งขึ้น ที่อุณหภูมิต่ำ ลดระยะเวลาในการเคี่ยว ระเหยน้ำลงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ที่สีสดใสคล้ายธรรมชาติและไม่มีการตกผลึกของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์

น้ำตาลที่นิยมในการทำแยม คือ น้ำตาลทรายขาว วัตถุประสงค์ในการใส่น้ำตาลเพื่อช่วยปรุงแต่งรสของผลิตภัณฑ์ให้หวานขึ้น และช่วยให้เกิดโครงร่างที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น (Desrosier and Desrosier, 1977) กล่าวว่าความเข้มข้นของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ที่จะทำให้เจลคงตัวเหมาะสมนั้นอยู่ในช่วง 65-70% แต่ถ้า pH ของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าปกติ เช่น เยลลี่กระเจี๊ยบ ก็ควรควบคุมให้มีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 60%

ความเข้มข้นในการทำแยมมีน้ำตาลสูงเกิน 70% อาจก่อให้เกิดการตกผลึกของน้ำตาลซูโครส (inversion) ได้ง่าย เนื่องจากน้ำตาลดังกล่าวไม่สามารถสลายตัวไปเป็นน้ำตาลอินเวิร์ทได้มากเท่าที่ควรในการแปรรูป

2.2.2 เพคติน

เพคติน(Pectin) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก "Pextos" หมายถึงการเปลี่ยนรูปจากของเหลวไปเป็นของแข็งเมื่อเย็นหรือแข็งตัว มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบซึ่งมีชื่อเรียกต่างๆกันไปเพคตินจัดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสารพวกเพคติน (pectin substance) เป็นสารที่พบในเนื้อเยื่อพืชทั่วไปอยู่ในรูปของ protopectin , pectic acid , pectins ซึ่งมีทั้งพวกที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้

โปรโตเพคติน (protopectin) เป็นชื่อที่ใช้เรียกสารต้นกำเนิดของสารเพคตินเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ พบทั่วไปในพืชโดยเฉพาะส่วนของผลมีมากที่สุด จะพบโปรโตเพคติน ในผลไม้ดิบและเมื่อผลไม้เริ่มสุก โปรโตเพคตินจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเพคติน ซึ่งละลายน้ำได้โดยการกระทำของเอนไซม์โปรโตเพคติเนส โปรโตเพคตินมีมากในผลไม้ห่ามและเมื่อผลไม้สุก (เริ่มสุก) โปรโตเพคตินจะถูก hydrolyse โดยเอนไซม์เปลี่ยนเป็นเพคติน และเมื่อผลไม้สุกเกินไปจนเริ่มเน่า เพคตินส่วนใหญ่จะสลายตัวเพื่อให้ methyl alcohol และ pectic acid ที่ไม่ละลายน้ำ การนำเอาผลไม้สุกเกินไปมาทำเยลลี่ย่อมมีเพคตินไม่เพียงพอ

เพคติน หมายถึง กรดเพคตินที่มีส่วนประกอบของ methyl ester และ degree of neutralization ในปริมาณที่สามารถจะทำให้เกิดเจลกับน้ำตาลและกรดได้ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งถ้าขจัด methyl group ออกไปจนหมด จะได้เป็นกรดเพคติน เพคตินมีคุณสมบัติเป็นสารที่ละลายน้ำได้

กรดเพคตินิก (pectinic acid) ส่วนประกอบของน้ำตาลและกรดเพคติค สามารถเกิดเจลได้และสามารถละลายน้ำได้

กรดเพคติก (pectic acid) คือ galacturonic acid ที่ไม่มี methyl group อยู่ในโมเลกุลโปรโตเพคติเนส (protopectinase) และสามารถเปลี่ยนโปรโตเพคตินซึ่งไม่ละลายน้ำไปเป็นเพคตินซึ่งละลายน้ำได้

เพคตินอาจได้มาจากการเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคตินโดยเอนไซม์ที่ทำให้ผลไม้สุก คือ โปรโตเพคติเนส (protopectinase) และโดยการต้มให้สลายตัวในกรดเจือจาง ดังนั้นถ้าผลไม้ที่นำมาทำแยมนั้นค่อนข้างดิบ โปรโตเพคตินส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงเป็นเพคติน เมื่อผลไม้เริ่มสุก ส่วนที่เหลือจะเปลี่ยนเป็นเพคตินได้ โดยการต้มผลไม้นั้นในกรด ซึ่งมีอยู่ในผลไม้เองโดยธรรมชาติการให้มีส่วนของผลไม้สุกบ้าง มีข้อดีที่แยมที่ได้จะมีสีสวย รสชาติดี แต่ถ้าผลไม้สุกมากเกินไปสารเพคตินส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนไปเป็น กรด และ เพคติน

แหล่งที่พบสารเพคติน

สารเพคติน (pectic substance) อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชตรง middlelamella เช่นอยู่ที่ intercellular cementing layer และใน primary cell wall ของพืช

เพคตินเป็นสารที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อ(membrane)นั้นจะเกิดขึ้นในพืชช่วงที่มีการแบ่งเซลล์ เพคตินที่ปรากฏในตอนแรกจะเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ คือโปรโตเพคตินหากสังเคราะห์ จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นในตอนแรกของการเจริญเติบโต เมื่อมีการเพิ่มพื้นที่ของผนังเซลล์เนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยพวกลิกนินหรือเซลล์แก่ จะมีส่วนประกอบสารเพคตินอยู่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตคือ ผนังเซลล์จะมีปริมาณเพคตินอยู่สูง

เพคตินจะพบได้ในผลไม้ทั่วๆไป ปริมาณที่พบจะต่างกันไป ในแต่ละส่วนของพืชและชนิดของผล ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณเพคตินที่มีอยู่ในผลไม้บางชนิด

ผลไม้	เพคติน
มะเขือเทศ	0.2-0.5
สตรอเบอรี่	0.6-0.7
แลสน์เบอรี่	0.7-1.0
องุ่น	0.2-1.0
แอปเปิ้ล	0.5-1.6
แพร์	0.5-0.8
กล้วย	0.7-1.2
แอปริคอด	0.7-1.3
มะนาว	3.0-4.0

ที่มา: Kertesz, 1951

ผลไม้มีปริมาณเพคตินและความเป็นกรดที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3 ผลไม้เพียงบางชนิดเท่านั้นที่มีเพคตินและกรดเพียงพอที่จะทำแยมให้ได้ผลดี บางชนิดจะมีเพคตินมากแต่กรดน้อย บางชนิดก็มีเพคตินน้อยกรดมาก อาจแยกพวกผลไม้โดยพิจารณาจากปริมาณเพคตินและกรดเป็นหลักได้ 4 พวก ดังตารางที่ 3 นอกจากนี้ผลไม้ที่เหมาะสมกับการทำแยม ยังมีความแตกต่างกันตามความสุก ดิบ และฤดูกาล เช่น ผลไม้ห่ามหรือที่แก่เต็มที่จะมีเพคตินมากที่สุด ผลไม้ในฤดูฝนมักจะให้น้ำผลไม้มากเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่า pH เปอร์เซ็นต์น้ำตาล และปริมาณเพคตินในผลไม้เมืองไทย

ผลไม้	pH[1]	น้ำตาล[2]	เพคตินเปรียบเทียบ[3]	เวลาที่ดีที่สุด (นาที)[4]
กระเจี๊ยบแดง	1.5-2	0.5	1	15
กล้วยไข่	25	25	1	15
กล้วยหอม	25	7	1	15
เชอรี่สุก	7	8	2	15
ชมพูเขียว	8	3	1	15
แตงไทยสุก	3	3	3	5
แตงโม	8	1	1	15
พุทรา	5	3	3	15
ฝรั่งสุก	10.5	1	1	15
มะละกอป่า	13	13	13	15
มะขามสุก	0	1	1	15
สาลี่	8	3	3	15
ส้มเขียวหวาน	11	1	1	15
ส้มโอ	9.5	1	1	15
องุ่นเขียว	17	2	2	15
อ้อย	18	2	2	15
ส้มเช้ง	12	3	3	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลไม้	pH[1]	น้ำตาล[2]	เพคตินเปรียบเทียบ	เวลาที่ดีที่สุด (นาที)[4]
มะดัน	2	6	1	15
มะนาว	2.5	7.5	1	15
มะปรางสุก	4	9	1	15
มะม่วงทองคำ	2.5	8	2	-
มะม่วงอกร่องดิบ	3	4.5	1	10
มะละกอสุก	5	11	1	15
มะยม	2.5	6	3	15
มะยมชิด	2.5-3	14	1	15
มะพร้าวอ่อน	5	11	2	10
มันแกว	5.5-6	5	3	15
ระกำ	2.5	10	3	15
แลสพ์เบอรี่	2.5	7	3	15
ละมุดสุก	5	18	3	15
ลูกตาล	5.6	4	2	15
สับปะรดสุก	3.5-4	15	2	-

[1] โดยบีบคั้นน้ำจากผลไม้และวัดด้วยกระดาษวัด pH ซึ่งมีช่วงถี่ 0.5

[2] ใช้ Refractometer วัดจากน้ำที่คั้น

[3] โดยเติมน้ำในผลไม้ 1:1 หรือ 2:1 วัดเพคตินใช้น้ำผลไม้ แอลกอฮอล์ 95% 1:1 วัดในช่วงระยะเวลา 5,10,15, นาที เลขที่ให้เป็นค่าเปรียบเทียบความมากน้อยของเพคติน ในน้ำผลไม้ต่างๆ เลข 1=มีมาก 2=ปานกลาง 3=น้อยหรือน้อยมาก

[4] ผลไม้ที่เมื่อเติมแอลกอฮอล์ลงไปอีก 1/2-2/3 ส่วนจะยังคงเกิดลักษณะวุ้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ที่มา : ศิริลักษณ์, 2522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพคตินผง ทำจากเปลือกและแกนของผลไม้ที่เหลือจากการบรรจุกระป๋อง เช่น แอปเปิ้ล และได้มาจากส่วนเยื่อขาวติดเปลือกของมะนาว มีทั้งในรูปของเหลวและเป็นผง แต่เนื่องจากเพคตินเหลว เมื่อเปิดใช้แล้วเสื่อมคุณภาพง่ายจึงต้องใช้ทันที เพคตินนี้จะไม่มีรสชาติ

เพคตินที่มีขายเป็นแบบที่ต้องใช้ร่วมกับน้ำตาลมาก (high sugar pectin) ต้องใช้น้ำตาล 50-65% จึงจะจับตัวเป็นวุ้นได้ ปัจจุบันมีการผลิตเพคตินที่ใช้ร่วมกับน้ำตาลน้อยหรือไม่ใช้น้ำตาลเลย (low sugar pectin) อนุมูลแคลเซียม (Ca^{++}) สามารถช่วยการจับตัวเป็นวุ้นของเพคตินชนิดนี้ได้โดยไม่ต้องมีน้ำตาล เทียม

ปริมาณของเมทิลเอสเทอร์โมเลกุลมีผลต่อการเกิดเจลของเพคติน การแสดงปริมาณของเอสเทอร์นี้อาจกำหนดในรูปของปริมาณเมทอกซิล (methoxyl content) หรือระดับการเกิดเมทอกซิลเอสเทอร์ ซึ่งนิยมเรียกว่าค่า DM (degree of methoxylation)

ปริมาณเมทอกซิลนั้นจะแสดงถึงน้ำหนักของหมู่เมทอกซิล ($-OCH_3$) คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณเมทอกซิลสูงสุดจะมีค่า 16.32% โดยคิดจากน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของหมู่เมทอกซิลคือ 31 เทียบกับน้ำหนักโมเลกุลของกรดเมทอกซีกาแลคทูโรนิคคือ 190 เพคตินที่มีขายและใช้อยู่ทั่วไปในอุตสาหกรรมจะมีค่าปริมาณเมทอกซิลสูงสุดประมาณ 11-12% เนื่องจากในธรรมชาติไม่มีเพคตินที่เกิดเอสเทอร์ครบทุกตำแหน่ง และเพคตินที่ขายในระดับอุตสาหกรรมยังมีคาร์โบไฮเดรตอื่นเจือปนอยู่เช่นเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) อะราแบน (araban) และกาแลคโทซาน (galactosan) เป็นต้น

ค่า DM นั้นจะแสดงถึงร้อยละของกลุ่มคาร์บอกซิลที่เกิดเอสเทอร์ทั้งหมด ค่า DM สูงสุดจะมีค่า100% คือทุกกลุ่มในโมเลกุลจะเกิดเอสเทอร์หมด ดังนั้นค่า DM100% จะเทียบเท่ากับค่าปริมาณเมทอกซิล 16.32% เพคตินที่มีค่า DM ลดลง จะมีความสามารถในการเกิดเจลกับน้ำตาลและกรด (pectin-sugar-acid gel) ลดลง ค่า DM ที่เหมาะสมของเพคตินที่จะเกิดเจลได้ดีจะมีค่าประมาณ 50 %

อาจแบ่งชนิดของเพคตินตามการใช้งานออกเป็นผลิตภัณฑ์ที่เซทตัวเร็ว (rapid set) ซึ่งจะมีค่า DM มากกว่า 60% เพคตินที่มีค่า DM ต่ำกว่านี้จะจับตัวเป็นเจลช้า เพคตินชนิดเซทตัวช้าจะมีค่า DM 50-60% และถ้ามีค่า DM ต่ำมากๆ เพคตินนั้นสามารถเกิดเจลกับอิออนของโลหะบางชนิด เช่น Ca^{2+}หรือ Mg^{2+}ได้ที่อุณหภูมิห้อง เพคตินเหล่านี้สามารถทำให้เกิดเจลขึ้นได้โดยใช้น้ำตาลน้อยมากหรือไม่จำเป็นต้องใช้น้ำตาลเลย และสามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างกว้างตั้งแต่ 2.5-2.6 แต่จะเกิดได้ดีในช่วง 3.2-4.0 เพคตินที่มีค่า DM ต่ำลงจะใช้ปริมาณน้ำตาลน้อยลงในการทำให้เกิดเจล เพคตินที่มีค่า DM ต่ำ อาจนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์สำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานหรือต้องการลดน้ำหนัก ในการผลิตจะต้องควบคุมปริมาณของอิออนโลหะที่ใช้ เพราะถ้ามีความเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้เพคตินตกตะกอนและไม่เกิดเป็นเจล สำหรับเพคตินที่มีค่า DM ต่ำ น้ำหนักโมเลกุลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพคตินจะไม่เป็นปัจจัยสำคัญในการการเกิดเจลเหมือนกับในเพคตินที่ใช้กันโดยทั่วไป เพคตินชนิดเซทตัวเร็วจะใช้ในการผลิตแยม เพื่อให้เกิดเจลก่อนที่ผลไม้จะแยกชั้น ส่วนชนิดเซทตัวช้าจะใช้ในการทำเยลลี่ เพื่อให้เทลงพิมพ์ได้ทันก่อนที่จะเกิดการแข็งตัว

ค่าที่แสดงสมบัติของเพคตินอีกค่าหนึ่ง คือ ค่าแสดงการเกิดเจล หรือเกรดของเพคติน ซึ่งเป็นค่าที่แสดงส่วนของปริมาณน้ำตาลที่ต้องการในการเกิดเจลกับเพคตินนั้นหนึ่งส่วนเพื่อให้ได้เจลที่คงตัวภายใต้สภาวะมาตรฐาน ในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดสภาวะมาตรฐานที่ค่าความเป็นกรดด่าง 3.0 และมีปริมาณน้ำตาล 65 เพคตินที่มีขายทั่วไปจะที่ค่าการเกิดเจล 100 และ 150 เกรด ค่านี้จะนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณเพคตินที่ต้องใช้ในผลิตภัณฑ์ เช่น ถ้าใช้เพคติน 150 เกรด ผลิตภัณฑ์แยมที่มีปริมาณน้ำตาล 60 จะต้องใช้เพคติน 65/150 จึงจะได้เจลที่มีคุณภาพดี ค่านี้ไม่สามารถบอกได้ว่า เพคตินชนิดนี้เกิดเจลได้เร็วหรือช้าอย่างไร

เพคตินจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลที่เกิดขึ้น คาดว่าโครงสร้างของเจลอาจจะเกี่ยวข้องกับการเชื่อมข้ามด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างกลุ่มไฮดรอกซิลของโมเลกุลน้ำตาลและเพคติน หรือเกิดจากการเชื่อมข้ามระหว่างโมเลกุลเพคติน

เพคตินที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. 30DM (degree of methylation) เป็นเพคตินสำหรับในกรณีที่มีน้ำตาลอยู่ในปริมาณน้อย

2. 45DM pectin หรือ rapid-set pectin ใช้ในกรณีที่ต้องการให้มีการเกิดเจลอย่างรวดเร็ว calcium precipitable pectin จะเหมาะสำหรับการเกิดเจลที่มีน้ำตาลอยู่สูง หรือ emulsion

3. 60DM หรือ slow set pectin ใช้ในกรณีที่มีน้ำตาลปริมาณสูงหรือผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน

4. 74DM จัดเป็น typical rapid set pectin ที่นิยมใช้ในแยมและเยลลี่

5. higher DM pectin ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ

สำหรับในเมืองไทย กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมได้ทดลองและแนะนำผลิตเพคตินจากเปลือกส้มโอ เพื่อนำมาใช้ในการทำแยม และเยลลี่ให้มีคุณภาพทัดเทียมกับของต่างประเทศทั้งยังเป็นการนำของเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์อีกด้วย วิธีการสกัดเพคตินอย่างง่าย ที่ทำกันในครัวเรือน คือโดยใช้กรดเกลืออย่างเจือจางต้มกับผลไม้เพื่อให้โปรโตเพคตินสลายตัวให้เพคตินแล้วตกตะกอนเพคตินด้วยแอลกอฮอล์ 9% หรืออะซีโตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 กรด

กรดทำหน้าที่เพิ่มรสชาติให้แก่แยม และเพิ่มประสิทธิภาพความเหนียวและความยืดหยุ่นของร่างแหที่เกิดจากเพคติน ทำให้เพคตินอุ้มสารละลายน้ำตาลได้ดี ถ้ามีกรดมากไป มีผลเสียคือ ทำให้ส่วนผสมมี pH ต่ำกว่า 3.0 ซึ่งมีผลในการย่อยน้ำตาล 2 โมเลกุลให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เพราะฉะนั้นแยมจะมีลักษณะเหลว แต่ถ้ามีกรดต่ำ คือมี pH มากกว่า 3.2 สภาวะร่างแหที่เกิดจากสารละลายเพคตินก็จะขาดความยืดหยุ่น แยมที่ได้จึงเหลวและเกิดการตกผลึกของน้ำตาล

น้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงกว่าจะทำให้แยมอยู่ตัวดีกว่าน้ำผลไม้กรดต่ำ ทั้ง ๆ ที่มีเพคตินเท่า ๆ กัน โดยทั่วไปในผลไม้จะมีกรดรวมกันอยู่หลายชนิด แต่กรดที่ให้ผลดีในการทำแยมคือกรดทาร์ทาริก ซึ่งมีมากใน องุ่น ลูกเกด มะขาม กรดนี้จะให้ผลดีกว่า กรดซิตริก หรืออะซิติก

pH ที่เหมาะสมที่สุดนั้น สัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่ใช้ด้วย เช่น สำหรับน้ำผลไม้ที่มีเพคติน 1%

ตารางที่ 4 pH ที่เหมาะสมสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาล

pH ดีที่สุด	% น้ำตาล
3.0	60
4.0	65
5.0	70

ที่มา : ศิริลักษณ์ (2522)

เมื่อกรดสูงใช้น้ำตาลน้อย ความเป็นกรดของน้ำผลไม้ควรจะเป็น 0.5-0.75 % ถ้าความเป็นกรดเกินกว่า 1% จะทำให้แยมคืนตัวภายหลังได้

การควบคุม pH ในการทำแยมอาจทำได้โดย การเติมกรดด่างหรือ ถ้าทำเป็นอุตสาหกรรมโดยเติมสารช่วยควบคุมที่เรียกว่า บัปเฟอร์(buffer) เกลือที่มีอยู่โดยธรรมชาติในผลไม้ เช่น sodium citrate, sodium potassium tartrate จะช่วยควบคุม pH ให้คงที่ ถ้าส่วนผสมในการทำแยมที่มีเพคตินกรดและน้ำตาลน้อยจะใช้ $CaCl_2$ ให้เกิดเจลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วัตถุดิบที่เหมาะกับการผลิตแยม

1. ผลไม้

1.1 ผลไม้สด ผลไม้ที่ใช้ในการทำแยมควรเป็นผลไม้ทีสุกพอดี จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี มีกลิ่นหอม สีสวย ควรเป็นผลไม้ที่ค่อนข้างดิบ ซึ่งเป็นระยะที่มีเพคตินมากที่สุดและมีกลิ่นหอมเพียงพอ ผลไม้สดที่นิยมนำมาทำแยมคือ สับปะรด สตรอเบอรี่ ส้ม ส่วนผลไม้อื่นๆ เช่น มะละกอ มะม่วง มะเขือเทศ มะขามเปียก ฝรั่งสุก และผลหม่อนซึ่งทำแยมจากผลหม่อนกำลังทีการทดลองและการวิจัยจากหลายหน่วยงาน เพราะผลหม่อนเป็นผลไม้ที่มีเพคตินพอเหมาะแก่การทำแยม และมีสี กลิ่นเฉพาะตัวของผลหม่อน

ผลหม่อน ลักษณะของผลหม่อนอยู่ในลักษณะของผลฉ่ำน้ำ (berry) จัดอยู่ในประเภทผลรวม (Multiple fruit) ซึ่งแยกออกจากต้นไม้ได้ สีของผลหม่อนส่วนใหญ่เป็นสีแดงเกือบดำ นอกจากพันธุ์ต่างประเทศบางพันธุ์อาจจะมีสีเหลือง ประเทศไทยผลหม่อนจะออกผล ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธุ์ ผลหม่อนสามารถรับประทานได้แต่มีขนาดเล็กมากประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ยกเว้นหม่อนบางพันธุ์ที่ปลูกใช้ผลโดยเฉพาะ จะมีผลสด 1-3 มิลลิเมตร และให้ผลดก

1.2 ผลไม้กระป๋อง การทำแยมควรทำจากผลไม้สด จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ทีคุณภาพ แต่ผลไม้มีเป็นฤดูกาล ดังนั้นผลไม้ที่จะนำมาทำแยม ต้องมีวิธีการถนอมรักษา เช่น ผลไม้กระป๋อง ผลไม้ดอง ผลไม้แช่แข็ง ผลไม้รมควันหรือเก็บรักษาด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การใช้ผลไม้กระป๋องทำแยมมีผลดังต่อไปนี้

1. ราคาต้นทุน การใช้ผลไม้กระป๋องทำแยมจะทำให้ราคาต้นทุนการผลิตสูง

2. การทำผลไม้กระป๋องต้องผ่านความร้อน ดังนั้นถ้านำมาทำแยมจะทำให้เสียรสชาติและนิ่ม

3. การใช้ผลไม้กระป๋องทำแยม ยังมีผลทำให้สีของผลไม้สูญเสียไป ทำให้ไม่ได้สีเฉพาะของผลไม้นั้นๆ

4. ทำให้สูญเสียเพคตินเนื่องจากความร้อน

1.3 ผลไม้แห้ง การใช้ผลไม้แห้งทำแยม มีผลดังต่อไปนี้

1.3.1 มีปัญหาเกี่ยวกับสีเพราะสีเปลี่ยนไปทำให้แยมมีสี

1.3.2 ถูกฟอกสีด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังนั้นทำให้การทำแยมจึงต้องเจือสีสังเคราะห์ลงไปด้วย

1.3.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้เนื้อผลไม้เหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลไม้ดอง

การใช้ผลไม้ดองทำแยม ต้องนำไปต้มน้ำเดือดก่อนและผลไม้ดองต้องผ่านกรรมวิธีการแช่สารประกอบประเภทซัลไฟต์เพื่อทำลายเอนไซม์ซึ่งจัดเป็นข้อดีที่นำมีใช้ในการทำแยม (ศิริลักษณ์, 2522)

2. ปริมาณน้ำ

น้ำเป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดเจล แต่ถ้าใช้น้ำในปริมาณมากเกินไป ทำให้เกิดผลตามมาดังนี้

1. สารละลายเพคตินที่ได้เจือจางลง
2. เสียเวลาในการเคี่ยวเพื่อให้ระเหยน้ำออก

3. การให้ความร้อน

หลังจากได้เนื้อผลไม้แล้วจะนำเนื้อผลไม้มาให้ความร้อนพร้อมกับเติมน้ำตาลส่วนหนึ่งลงไป ผลไม้ที่มีเนื้อแข็งอาจเติมน้ำลงไปต้มพร้อมกับเนื้อผลไม้ด้วย ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ใช้จะขึ้นอยู่กับชนิดความสุก และปริมาณของแข็งในเนื้อผลไม้ กรณีที่ต้องการเติมเพคติน จะแบ่งน้ำตาลไว้ส่วนหนึ่งเพื่อผสมกับเพคติน จะแบ่งน้ำตาลไว้ส่วนหนึ่งเพื่อผสมกับเพคตินก่อนเติมทำให้เพคตินละลายได้ดีขึ้นและไม่จับตัวเป็นก้อน ถ้าผลไม้ที่ใช้มีน้ำเป็นองค์ประกอบมาก เช่น สตรอเบอรี่ จะต้องนำมาให้ความร้อนในน้ำเชื่อมเสียก่อน เพื่อลดปริมาณน้ำภายในผลไม้ เพราะถ้าปล่อยให้มีน้ำในเนื้อผลไม้ปริมาณมากระหว่างการทำแยมน้ำในผลไม้จะซึมออกมาภายนอก เนื่องจากแรงดันออสโมติกทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำไหลเยิ้มซึ่งถือเป็นลักษณะบกพร่องของผลิตภัณฑ์

วิธีให้ความร้อนอาจแบ่งได้เป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มแรกจะเป็นการให้ความร้อนภายใต้บรรยากาศในภาชนะที่เป็นโลหะโดยใช้ไอน้ำเป็นแหล่งความร้อนจะให้ความพร้อมกับการคนตลอดเวลาเพื่อป้องกันการไหม้ ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งนั้นจะเป็นการให้ความร้อนภายใต้ความดัน โดยใช้ความดันประมาณ 8.8 บาร์ หรือประมาณ 26 นิ้วปรอทภายในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิสูง ทั้งสองแบบนี้เป็นวิธีไม่ต่อเนื่อง ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งนั้นเป็นการให้ความร้อนแบบต่อเนื่องในเครื่องมือที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อเพิ่มอัตราการผลิต

ในช่วงท้ายของการให้ความร้อนจะเพิ่มเพคตินที่ผสมกับน้ำตาล กรด สี กลิ่น และองค์ประกอบอื่นๆที่เหลือลงไป ก่อนหยุดให้ความร้อน จะต้องตรวจสอบสมบัติของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพ คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ท และค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยการวัดด้วยรีแฟรกโต-มิเตอร์ จะหยุดให้ความร้อนเมื่อวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 65-68 องศาบริกซ์ หรืออาจใช้การวัดอุณภูมิสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ขณะให้ความร้อนแทนการวัดปริมาณของแข็งโดยตรงก็ได้ โดยอาศัยหลักการที่ว่าจุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ต้องการจึงหยุดให้ความร้อน สำหรับการให้ความร้อนภายใต้ความดันบรรยากาศ จะหยุดให้ความร้อนเมื่อผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิ 218-220 องศาฟาเรนไฮต์ ส่วนการให้ความร้อนภายใต้ความดัน 8.8 บาร์ จะหยุดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 85 องศาเซลเซียส

4. การลดอุณหภูมิและการบรรจุ

หลังจากสิ้นสุดการให้ความร้อน แยมจะถูกลดอุณหภูมิลงทันทีให้เหลืออยู่ในช่วง 82-85 องศาเซลเซียส ก่อนบรรจุในภาชนะบรรจุ การลดอุณหภูมิให้เหลืออยู่ระดับนี้มีข้อดี คือ

1. ช่วยให้แยมเซทตัวเป็นเจล

2. เนื้อผลไม้จะกระจายอยู่อย่างทั่วถึง ควบคุมน้ำหนักบรรจุได้ง่าย ถ้าอุณหภูมิของแยมสูงเกินไปชิ้นของผลไม้จะลอยอยู่ด้านบน ทำให้ควบคุมการบรรจุได้ยาก

3. ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการบางอย่าง เช่น ลดการเกิดสีคล้ำ ลดการเปลี่ยนซูโครสให้เป็นน้ำตาลอินเวิร์ท เป็นต้น

5. ภาชนะบรรจุ

แก้ว (Glass) เป็นวัสดุที่ถูกใช้เป็นภาชนะบรรจุนานที่สุด นิยมใช้บรรจุผลิตภัณฑ์จำพวกน้ำผักและน้ำผลไม้ ผักและผลไม้ดองต่างๆ ผลิตภัณฑ์จำพวกแยม เยลลี่เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากแก้วมีความเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมีกับสารทุกชนิด (ยกเว้นกรดกัดแก้ว หรือ Hydrofluoric acid) ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับอาหารหรือถูกกัดกร่อน สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้ดี ยกเว้นในกรณีที่การปิดฝาขวดแก้วไม่สนิทอย่างแท้จริง ทนต่อความร้อนได้ดี ไม่หลอมละลายง่าย มีความใสเป็นประกายทำให้ดึงดูดใจผู้บริโภค ข้อเสียของแก้วคือ เปราะแตกง่าย มีน้ำหนักมาก ไม่สามารถป้องกันแสงได้

แก้วที่นิยมใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร คือแก้วโซดาไลม์ที่มีด่างในปริมาณจำกัด (sada glass of limited alkalinity) หมายถึง แก้วที่มีการกำจัดด่างจำนวนหนึ่งออกอย่างเหมาะสมแม้ว่าจะเหลือด่างในเนื้อแก้วอีกส่วนหนึ่ง เป็นแก้วที่มีความแข็งแรงพอสมควร (สมพร, 2528และ Sacharow, 1976) ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้ขวดที่มีไหล่ลาดมาก หรือมีความโค้งบริเวณไหล่มาก จะสามารถรับแรงกดในแนวตั้งฉากได้ดี (อัญชลี, 2528) แก้วที่ใช้สำหรับเป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผักและผลไม้แปรรูป นิยมขึ้นรูป 2 แบบ คือ ขวดปากแคบและขวดปากกว้าง ขวดปากแคบนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์จำพวกน้ำผลไม้ ไวน์และน้ำส้มสายชู ส่วนขวดปากกว้างเป็นขวดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของปากขวดมากกว่า 48 มิลลิเมตร (สมพร, 2528) จะนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้บรรจุขวดแล้วฆ่าเชื้อด้วยความร้อน แยม เยลลี่ ผักและผลไม้ดองต่างๆ

ในทางอุตสาหกรรม ก่อนที่จะใช้ขวดแก้วบรรจุอาหารใดๆ จะมีการตรวจสอบของตัวขวดและปากขวดเสมอ นอกจากการตรวจสอบรูปร่างลักษณะเป็นแบบที่ต้องการแล้ว มักมีการตรวจสอบตัวขวดในด้านต่างๆ ต่อไปนี้ คือ การตรวจสอบความทนทานต่อแรงดันภายใน ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกรณีที่จะใช้ขวดแก้วบรรจุอาหารร้อน ความหนาของขวดแก้วจะสัมพันธ์กับความแข็งแรงของขวด เส้นผ่าศูนย์กลางจะสัมพันธ์กับหัวฉีดบรรจุและการล้าง นอกจากนี้ยังต้องตรวจสอบสภาพของปากขวดว่าบิ่น ร้าว คม มีฟองอากาศตำแหน่งนั้นหรือไม่ เพราะจะทำให้ปากขวดแตกได้ง่าย

6. สาเหตุของความผิดปกติในผลิตภัณฑ์

6.1 แยมไม่เซทตัว อาจเกิดจาก

- ใช้เพคตินน้อยเกินไป หรือเพคตินในผลไม้เพคตินที่เติมลงไปมีคุณภาพไม่ดี
- การละลายของเพคตินในผลิตภัณฑ์เกิดอย่างไม่สมบูรณ์
- ให้ความร้อนเพคตินในสภาวะที่เป็นกรดนานเกินไปทำให้เพคตินสลายตัว
- ให้ความร้อนน้อยเกินไป ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายต่ำเกินไป
- มีค่าความเป็นกรดด่างสูงหรือต่ำเกินไป เมื่อความเป็นกรดน้อยเกินไป จะมีผลยับยั้งการเกิดเจลของเพคติน แต่ถ้าความเป็นกรดมากเกินไปทำให้เจลถูกทำลายและเกิดลักษณะมีน้ำแยกตัวออกมา
- ใช้อุณหภูมิบรรจุต่ำเกินไปทำให้เจลเซทตัวก่อนบรรจุ เมื่อบรรจุจึงทำให้เจลแตก ไม่เซทตัวภายหลัง
- มีการเคลื่อนที่ของภาชนะบรรจุภายหลังการบรรจุขณะแยมกำลังเกิดเจล
- ผลไม้ที่ใช้มีบัฟเฟอร์ตามธรรมชาติมากเกินไป บัฟเฟอร์เหล่านี้จะขัดขวางการเกิดเจล
- สูตรไม่สมดุล เนื่องจากมีน้ำตาลมากเกินไป

6.2 เนื้อแยมแข็งเกินไป อาจเกิดจาก

- ใช้ปริมาณเพคตินมากเกินไป
- มีปริมาณของแข็งที่ละลายสูงเกินไป อาจเกิดจากใช้น้ำตาลมากเกินไปหรือให้ความร้อนนานเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33231

- มีความเป็นกรดด่างต่ำเกินไป

6.3 มีการแยกตัวของน้ำอาจเกิดจาก

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่ำเกินไป
- ค่าความเป็นกรดด่างต่ำเกินไป
- มีปริมาณเพคตินน้อยเกินไป
- การละลายของเพคตินไม่สมบูรณ์
- เพคตินคุณภาพไม่ดี หรือมีการสลายตัวระหว่างการให้ความร้อน
- บรรจุที่อุณหภูมิต่ำเกินไป
- มีการเคลื่อนไหวขณะเซทตัว
- ภายในผลไม้มีปริมาณน้ำเหลืออยู่มาก มักเกิดในกรณีของแยมที่ใส่ผลไม้ชิ้นใหญ่ๆ

6.4 มีการตกผลึก อาจเกิดจาก

- มี pH มากเกินไป ทำให้เกิดน้ำตาลอินเวิร์ทมาก กลูโคสจะตกผลึก
- มีการสลายซูโครสน้อยไปเนื่องจากมีกรดน้อย ทำให้ซูโครสตกผลึก
- กรณีที่มีการใช้กรดทาร์ทาริก หรือมีกรดชนิดนี้ในวัตถุดิบ กรดนี้จะตกผลึกได้ง่าย

6.5 เนื้อผลไม้ในแยมกระจายไม่สม่ำเสมอ คืออาจลอยอยู่ด้านบนหรือจมอยู่ด้านล่าง อาจเกิดจาก

- ใช้เพคตินชนิดที่ไม่เหมาะสมหรือเพคตินในผลไม้มีคุณภาพไม่ดี หรือมีปริมาณน้อย เช่น เพคตินในสตรอเบอรี่มีปริมาณมาก แต่คุณภาพไม่ดี ส่วนในสับปะรดมีปริมาณเพคตินน้อย
- บรรจุที่อุณหภูมิสูงเกินไปทำให้ผลไม้ลอย

6.6 เนื้อผลไม้ในแยมแข็งมาก อาจเกิดจาก

- ต้มผลไม้นในน้ำเชื่อมเข้มข้นโดยไม่นำผลไม้นั้นผ่านการให้ความร้อนจนสุกก่อน ทำให้เนื้อผลไม้หดตัว เนื้อจะแข็ง น้ำตาลซึมเข้าไปได้ยาก
- ล้างหรือต้มผลไม้ในน้ำที่มีความกระด้างสูง

6.7 สีผิดปกติ อาจเกิดจาก

- ให้ความร้อนนานเกินไป น้ำตาลอาจเกิดคาราเมไลเซชั่น หรือคลอโรฟิลด์เปลี่ยนเป็นสีคล้ำ
- บรรจุในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ที่อุณหภูมิที่กึ่งกลางภาชนะจะลดลงช้า ทำให้มีสีคล้ำ
- วัตถุดิบมีคุณภาพไม่ดี เช่น มีการช้ำ หรือสุกมากเกินไป
- วัตถุดิบมีการเปลี่ยนสีก่อน เนื่องจากการให้ความร้อนเพื่อยับยั้งเอนไซม์ช้าเกินไป มักเกิดกับผลไม้ที่มีแทนนินสูง เช่น มะเดื่อ ท้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในผลไม้สัมผัสกับโลหะบางชนิดทำให้สีเปลี่ยน
- ในผลไม้มีบัฟเฟอร์มากเกินไป หรือใช้บัฟเฟอร์มากเกินไป
- ใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้ผลไม้มีสีซีด

6.8 แยมขุ่นไม่ใส เกิดจาก

- มีเกลือบางชนิดปะปนอยู่ เช่น แคลเซี่ยมและแมกนีเซียมฟอสเฟตหรือออกซาเลท จะทำให้เกิดลักษณะขุ่น เนื่องจากมีการละลายต่ำ

6.9 เกิดฟองในภาชนะบรรจุ เกิดเนื่องจาก

- การบรรจุไม่ถูกต้อง เช่น ใส่ภาชนะบรรจุเร็วเกินไป
- ใช้เพคตินที่เซทตัวเร็วเกินไป

6.10 เกิดการหมักและมีเชื้อราขึ้น เนื่องจาก

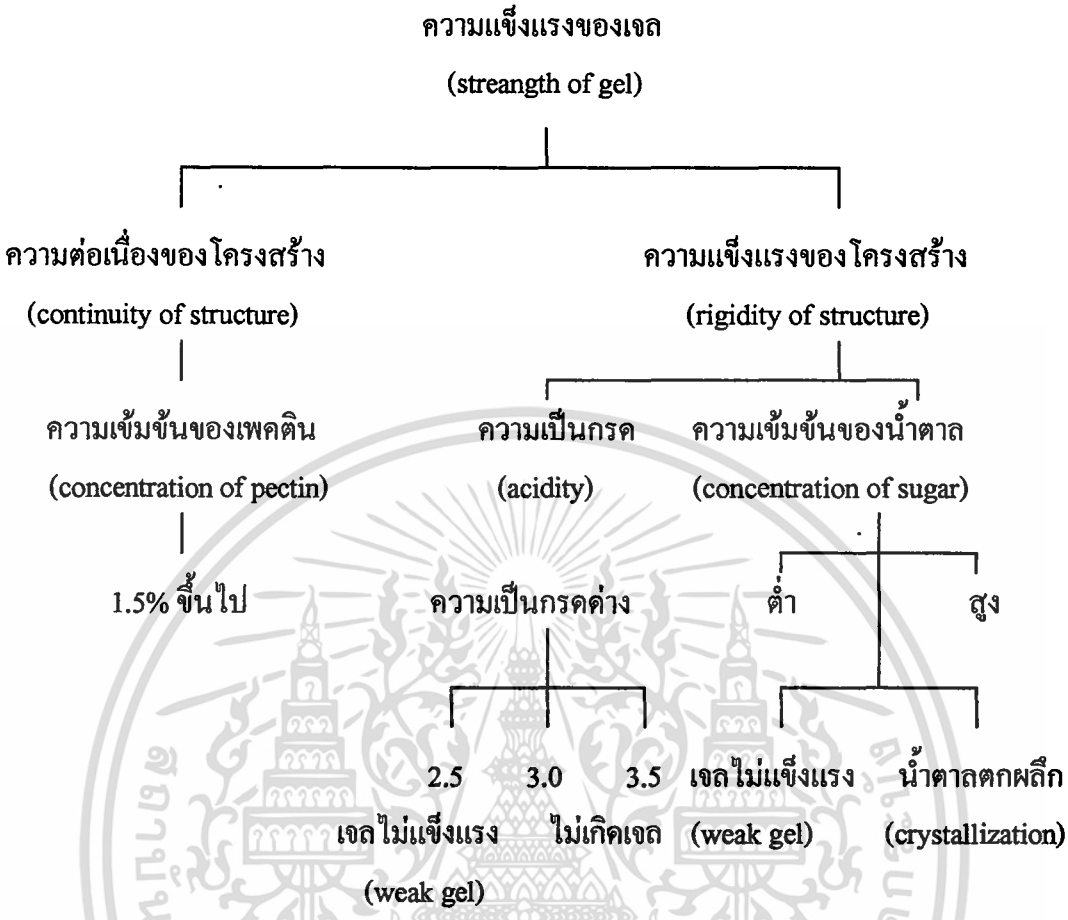
- มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ หรือผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ร่วมกับการมีปริมาณน้ำตาลต่ำเกินไป ซึ่งอาจเกิดจากปิดภาชนะไม่สนิท ทำให้แยมดูดความชื้นภายนอก หรือปิดฝาภาชนะที่อุณหภูมิสูงเกินไปไอน้ำจะควบแน่นที่ฝาและหยดกลับลงไปในแยมทำให้ส่วนที่อยู่ด้านบนมีความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำ
- ทำให้เจลเซทตัวก่อนบรรจุ

7. สมดุลขององค์ประกอบในผลิตภัณฑ์

การเกิดเจลในผลิตภัณฑ์และลักษณะที่ดีของเจลที่เกิดขึ้น จะเกิดจากสมดุลประกอบที่สำคัญทั้งสามอย่าง คือ มีปริมาณเพคตินมากเพียงพอมีปริมาณน้ำตาลและ pH เหมาะสม ความเหมาะสมของปัจจัยทั้งสามจะทำให้ได้เจลที่แข็งแรง โดยเพคตินจะเป็นโครงสร้างเจล ส่วนน้ำตาลและกรดจะมีผลต่อความแข็งของโครงสร้าง

เนื่องจากเพคตินทำหน้าที่เป็นตัวโครงร่าง จึงต้องมีปริมาณมากพอสมควรจึงจะสามารถเกิดเป็นร่างแหโครงสร้างที่ต่อเนื่องได้ ในผลิตภัณฑ์จะต้องมีปริมาณเพคติน 1.5 ขึ้นไป ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะอยู่ในช่วง 60-85 ขึ้นกับชนิดของเพคติน แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ 67.5 ส่วน pH ในผลิตภัณฑ์นั้น จะควบคุมจากค่าความเป็นกรดด่าง โดยค่า pH ของผลิตภัณฑ์ควรอยู่ช่วง 2.9-3.1 ถ้าค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 2.5 เจลที่ได้จะอ่อนมากและไม่แข็งแรง และที่ค่าความเป็นรกรดด่างสูงกว่า 3.5 จะไม่เกิดเจล อาจสรุปสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคตินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 1</u> สภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคติน
ที่มา : Rauch,1952

นอกจากการใช้ปริมาณองค์ประกอบต่างๆ ที่เหมาะสมแล้วลำดับของการผสมองค์ประกอบต่าง ๆ ก็มีผลต่อการเกิดเจลที่ดีด้วย ตามปกติจะต้มผลไม้กับน้ำตาลก่อน เพื่อให้น้ำตาลดึงน้ำออกจากผลไม้เมื่อเคี่ยวจนข้นตามต้องการ จึงเติมน้ำตาลที่คลุกผสมรวมกับเพคติน ทิ้งไว้จนน้ำตาลและเพคตินละลายหมด จึงเติมกรดรวมทั้งสีและกลิ่นถ้ามีการใช้แล้วหยุดให้ความร้อน การเติมเพคตินหลังจากเคี่ยวผลไม้กับน้ำตาลแล้ว เนื่องจากถ้าเติมในช่วงแรกเพคตินจะถูกให้ความร้อนในสภาวะที่เป็นกรดเป็นเวลานาน โมเลกุลจะเกิดการแตกตัวทำให้ไม่เกิดเจล หรือเกิดเจลที่มีคุณภาพไม่ดี ซึ่งเป็นเหตุผลที่ต้องนำกรดมาเติมในช่วงสุดท้ายของการให้ความร้อน เช่นเดียวกันถ้าเติมกรดในช่วงแรกของการให้ความร้อน นอกจากกรดจะสลายโมเลกุลเพคตินแล้ว กรดยังสลายซูโครส ทำให้มีปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ทในผลิตภัณฑ์มากเกินไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. ลูกหม่อน
2. น้ำตาล
3. น้ำสะอาด

3.2 สารเคมี

1. กรดซิตริก
2. เพคติน

3.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์

1. pH meter
2. Refractometer
3. เครื่องปั่น (blender)
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. ขวด
6. หม้อ
7. ทัพพี
8. petri disks
9. ผ้าขาวบาง
10. เตาแก๊ส
11. ตาชั่งละเอียด

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง

1. การทำแยมจากหม่อน

1.1 เตรียมลูกหม่อนห่าม(สีแดง) และสุก(สีม่วง) อัตราส่วน 1:2 นำไปศึกษาการทำแยมลูกหม่อนซึ่งได้ดัดแปลงจากสูตรการทำแยมกระเจี๊ยบ (เกษตรเคมี, 2534) โดยมีส่วนผสมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผสม

ลูกหม่อน	200	กรัม
น้ำตาล	165.7	กรัม
เพคตินผง	5	กรัม
กรดซิตริก	3.2	กรัม
น้ำ	200	กรัม

1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1.2.1 นำผลหม่อนล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม

1.2.2 นำผลหม่อนที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาตีปั่นกับน้ำให้ละเอียดในอัตราส่วน 1 : 1

1.2.3 หม่อนที่ปั่นแล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที

1.2.4 เมื่อครบเวลาแล้วปล่อยอุณหภูมิให้ลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วค่อย ๆ เติมน้ำตาลในปริมาณต่าง ๆ จะได้เป็นของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Total soluble solid, TSS) ตามที่ต้องการศึกษาวิจัย

1.2.5 นำผลหม่อนมาปรับกรดซิตริกให้ได้ pH ค่าต่าง ๆ ตามที่ต้องการศึกษาวิจัย

1.2.6 นำไปต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

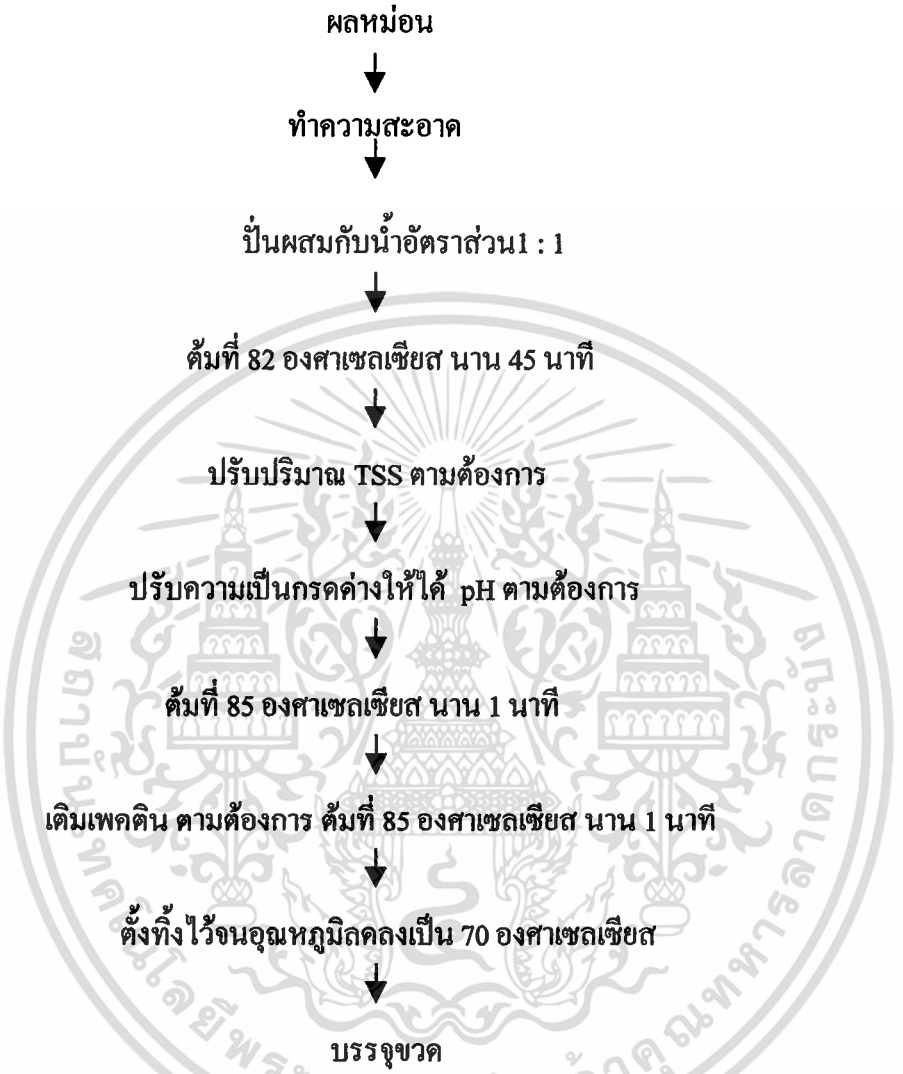
1.2.7 ใส่เพคตินลงไปตามปริมาณต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาวิจัยที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

1.2.8 ยกลงตั้งทิ้งไว้ จนอุณหภูมิลดลง เหลือ 70 องศาเซลเซียส

1.1.9 บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขั้นตอนการทำแยมผลหม่อน



ภาพที่ 2 สรุปขั้นตอนการทำแยมผลหม่อน

2. การศึกษาผลของปริมาณน้ำตาล ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณเพคติน ที่มีผลต่อปริมาณแยมผลหม่อน ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

(1) การศึกษาปริมาณน้ำตาลในการทำแยมจากผลหม่อนปรับน้ำตาลต่อแยมให้มี TSS ดังนี้ คือ 55 60 65 และ 70 องศาบริกซ์ วิธีการดังนี้

1.1 นำผลหม่อนมาล้างทำความสะอาด แล้วนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม

1.2 นำผลหม่อนที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาตีปั่นให้ละเอียดในอัตราส่วน 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 หม่อนที่ปั่นแล้วนำไปต้มเดือดที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที

1.4 เมื่อครบเวลาแล้วตั้งทิ้งไว้ ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วค่อย ๆ เติมน้ำตาล โดยทำให้ปริมาณ TSS ของแยมเป็นดังนี้ คือ 55 60 65 และ 70 องศาบริกซ์

1.5 นำผลหม่อนที่ต้ม ปรับน้ำตาลแล้วนำมาปรับกรด-ด่าง โดยใช้กรดซิตริกให้ได้ pH 3.2

1.6 ไปต้มน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

1.7 ใส่เพคตินลงไป 2% ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

1.8 ยกลงตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส

1.9 บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

1.10 ทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Rating Scales โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คนแล้ววิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธี Analysis of variance ที่ความเชื่อมั่น 95% จะได้ตัวอย่างที่ 1 มีปริมาณ TSS 55 องศาบริกซ์ ตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณ TSS 60 องศาบริกซ์ ตัวอย่างที่ 3 มีปริมาณ TSS 65 องศาบริกซ์ ตัวอย่างที่ 4 มีปริมาณ TSS 70 องศาบริกซ์

(2) การศึกษาค่ากรด-ด่าง ในการทำแยมผลหม่อนที่ผู้บริโภคยอมรับ โดยปรับความเป็นกรด-ด่างของแยมหม่อน ดังนี้คือ pH 2.7 3.2 และ 4.0 วิธีการดังนี้

1.1 นำผลหม่อนมาล้างทำความสะอาด แล้วนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม

1.2 นำผลหม่อนที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาตีปั่นให้ละเอียดในอัตราส่วน 1:1

1.3 หม่อนที่ปั้นแล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที

1.4 เมื่อครบเวลาแล้วตั้งทิ้งไว้ ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วค่อย ๆ เติมน้ำตาลปริมาณที่เหมาะสมแล้ว จากผลการทดลองในข้อ (1)

1.5 นำผลหม่อนที่ต้ม ปรับน้ำตาลแล้วนำมาปรับ pH โดยใช้กรดซิตริกให้ได้ pH 2.7 3.2 และ 4.0

1.6 นำไปต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

1.7 ใส่เพคตินลงไป 2% ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

1.8 ยกลงตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส

1.9 บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

1.10 ทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Hedonic Rating Scales โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คนแล้ววิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธี Analysis of variance ที่ความเชื่อมั่น 95% จะได้ตัวอย่างที่ 1 ใช้ pH 2.7 ตัวอย่างที่ 2 ใช้ pH 3.2 ตัวอย่างที่ 3 ใช้ pH 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) การศึกษาปริมาณเพคตินในการทำแยมผลหม่อนที่ผู้บริโภคยอมรับ โดยเติมปริมาณเพคตินดังนี้ คือ 0.5% 1% 2% และ 3% วิธีการดังนี้

1.1 นำผลหม่อนมาล้างทำความสะอาด แล้วนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม

1.2 นำผลหม่อนที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาตีปั่นให้ละเอียดในอัตราส่วน 1:1

1.3 นำไปต้มที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที

1.4 เมื่อครบเวลาแล้วตั้งทิ้งไว้ ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วค่อย ๆ เติมน้ำตาลจากผลการทดลองในข้อ (1)

1.5 ผลหม่อนที่ต้มปรับน้ำตาลแล้วนำมาปรับ pH โดยปริมาณใช้กรดซิตริกที่ได้ จากผลการทดลองในข้อ (2)

1.6 นำไปต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

1.7 เติมเพคตินลงไปในปริมาณ 0.5% 1% 2% และ 3% ที่อุณหภูมิ 82 องศเซลเซียส นาน 1 นาที

1.8 ลงตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส

1.9 บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

1.10 ทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Hedonic Rating Scales โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คนแล้ววิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธี Analysis of variance ที่ความเชื่อมั่น 95% จะได้ตัวอย่างที่ 1 ใช้ปริมาณเพคติน 0.5% ตัวอย่างที่ 2 ใช้ปริมาณเพคติน 1% ตัวอย่างที่ 3 ใช้ปริมาณเพคติน 2% ตัวอย่างที่ 4 ใช้ปริมาณเพคติน 3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

(1) การศึกษาปริมาณน้ำตาลในการทำแยมผลหม่อนให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยของแยมผลหม่อนด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสที่มีปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน

การทดสอบด้าน	ตัวอย่าง			
	A[1]	B	C	D
รสชาติ	2.7[b,2]	3.6[b]	5.9[a]	6.7[a]
เนื้อสัมผัส	2.3[b]	3.0[b]	6.0[a]	6.4[a]

[1] ตัวอย่างปริมาณต่าง ๆ

A = ปริมาณน้ำตาลที่ปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์

B = ปริมาณน้ำตาลที่ปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์

C = ปริมาณน้ำตาลที่ปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์

D = ปริมาณน้ำตาลที่ปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์

[2] คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$)

ปริมาณน้ำตาลที่เติมโดยใช้ปริมาณ TSS ในแยมผลหม่อนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีปริมาณ TSS ต่างกันดังนี้ คือ 55 60 65 และ 70 องศาบริกซ์ พบว่า TSS ที่ 55 และ 60 องศาบริกซ์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณ TSS ที่ 65 และ 70 องศาบริกซ์ ก็ไม่มีความแตกต่างกันด้วย แต่ปริมาณ TSS ที่ 55 และ 60 องศาบริกซ์ กับปริมาณ TSS ที่ 65 และ 70 องศาบริกซ์ นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองจะเห็นว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับและมีคะแนนสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตัวอย่าง ปริมาณ TSS ที่ 65 และ 70 องศาบริกซ์ ดังนั้นในด้านการผลิตควรเลือก 65 องศาบริกซ์ เพราะเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

จากรายงานของ (Rauch, 1952) ได้กล่าวว่า การใช้ปริมาณน้ำตาลในการทำแยมผลหม่อนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 60-70% โดยทั่วไปจะนิยมใช้ 67.5% ซึ่งช่วงที่เหมาะสมมากที่สุดในการเกิดเจล ถ้าปริมาณน้ำตาลสูงเกินไปจะทำให้น้ำตาลตกผลึกและปริมาณน้ำตาลต่ำเกินไปจะทำให้แยมไม่แข็งแรง ดังนั้นการทดลอง การทำแยมผลหม่อนได้ใช้ปริมาณน้ำตาลมีปริมาณใกล้เคียงและสอดคล้องกับรายงานของ Ranch ด้วย นอกจากนี้การทำแยมกระเจี๊ยบปริมาณน้ำตาลที่ใช้ 65 องศาบริกซ์ ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสม และเกิดเจลดี (เกษตรเคมี, 2534)

ภาพที่ 3 แยมผลหม่อนที่ผลิตโดยใช้ปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน

A = ปริมาณน้ำตาลปรับ TSS เป็น 55 องศาบริกซ์

B = ปริมาณน้ำตาลปรับ TSS เป็น 60 องศาบริกซ์

C = ปริมาณน้ำตาลปรับ TSS เป็น 65 องศาบริกซ์

D = ปริมาณน้ำตาลปรับ TSS เป็น 70 องศาบริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ในการแยมผลหม่อนให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยโดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง แตกต่างกัน

การทดสอบ	ตัวอย่าง		
	A[1]	B	C
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.4[b, 2]	6.3[a]	7.3[a]

[1] ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดแตกต่างกัน

A = pH 2.7 B = pH 3.2

C = pH 4.0

[2] คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > .0.05$)

ค่ากรด-ด่าง(pH) ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ปริมาณกรดซิตริกปรับความเป็นกรด-ด่างได้ pH ที่แตกต่างกัน ดังนี้คือ 2.7 3.2 และ 4.0 พบว่า pH 2.7 และ 3.2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ตัวอย่าง pH 2.7 และ 4.0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ pH 3.2 และ 4.0 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย ดังนั้นในการทำแยมผลหม่อน pH ที่เหมาะสมในการเกิดเจล จึงคิดว่าควรเลือกที่ pH 3.2 ดีและเหมาะสมที่สุด เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตและให้ได้คุณภาพของเจลที่ดี

จากรายงานของ (Rauch, 1951) ได้กล่าวว่ากรดจะช่วยในการเกิดเจลของเพคตินโดยในสภาวะที่มี pH สูง กรดจะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ควรอยู่ในช่วง 2.9-3.1 pH ต่ำกว่า 2.5 เจลจะอ่อนมากไม่แข็งแรง ที่ pH 3.5 จะไม่เกิดเจล (เกษตรเคมี, 2534) กล่าวว่า การทำแยมกระเจี๊ยบเกิดเจลดี คือ pH 3.2 และ (ศิริลักษณ์, 2522) กล่าวว่า ความสมดุลย์ของการเกิดเจลที่เหมาะสมที่สุด คือ อยู่ในช่วง pH 3.0-3.2 และการเกิดเจลจะต้องขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาล น้ำตาล 65% pH 3.2 ดังนั้นผลการทดลองค่า pH ของการทำแยมผลหม่อนให้ผลสอดคล้องกับรายงานของ Rauch และ ศิริลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 แยมผลหม่อนที่ผลิตโดยมีค่า pH ที่แตกต่างกัน

A = pH 2.7 C = pH 4.0

B = pH 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) การศึกษาปริมาณเพคตินในการทำแยมผลหม่อนให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีปริมาณเพคตินแตกต่างกัน

การทดสอบด้าน	ตัวอย่าง			
	A[1]	B	C	D
เนื้อสัมผัส	5.0[b, 2]	3.5[c]	6.2[b]	7.5[a]
รสชาติ	4.8[b]	3.2[b]	4.6[b]	7.1[a]

[1] ตัวอย่างปริมาณเพคตินในปริมาณต่าง ๆ

A = ปริมาณเพคติน 0.5 % C = ปริมาณเพคติน 2.0%

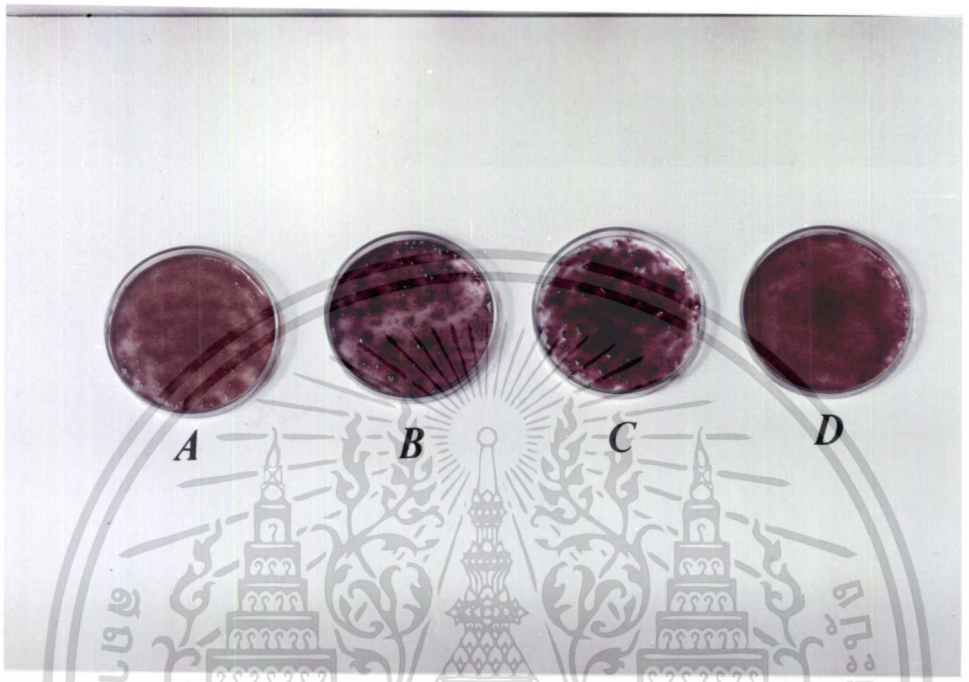
B = ปริมาณเพคติน 1.0 % D = ปริมาณเพคติน 3.0 %

[2] คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P> 0.05)

จากการทดลองการศึกษาปริมาณเพคตินเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ได้ทดสอบทางประสาทสัมผัส (sensory test) โดยใช้ปริมาณเพคตินต่าง ๆ ดังนี้ 0.5 1.0 2.0 และ 3.0 % พบว่าคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส และด้านรสชาติ ของตัวอย่างที่มี ปริมาณเพคติน 0.5 1.0 และ 2.0% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แยมหม่อนปริมาณเพคติน 3.0% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณเพคติน 0.5 1.0 และ 2.0% ทั้งนี้ตัวอย่างเพคติน 3.0% แยมสามารถเซทเจลได้ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้วย

จากรายงานของ (Rauch, 1951) ได้กล่าวว่าการใช้ปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการเกิดเจลที่ดีที่สุดจะใช้เพคติน 1.5 %ขึ้นไป ซึ่งจะได้เจลที่มีความแข็งแรง (เกษตรเคมี, 2524) รายงานว่าการทำแยมกระเจี๊ยบเติมเพคติน 2% เหมาะสมในการเกิดเจลและได้เจลที่มีความแข็งแรง นอกจากนี้การเซทตัวของเจล จะต้องขึ้นอยู่กับ ค่า DM (degree of methoxylation)ของเพคตินที่ใช้อีกด้วย ผลการทดลองการทำแยมผลหม่อนปริมาณเพคตินที่เหมาะสม 3.0% ซึ่งใช้ปริมาณที่มากกว่า การทำแยมกระเจี๊ยบ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ปริมาณเพคตินที่มีอยู่ในผลหม่อนมีน้อยกว่าในผลกระเจี๊ยบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 5</u> แยมหม่อนที่ผลิตโดยใช้ปริมาณเพคตินที่แตกต่างกัน

A = ปริมาณเพคติน 0.5 % C = ปริมาณเพคติน 2.0 %

B = ปริมาณเพคติน 1.0 % D = ปริมาณเพคติน 3.0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทำแยมผลหม่อนให้ได้คุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสามารถสรุปได้ดังนี้

1 ต้องปรับปริมาณน้ำตาลให้มี TSS 65 องศาบริกซ์ จะเกิดเจลที่ดี

2. ต้องปรับปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยกรดซิตริกโดยให้ได้ pH 3.2 เนื่องจากอยู่ในช่วงของการเกิดเจลที่ดีที่สุด

3. ต้องปรับปริมาณเพคตินเป็น 3.0% จะทำให้การเกิดเจลคงตัวแข็งแรง และคุณภาพดีที่สุด

การทำแยมผลหม่อน องค์ประกอบทุกอย่างจะต้องเหมาะสมกันเพื่อที่จะให้ได้แยมที่มีคุณภาพดี

ภาพที่ 6 แยมหม่อนสำเร็จบรรจุขวดพร้อมบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 ตัวอย่างสำหรับการทดสอบชิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการพัฒนาสูตรหรือปรับอัตราส่วนผสมในการทำแยมลูกหม่อน เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น หรือนำไปผสมกับผลไม้ชนิดอื่นที่มีมากและราคาถูกเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และได้ผลิตภัณฑ์แยมที่ดี มีความแปลกใหม่ไปกว่าแยมในท้องตลาดทั่ว ๆไป จนสามารถแข่งขันกับแยมชนิดอื่นได้ต่อไปในอนาคตข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. มปป. ผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 311 น. แปลจาก

Rauch /G.H. 1952. Jam Manufacture. London : Leonard Hill. Ltd. 185 p.

เกศกาญจน์ ลิ้มเรืองวุฒิ. 2531. หัวข้อสัมมนา เปกตินและอุตสาหกรรมในการทำแยม เยลลี่ มาร์มาเลด. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.60 น.แปลจาก

Kertesz. Z.I. 1951. The Pectin Substance.New York : Interscience Publisher Inc. 110 p.

เกษตรเคมี, กอง. 2534. ผลิตภัณฑ์อาหารจากกระเจี๊ยบ. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยการแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 5 น.

ครุศาสตร์เกษตร, ภาควิชา. 2540. คู่มือการทำปัญหาพิเศษ. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 60 น.

จิตธนา แจ่มเมฆและคณะ. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

ไชยา อุ้ยสูงเนิน. 2533. หม่อนไหม. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. 135 น.

นฤดม บุญหลง และคณะ. 2521. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 364 น

วิโรจน์ แก้วเรือง และคณะ.2539.การแปรรูปผลิตภัณฑ์หม่อน. อุดรธานี : สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร. 38 น.

วันชัย สุทธินุ่น. มปป. คู่มือปฏิบัติวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 65 น.

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 64 น.

สมพร ภูมิวัฒน์. 2528. ภาชนะแก้ว ใน Packing Information Sources in Thailand 1985. กรุงเทพฯ : สมาคมบรรจุหีบห่อไทย. 56 น. แปลจาก

Sacharow, S. 1976. Handbook of package mateials. Westport, Connecticut : A V I Publishing Co. 299 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมาลี พิทักษ์เสรกุล. 2518. การสกัดเพคตินจากฝรั่ง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรีมหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์. 46 น.

อัญชลี กลมรัตนกุล. 2528. วัสดุและภาชนะบรรจุ เอกสารประกอบการสัมมนาผู้ประกอบการผลิภัณฑ์อาหารจากเนื้อสัตว์. นครปฐม. : วิทยาเขตกำเพงแสน. 25 น.

Cruess W.V. 1958. Commercial Fruit and Vegetable Products. 4th ed. New York : McGaw-Hill Book Co. Inc. 320 p.

Desosier N.W. and Desrosier J.N. 1977. The Technology of Food Presevation. 4 th ed. Westport Conn : The A. V I Publishing Co. Inc. 225 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ก</u> การคำนวณหาค่า Analysis of Variance จากการทดสอบชิมของตัวอย่างที่มี TSS แตกต่างกัน

หมายเลขผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่างอาหาร				Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	
1	4	4	9	9	22
2	2	3	6	7	21
3	1	5	5	6	18
4	3	6	5	4	18
5	4	2	3	4	15
6	2	3	8	7	15
7	5	4	4	9	26
8	3	3	7	8	18
9	1	5	7	6	19
10	2	1	7	7	17
Sum	27	36	59	67	189
Mean	2.7	3.6	5.9	6.7	18.9

[1] ตัวอย่าง

A = ปริมาณน้ำตาล 55 องศาบริกซ์ C = ปริมาณน้ำตาล 65 องศาบริกซ์

B = ปริมาณน้ำตาล 60 องศาบริกซ์ D = ปริมาณน้ำตาล 70 องศาบริกซ์

[2] คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

5 = ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	r-1	$\frac{R_1^2+.....+R_r^2}{T}$ - C.F.		
Judge	t-1	$\frac{T_1^2+.....+T_t^2}{r.}$ - C.F		
Error	(r-1) (t-1)	SS Total – SS Sample – SS Judge		
Total	tr-1	$\sum X^2_{ij}$ – C.F.		

r = จำนวนตัวอย่าง

t = จำนวนผู้ชิม

1. การคำนวณหา C.F. (Correction factor)

$$= \frac{(G.T.^2)}{tr}$$

$$= \frac{(198^2)}{40}$$

$$= 893$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of square)

2.1 SS sample

$$= \frac{R_1^2+.....+R_r^2}{t} - C.F.$$

$$= \frac{[\,27^2+.....+67^2\,]}{10} - 893$$

$$= 10$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 SS judge (The judge of sum square

$$= \frac{T_1^2 + \ldots\ldots + T_t^2}{r} - C.F$$

$$= \frac{\left[22^2 + \ldots\ldots\ldots + 17^2 \right]}{4} - 893$$

$$= 918.25 - 895$$

$$= 25.25$$

2.3 SS Total (The total of sum square)

$$SS\ Total = \sum X^2 ij - C.F.$$

$$= \left[4^2 + 2^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + 6^2 + 7^2 \right] - 893$$

$$= 1095 - 893$$

$$= 202$$

2.4 SS error(Error of sum square)

SS error = SS total – SS judge – SS sample

$$= 202 - 25.25 - 106.5$$

$$= 70.25$$

3. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

3.1 df sample = t –1

$$= 4 - 1$$

$$= 3$$

3.2 df judge = r – 1

$$= 10 - 1$$

$$= 9$$

3.3 df total = tr –1

$$= 40 - 1$$

$$= 39$$

3.4 df error = df total – df judge – df sample

$$= 39 - 9 - 3$$

$$= 27$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคำนวณหา MS (Mean square)

4.1 MS sample = $\frac{\text{SS sample}}{\text{Df sample}}$

$= \frac{106.5}{3}$

$= 35.5$

4.2 MS judge = $\frac{\text{SS judge}}{\text{df judge}}$

$= \frac{25.25}{9}$

$= 2.8$

4.3 MS error = $\frac{\text{SS error}}{\text{df}}$

5. หาค่า F (Variance ratio)

5.1หาค่า F ของ sample = $\frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}}$

$= \frac{35.5}{2.6}$

$= 13.6$

5.2 หาค่า F ของ judge = $\frac{\text{MS judge}}{\text{MS error}}$

$= \frac{2.8}{2.6}$

$= 1.07$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ค</u> คะแนนค่าความแปรปรวนของความหวานที่ทดสอบ

Source of variation	DF	SS	MS	F
Sample	3	106.5	35.5	13.6
Judges	9	25.25	2.8	1.07
Error	27	70.25	2.6	
Total	39	202		

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตารางที่ 3 (Variance ration)

6.2 พิจารณา % (Significance difference level of sample)

F sample = 13.6

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1

Df, sample n_1

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 13.6 มีค่ามากกว่า ค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 2.89 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judge

F judge = 1.07

F total, P = 0.05 ที่ df, judge $n_1 = 9$

Df, judge $n_1 = 2$

= 2.31

จากการคำนวณ F judge ที่คำนวณได้ 1.07 มีค่าน้อยกว่า ค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ค่าที่ได้ 2.31 แสดงว่า Judge ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$ โดยใช้ Turkey ' s test จากคะแนนเฉลี่ย

A	B	C	D
2.7	3.6	5.9	6.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียงตามลำดับ

D	C	B	A
6.7	5.9	3.6	2.7

1. หาค่า Standard error (SE)

$$= \sqrt{\frac{\text{MS error}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{2.6}{10}}$$

$$= 0.50$$

7.1 เปิดตารางที่ 4 หาค่า Significant studentired range (SSR)

ที่ t = 4 ค่า df error = 27 จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.19

7.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหวามตัวอย่างต่ำสุด

LSD = SE x SSR

= 3.19 x 0.50

= 1.95

7.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับ ค่า LSD ค่าความแตกต่างให้เรียงจากค่าสูงสุด ความแตกต่างจะเรียกว่า มีนัยสำคัญ (Significant) ถ้าสุงกว่าค่า LSD และค่าต่ำกว่า LSD แสดงว่าไม่มีนัยสำคัญ (non – significant)

D -A = 6.7 – 2.7 = 4 >1.95 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

D - B = 6.7 – 3.6 = 3.1> 1.95 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

D – C = 6.7 – 5.9 = 0.8< 1.95 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

C – A = 5.9 – 2.7 = 3.2 >1.95 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

C – B = 5.9 – 3.6 = 2.3 >1.95 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

B – A = 3.6 – 2.7 = 0.9 <1.95 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ง</u> คะแนนเฉลี่ยของแยมผลหม่อนที่มีปริมาณน้ำตาลต่างกันที่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติแล้ว

A	B	C	D
2.7^{b}	3.6^{b}	5.9^{a}	6.7^{a}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/4147

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

17 พฤศจิกายน 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยหม่อน-ไหม จังหวัดสุรินทร์

ด้วยนางสาวกัญญา ทองนำ นักศึกษาหลักสูตรต่อเนื่อง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะจัดทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำรายงานเรื่อง "การศึกษาปริมาณน้ำตาล กรด และเพคตินที่เหมาะสมในการทำแยมหม่อน" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการขอข้อมูลเกี่ยวกับการทำแยมหม่อน และขอความอนุเคราะห์ผลหม่อนเพื่อทำการทดลองทำแยมหม่อน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ครั้งนี้ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายดนัย ดิษยบุตร)
รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
โทร. 3266052-101 ต่อ 2658-9 , 6071
โทรสาร 3268506

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีประสาทสัมผัส

ชื่อ.....วันที่.....

จงทดสอบคุณภาพด้าน สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส (Texture) ของ.....
แต่ละตัวอย่างโดยให้คะแนนตามความชอบ-ไม่ชอบ ดังนี้

ชอบมากที่สุด	.....	9
ชอบมาก	.....	8
ชอบปานกลาง	.....	7
ชอบเล็กน้อย	.....	6
ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน	.....	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	.....	4
ไม่ชอบปานกลาง	.....	3
ไม่ชอบมาก	.....	2
ไม่ชอบมากที่สุด	.....	1

ตัวอย่างเลขที่	คะแนน			
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้