สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการผลิตเยลลี่สะระแหน่

Study on kitchen mint jelly processing

โดย

นางสาวกรรณิการ์ เดือนสว่าง

วพ.
ก1730
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47196
วัน, เดือน, ปี 24 มิ.ย. 2546

.b.....
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

ชื่อเรื่อง การศึกษาการผลิตเยลลี่สะระแหน่

Study on kitchen mint jelly processing

ชื่อ – สกุล นางสาวกรรณิการ์ เดือนสว่าง

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รดีกร ฉัตรทอง

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการผลิตเยลลี่สะระแหน่ที่มีปริมาณสะระแหน่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ 20% 30% 40% และ 50% เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสะระแหน่ในการผลิตเยลลี่และเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เยลลี่ชนิดใหม่ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการทดสอบการยอมรับด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Rating Scales โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งสิ้น 20 คนและใช้แบบประเมินผลแบบ 5 – point Hedonic Scales วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20% ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด โดยมีความแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ที่ได้มีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นหอมสะระแหน่อ่อนๆ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย และมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 2.3 และมีปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ซึ่งกว่าจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็พบอุปสรรคต่างๆ มากมายตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ซึ่งมันก็เป็นเรื่องธรรมดาในการทำงานต้องมีปัญหามาให้แก้ไข งานใดไม่มีปัญหาราบรื่นเหมือนโรยด้วยกลีบกุหลาบคงไม่มี ถึงถ้ามีก็คงไม่ทำให้เกิดรสชาติของชีวิตและไม่ทำให้เราแกร่ง กล้าที่จะเผชิญและแก้ไขปัญหา เคยท้อจนเกือบถอยแต่ก็ได้รับกำลังใจและการช่วยเหลือจากบุคคลต่างๆ โดยเฉพาะอาจารย์รดีกร ฉัตรทอง อาจารย์สาวคนใหม่ไฟแรงที่เสียสละเวลาแม้จะมีงานสอนอยู่ล้นมือนอกจากนั้นยังให้คำปรึกษาเป็นการส่วนตัวทางโทรศัพท์ถึงแม้จะไม่ใช่เวลางานก็ตาม หลายครั้งที่โทรไปออดอ้อนและอวดครวญกับอาจารย์ให้รอเพื่อจะให้คำปรึกษาและแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ก็จะได้รับคำตอบด้วยน้ำเสียงหวานใสที่ไม่ทำเคยทำให้ผิดหวังเลย รู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณอาจารย์สาวท่านนี้มากที่ให้การช่วยเหลือด้วยดีมาตลอด ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตรที่อำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพี่โอเลี้ยง หนุ่มผิวเข้ม ดำคมแต่ใจดีกรุณาเสียสละเวลาแม้ในวันเสาร์ก็มาเปิดห้องปฏิบัติการให้ และมีหลายครั้งที่ทำจนเย็นย่ำค่ำมืด พี่โอเลี้ยงก็ใจดีคอยดูแลสิ่งต่างๆให้อยู่ในความเรียบร้อยตลอดเวลา และที่สำคัญขาดไม่ได้เลยคือคุณตุ้ย มิตรที่แสนดีตลอดเวลาหลายปีที่รู้จักกันมา คุณตุ้ยคอยอนุเคราะห์เรื่องเงินให้หยิบยืมในเวลาฉุกเฉิน บางครั้งก็ไม่ได้คืนและให้ยืมเครื่องคอมพิวเตอร์พิมพ์งาน ขอขอบคุณคุณตุ่งและคุณปอนด์สำหรับกำลังใจในวันที่ท้อแท้และคำแนะนำแปลกๆทำให้เกิดไอเดียในการทำงาน และขอขอบคุณในความกล้าหาญของเพื่อนๆ ที่ช่วยกันทดสอบชิมอาหาร ทำให้การทดลองนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้อาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา บิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และกำลังใจที่ไม่เคยหลับใหล และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้

กรรณิการ์ เดือนสว่าง

มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ข

สารบัญ ..... ค

สารบัญตาราง ..... จ

สารบัญภาพ ..... ฉ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของปัญหา 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 เยลลี่ 3

2.1.1 องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตเยลลี่ 3

2.1.2 สมดุลองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ 11

2.1.3 การผลิตเยลลี่ 12

2.2 สะระแหน่ 20

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ 20

2.2.2 สรรพคุณทางสมุนไพร 20

3 อุปกรณ์และวิธีการ 21

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 21

3.2 วิธีการ 21

3.2.1 กรรมวิธีการผลิตเยลลี่สะระแหน่ 21

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 23

3.3 สถานที่ทำการวิจัย 23

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	24
	4.1 ผลการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง หรือพีเอช และปริมาณร้อยละของของแข็งทั้งหมด	24
	4.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเยลลี่สะระแหน่	25
	4.2.1 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี	25
	4.2.2 ผลการยอมรับทางประสามสัมผัสด้านกลิ่นรส	26
	4.2.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส	27
	4.2.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวม	27
5	สรุปและข้อเสนอแนะ	28
	5.1 สรุปผลการทดลอง	28
	5.2 ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม		29
ภาคผนวก		31
ภาคผนวก ก		32
ภาคผนวก ข		33
ภาคผนวก ค		34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 อุณหภูมิสุดท้ายของส่วนผสมที่ทำเยลลี่ในระดับพื้นที่ต่างๆกัน..... 16

2. สาเหตุการทำเยลลี่ไม่ได้ผล..... 17

3 ค่าความเป็นกรด-ด่างหรือพีเอชและปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเยลลี่สะระแหน่..... 25

4. คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ที่มีปริมาณสะระแหน่แตกต่างกัน..... 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเกิดหมู่เอสเทอร์ของหมู่เมทิลบนโซ่ของกรดกาแลคทูโรนิค	4
2	แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคติน	5
3	เจลมิเตอร์	8
4	สูตรโครงสร้างของซูโครส	9
5	แผนภาพสรุปสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคติน	12
6	การดูลักษณะไหลเป็นแผ่นของเยลลี่ต้มได้ที่	15
7	รีแฟรคโตมิเตอร์	16
8	กรรมวิธีการผลิตเยลลี่	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

สะระแหน่มีชื่อสามัญคือ (common name) คือ kitchen mint ชื่อพฤกษศาสตร์ (scientific name) คือ *Mentha cosdifolia* Opiz. ชื่อวงศ์ (family name) คือ Labiatae สะระแหน่มีชื่อเรียกอื่นๆ อีกในภาษาไทยคือ หอมด่วน สะแน่ มักเงาะ สะระแหน่สวน สะระแหน่เป็นพืชล้มลุกประเภทเลื้อยไปตามดิน สูง 10 – 30 เซนติเมตร ลำต้นเป็นรูปสี่เหลี่ยม สีเขียวแกมม่วงน้ำตาล แตกกิ่งก้านมาก ใบเป็นใบเดี่ยว สีเขียวเข้ม เรียงตรงข้าม รูปขอบขนานแกมรูปไข่หรือรูปคล้ายโล่ กว้าง 0.5 – 4.5 เซนติเมตร ยาว 0.75 – 7.5 เซนติเมตร ผิวใบย่น ขอบใบหยักฟันเลื่อย ดอกช่อออกเป็นกระจุกออกที่ซอกใบ ดอกย่อยจำนวนมากเรียงตัวหนาแน่น ดอกสีม่วงอ่อน กลีบเลี้ยง 5 กลีบเชื่อมติดกันเป็นรูประฆัง กลีบดอกสีขาวเชื่อม 4 กลีบติดกันปลายแยกเป็น 2 ปาก ขนาดไม่เท่ากัน เกสรตัวผู้ 4 อัน เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผลเป็นผลแห้งรูปกระสวย ผิวเกลี้ยงเป็นมัน สรรพคุณทางสมุนไพรของสะระแหน่คือ ใบสะระแหน่มีน้ำมันหอมระเหย เมนธอล (Menthol) ใช้ขับลม ฆ่าเชื้อโรค แก้ปวดท้อง ระงับอาการเกร็งของกระเพาะอาหารและลำไส้

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกที่มีสรรพคุณทางสมุนไพรได้รับความนิยม การนำสะระแหน่มาแปรรูปเป็นเยลลี่สะระแหน่ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพืชสมุนไพรไทย ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ซึ่งมีคุณประโยชน์ทางสมุนไพร ถ้าผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับและได้รับความนิยมจากผู้บริโภคจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่พืชสมุนไพรไทยชนิดนี้ในการพัฒนาเพื่อแปรรูปจำหน่าย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสะระแหน่ในการผลิตเยลลี่ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสะระแหน่ในการผลิตเยลลี่ที่มีผลต่อการยอมรับของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสมุนไพรไทย คือ สะระแหน่
2. ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่สะระแหน่
3. ถ้าผลิตภัณฑ์ได้รับความนิยมอาจมีการส่งเสริมให้เกิดการแปรรูปเพื่อจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 เยลลี่

เยลลี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้สดหรือน้ำผลไม้ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็งผสมกับสารที่ให้ความหวานหรือทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ โดยไม่มีน้ำผลไม้เจือปน ส่วนประกอบของเยลลี่จะต้องเป็นน้ำผลไม้หรือส่วนที่สกัดได้จากน้ำผลไม้ และผลไม้ที่ใช้ต้องผ่านการกรองเพื่อทำให้ใส ปราศจากชิ้นหรือเศษของผลไม้ และอาจทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการระเหยน้ำออก ปริมาณน้ำผลไม้หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ใช้ทำต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนักทั้งหมด เยลลี่ต้องมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวพอเหมาะสำหรับใช้ทา ต้องมีความใส แสงผ่านได้ ไม่มีชิ้นหรือเศษของผลไม้ปะปนอยู่ มีสี กลิ่นรสตามชนิดของผลไม้ปะปนอยู่ มีสี กลิ่นรสตามชนิดของผลไม้ที่ใช้ทำ อาจมีการใช้สีผสมอาหารได้ ตามที่กฎหมายกำหนดไว้ในการปรุงแต่ง (มอก.263, 2521 : 2-6)

ผลไม้ หมายความรวมถึงผักที่เหมาะสมในการทำแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ซึ่งสดไม่เน่าเสีย ไม่เป็นโรค หรือมีรา ล้างกำจัดผงหรือฝุ่นละออง ยาฆ่าแมลงตกค้างและสิ่งอื่นที่ติดมา หรืออาจใช้ผลไม้แช่แข็ง ผลไม้กระป๋องหรือผลไม้ที่เก็บถนอมไว้ด้วยวิธีอื่นใดที่ถูกสุขลักษณะ (มอก.263, 2521 : 1)

2.1.1 องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตเยลลี่

องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตเยลลี่มี 3 ประการ คือ

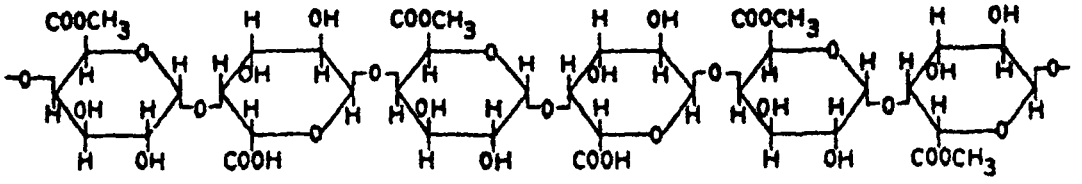
1. เพคติน (pectin)

เพคตินจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลของผลิตภัณฑ์ ภายหลังการลดอุณหภูมิลง มีศัพท์ที่ใช้เรียกสารในกลุ่มนี้หลายคำ แต่ละคำมีความหมายต่างกัน คือ

1.1 สารเพคติน (pectin substance) เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของอนุพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ ที่เรียกว่า polygalacturonides ที่ต่อกันด้วยพันธะ α1-4 linked galacturonic acid เป็นลูกโซ่ยาว โดยไม่มีแขนงเกิดขึ้นเลย ซึ่งหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ในโครงสร้างส่วนใหญ่เกิดเอสเทอร์กับหมู่เมทิล (methly group) หรืออาจถูกสะเทินโดยเบสตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป ปริมาณของหมู่เมทิลเอสเทอร์ (methy ester group) ในโครงสร้างเป็นตัวกำหนดชนิดของสารเพคติน ตัวอย่างสูตรโครงสร้างของโซ่ของกรดกาแลคทูโรนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงได้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเกิดหมู่เอสเทอร์ของหมู่เมทิลบนโซ่ของกรดกาแลคทูโรนิค

ปริมาณของเมทิลเอสเทอร์ที่เกาะกับกรดกาแลคทูโรนิคเป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดเจล ในการแสดงปริมาณของเอสเทอร์นี้อาจกำหนดในรูปของปริมาณเมทอกซิล (methoxyl content) หรือระดับการเกิดเมทอกซิลเอสเทอร์ซึ่งนิยมเรียกว่า ค่า DMC (degree of methoxylation)

ปริมาณเมทอกซิลนั้นจะแสดงถึงน้ำหนักของหมู่เมทอกซิล ($-OCH_3$) คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณเมทอกซิลสูงสุดจะมีค่า 16.32 % โดยคิดจากน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของหมู่เมทอกซิลคือ 31 เทียบกับน้ำหนักโมเลกุลของกรดเมทอกซีกาแลคทูโรนิคคือ 190

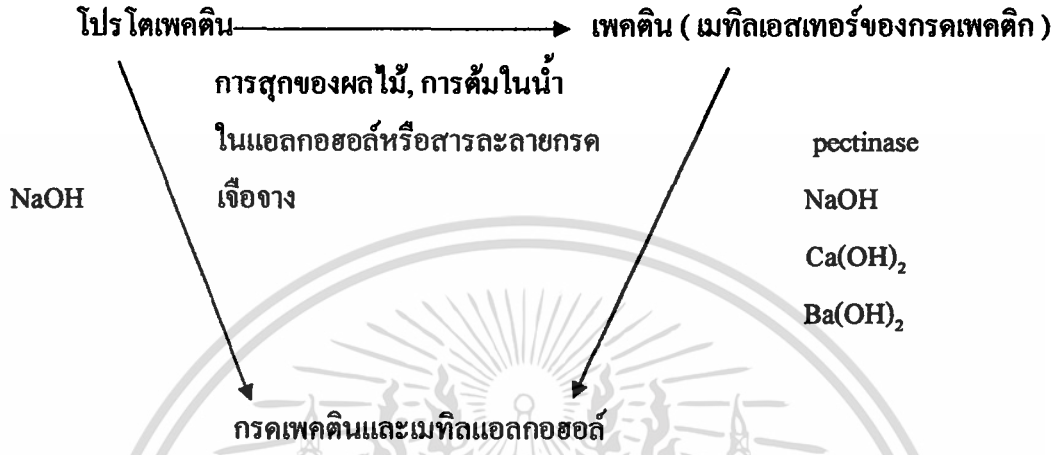
ค่า DM นั้นจะแสดงถึงร้อยละของกลุ่มคาร์บอกซิลที่เกิดเอสเทอร์คิดเทียบจากปริมาณทั้งหมด ค่า DM สูงสุดจะมีค่า 100 % คือทุกกลุ่มในโมเลกุลจะเกิดเอสเทอร์หมด ดังนั้นค่า DM 100 % จะเทียบเท่ากับค่าปริมาณเมทอกซิล 16.32 %

1.2 โปรโตเพคติน (protopectin) เป็นชื่อเรียกสารต้นกำเนิดของสารเพคติน เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช สารเหล่านี้เมื่อเกิดไฮโดรไลซิสจะได้เพคตินหรือกรดเพคตินิค โปรโตเพคตินจะมีอยู่ในผลไม้ดิบซึ่งแก่จัดเต็มที่ ระหว่างที่ผลไม้สุกเอนไซม์ในผลไม้จะสลายโปรโตเพคตินและเกิดเป็นเพคติน เมื่อผลไม้สุกงอมหรือเน่าเสีย จะเกิดการย่อยสลายเพคตินต่อจนได้กรดเพคติก และเมทิลแอลกอฮอล์ เนื่องจากโปรโตเพคตินเป็นตัวเชื่อมประสานของเซลล์ในเนื้อผลไม้ การสลายโปรโตเพคตินเป็นเพคตินซึ่งละลายน้ำจะทำให้พันธะระหว่างเซลอ่อนตัวลง ผลไม้จึงมีลักษณะนุ่มขึ้นเมื่อสุก

โปรโตเพคติน (protopectin) มีมากในผลไม้ห่าม และเมื่อผลไม้สุก (เริ่มสุก)โปรโตเพคติน (protopectin) จะถูกไฮโดรไลซ์ (hydrolyse) โดยเอนไซม์ให้เปลี่ยนเป็นเพคติน และเมื่อผลไม้สุกเกินไปจนเริ่มเน่า เพคตินส่วนใหญ่จะสลายตัว เพื่อให้เมทิลแอลกอฮอล์ (methly alcohol) และกรดเพคติก (pectic acid) ดังนั้นการนำเอาผลไม้สุกเกินไปมาทำเยลลี่ ย่อมมีเพคตินไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตเพคตินอาจเกิดปฏิกิริยาซาโพนิฟิเคชั่น (saponification) ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เกิดกรดเพคตินและเมทิลแอลกอฮอล์ การเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคตินแสดงได้ดังแผนภาพในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคติน

1.3 กรดเพคติก (pectic acid) หมายถึงสารเพคติน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดโพลีกาแลคทูโรนิคซึ่งเกือบไม่มีเอสเทอร์ในโมเลกุล เกลือของกรดเพคติกอาจมีฤทธิ์เป็นกลางหรือเป็นกรดก็ได้ ในนธรรมชาติมักไม่พบกรดเพคติก นอกจากทำการสังเคราะห์เพื่อการทดลอง กรดเพคติกเป็นกรดโพลีกาแลคทูโรนิคซึ่งเกิดจาก D- galacturonic acid unit

1.4 เพคตินิค (pectinic acid) ใช้เรียกเมื่อกรดโพลีกาแลคทูโรนิกมี methyl ester group อยู่บางส่วน ภายในโครงสร้างที่มีสภาวะเหมาะสม คือมีส่วนประกอบของน้ำตาลและกรดอยู่ กรดเพคตินิคสามารถเกิดเจลได้ แต่ถ้าปริมาณ methoxyl group (CH_3O) คือส่วนของเมธานอลที่ไปแทนที่ caboxylic acid group ของ galacturonic acid ซึ่งปริมาณ methoxyl group นี้จะใช้เครื่องวัด degree ของ esterification ดังนั้น esterification หมายถึงจำนวนของ caboxyl group ที่ถูก esterify โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อจำนวน galacturonic acid ทั้งหมด

เพคตินที่ใช้ทางการค้า

สารเพคตินอาจอยู่ในรูปของโปรโตเพคติน (protopectin) กรดเพคติน (pectin acid) เพคติน (pectin) สารเหล่านี้จะเกิดอยู่ในหรือเตรียมได้จากเนื้อเยื่อพืช ซึ่งมีทั้งพวกที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ ผลไม้บางชนิดมีปริมาณเพคตินเพียงพอแก่การเกิดเจลที่ดี บางชนิดจำเป็นต้องเติมเพคตินที่ใช้ในทางการค้าลงไปช่วยในการเกิดเจลหรืออาจใช้ร่วมกับผลไม้อื่นที่มีเพคตินมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพคตินที่ใช้ในทางการค้าทำจากแอปเปิล หรือพืชตระกูลส้ม ซึ่งมีทั้งรูปผงและของเหลว เพคตินเหลวเมื่อเปิดใช้แล้วเสื่อมคุณภาพง่าย จึงต้องใช้ทันที ส่วนเพคตินผงจะไม่มีรสชาติแรงที่จะไปกลบรสชาติผลไม้ที่จะนำไปใช้ คุณภาพของเพคติน เรียกว่า "เกรด" หมายถึงความสามารถในการใช้น้ำตาล คือปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อปริมาณเพคตินที่สามารถทำให้เกิดเยลลี่ชนิดที่เรียกว่า sugar solid jelly 65 % ซึ่งเป็นคุณภาพมาตรฐาน เช่น pectin 150 grade คือ การใช้น้ำตาล 150 กรัม เพคติน 1 กรัม ทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly 65% ถ้าเพคติน 200 grade หมายถึง ปริมาณเพคติน 1 กรัมสามารถทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly 65 %โดยใช้น้ำตาล 200 กรัม หรือถ้าเป็นเพคตินเหลว 50 grade หมายถึงใช้เพคติน 1 แกลลอน น้ำตาล 50 ปอนด์ ทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly 65 % ในการปรับมาตรฐานเพคตินจะใช้การเติมน้ำตาลเด็กซ์โทรส (dextrose) เพื่อทำให้เนื้อเพคตินเจือจางอยู่ในมาตรฐานที่จะนำไปใช้ หรือเพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ บางครั้งอาจใช้เกลือของบัฟเฟอร์ เช่น โซเดียมซิเตรท เพื่อทำหน้าที่เป็น stabilizer ที่จะควบคุมเวลาในการเกิดเจล

เพคตินที่สกัดได้แล้ว โดยทั่วไปจะแบ่งได้ 2 ประเภทคือ

1. high methoxyl pectin
2. low methoxyl pectin

1. high methoxyl pectin คือ เพคตินที่ประกอบด้วยหมู่เมธิลที่มาแทนที่หมู่คาร์บอกซิลใน polygalacturonic acid ตั้งแต่ 50 % ขึ้นไป หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า polygalacturonic acid ที่มี degree of esterification ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป ในการสร้างเจล จะต้องอาศัยน้ำตาลและกรดเข้าช่วย

2. low methoxyl pectin คือ เพคตินที่มี degree of esterification น้อยกว่า 50% ลงไปในการสร้างเจล ไม่จำเป็นต้องอาศัยน้ำตาลและกรด แต่จะต้องอาศัยเกลือของโลหะ โดยทั่วไปจะใช้ Ca เข้าช่วยในการสร้างเจล และจากการศึกษาพบว่า low methoxyl มีความสามารถในการทำให้เกิดเจลที่คงตัวกับแคลเซียม ในช่วง pH กว้าง จึงใช้งานได้มากกว่า high methoxyl pectin จึงทำให้เพคตินชนิดนี้มีความสำคัญทางการค้า

ในทางการค้าเพคตินชนิด low methoxyl pectin คือ เพคตินที่มี methoxyl ในโมเลกุลต่ำกว่า 7% แต่เพคตินที่สกัดได้มักมี methoxyl ประกอบอยู่ด้วยในปริมาณมากเกินไป การลด methoxyl สามารถทำได้ 4 วิธีคือ

1. การใช้กรด (acid demethylation) จะต้องมีการควบคุมปริมาณกรด ระยะเวลา และ อุณภูมิที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้ด่าง (alkali demethylation) จะต้องมีการควบคุมปริมาณด่างที่ใช้ ระยะเวลา รวมทั้งอุณหภูมิ คือ การใช้ด่างจะต้องทำที่อุณหภูมิต่ำ

3. การใช้แอมโมเนีย หรือแอมโมเนียในอัลกอฮอล์

4. การใช้เอนไซม์ เพคตินที่ได้จากวิธีนี้จะมีความไว (sentitive) ต่อแคลเซียม และกรดได้ดีกว่าวิธีอื่น

นอกจากการแบ่งเพคตินออกเป็นชนิด low methoxyl และ high methoxyl pectin แล้ว ยังอาจแบ่งเพคตินที่จำหน่ายในท้องตลาดได้เป็น 5 ประเภทคือ

1. 30 DM (degree of methylation) สำหรับในกรณีทีมีน้ำตาลอยู่ในปริมาณน้อย

2. 45 DM pectin หรือ rapid – set pectin ใช้ในกรณีที่ต้องการให้มีการเกิดเจล อย่างรวดเร็ว

3. 60 DM หรือ slow set pectin ใช้ในกรณีทีมีน้ำตาลปริมาณสูงหรือผลิตภัณฑ์ ประเภทขนมหวาน

4. 74 DM จัดเป็น typical rapid set pectin ที่นิยมใช้ในแยมและเยลลี่

5. high DMS pectin ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ

หน้าที่ของเพคตินในการทำเยลลี่

หน้าที่ของเพคตินในการทำเยลลี่ในขณะที่ต้มส่วนผสมน้ำผลไม้และน้ำตาล เพคตินที่มีอยู่ในน้ำผลไม้จะตกตะกอนมีลักษณะคล้ายร่างแหละเอียดซับซ้อน ซึ่งเป็นที่เก็บน้ำเชื่อม ไว้ ร่างแหนี้จะมีอยู่มากน้อยเพียงใดอยู่ที่ความเข้มข้นของเพคติน ถ้าส่วนผสมน้ำผลไม้มีปริมาณ เพคตินน้อย ร่างแหจะอ่อนตัวไม่สามารถขังน้ำเชื่อมไว้ได้ น้ำเชื่อมจะไหลออกมาได้ในลักษณะ เช่นนี้ส่วนผสมนี้จะไม่ใช่เจลที่แท้จริง (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 115)

การเติมเพคตินในส่วนผสมจะทำได้โดยการแบ่งน้ำตาลส่วนหนึ่งมาผสมกับ เพคตินก่อน จึงค่อยๆ เติมของผสมนี้ลงในส่วนผสมอื่นๆ อย่างช้าๆ พร้อมกับคนให้เข้ากัน อุณหภูมิ ขณะเติมควรอยู่ในช่วง 160 – 170 ° ฟ ไม่ควรให้อุณหภูมิสูงจนส่วนผสมเดือด เพราะว่าที่จุดเดือด น้ำตาลจะละลายได้รวดเร็วกว่าเพคติน ทำให้เพคตินอาจรวมตัวกันเป็นก้อนละลายได้ยากขึ้น (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, มปป : 266)

การวัดปริมาณเพคติน

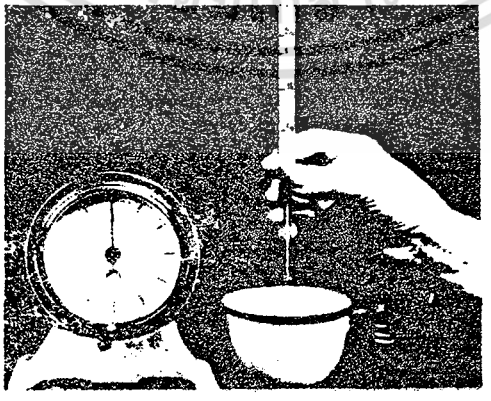
วิธีทดสอบที่ใช้กันมากที่สุดในการหาปริมาณเพคตินในน้ำผลไม้ที่สกัดได้คือ การ ทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ (alcohol test) โดยผสมน้ำผลไม้และแอลกอฮอล์ 95 % อย่างละเท่าๆ กัน โดยปริมาตรเข้าด้วยกัน แอลกอฮอล์ที่ใช้อาจเป็นเอทิลหรือเมทิลแอลกอฮอล์ก็ได้ ถ้าในน้ำผลไม้มี ปริมาณเพคตินสูง ของผสมจะเกิดเป็นเจลคล้ายเยลลี่ น้ำผลไม้ที่มีปริมาณเพคตินปานกลางจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตเห็นตะกอนเป็นวุ้นขาวๆ จำนวนหนึ่ง แต่ถ้าน้ำผลไม้มีเพคตินต่ำจะสังเกตเห็นตะกอนน้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย (กิติพงษ์ ห่วงรักษ์, มปป : 266)

เครื่องมือที่นำมาใช้ทดสอบปริมาณและคุณภาพของเพคตินในน้ำผลไม้เรียก เจลมิเตอร์ (Jelmeter) มีลักษณะเป็นไปเปต (pipette) ธรรมดา (ภาพที่ 3) ซึ่งจะวัดความหนืดข้นเปรียบเทียบของน้ำผลไม้ได้ ความหนืดของน้ำผลไม้มีความสัมพันธ์กับปริมาณเพคติน ข้างหลอดมีตัวเลขบอกจำนวนถ้วยของน้ำตาล ซึ่งจะเป็นปริมาณน้ำตาลที่จะใช้ต้มกับน้ำผลไม้ 1 ถ้วยตวง น้ำผลไม้ที่จะนำมาวัดจะต้องมีอุณหภูมิของห้อง เพราะความหนืดข้นจะไม่เท่ากัน ถ้าอุณหภูมิต่างกัน ที่อุณหภูมิร้อนน้ำผลไม้จะไหลเร็วกว่าที่อุณหภูมิเย็นมีสารอื่นในน้ำผลไม้ที่มีผลต่อความหนืดข้นของน้ำผลไม้เหมือนกับที่สารอื่นก็ตกตะกอนได้ด้วยแอลกอฮอล์ การใช้เจลมิเตอร์จะทำให้ทราบ

1. ปริมาณสูงสุดของเพคตินที่สกัดได้ในสารละลายกรด
2. ความหนืดข้นสูงของน้ำผลไม้มีความสัมพันธ์กับกำลังในการจับเป็นวุ้น
3. การสกัดน้ำผลไม้โดยการต้ม จะให้เพคตินมากกว่าน้ำผลไม้ที่ไม่ต้ม
4. ถ้าน้ำผลไม้มีเพคตินมาก กรดต่ำ การเติมกรดลงไปช่วยในตอนต้มสกัด จะได้น้ำผลไม้ที่หนืดข้นขึ้น
5. การต้มระยะสั้น (10 – 20 นาที) จะทำให้น้ำผลไม้ที่มีกำลังในการจับตัวเป็นวุ้นได้สูงกว่าการต้มนาน การต้มเพคตินในกรดจะทำให้เพคตินสลายตัวให้กรดเพคติก ซึ่งไม่สามารถจะจับตัวเป็นวุ้นได้
6. น้ำผลไม้จะลดความหนืดตามเวลาที่ตั้งไว้ การลดความหนืดจะเป็นไปเร็วขึ้นที่อุณหภูมิอุ่น แต่ที่อุณหภูมิเย็นก็เกิดขึ้นได้
7. การต้มน้ำผลไม้แล้วบรรจุขวดไว้ ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อนั้นจะลดความหนืดของผลไม้ได้ แต่ก็ยังใช้ทำเยลลี่ได้



ภาพที่ 3 เจลมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

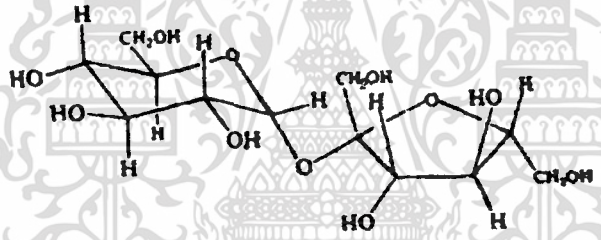
2. น้ำตาล

น้ำตาลจะช่วยให้เกิดเจล โดยการเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของเพคติน หรืออาจจะเนื่องจากน้ำตาลเป็นสารที่หมู่ไฮดรอกซิลมาก จึงอาจเกิดไฮโดรเจนกับน้ำ ทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลเพคตินเป็นอิสระสามารถเกิดพันธะไฮดดรอกซิลบนโมเลกุลเพคตินอื่นหรือบนส่วนอื่นของโมเลกุลเพคตินได้

น้ำตาลที่นิยมใช้ในการผลิตเยลลี่มี 3 ชนิดคือ

2.1 ซูโครส (sucrose) คือ น้ำตาลทราย ซึ่งจะใช้กันมากในการผลิตเยลลี่ระดับครัวเรือน น้ำตาลทรายเป็นซูโครสซึ่งผลิตจากอ้อยหรือผลิตได้จากบีท น้ำตาลที่ใช้จะเป็นน้ำตาลทรายขาว ถ้าใช้น้ำตาลทรายแดงเยลลี่ที่ได้จะมีสีแก่ไม่ใส (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 121)

ซูโครสเป็นน้ำตาลนอนรีดิวซ์ ประกอบด้วยน้ำตาลโมโนแซคคาไรด์ 2 ชนิด คือ กลูโคส 1 โมเลกุล และฟรุคโตส 1 โมเลกุล มีชื่อทางเคมีว่า α- D- glucopyranosyl - β-D-fructofuranoside มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างของซูโครส

ซูโครสมีสูตรเอมไพริกัล $C_{12}H_{22}O_{11}$ และมีน้ำหนักโมเลกุล 342.3 สารละลายเข้มข้น 26 % ที่ 20 °ซ จะมีความหนาแน่น 1.108175 และมีค่าดัชนีหักเห 1.3740 ซูโครสมีจุดหลอมเหลวที่ 188 °ซ (370 °ฟ) และจะสลายตัวเมื่อหลอมเหลว ซูโครสละลายน้ำได้ดีและจะละลายเล็กน้อยในเอทานอลที่ 20 °ซ (68 °ซ) สารละลายอิ่มตัวของซูโครสในน้ำจะมีความเข้มข้น 67.09 % โดยน้ำหนักและในแอลกอฮอล์ 0.9 % โดยน้ำหนัก ซูโครสจะละลายในเมทานอลน้อยมาก และไม่ละลายในอีเทอร์หรือคลอโรฟอร์ม

2.2 น้ำตาลอินเวอร์ท (invert sugar) เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการไฮโดรไลซ์น้ำตาลซูโครส การเรียกน้ำตาลชนิดนี้ว่าน้ำตาลอินเวอร์ท เนื่องจากจะมีการบิดระนาบของแสงโพลาไรซ์ไปในทางตรงกันข้าม คือ ซูโครสจะมีค่า $[\alpha]^{20}$ เป็น +52.7 °และฟรุคโตสมีค่า $[\alpha]^{20}$ เป็น -39.7 ° ซึ่งจะบิดระนาบของแสงโพลาไรซ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับซูโครส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไฮโดรไลซ์ซูโครสให้เป็นน้ำตาลอินเวอร์ทนั้น อาจทำได้โดยใช้กรดอินทรีย์ เอนไซม์ หรือใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ น้ำตาลอินเวอร์ทมีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมข้นเหนียว น้ำตาลอินเวอร์ทจะใช้เพื่อช่วยลดการตกผลึกของซูโครส ปริมาณที่นิยมใช้จะอยู่ในช่วง 35-40% ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ น้ำตาลอินเวอร์ทในส่วนผสมอาจได้จากการเติมลงไปโดยตรง หรือจากการสลายตัวของซูโครสด้วยกรดระหว่างการให้ความร้อนเพื่อผลิตภัณฑ์

3.3 น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) เป็นผลิตภัณฑ์จากการไฮโดรไลซ์แป้งด้วยกรด เอนไซม์ หรือใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นส่วนผสมของเดรกซ์ตริน (dextrin) มอลโตส (moltose) และกลูโคสสัดส่วนขององค์ประกอบแต่ละชนิดจะขึ้นกับวิธีและสภาวะที่ใช้ไฮโดรไลซ์ ในต่างประเทศแป้งที่นำมาเป็นวัตถุดิบมักจะเป็นแป้งข้าวโพด ดังนั้นจึงอาจเรียกว่า น้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) ในประเทศไทยรู้จักกันในชื่อ แบะแซ น้ำเชื่อมกลูโคสจะมีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลทรายมาก ในผลิตภัณฑ์เยลลี่จะมีการใช้กลูโคสแทนซูโครสในปริมาณ 5-15 % เพื่อลดการตกผลึกของซูโครส นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มความแวววาว ป้องกันการแยกตัวของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ซึ่งเรียกว่า weeping และยังช่วยลดความหวานของผลิตภัณฑ์ลงไม่ให้หวานจนเกินไป

ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะมีผลต่อการเลือกชนิดของเพคตินที่จะนำมาใช้ด้วย เมื่อใช้น้ำตาลมากกว่า 72 % ขึ้นไป ควรใช้เพคตินชนิดเซ็ทตัวช้า แต่ถ้าใช้ปริมาณน้ำตาลต่ำกว่านี้ อาจใช้เพคตินชนิดเซ็ทตัวเร็วหรือช้าก็ได้

3. กรด

กรดที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ มักเป็นกรดอินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติในผลไม้ที่นำมาใช้ โดยทั่วไปในผลไม้จะมีกรดรวมกันอยู่หลายชนิด แต่กรดที่ให้ผลดีในการทำเยลลี่ คือ กรดทาร์ทาริค ซึ่งมีมากในองุ่น ลูกเกด มะขาม กรดนี้จะให้ผลดีกว่ากรดซิตริก หรืออาซิติก (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 116) ผลไม้ที่มีกรดต่ำ อาจจะต้องเติมกรดลงไป กรดที่นิยมใช้เติมในผลิตภัณฑ์ คือ กรดซิตริก กรดทาร์ทาริค และกรดแลคติก

pH ที่เหมาะสมที่สุดนั้น สัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่ใช้ด้วย เช่น สำหรับน้ำผลไม้ที่มี pH 1 %

pH ดีสุด	% น้ำตาล
3.0	60
3.2	65
3.4	70

อาจกล่าวได้ว่ากรดสูงใช้น้ำตาลน้อย ความเป็นกรดของน้ำผลไม้ควรจะเป็น 0.5 -0.75 % ถ้าความเป็นกรดเกินกว่า 1 % จะทำให้เยลลี่คืนตัวภายหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุม pH ในการทำเยลลี่อาจทำได้โดย เติมกรดด่างหรือถ้าทำเป็นอุตสาหกรรมโดยเติมสารช่วยควบคุมที่เรียก บัฟเฟอร์ (buffer) เป็นเกลือที่มีอยู่โดยธรรมชาติในผลไม้ เช่น โซเดียมซิเตรท แคลเซียมคาร์บอเนต โซเดียมซัลเฟต เป็นต้น จะช่วยเป็นสิ่งควบคุม pH ให้คงที่ การใช้บัฟเฟอร์เหล่านี้จะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไป เพราะจะมีผลต่อการเกิดเจลของเพคตินและอาจทำลายกรดแอสคอร์บิคที่มีอยู่ (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, มปป. : 255)

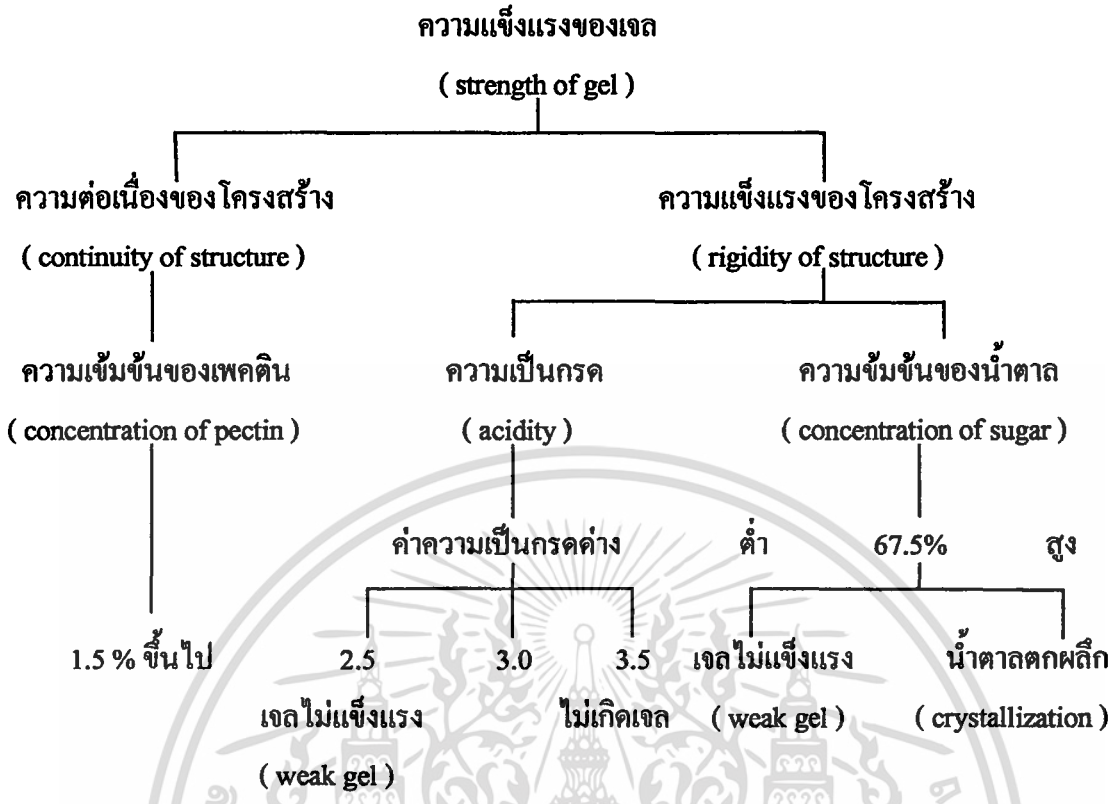
กรดจะช่วยในการเกิดเจลของเพคติน โดยในสภาวะที่มีความเป็นกรดด่างสูง หมู่คาร์บอกซิลบนโมเลกุลของเพคตินจะแตกตัว ทำให้โมเลกุลมีประจุและเกิดการผลักกันระหว่างโมเลกุลของเพคตินจะแตกตัว ทำให้โมเลกุลมีประจุด้วยกันจึงเกิดพันธะไฮโดรเจนยาก และไม่สามารถเกิดเจลได้ การมีกรดในระบบจะช่วยลดการแตกตัว จึงสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนและเกิดเจลได้ง่ายขึ้น เพคตินชนิดเซ็ทตัวเร็วซึ่งมีค่า DM สูง จะมีการแตกตัวเกิดประจุบนโมเลกุลน้อยกว่า เพราะมีกลุ่มคาร์บอกซิลอิสระน้อยกว่า และต้องการปริมาณกรดในการเกิดเจลน้อยกว่า

2.1.2 สมดุลองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์

การเกิดเจลในผลิตภัณฑ์และลักษณะที่ดีของเจลที่เกิดขึ้นจะเกิดจากสมดุลองค์ประกอบที่สำคัญทั้งสามอย่าง คือ มีปริมาณเพคตินมากเพียงพอ มีปริมาณน้ำตาลและปริมาณกรดเหมาะสม ความเหมาะสมของปัจจัยทั้งสามจะทำให้ได้เจลที่แข็งแรง โดยเพคตินจะเป็นตัวโครงสร้างและเกี่ยวข้องกับความต่อเนื่องของโครงสร้างเจล ส่วนน้ำตาลและกรดจะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง

เนื่องจากเพคตินทำหน้าที่เป็นตัวโครงร่าง จึงต้องมีปริมาณมากพอสมควรจึงจะสามารถเกิดเป็นร่างแหโครงสร้างที่ต่อเนื่องได้ ในผลิตภัณฑ์จะต้องมีปริมาณเพคตินตั้งแต่ 1.5 % ขึ้นไป ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะอยู่ในช่วง 60-85 % ขึ้นกับชนิดของเพคติน แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ 67.5 % ส่วนปริมาณกรดในผลิตภัณฑ์นั้น จะควบคุมจากค่าความเป็นกรดด่าง โดยค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ควรอยู่ในช่วง 2.9 -3.1 ถ้าค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 2.5 เจลที่ได้จะอ่อนมากและไม่แข็งแรง และที่ค่าความเป็นกรดด่างสูง 3.5 จะไม่เกิดเจล อาจสรุปสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลเพคตินได้ในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แผนภาพสรุปสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคติน
ที่มา : กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2540 : 257

นอกจากการใช้ปริมาณองค์ประกอบต่างๆที่เหมาะสมแล้ว ลำดับของการผสมองค์ประกอบต่างๆ ก็มีผลต่อการเกิดเจลที่ดีด้วย ตามปกติจะต้มผลไม้กับน้ำตาลก่อน เพื่อให้น้ำตาลดึงน้ำออกจากน้ำผลไม้ เมื่อเดี่ยวจนข้นตามต้องการจึงเติมน้ำตาลที่คลุกผสมรวมกับเพคติน ทิ้งไว้จนน้ำตาลและ เพคตินละลายหมด จึงเติมกรดรวมทั้งสีและกลิ่นถ้ามีการใช้ และหยุดให้ความร้อน การเติมเพคตินหลังจากการเดี่ยวผลไม้กับน้ำตาลแล้วเป็นเพราะ เนื่องจากถ้าเติมในช่วงแรก เพคตินจะถูกให้ความร้อนในสภาวะที่เป็นกรดเป็นเวลานานโมเลกุลจะเกิดการแตกตัวไม่เกิดเจล หรือเกิดเจลที่มีคุณภาพไม่ดีซึ่งเป็นเหตุผลที่ต้องนำกรดมาเติมในช่วงสุดท้ายของการให้ความร้อน เช่นเดียวกันถ้าเติมกรดในช่วงแรกของการให้ความร้อน นอกจากกรดจะสลายโมเลกุลเพคตินแล้ว กรดยังสลายซูโครส ทำให้มีปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ทในผลิตภัณฑ์มากเกินไปด้วย

2.1.3 การผลิตเยลลี่

1. การเลือกผลไม้

ถ้าไม่มีเครื่องมือสำหรับทดสอบส่วนประกอบที่จำเป็น หรือยังไม่ชำนาญพอ ควรจะใช้ผลไม้ที่เคยมีผู้ทดสอบทำได้ผลกันมาแล้ว ทั้งชนิดและความสุกดิบของผลไม้เป็นสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา ผลไม้ห่ามดีที่สุด เพราะจะให้รสชาติดี สีใส และปริมาณเพคตินมากพอในการจับตัว เพื่อให้ได้รสชาติดียิ่งขึ้น อาจใช้ผลไม้ห่ามกับสุกปนกัน

2. การเตรียมผลไม้

ล้างผลไม้ให้สะอาดไม่จำเป็นต้องปอกเปลือก หรือแคะเมล็ดในออก นอกจากเปลือกนอกและเมล็ดของผลไม้บางอย่างมีรสขม เช่น มะนาว ส้ม ควรตัดหรือหั่นผลไม้ให้บาง เพื่อให้เพคตินและกรดออกจากผลไม้ได้ง่ายและมาก ผลไม้พวกส้มควรหั่นให้เป็นชิ้นบางๆ แกะเมล็ดออก ผลไม้มีแป้งมาก เช่น กระท้อน ฝรั่ง ชมพู่ ผ่าเป็น 4- 6 ชิ้น และใช้ทั้งเปลือกและแกน ผลไม้ที่มีน้ำฉ่ำ เช่น สตรอเบอรี่ อาจผ่าครึ่งหรือต้มทั้งผลได้

3. การสกัดน้ำผลไม้

กระบวนการจะเริ่มต้นจากการสกัดน้ำผลไม้ ก่อนนำมาสกัดน้ำผลไม้ส่วนใหญ่จะถูกให้ความร้อนโดยการนำมาต้มก่อน การต้มจะช่วยให้เนื้อเยื่อผลไม้อ่อนตัวลง ทำให้สามารถสกัด เพคตินและน้ำผลไม้ออกมาได้มาก นอกจากนั้น ความร้อนจะทำให้โปรโตเพคตินซึ่งไม่ละลายน้ำเปลี่ยนเป็นเพคตินซึ่งละลายน้ำ

เวลาที่ใช้ต้มจะขึ้นกับชนิดและเนื้อสัมผัสของผลไม้นั้นว่าแข็งมากน้อยเพียงไร พวกเบอร์รี่ซึ่งมีเนื้อนุ่มจะถูกให้ความร้อนเพียง 2-3 นาที ก็เพียงพอ แอปเปิลจะใช้เวลาประมาณ 20 นาทีหรือน้อยกว่า ผลไม้ตระกูลส้มจะใช้เวลา 30 -60 นาที เวลาที่ใช้จะใช้เพียงเพื่อทำให้เนื้อผลไม้นุ่ม สามารถบีบน้ำผลไม้ออกมาได้มากและสะดวกขึ้นเท่านั้น การต้มนานเกินไปจะทำให้ผลไม้สูญเสียกลิ่นรส หรือมีกลิ่นรสผิดแปลกไปและยังทำให้เนื้อผลไม้และมาก ทำให้ผลไม้ที่ที่คั้นได้ขุ่นและกรองยาก

ผลไม้ที่มีน้ำน้อยอาจจะต้องเติมน้ำลงไประหว่างการต้ม ปริมาณน้ำที่เติมจะต้องพอเหมาะ ผลไม้เนื้อนิ่มมีน้ำมาก เช่น พวกเบอรี่ต่างๆ ไม่จำเป็นต้องเติมน้ำ เพียงแต่บีบให้แหลก แล้วให้ความร้อน ก็สามารถคั้นน้ำได้เลย แอปเปิลจะเติมน้ำ 0.5-1.0 เท่าส่วนส้มซึ่งต้องต้มเป็นเวลานานจะเติมน้ำ 2-3 เท่าโดยปริมาตร ผลไม้ที่มีเพคตินมาก อาจสกัดเพคตินออกมาให้มากที่สุดโดยนำมาต้ม 2-3 ครั้ง การใช้น้ำมากเกินไป จะทำให้น้ำผลไม้ที่ได้ใสมาก ต้องสิ้นเปลืองพลังงานและเวลาในการนำมาทำให้เข้มข้นใหม่อีก แต่ถ้าใช้น้อยเกินไป อาจเกิดการไหม้ระหว่างการให้ความร้อนหรือได้น้ำผลไม้ปริมาณน้อยและสามารถสกัดเพคตินออกมาได้ในปริมาณต่ำด้วย

ภาชนะที่ใช้ต้มผลไม้ควรทำจากสเตนเลส อลูมิเนียมหรือนิเกิล การใช้ภาชนะที่เป็นทองแดง หรือภาชนะเคลือบดีบุกจะทำให้สีของผลไม้เปลี่ยนแปลงไป ถ้าใช้ภาชนะที่เป็นเหล็กจะทำให้ผลไม้มีสีคล้ำ

หลังจากให้ความร้อน เนื้อผลไม้จะถูกนำมาสกัดน้ำออกโดยนำมาบีบผ่านผ้ากรองขณะร้อนอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่มีปริมาณของแข็งปะปนมาน้อยที่สุดและกากที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แห้งที่สุด สำหรับผลไม้ที่มีราคาแพง กากที่ได้จากการสกัดครั้งแรกอาจนำมาต้มและสกัดใหม่ อาจนำมาต้มสกัดใหม่อีกครั้ง แต่สำหรับผลไม้ที่มีราคาถูกการนำมาสกัดใหม่จะไม่คุ้ม ค่าใช้จ่ายที่ต้องเพิ่มขึ้นในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น กากผลไม้ที่เหลือสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้

4. การทำให้น้ำผลไม้ใส

เยลลี่ที่ดีจะต้องมีเนื้อใส น้ำผลไม้ที่ใช้จะต้องผ่านกระบวนการทำให้ใส การทำให้ใสนี้อาจทำได้หลายวิธี คือ

1. การกรอง (filtration) เป็นวิธีที่ทำได้เร็ว ได้น้ำผลไม้ใสพอควร ถ้ากรอง 2 ครั้งจะได้น้ำผลไม้ใสมาก ก่อนกรอง ถ้าผสมผงกรอง (filter acid) ในปริมาณ 0.1-1.0 % จะช่วยให้การกรองประสบผลสำเร็จมากขึ้น ผงกรองจะเกาะเป็นชั้นบนผ้ากรองและช่วยลดการอุดตันในเนื้อผ้ากรอง ควรกรองน้ำผลไม้ก่อนเติมน้ำตาล เพราะการเติมน้ำตาลจะทำให้ความหนืดของน้ำผลไม้เพิ่มขึ้น ทำให้กรองได้ยากขึ้น

2. การทิ้งให้ตกตะกอน (setting) น้ำผลไม้บางชนิดอาจทำให้ใสได้โดยการทิ้งให้ตกตะกอนค้างคืนในถังลึก 1-3 ฟุต ความลึกของถังไม่ควรมากกว่านี้ เพราะน้ำผลไม้มักจะมีอัตราการตกตะกอนต่ำ การใช้ถังตื้นจะช่วยให้ตะกอนตกถึงก้นถังได้โดยใช้เวลาไม่มากนัก

3. การใช้แรงเหวี่ยง (centrifugation) การเหวี่ยงด้วยความเร็วสูงจะช่วยทำให้น้ำผลไม้ใสขึ้นบางส่วน ก่อนการหมุนเหวี่ยงควรกำจัดเศษเนื้อผลไม้ชิ้นใหญ่ๆที่ปะปนอยู่ในน้ำผลไม้ออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันเร็วเกินไป วิธีนี้เป็นวิธีที่รวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ ถ้าต้องการน้ำผลไม้ใสมาก หลังจากผ่านเครื่องหมุนเหวี่ยงแล้ว ควรจะนำไปกรองอีกครั้งหนึ่ง

5. การปรับองค์ประกอบต่างๆให้เหมาะสม

น้ำผลไม้ที่ถูกทำให้ใส แล้วจะถูกนำมาปรับองค์ประกอบต่างๆ โดยเติมน้ำตาล เพคติน และปรับค่าความเป็นกรดด่างให้เหมาะสมกับการเกิดเจล น้ำตาลที่เติมจะต้องไม่มากกว่า 55 ส่วนต่อน้ำผลไม้ 45 ส่วน สำหรับการปรับความเป็นกรดนี้ จะทำโดยนำน้ำผลไม้มาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล เพื่อหาปริมาณกรดเริ่มต้น จากนั้นจึงใช้กรดหรือเกลือที่เป็นบัฟเฟอร์ปรับหรือลดความเป็นกรดของน้ำผลไม้ให้อยู่ในช่วง 0.75 -1.00 % กรดที่นิยมใช้คือ กรดซิตริก หรือทาร์ทาริก ส่วนบัฟเฟอร์ที่นิยมใช้คือ แคลเซียมคาร์บอเนต โดยใช้ในรูปของสารละลายเข้มข้น 25 % นอกจากนั้นจะต้องควบคุมค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ประมาณ 3.0 และไม่เกิน 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การให้ความร้อน

การให้ความร้อนเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในการทำเยลลี่ มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลให้ถึงระดับที่เกิดเจล การให้ความร้อนยังช่วยให้องค์ประกอบต่างๆ ละลายและทำให้สารอินทรีย์ต่างๆ เช่น โปรตีนรวมตัวกันเป็นฟองลอยอยู่ที่ผิวหน้าสามารถแยกออกได้

เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนควรจะน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ การให้ความร้อนนานเกินไปจะทำให้เกิดความเสื่อมเสียของสีและกลิ่นรส เพคตินจะถูกทำลายจนไม่สามารถเกิดเจลได้ ความเข้มข้นนี้จะขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณเพคตินและกรด สัดส่วนน้ำตาลต่อเพคติน และเนื้อสัมผัสที่ต้องการของผลิตภัณฑ์

การทดสอบว่าต้มได้ที่แล้วหรือยังมี 4 วิธีคือ

1. ทดสอบการไหลเป็นแผ่น เมื่อต้มน้ำผลไม้กับน้ำตาลแล้วลองใช้พายไม้จุ่มแล้วยกขึ้นมา ส่วนผสมนี้จะหยดจากพายหลายแห่งหลายหยด เมื่อความเข้มข้นของส่วนผสมเข้มข้นขึ้น การหยดนี้จะมีเพียง 2-3 หยด ตามมาด้วยกัน ต้มต่อไปจะให้ลักษณะหลายหยดติดตามกันมา โดยที่จะมองเห็นหยดนั้นขาดจากพายเห็นได้ชัด แล้วต่อไปจะให้ลักษณะไหลเป็นแผ่น (ภาพที่ 6) การดูลักษณะเป็นแผ่นนี้อาจใช้ส้อม เมื่อได้ที่ส่วนผสมจะจับกันเป็นแผ่นระหว่างซี่ส้อม

ตอนแรกเยลลี่จะให้หยดใส และเหมือนน้ำเชื่อม | ต่อมาจะข้นขึ้น เกือบจะไหลเป็นแผ่น | เมื่อได้ที่ส่วนผสมจะไหลเป็นแผ่นเป็นทาง

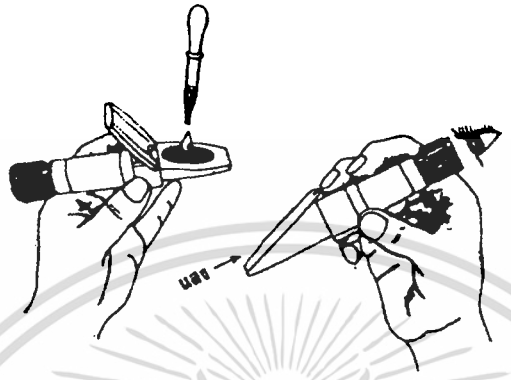
ภาพที่ 6 การดูลักษณะไหลเป็นแผ่นของเยลลี่ต้มได้ที่

2. ดูลักษณะฟอง ส่วนผสมที่ต้มในระยะแรกจะเป็นฟองเล็ก เบาสม่ำเสมอ เมื่อต้มได้ที่ฟองจะมีขนาดใหญ่ จำนวนน้อยลง และจะกระเด็นออกนอกหม้อ

3. การทดสอบด้วยเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์น้ำตาล (Refractometer) เป็นวิธีที่แน่นอนอีกวิธีหนึ่ง เครื่องดังกล่าวมีหลายชนิด รีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer) ชนิดมือถือ เป็นชนิดหนึ่งที่ใช้ง่ายและสะดวก (ภาพที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทดสอบอุณหภูมิ เป็นวิธีที่แน่นอน อุณหภูมิจะเป็นเครื่องชี้ถึงความเข้มข้นของน้ำตาล ตามปกติเมื่ออุณหภูมิของส่วนผสมที่มีสัดส่วนถูกต้องสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ 4.5°ซ (8 °ฟ) ส่วนผสมนั้นจะสามารถจับตัวเป็นวุ้นได้แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับระดับพื้นที่ด้วย (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 7 รีแฟรคโตมิเตอร์

ตารางที่ 1 อุณหภูมิสุดท้ายของส่วนผสมที่ทำเยลลี่ในระดับพื้นที่ต่างๆกัน

ระดับพื้นที่	°ฟ	°ซ
ระดับน้ำทะเล	221	105.0
สูงกว่าระดับน้ำทะเล 500 ฟุต	220	104.4
สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1000 ฟุต	219	103.9
สูงกว่าระดับน้ำทะเล 5000 ฟุต	211	99.4

ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 123

ผลไม้ที่มีกรดและเพคตินสูง จะให้เยลลี่ลักษณะดีถ้าต้มจนอุณหภูมิ 219 ° ฟ (103.9 ° ซ) น้ำผลไม้ที่มีกรดต่ำเพคตินน้อยกว่าจะต้องใช้อุณหภูมิ 221 ° ฟ (105 °) จึงจะได้เนื้อสัมผัสที่ดี เยลลี่จะต้มจนอุณหภูมิดังกล่าวเหล่านี้จะมีความเข้มข้นของน้ำตาลประมาณ 65 %

7. การบรรจุและการเก็บรักษา

เมื่อต้มส่วนผสมได้ที่แล้ว ช้อนฝ้าออก รอให้อุณหภูมิลดเล็กน้อย เทใสภาชนะบรรจุ อย่ายกหม้อสูงเกินไป เพราะจะทำให้เกิดฟองอากาศ เยลลี่จะไม่ใส ทิ้งไว้ให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุณหภูมิการจับตัวเป็นวุ้นที่ดีที่สุด คือ 70 °ฟ ถ้าผลที่ได้ยังจับตัวกันเป็นวุ้นไม่ดีพอ อาจตากแดดให้น้ำระเหยออก อย่านำไปต้มใหม่

ภาชนะที่จะนำมาทำเยลลี่ควรเป็นขวดแก้วสะอาดและร้อน ลักษณะขวดควรเตี้ยและกว้าง เพราะเมื่อแล้วจะได้รูปตั้งสวย จะต้องเทเยลลี่ลงบรรจุขณะยังร้อนอยู่ และปิดด้วยพาราฟินร้อน หรือปิดฝาให้สนิททันที เพื่อป้องกันจุลินทรีย์ขึ้นบนผิวหน้า หากบรรจุที่อุณหภูมิ 190°- 200°ฟ ในภาชนะบรรจุที่สะอาด ความร้อนที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์จะสูงพอที่จุฆ่าเชื้อที่มีอยู่ในภาชนะบรรจุได้ แต่ถ้าบรรจุที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ หลังจากปิดผนึกจะต้องนำมาพาสเจอร์ไรซ์โดยใช้อุณหภูมิ 180°ฟ เป็นเวลา 30 นาที เพื่อยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น ก่อนบรรจุภาชนะบรรจุควรผ่านการให้ความร้อนก่อน (preheat) ด้วย

เครื่องจักรที่ใช้บรรจุจะมีได้หลายรูปแบบ ซึ่งจะออกแบบให้มีการเกิดฟองระหว่างการบรรจุน้อยที่สุด หรือออกแบบให้มีส่วนที่สามารถกำจัดฟองที่เกิดขึ้นได้

หลังจากพาสเจอร์ไรซ์ ด้านนอกของภาชนะบรรจุจะถูกฉีดล้างด้วยน้ำร้อนเพื่อล้างผลิตภัณฑ์ที่อาจติดอยู่ จากนั้นจึงนำมาทำให้เย็น หลังจากนี้แล้วการเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุจะต้องทำอย่างระมัดระวัง เพราะช่วงนี้จะเกิดการเซ็ทเจลของเพคติน ถ้ามีการรบกวนอย่างรุนแรงผลิตภัณฑ์จะไม่สามารถเกิดเจลได้

การผลิตเยลลี่ให้ได้ผลดีต้องควบคุมน้ำตาล กรด การต้ม เพื่อจะทำให้เพคตินจับตัวกันเป็นร่างแหอุ้มน้ำเชื่อมเอาไว้เป็นวุ้น ดังนั้นผู้ทำจึงมักประสบปัญหาต่างๆ อันเป็นสาเหตุของการทำเยลลี่ไม่ได้ผลดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สาเหตุการทำเยลลี่ไม่ได้ผล

ปัญหา	สาเหตุ
ไม่จับเป็นวุ้น	1. กรดและเพคตินน้อยไป (เยลลี่อ่อนไป) 2. น้ำตาลมากไป (เยลลี่จะอ่อนไปหรือเหนียว) 3. ต้มไม่ได้ที่ (เยลลี่จะอ่อนไป) หรือนานเกินไป
เยลลี่แข็งไป	1. น้ำตาลน้อยไป 2. เพ็คตินมากไป
ไม่ใส	1. กรองน้ำผลไม้ด้วยผ้าบางไปหรือบีบคั้นเวลากรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47196

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ
	2. ผลไม้ดิบ
	3. เคี่ยวนานเกินไป
	4. ก่อนบรรจุทิ้งไว้นานเกินไป
	5. วิธีเทตอนบรรจุ ยกหม้อสูงไป
	6. ไม่ได้ตักฟองฝ้าออกเวลาทำ
เกิดผลึกหรือเป็นเกล็ด	1. น้ำตาลมากไป
	2. ต้มนานไป
	3. กรดน้อยไป
	4. ใส่น้ำตาลช้าไป
คืนตัว (เหลวในภายหลัง)	1. กรดมากไป
	2. น้ำตาล หรือเพคตินน้อยไป
รสจัด สีคล้ำ	ต้มนานไป
เกิดผลึกครีมออฟทาร์ทาร์	จากกรดทาร์ทาริคในผลไม้ เช่น องุ่น (ควรต้มแล้วตั้งทิ้งไว้ 12 ช.ม. รินส่วนบนหรือกรอง)

ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ภาพที่ 8</u> กรรมวิธีการผลิตเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สะระแหน่ (kitchen mint)

ชื่อสามัญ (common name) : kitchen mint

ชื่อพฤกศาสตร์ (scientific name) : *Mentha cosdifolia* Opiz

ชื่อวงศ์ (family name) : Labiatae

ชื่ออื่นๆ : หอมด่วน สะแหน่ มักเงาะ สะระแหน่ส่วน

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์

สะระแหน่เป็นพืชล้มลุกประเภทเลื้อยไปตามดิน สูง 10 -30 เซนติเมตร ลำต้นรูปสี่เหลี่ยม สีเขียวแกมม่วงน้ำตาลแตกกิ่งก้านมาก ใบเป็นใบเดี่ยว สีเขียวเข้ม เรียงตรงข้าม รูปขอบขนานแกมรูปไข่หรือรูปใบหอก กว้าง 0.5 -4.5 เซนติเมตร ยาว 0.75 -7.5 เซนติเมตร ผิวใบย่น ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ดอกช่อออกเป็นกระจุก ออกที่ซอกใบ ดอกย่อยจำนวนมากเรียงตัวหนาแน่น ดอกสีม่วงอ่อนกลีบเลี้ยง 5 กลีบเชื่อมติดกันเป็นรูประฆัง กลีบดอกสีขาวเชื่อม 4 กลีบติดกัน ปลายแยกเป็น 2 ปาก ขนาดไม่เท่ากัน เกสรตัวผู้ 4 อัน เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผลเป็นผลแห้งรูปกระสวย ผิวเกลี้ยงเป็นมัน

2.2.2 สรรพคุณทางสมุนไพร

ใบสะระแหน่มีน้ำมันหอมระเหย เมนธอล (Menthal) ใช้ขับลม ฆ่าเชื้อโรค แก้ปวดท้อง ระงับอาการเกร็งของกระเพาะอาหารและลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบ

1. สะระแหน่
2. น้ำตาลทรายขาว
3. เพคติน
4. กรดมะนาว
5. น้ำ

ข. อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นน้ำผลไม้
2. ผ้าขาวบาง
3. เครื่องชั่ง
4. หม้อ
5. ทัพพี
6. ชาม
7. เตาแก๊ส
8. เทอร์โมมิเตอร์
9. เครื่องวัดค่าความหวาน (Refractometer)
10. เครื่องวัดความเป็นกรด- ด่าง (pH meter)
11. ขวดแก้วปากกว้าง

3.2 วิธีการ

3.2.1 กรรมวิธีการผลิตเยลลี่สะระแหน่

1. เด็ดใบสะระแหน่ ชั่งน้ำหนักตามสูตร แล้วนำมาล้างทำความสะอาด
2. นำใบสะระแหน่มาปั่นผสมกับน้ำตามสูตร แล้วกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชั่งน้ำตาล และเพคตินตามสูตร นำน้ำตาลและเพคตินทั้งหมดผสมเข้าด้วยกัน

4. นำน้ำคั้นสะระแหน่ที่กรองแล้วตั้งไฟ ใช้ไฟอ่อน

5. เติมน้ำตาลที่ผสมกับเพคตินทีละน้อยในหม้อ พร้อมทั้งคนให้ละลายทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งหมด

6. เติมกรดมะนาว แล้วเคี่ยวต่อไปจนกระทั่งส่วนผสมมีความหนืด เมื่อใช้ช้อนตักและเทลง จะค่อยๆ ไหลและหยดเป็นก้อน อุณหภูมิประมาณ 80°ซ

7. เทใส่ภาชนะ ซึ่งเป็นขวดแก้วปากกว้าง

สูตรทดลองเยลลี่สะระแหน่

ในการทำเยลลี่สะระแหน่มีปริมาณของส่วนผสมต่างๆ ดังนี้คือ น้ำตาล 65 % เพคติน 3% กรดซิตริก 0.8 % และมีอัตราส่วนของสะระแหน่ที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ 20 % ,30 % ,40 % และ 50 % โดยเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำที่ใช้คั้น

ภาพที่ 8 ขั้นตอนการผลิตเยลลี่สะระแหน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ที่ได้มาทำการวัดความเป็นกรด - ด่าง วัดปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Rating Scales โดยทดสอบคุณภาพด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ที่มีปริมาณสะระแหน่แตกต่างกัน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งสิ้น 20 คน ในระดับความชอบ 5 ระดับคือ

ระดับที่ 1	มีคะแนนเท่ากับ	5	หมายถึง	ชอบมากที่สุด
ระดับที่ 2	มีคะแนนเท่ากับ	4	หมายถึง	ชอบมาก
ระดับที่ 3	มีคะแนนเท่ากับ	3	หมายถึง	ชอบน้อย
ระดับที่ 4	มีคะแนนเท่ากับ	2	หมายถึง	ไม่ชอบ
ระดับที่ 5	มีคะแนนเท่ากับ	1	หมายถึง	ไม่ชอบมาก

นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี ANOVA Analysis เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวน (Analysis of Varience) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการทดลองการผลิตเยลลี่สะระแหน่ ซึ่งใช้ปริมาณสะระแหน่ที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ 20% 30% 40 % และ 50 % โดยการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completed Block Design) จากนั้นนำมาวัดความเป็นกรด – ด่างหรือพีเอช วัดปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Rating Scales โดยทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งสิ้น 20 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการวัดค่าความเป็นกรด – ด่างหรือพีเอช และปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

จากผลการวัดค่าความเป็นกรด – ด่างหรือพีเอช และปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 50 % มีค่าพีเอชสูงที่สุด เท่ากับ 2.6 รองลงมาได้แก่ เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40 % มีค่าพีเอช เท่ากับ 2.5 เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 30 % มีค่าเป็นพีเอช เท่ากับ 2.4 และเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20 % มีค่าพีเอชน้อยที่สุด เท่ากับ 2.3 จากผลการทดลองพบว่าเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่แตกต่างกันทุกการทดลองนั้นมีค่าพีเอชต่ำ โดยพบว่าอยู่ในช่วง 2.3 - 2.6 แต่จากการศึกษาพบว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิดเจลที่มีโครงสร้างที่ดีสมลักษณะของเยลลี่คือ 3.2 (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 110) ซึ่งจากการทดลองเมื่อทำการสังเกตลักษณะที่ปรากฏของเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ในอัตราส่วนต่างๆกัน ก็พบว่าลักษณะการเกิดเจลจะไม่ค่อยดี เจลจะมีลักษณะอ่อนตัวมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ค่าพีเอชที่ต่ำกว่า 2.5 เจลที่ได้จะอ่อนมากและไม่แข็งแรง และเมื่อค่าพีเอชสูง 3.5 จะไม่เกิดเจล (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2540 : 256)

จากผลการวัดปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่า เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20% มีปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 71 รองลงมาได้แก่ เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40 % มีปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 70 เยลลี่ที่มีปริมาณ สะระแหน่ 30 % มีปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 69 และเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 50 % มีปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 67 จากผลการทดลองพบว่าปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด หรือปริมาณน้ำตาลที่ใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเยลลี่สะระแหน่นั้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือ 60-85 % โดยจากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการทำเยลลี่โดยทั่วไปนิยมใช้เท่ากับ 67.5 % จึงจะได้เจลของเยลลี่ที่มีโครงสร้างที่ดี (กิตติพงษ์ ห่งรักษ์, 2540 : 256) ซึ่งในการทดลองครั้งนี้การดูลักษณะของเยลลี่ว่ามีการเกิดเจลนั้นไม่ได้ทำการวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดระหว่างการต้มให้ความร้อนเยลลี่ แต่จะอาศัยการดูลักษณะการไหลเป็นแผ่นของส่วนผสม

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด – ด่างหรือพีเอช และปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเยลลี่สะระแหน่

ตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด – ด่าง	ปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
A[1/]	2.3	71
B	2.4	69
C	2.5	70
D	2.6	67

1/ = ตัวอย่าง

A = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20 %

B = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 30 %

C = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40 %

D = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 50 %

4.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเยลลี่สะระแหน่

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเยลลี่สะระแหน่ที่มีปริมาณสะระแหน่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ 20% 30% 40% และ 50% ในด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมที่มีต่อเยลลี่สะระแหน่ทั้ง 4 ตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างทาลงบนขนมปังกรอบแล้วให้ผู้ทดสอบทำการชิมและประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Rating Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน และใช้แบบประเมินผลแบบ 5- point Hedonic scale (ภาคผนวค ก) ผลการทดลองดังแสดงได้ในตารางที่ 4

4.2.1 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20% และ30% มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.55 และ 3.45 ตามลำดับ จากผลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนการดังกล่าวพบว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มาก ซึ่งทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) รองลงมาคือ เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40% และ 50% โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.80 และ 2.75 ตามลำดับ จากคะแนนดังกล่าวพบว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์น้อย ซึ่งทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) เพราะอาจเนื่องมาจากลักษณะของผลิตภัณฑ์เมื่อมองดูด้วยสายตาจะพบว่าทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันน้อยมาก โดยสีของเยลลี่สะระแหน่ที่ได้พบว่าจะมีลักษณะสีเขียวเข้ม ซึ่งเหมือนกับน้ำที่คั้นได้จากสะระแหน่นั่นเอง

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ที่มีปริมาณสะระแหน่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
A[1/]	3.55[a2/]	3.45[a]	3.65[a]	4.55[a]
B	3.45[a]	3.25[ab]	3.40[a]	3.55[b]
C	2.80[b]	2.90[ab]	3.30[a]	2.75[bc]
D	2.75[b]	2.35[b]	3.15[a]	2.15[cd]

1/ = ตัวอย่าง

A = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20 %

B = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 30 %

C = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40 %

D = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 50 %

2/ = คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

4.2.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20% 30% และ50% มากที่สุด โดยมีคะแนนแต่ละตัวอย่างเท่ากับ 3.45 3.25 และ 2.9 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์น้อย โดยทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) เพราะอาจเกิดเนื่องจากกลิ่นรสของสะระแหน่ได้สูญเสียไปจากการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต รองลงมาผู้บริโภคให้การยอมรับเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 50% โดยมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 2.35 ซึ่งพบว่าผู้บริโภคไม่มีความชอบต่อผลิตภัณฑ์เลย ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากลิ่นรสที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดคือผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ปริมาณของสะระแหน่เพียงเล็กน้อย มีกลิ่นของสะระแหน่อ่อนๆ และจากการทดสอบชิมพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ปริมาณของสะระแหน่ปริมาณมากนั้นจะทำให้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่เหม็นเขียว

4.2.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับเยลลี่สะระแหน่ทั้ง 4 ตัวอย่างในระดับที่เท่ากัน มีคะแนนการยอมรับของแต่ละตัวอย่างเท่ากับ 3.65 3.4 3.3 และ3.15 ตามลำดับ จากผลของคะแนนดังกล่าวพบว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์น้อย โดยทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ซึ่งอาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์เยลลี่นั้นผลไม้หรือผักที่ใช้ต้องผ่านการกรองเพื่อทำให้ใส ปราศจากชิ้นหรือเศษของผลไม้หรือของผัก ทำให้สะระแหน่นั้นไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่เท่าใดนัก ซึ่งเนื้อสัมผัสของเยลลี่สะระแหน่ทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นจะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างอ่อนนุ่ม

4.2.4 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวม

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์เยลลี่สะระแหน่ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกันพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20 % มากที่สุด มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.55 ซึ่งพบว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด โดยมีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) และรองลงมาคือเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 30% และ 40% มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 3.55 และ 2.75 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์น้อย โดยทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40% และ 50% มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 2.75 และ 2.15 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผู้บริโภคไม่มีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ โดยทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบมีความชอบที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจากผลการทดลองพบว่าเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20 % เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมมากที่สุด โดยเมื่อสังเกตลักษณะปรากฏพบว่าจะมีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นหอมของสะระแหน่อ่อนๆ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย และมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเยลลี่สะระแหน่ที่มีปริมาณสะระแหน่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 20% 30% 40% และ 50% พบว่าเยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20% ได้รับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) เมื่อทำการทดสอบค่าพีเอชและปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่า มีค่าพีเอชเท่ากับ 2.3 และมีปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 71 และจากการสังเกตลักษณะที่ปรากฏพบว่าเยลลี่สะระแหน่มีสีเป็นสีเขียวเข้ม มีกลิ่นหอมสะระแหน่อ่อนๆ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย และมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำเยลลี่สะระแหน่นี้ได้ทำการใช้เพคตินทางการค้า ในกรณีที่ไม่สามารถหาซื้อเพคตินทางการค้าได้อาจแก้ปัญหาด้วยการใช้ผลไม้ชนิดอื่นที่มีเพคตินสูงพอผสมกับสะระแหน่ในการผลิตเพื่อเป็นการลดต้นทุน เช่น ฝรั่ง มะดัน มะขาม เป็นต้น

2. กลิ่นของเยลลี่สะระแหน่นั้นค่อนข้างอ่อนจนเกือบไม่มีกลิ่นแม้ว่าจะใส่ในปริมาณที่มากแล้วก็ตาม ดังนั้นในการทำอาจมีการแต่งกลิ่นสังเคราะห์เพื่อช่วยให้มีกลิ่นของสะระแหน่ที่โดดเด่นขึ้นเป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กาญจนา นวลมาและอุษา เครงรัศมี. 2541. เยลลี่จากฝรั่ง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 40 น.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2540. ผักและผลไม้. มปพ. : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 311 น.

นันทวัน บุญยะประภัศรและอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2541. สมุนไพรพื้นบ้าน(2). กรุงเทพฯ : ประชาชน. 640 น.

ไพบูรย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 302 น.

ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ. มปป. พืชสมุนไพรใช้เป็นยาเล่ม 4. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์. 63 น.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แยม เยลลี่ มาร์มาเลด, มอก.263 – 2521. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม. 24 น.

วิชัย หฤทัยธนาสันต์. 2521. หลักการถนอมและแปรรูปผักและผลไม้เบื้องต้น. มปพ. : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 137 น.

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง, รองศาสตาจารย์. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 211 น.

http: //member.tripod.coim/piak 168

http: //ndsuext.nodak.edu./extnews/askext/jamjelly.htm

http: //thainet/bannok/ntemple/jelly.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

http: //www.ku.ac.th/Agrinfo/plant2/069.htm

http: //www.ohiiline.osu/hyg-fact/5000/5350.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส (Hedonic scale test)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....

อาหาร เยลลี่สะระแหน่

คำชี้แจง

1. ล้างบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง อย่ากลืนน้ำเปล่า ตัวอย่างอาจกลืนได้หลังการประเมิน
2. ให้ทดสอบตัวอย่างซึ่งมีรหัสกำกับไว้เป็นลำดับ ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง โดยประเมินระดับความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆ ของตัวอย่าง กำหนดไว้เป็นคะแนนแบบ 5 แต้ม ดังนี้

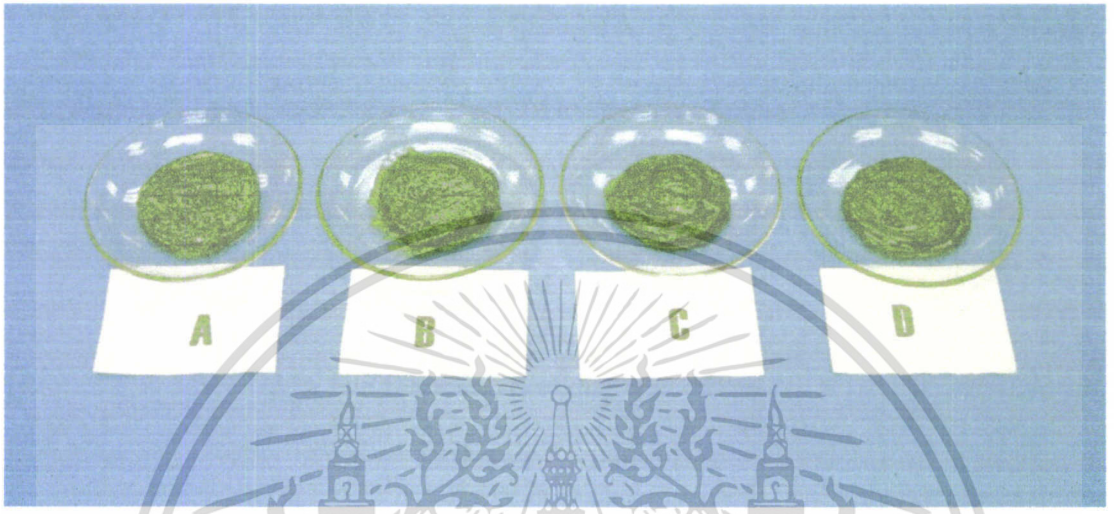
ระดับความชอบ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	5
ชอบมาก	4
ชอบน้อย	3
ไม่ชอบ	2
ไม่ชอบมาก	1

คุณลักษณะที่ประเมิน	ระบุคะแนนแสดงระดับความชอบ			
	836	455	713	294
สี				
กลิ่นรส				
เนื้อสัมผัส				
การยอมรับโดยรวม				

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.



ภาพภาคผนวกที่ ข. ลักษณะของเยลลี่สะระแหน่

A = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20%

B = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 30%

C = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40%

D = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ในการทดลองการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน โดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Rating Scales

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

A = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 20%

B = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 30%

C = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 40%

D = เยลลี่ที่มีปริมาณสะระแหน่ 50%

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

5 = ชอบมากที่สุด

4 = ชอบมาก

3 = ชอบน้อย

2 = ไม่ชอบ

1 = ไม่ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 1. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของเยลลี่สะระแหน่

ผู้ทดสอบลำดับ	คะแนน				Total
	A	B	C	D	
1	3	4	3	5	15
2	4	3	3	2	12
3	3	4	2	5	14
4	3	4	3	3	13
5	2	4	2	1	9
6	4	3	2	3	12
7	4	3	4	1	12
8	2	3	2	3	10
9	5	4	3	3	15
10	4	4	3	2	13
11	4	5	4	5	18
12	4	3	2	1	12
13	3	3	3	3	12
14	4	4	4	4	16
15	2	2	3	4	15
16	4	5	2	1	12
17	5	4	4	1	14
18	4	3	2	2	11
19	2	2	2	2	8
20	3	4	3	4	14
Total	69	71	56	55	251
Sample mean	3.45	3.55	2.8	2.75	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 2. การวิเคราะห์แบบ ANOVA ของเยลลี่สะระแหน่ในด้านสี

ANOVA

SOV	Df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	3	10.64	3.55	7.72*	2.76
Judges	19	28.24	1.48	3.22*	1.70
Error	57	26.61	0.47		
Total	79	65.49			

ตารางภาคผนวกที่ ค 3. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรสของเยลลี่สะระแหน่

ผู้ทดสอบลำดับ	คะแนน				Total
	A	B	C	D	
1	3	4	2	1	10
2	3	4	2	1	10
3	5	4	2	3	14
4	4	2	1	3	10
5	4	3	2	1	10
6	5	4	2	3	14
7	2	3	4	1	10
8	2	2	3	4	11
9	2	4	5	3	14
10	5	4	3	2	14
11	1	2	4	5	12
12	5	4	3	1	13
13	2	3	4	5	14
14	5	3	2	1	11
15	3	3	2	2	10
16	3	3	5	4	15
17	3	3	4	2	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 3. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรสของเยลลี่สะระแหน่(ต่อ)

ผู้ทดสอบ ลำดับ	คะแนน				Total
	A	B	C	D	
18	4	3	3	2	12
19	4	3	3	2	12
20	4	4	2	1	11
Total	69	65	58	47	239
Sample mean	3.45	3.25	2.90	2.35	

ตารางภาคผนวกที่ ค 4. การวิเคราะห์แบบANOVA ของเยลลี่สะระแหน่

ANOVA

SOV	Df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	3	13.94	4.65	3.21^{*}	2.76
Judges	19	14.24	0.74	0.51^{ns}	1.70
Error	57	82.81	1.45		
Total	79	110.99			

ตารางภาคผนวกที่ ค 5. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่สะระแหน่

ผู้ทดสอบ ลำดับ	คะแนน				Total
	A	B	C	D	
1	4	4	3	4	15
2	4	4	3	4	15
3	5	2	3	4	14
4	4	2	4	3	13
5	3	3	3	3	12
6	3	3	3	2	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 5. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่สะระแหน่ (ต่อ)

ผู้ทดสอบลำดับ	คะแนน				Total
	A	B	C	D	
7	5	4	2	3	14
8	3	2	1	3	9
9	5	4	5	5	19
10	4	4	5	3	16
11	5	4	5	5	19
12	5	4	3	1	13
13	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
15	2	2	3	3	10
16	3	4	5	2	14
17	3	5	2	2	12
18	2	3	3	3	11
19	4	4	4	4	16
20	3	4	3	3	13
Total	73	68	66	63	270
Sample mean	3.65	3.40	3.30	3.15	

ตารางภาคผนวกที่ ค 6. การวิเคราะห์แบบ ANOVA ของเยลลี่สะระแหน่ในด้านเนื้อสัมผัส

ANOVA

SOV	Df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	3	2.65	0.88	1.22^{ns}	2.76
Judges	19	33.25	1.75	2.43^{*}	1.70
Error	57	40.85	0.72		
Total	79	76.75			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 7. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับโดยรวมของเยลลี่สะระแหน่

ผู้ทดสอบ ลำดับ	คะแนน				Total
	A	B	C	D	
1	5	3	2	2	12
2	4	5	2	2	13
3	4	5	2	1	12
4	5	3	3	2	13
5	5	5	3	2	15
6	4	5	4	3	16
7	5	3	5	2	15
8	3	3	4	5	15
9	5	4	4	2	15
10	5	3	1	2	11
11	5	4	3	2	14
12	5	3	2	1	11
13	4	2	4	5	15
14	5	3	2	3	13
15	4	3	3	1	11
16	5	3	2	1	11
17	5	2	2	1	10
18	5	4	3	1	13
19	5	4	2	2	13
20	3	4	2	3	12
Total	91	71	55	43	260
Sample mean	4.55	3.55	2.75	2.15	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ ค 8</u>. การวิเคราะห์แบบ ANOVA ของเยลลี่สะระแหน่ในด้านการยอมรับโดยรวม

ANOVA

SOV	Df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	3	64.80	21.60	21.34^{*}	2.76
Judges	19	14.50	0.76	0.75^{ns}	1.70
Error	57	57.7	1.01		
Total	79	137			

จากการวิเคราะห์แบบ ANOVA ในคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้จากวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง

การคำนวณค่า Analysis of Varience ทดสอบการยอมรับทางด้านการยอมรับโดยรวมของเยลลี่สะระแหน่ที่มีปริมาณสะระแหน่ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 20%, 30%, 40% และ 50%

1. การคำนวณหา C.F. (Corection Facter)

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(260)^2}{80}$$

$$= 845$$

2. การคำนวณหาค่า df (Degree of freedom)

2.1 df, samples

= จำนวนตัวอย่าง – 1

= 4 – 1

= 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 df, judges

= จำนวนผู้ทดสอบ – 1

= 20 – 1

= 19

2.3 df, total

= จำนวนการตรวจ – 1

= 80 – 1

= 79

2.4 df, error

= df, total – df, judges – df, samples

= 79 – 19 – 2

= 57

3. การคำนวณหาค่า SS (Sum of square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

3.1 SS, Samples $= \frac{(\text{ผลรวมของค่า Total ของแต่ละ samples})^2}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample}} - CF$

$= \frac{(91^2 + 71^2 + 55^2 + 43^2)}{20} - 845$

$= 64.8$

3.2 SS, Judges $= \frac{(\text{ผลรวมของค่า Total ของแต่ละ judges})^2}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges}} - CF$

$= \frac{(12^2 + 13^2 + \ldots 12^2)}{4} - 845$

$= 14.50$

3.3 SS, Total $= (\text{ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า})^2 - CF$

$= (5^2 + 3^2 + \ldots 2^2) - 854$

$= 137$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 SS, error = SS, total – SS, judges – SS, samples

= 137 – 14.50 – 64.80

= 57.7

4. คำนวณหา MS (Mean square) ของตัวแปรโดยจำแนกได้ดังนี้

4.1 MS, samples = $\frac{\text{SS, samples}}{\text{df, samples}}$

= $\frac{64.80}{3}$

= 21.60

4.2 MS, judges = $\frac{\text{SS, judges}}{\text{df, judges}}$

= $\frac{14.50}{19}$

= 0.76

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

= $\frac{57.7}{57}$

= 1.01

5. คำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ samples และ judges โดยจำแนกได้ดังนี้

5.1 F, samples = $\frac{\text{MS, samples}}{\text{MS, error}}$

= $\frac{21.60}{1.01}$

= 21.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$5.2\ F, judges = \frac{MS, judges}{MS, error}$$

$$= \frac{0.76}{1.01}$$

$$= 0.75$$

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ samples

F, samples = 21.34

F, total , p = 0.05 ที่ df, samples $n_1 = 3$

Df, error $n_2 = 57$

= 2.76

จากการคำนวณ F, sample ที่คำนวณได้ 21.34 มีค่ามากกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 2.76 แสดงว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

F, judges = 0.75

F, total , P = 0.05 ที่ df, judges $n_1 = 19$

df, error $n_2 = 57$

= 1.70

จากการคำนวณ F, judges ที่คำนวณได้ 0.75 มีค่ามากกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 1.70 แสดงว่า judges ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$

จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

A	B	C	D
4.55	3.55	2.75	2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 หาค่า Standard error (SE)

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

$$= \sqrt{\frac{1.01}{20}}$$

$$= 0.22$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Significant studentized Range (SSR) ที่ t = 4 ค่า df, error = 57

จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.74

7.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

$$LSD = SE \times SSR$$

$$= 0.22 \times 3.74$$

$$= 0.84$$

โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละคู่มีค่ามากกว่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน ผลปรากฏค่าดังนี้

A (4.55)^{a} B (3.55)^{b} C (2.75)^{bc} D (2.15)^{cd}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้