ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง เยลลี่ฝรั่ง (GUAVA JELLY)

โดย น.ส.ยุพิน ไทยเจริญ 29-0313

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 17/พ.ค./33 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อาจารย์เยาวลักษณ์ สุรัฐนันอมิสิงห์)

..... 17/พ.ค./33 กรรมการของภาควิชา

(อ.ดร.พยอม อึ้งพันธุ์อุดม)

..... 17/พ.ค./33 กรรมการของภาควิชา

(อาจารย์ วนดรี พจนครสวัสดิ์)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(อาจารย์เยาวลักษณ์ สุรัฐนันอมิสิงห์)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 17 เดือน พ.ค. พ.ศ. 33

ปพ.
ย42เ๔
2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14101

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เยลลี่ฝรั่ง

(GUAVA JELLY)

T097086

โดย

นางสาวยุพิน ไทยเจริญ 29-0313

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ.2533

ปพ.
ย421ย
2533

สบหมู่.....
เลขทะเบียน 97086
วัน.เดือน.ปี 15 JUN 2009

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ในการศึกษาเกี่ยวกับการทำเยลลี่ฝรั่งพบว่า ฝรั่งที่ใช้ในการทดลอง มี pH 3.93 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 7.8 °Brix และคั้นเป็นน้ำได้ร้อยละ 45.11 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเปกตินจากฝรั่งให้ได้ปริมาณเปกตินสูงสุด ควรสกัดโดยใช้น้ำ เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 80-85 °c ซึ่งปริมาณเปกตินที่ได้มีค่าประมาณ 0.5% และมีค่าใกล้เคียงกับที่ได้จากการสกัดโดยใช้กรดซิตริก ปรับ pH 3.2 เป็นเวลา 60 นาที ที่สภาวะเดียวกัน ส่วนการหาสัดส่วนของน้ำที่สกัดได้จากฝรั่ง โดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ในการทำเยลลี่ฝรั่ง ซึ่งผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ ใช้น้ำที่สกัดเปกตินจากฝรั่งที่สภาวะดังกล่าว 100ส่วน โดยไม่ต้องใช้น้ำฝรั่งสดเลย รวมทั้งควรมีการปรับปรุงสีของเยลลี่ฝรั่งที่ได้เพื่อให้เกิดการยอมรับมากขึ้น โดยลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ศึกษา ทางด้านกลิ่นและรสชาติที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนสีและเนื้อสัมผัส พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เยลลี่ฝรั่งที่บรรจุขวดแก้วนานกว่า 2 เดือน โดยไม่เกิดการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่คอยเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดมา อาจารย์อนงค์ วรอุไร ผู้ให้แนวทางในการคัดเลือกหัวข้อปัญหาพิเศษในครั้งนี้ คุณพ่อคุณแม่ผู้ซึ่งคอยให้กำลังใจและให้ทุนทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษ คุณศิริชัย แสงทองพิทักษ์ เอื้อเฟื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ในการจัดพิมพ์รายงาน ช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้กำลังใจ รวมทั้งเพื่อนๆ น้องๆ (โดยเฉพาะน้องเถา และน้องๆปี1) และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่คอยช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา และที่ลืมไม่ได้คือ ความอุตสาหะของตัวเองที่ทำให้ปัญหาพิเศษเสร็จสิ้นลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ

ยุพิน ไทยเจริญ

26/3/33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

คำนำ	หน้า ก.
วัตถุประสงค์	หน้า ข.
เอกสารอ้างอิง	หน้า ค.
ภาคผนวก	หน้า จ.
การตรวจเอกสาร	หน้า 1
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	หน้า 24
วิธีการทดลอง	หน้า 25
ผลการทดลอง	หน้า 28
สรุปผลการทดลอง	หน้า 39
ข้อเสนอแนะ	หน้า 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งสด ซึ่งวิเคราะห์โดยกองโภชนาการ กรมอนามัย หน้า 4

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของฝรั่ง พันธุ์เนื้อสีชมพู อมแดงและพันธุ์เนื้อสีขาว หน้า 5

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งสด ซึ่งวิเคราะห์โดย FAO หน้า 6

ตารางที่ 4 ปริมาณเปกตินที่มีในเนื้อเยื่อพืชบางชนิด หน้า 14

ตารางที่ 5 ปริมาณเปกตินที่มีในผลไม้บางชนิด หน้า 15

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ของร้อยละ methoxyl content และ ร้อยละ degree of esterification หน้า 18

ตารางที่ 7 อัตราส่วนระหว่างน้ำที่สกัดได้จากฝรั่ง ที่อุณหภูมิ 80-85 °c กับน้ำฝรั่งสดที่ใช้ในการทดลอง หน้า 27

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีของฝรั่ง ก่อนนำมาทำการสกัดเปกติน หน้า 28

ตารางที่ 9 องค์ประกอบของน้ำที่สกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85c เป็นเวลาต่างๆกัน หน้า 29

ตารางที่ 10 ค่าความแข็งแรงของเจลจากเยลลี่ฝรั่งที่ได้จากการสกัดเปกติน จากฝรั่งโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85cเป็นเวลาต่างๆกัน หน้า 30

ตารางที่ 11 ค่าความแข็งแรงของเจลจากเยลลี่ฝรั่งที่ได้จากการสกัดด้วย กรดซิตริกปรับpH เท่ากับ 3.2 ที่อุณหภูมิ 80-85cเป็นเวลาต่างๆกัน หน้า 31

ตารางที่ 12 ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ตามสัดส่วนต่างๆ หน้า 34

ตารางที่ 13 ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85c. เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ตามสัดส่วนต่างๆ ซึ่งมีการปรับปรุงสี หน้า 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 โครงสร้างของ polygalacturonic acid จากเปกติน หน้า 7

รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของ pectic acid pectin และ protopectin หน้า 9

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง polygalacturonic acid และ pectinic acid . หน้า 10

รูปที่ 4 โครงสร้างทางเคมีของ pectic acid และ pectin หน้า 11

รูปที่ 5 โครงสร้างของ polygalacturonic acid (pectic acid) และ D-galacturonic acid หน้า 13

รูปที่ 6 การกระจายของสารต่างๆในผนังเซลที่แก่ของพืช หน้า 16

รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการสกัดเปกติน กับค่าที่อ่านได้จากเวอร์เนียของเครื่อง Ridgelimeter หน้า 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

วิธีการหาปริมาณกรด โดย AOAC	หน้า 1ผ
วิธีการใช้เครื่องวัดความแข็งแรงของเจล Ridgelimeter	หน้า 2ผ
แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ	หน้า 7ผ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเยลลี่ฝรั่ง ที่ได้จากน้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 8ผ

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเยลลี่ฝรั่ง ที่ได้จากน้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 9ผ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ฝรั่ง ที่ได้จากน้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 10ผ

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของเยลลี่ฝรั่ง ที่ได้จากน้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 11ผ

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเยลลี่ฝรั่ง ที่ปรับปรุงสี ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 12ผ

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเยลลี่ฝรั่ง ที่ปรับปรุงสี ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 13ผ

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของเยลลี่ฝรั่ง ที่ปรับปรุงสี ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 14ผ

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ฝรั่ง ที่ปรับปรุงสี ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85°c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดที่อัตราส่วนต่างๆ หน้า 15ผ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาคผนวก

รูปที่ 1 การเตรียมฝรั่งและน้ำก่อนการสกัดเปกติน หน้า 3ผ

รูปที่ 2 การสกัดเปกตินจากฝรั่ง โดยให้ความร้อนบน hot plate ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 80-85 °c ตามเวลาที่กำหนด หน้า 3ผ

รูปที่ 3 ลักษณะน้ำที่กรองได้จากการสกัดเปกตินหลังผ่านการให้ความร้อนแล้ว หน้า 4ผ

รูปที่ 4 เครื่อง Ridgelimeter ที่ใช้วัดค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้ หน้า 4ผ

รูปที่ 5 ลักษณะการเตรียมถ้วยแก้วและเยลลี่ที่ได้ หน้า 5ผ

รูปที่ 6 การวัดความแข็งแรงของเจลที่ได้โดยใช้ Ridgelimeter และการอ่านค่าบนเวอร์เนียของเครื่อง หน้า 5ผ

รูปที่ 7 เยลลี่ที่ผ่านการปรับปรุงสีบรรจุในขวดแก้ว หน้า 6ผ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ฝรั่งเป็นผลไม้ที่สามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปี หากเรามีการนำเอาฝรั่งนี้มาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆได้ นอกเหนือจากการรับประทานสดแล้ว ก็จะทำให้เกิดประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมอาหารมากขึ้น และจากการศึกษาพบว่า ฝรั่งเป็นผลไม้ที่มีปริมาณเปกตินอยู่สูงมาก เราจึงสามารถนำเอาคุณสมบัติข้อนี้มาทำการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ โดยจะนำเอาฝรั่งมาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่ฝรั่ง และใช้เปกตินซึ่งมีอยู่ในผลฝรั่งทดแทนเปกตินที่จะเติมลงไปบางส่วน เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตได้

ในการศึกษาปัญหาพิเศษเกี่ยวกับเยลลี่ฝรั่งนี้ จะมีการศึกษาเวลาที่เหมาะสมและตัวสกัดที่เหมาะสมที่จะใช้ในการสกัดเปกตินจากฝรั่ง ให้ได้ปริมาณเปกตินมากที่สุด และทำการปรับปรุงกลิ่นรสของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด โดยการเติมน้ำฝรั่งสดและปรับปรุงสี ตลอดจนศึกษาถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้น เพื่อดูการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นได้

ท้ายนี้ หวังอย่างยิ่งว่า ปัญหาพิเศษฉบับนี้ จะเป็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับเยลลี่ฝรั่งต่อไปในอนาคต เพราะนอกเหนือจากที่ทำการศึกษาแล้ว ยังมีอีกหลายประเด็นที่สามารถทำการศึกษาได้อีก เช่น การปรับปรุงกลิ่นรสของเยลลี่ที่ได้ซึ่งอาจใช้ผลไม้ หรือน้ำผลไม้อื่นๆเติมลงไป จึงหวังว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำและกรดเป็นตัวสกัด

2. ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปกตินของฝรั่งที่สกัดได้ในการทำเยลลี่โดยหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งในเวลาที่ดีที่สุดกับน้ำฝรั่งสด

3. ปรับปรุงคุณภาพด้านสี กลิ่นรสของเยลลี่ฝรั่งให้เหมาะสม

4. หาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ฝรั่ง (GUAVA) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์คือ Psidium guajava อยู่ในวงศ์ Myrtaccae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในอเมริกาใต้และอินเดีย มีการนำเอาพันธุ์ฝรั่งเข้ามาปลูกในประเทศไทยจากหลายประเทศ เช่น จีน อินเดีย และเวียตนาม เข้ามาปลูกจนแพร่หลายและกลายเป็นผลไม้พื้นบ้านของคนไทย

ฝรั่ง มีอยู่หลายพันธุ์ด้วยกัน อาจแบ่งเป็นกลุ่มพันธุ์ต่างๆไว้ 3 กลุ่ม คือ (กลุ่มรักเกษตร, 2531)

1. กลุ่มรับประทานสด
2. กลุ่มไม้ประดับ
3. กลุ่มแปรรูป

ซึ่งจะแยกแยะพันธุ์ตามกลุ่มต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มรับประทานสด แยกกลุ่มตามถิ่นกำเนิดหรือถิ่นเดิม คือ

1.1 ฝรั่งพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ พันธุ์ขี้นก ผลมีขนาดเล็กมาก รูปร่างมีทั้งกลม และ รูปไข่ป่องปลาย ผิวเรียบ เนื้อสีชมพู เนื้อยาง รสหวานอมเปรี้ยว หรือมีรสฝาดปน มีเมล็ดจำนวนมาก เมล็ดมีขนาดเล็กและแข็ง ลำต้นแข็งแรง ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้ดีมาก แม้ไม่ต้องดูแลรักษา ก็ให้ลูกให้ผลได้ แต่ไม่นิยมเพาะปลูก เพราะเนื้อน้อย แพร่กระจายได้โดยการถ่ายเทออกมากับมูลนก ลำต้นมีการเจริญเติบโตช้า

1.2 ฝรั่งพันธุ์จีน ได้แก่ พันธุ์บางเสาธง หรือพันธุ์หลวงท่องสื่อ ผลมีขนาดกลางค่อนข้างใหญ่ มีน้ำหนักผลละ 350 - 450 กรัม รูปร่างเป็นรูปไข่ ค่อนข้างยาว ตอนบนเรียบ ผิวขรุขระแต่เป็นมัน สีเขียวจัด ผลสุกสีนวล เนื้อชั้นกลางมีสีขาว เนื้อหนาปานกลาง รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดมาก กลิ่นมาก ให้ผลดก ลำต้นแข็งแรง และแตกกิ่งก้านสาขาแผ่กว้าง ไม่สูงและให้ผลไม่ดก

1.3 ฝรั่งพันธุ์อินเดีย แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทมีเมล็ด และไม่มีเมล็ด มีถิ่นเดิมมาจากประเทศอินเดีย และได้นำเข้ามาในประเทศไทย เมื่อ 25- 30 ปีที่แล้ว โดยแบ่งออกเป็น

1.3.1 พันธุ์ไม่มีเมล็ด ได้แก่ พันธุ์อีแห้ว มีผลกลมขนาดกลางหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดใหญ่ ผิวค่อนข้างขาว ตอนบนเรียบ แต่โดยทั่วไป ผิวจะขรุขระ เนื้อหนามาก รสหวาน เนื้อกรอบ ไม่มีรสเปรี้ยว ไม่มีเมล็ด หรือมีเพียง 4-5 เมล็ด ลำต้นแข็งแรงและแผ่กว้างมาก ไม่สูงและให้ผลไม่ดก

1.3.2 พันธุ์มีเมล็ด ได้แก่

- พันธุ์อาลาฮาบัด ผลกลม ค่อนข้างใหญ่ ผิวขรุขระ เนื้อหนา รสหวานอม เปรี้ยว เนื้อกรอบ

- พันธุ์ลัคเนาว์ เบอร์ 16 ผลขนาดใหญ่มาก เนื้อหนา มีเมล็ด มีรสหวานอม เปรี้ยวเล็กน้อย ให้ผลดก ต้นเป็นพุ่มกว้าง

- พันธุ์ผลรูปสาลี่ (KARELA) ผลขนาดใหญ่ รูปร่างคล้ายผลสาลี่ ผลเรียบ เนื้อหนา กรอบ ฉ่ำน้ำ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ให้ผลดกปานกลาง

- พันธุ์ผลกลม ผลค่อนข้างกลม ขนาดปานกลาง ผิวสีเขียวอ่อนออกขาว เนื้อสีชมพูอ่อน เนื้อในกลางสีชมพู รสหวาน กรอบและดก

- พันธุ์อินเดียค่อม ผลขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-6 เซนติเมตร รูปไข่ ค่อนข้างยาว เมื่อแก่ ผิวจะมีสีเขียวอ่อน ผลขนาดปานกลางและเนื้อหนาปานกลาง เมล็ดเล็กและแข็ง ทรงต้นสูงประมาณ 2 เมตร

1.4 ฝรั่งพันธุ์เวียตนาม ผลมีขนาดใหญ่ มีผิวสีเขียวอ่อน เนื้อหนา แน่นและกรอบ มีเมล็ดจำนวนมาก ให้ผลดก ขนาดของผลประมาณผลละ 700-1200 กรัม ผิวขรุขระ ลำต้นแข็งแรงมาก มีทรงต้นที่แผ่กว้างมาก มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในประเทศเวียตนาม แบ่งออกได้หลายพันธุ์ ตามรูปร่าง และลักษณะของผลที่กลายพันธุ์ออกไป ได้แก่

- พันธุ์กลมสาลี่ ผลกลม มีขนาดใหญ่ มีผิวสีเขียวอ่อน เนื้อแน่น หนาและกรอบ รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย

- พันธุ์ยาวเศวต (ศรีวิชัย 1) ผลขนาดใหญ่มาก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร รูปร่างยาว รสหวาน ผิวมีสีอ่อนเกือบขาว

- พันธุ์กลมทูลเกล้า (ศรีวิชัย 2) ลักษณะเหมือนพันธุ์ยาวเศวต แต่มีรูปร่างผลกลมมากกว่า ลักษณะใบกลม รสชาติเหมือนพันธุ์ยาวเศวต

- พันธุ์บางกอกแอ๊ปเปิ้ล เป็นฝรั่งลูกผสมระหว่างพันธุ์กลมสาลี่และพันธุ์อีแห้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีลักษณะของพันธุ์กลมสาลี่คือ มีผลขนาดใหญ่ ผิวผลสีเขียวอ่อน เนื้อหนาแน่น กรอบ รสหวานอม เปรี้ยวเล็กน้อย และมีลักษณะของพันธุ์อีแห้วคือ ไม่มีเมล็ด ทำให้ผลสุกช้า เมื่อสุกแล้วเนื้อไม่เละ

2. กลุ่มฝรั่งประดับ เช่น

2.1 พันธุ์จิ๋วใบจีบ มีทรงต้นเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ใบขนาดเล็ก แคบ ลักษณะใบเป็นจีบ ผลเล็กมาก กลม ผิวเรียบ เนื้อบาง

2.2 พันธุ์ใบเล็ก มีทรงต้นแบบเดียวกับพันธุ์จิ๋วใบจีบ ใบมีขนาดเล็กและแคบ ดอกสีขาว ผลสีเขียวเข้ม ขนาดเล็กมาก ผิวเรียบ เนื้อบาง

3. กลุ่มฝรั่งแปรรูป เป็นฝรั่งที่มีลักษณะเหมาะสมที่ใช้ในการแปรรูปต่างๆ เช่น คั้นเป็นน้ำฝรั่ง พันธุ์ประเภทนี้ ได้มีการนำเข้ามาในประเทศไทยไม่นานมานี้ ได้แก่ พันธุ์เบอร์มองท์ (BEAUMOUNT) และพันธุ์คาฮัวคูลา (KAHUAKULA) มีลักษณะผลที่ไม่ใหญ่มากนัก ผลกลม ผิวเรียบ เนื้อไม่แน่น ที่สำคัญคือ มีเนื้อที่ฉ่ำน้ำมาก เนื้อสีชมพู กลิ่นหอม มีลำต้นแข็งแรง แผ่กิ่งก้านสาขากว้าง

ฝรั่ง เป็นผลไม้ ที่อุดมด้วยวิตะมิน โดยเฉพาะ วิตะมินซีและเอนั้น มีมากกว่ามะนาวถึง 4 เท่า คุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งสด ได้แสดงไว้ ดังตารางที่ 1

สำหรับวิตะมินซีซึ่งมีอยู่ในฝรั่งนั้น ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของฝรั่ง บางพันธุ์มีวิตะมินซีเฉลี่ยถึง 95 มิลลิกรัม/น้ำหนักฝรั่ง 100 กรัม จากการวิเคราะห์พบว่า ฝรั่งพันธุ์ขี้นกมีวิตะมินซีมากที่สุด และเนื่องจากฝรั่งมีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย ดังที่แสดงในตารางที่ 1 แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะสีของเนื้อฝรั่งจะพบว่า ฝรั่งจะมีลักษณะสีอยู่ 2 สี คือ สีขาว และสีชมพูอมแดง ซึ่งทั้ง 2 พันธุ์นี้ จะให้คุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันออกไป ได้มีการวิเคราะห์ เพื่อหาความแตกต่างของคุณค่าทางอาหารที่แตกต่างกันทั้ง 2 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 2 (วันชัย ,2524) ส่วนในตารางที่ 3 จะเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาคุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งสด โดย FAO (1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงถึงคุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งสดซึ่งวิเคราะห์โดย กองโภชนาการ กรมอนามัย

องค์ประกอบ	ปริมาณ
วิตะมินบี 1	0.06 มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตะมินบี 2	0.13 มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตะมินซี	160.00 มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตะมินเอ	89.00 มิลลิกรัม/100 กรัม
ค่าพลังงานความร้อน	51.00 กิโลแคลอรี่/100 กรัม
แคลเซียม	13.00 มิลลิกรัม/100 กรัม
ฟอสฟอรัส	0.50 มิลลิกรัม/100 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	25.00 กิโลกรัม/100 กรัม
โปรตีน	11.60 เปอร์เซนต์
เส้นใย	0.90 เปอร์เซนต์
ไขมัน	6.00 เปอร์เซนต์
ความร้อน	80.70 เปอร์เซนต์

ที่มา : กลุ่มรักเกษตร,2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งพันธุ์เนื้อสีชมพูอมแดงและพันธุ์เนื้อสีขาว

องค์ประกอบ	พันธุ์เนื้อสีชมพูอมแดง	พันธุ์เนื้อสีขาว
น้ำ (เปอร์เซนต์)	65.4	72.3
คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซนต์)	26.8	20.4
ไขมัน (เปอร์เซนต์)	0.4	0.4
โปรตีน (เปอร์เซนต์)	1.0	1.2
เถ้า (เปอร์เซนต์)	0.7	0.7
แคลอรี่ (หน่วย)	124.0	99.0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	33.0	22.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	28.0	34.0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.6	0.8
วิตะมินเอ (มิลลิกรัม)	105.0	106.0
วิตะมินซี (มิลลิกรัม)	126.0	104.0
วิตะมินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.06	0.07
เส้นใย (เปอร์เซนต์)	5.7	5.0

ที่มา: วันชัย, 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งสด ซึ่งวิเคราะห์โดย FAO

องค์ประกอบ	ปริมาณ	
น้ำ	80.0	กรัม/100กรัม
โปรตีน	1.0	กรัม/100กรัม
ไขมัน	0.4	กรัม/100กรัม
คาร์โบไฮเดรต	13.0	กรัม/100กรัม
กิโลแคลอรี่	58.0	กรัม/100กรัม
วิตะมินเอ	20.0	I.V/100กรัม
บี 1	0.05	มิลลิกรัม/100กรัม
บี 2	0.04	มิลลิกรัม/100กรัม
ซี	200.0	มิลลิกรัม/100กรัม
ไนอะซิน	1.0	มิลลิกรัม/100กรัม
แคลเซียม	15.0	มิลลิกรัม/100กรัม
เหล็ก	1.0	มิลลิกรัม/100กรัม

ที่มา : FAO (1973)

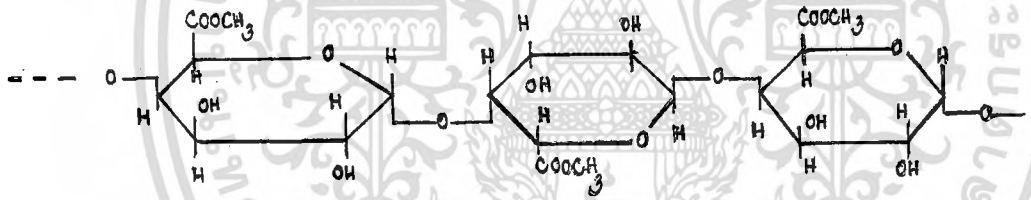
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปกติน

เปกติน มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก "Pextos" หมายถึง การเปลี่ยนรูปจากของเหลวไปเป็นของแข็งเมื่อเย็นหรือแข็งตัว มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ซึ่งมีชื่อเรียกต่างๆกันไป

สารเปกติก (PECTIC SUBSTANCE) เป็นสารพวก complex colloidal carbohydrate derivative ที่เรียกว่า polygalacturonides ที่ต่อกันด้วยพันธะ α 1-4 linked galacturonic acid เป็นลูกโซ่ยาว โดยที่ไม่มีแขนงเกิดขึ้นเลย ซึ่งหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ในโครงสร้างส่วนใหญ่ ถูกเอสเทอริฟายด์ (esterify) ด้วยเมธานอล ปริมาณของหมู่เมธิลเอสเทอร์(methyl ester group) ในโครงสร้าง เป็นตัวกำหนดชนิดของสารเปกติก

Meyer และ Mark (1930) ได้พิสูจน์ว่า polymer ของ pectin จับกันแบบ glycocidic linkage ชนิด 1-4 linkage



รูปที่ 1 Polygalacturonic acid from pectin

Morell และคณะ (1955) กล่าวว่า เปกตินเป็นโพลีเมอร์ที่มีโครงสร้างประกอบด้วย methyl .group ของ galacturonic acid เป็นโมเลกุลที่มี chain ยาว Janson et.al. (1955) พบว่า chain ที่เกิดขึ้นอย่างน้อยมี 32 galacturonic unit แต่ละ chain ประกอบเป็นโครงใหญ่ โดยการแตกกิ่งเป็น polymer ขนาดโมเลกุลมีตั้งแต่ 16,000-50,000 unit (Suedbery และ Gralen;1952) (Owens et.al,1952) กล่าวว่า เปกตินอาจมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 100,000 และในตามธรรมชาติ อาจมีน้ำหนักโมเลกุลถึง 200,000

CH_3O ที่เกาะกับ galacturonic acid เป็นตัวสำคัญทำให้เกิด gel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pectic substance อาจจะอยู่ใน form ของ proto pectin, pectin acid, pectins ซึ่งมีทั้งพวกที่ละลายน้ำได้และละลายไม่ได้

โปรโตเปกติน (PROTOPECTIN) เป็นชื่อที่ใช้เรียกสารต้นกำเนิดของสารเปกติน เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ พบทั่วไปในพืช โดยเฉพาะส่วนของผลมีมากที่สุด จะพบโปรโตเปกตินในผลไม้ดิบ และเมื่อผลไม้เริ่มสุก โปรโตเปกตินจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเปกตินซึ่งละลายน้ำได้ โดยการกระทำของเอนไซม์โปรโตเปกติเนส หรือถ้านำผลไม้มาต้มให้สุกในสารละลายกรด โปรโตเปกตินจะถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นเปกตินได้ และถ้าต้มผลไม้ในสารละลายด่างเช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ โปรโตเปกตินจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปโปรโตเปกติเนท เมื่อทำ acidification จะได้เป็นกรดเปกตินิก

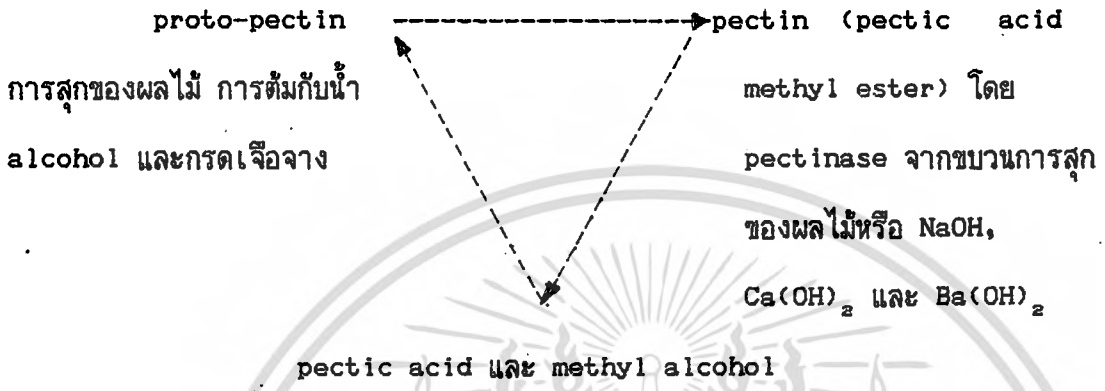
มีการค้นพบ proto-pectin ในเนื้อเยื่อของพืช และตั้งชื่อว่า pectose บางคนก็ตั้งชื่อว่า pecto cellulose Sucharipa พบว่า pecto cellulose ในผิวพวกตระกูลส้มเป็น pectin ของ cellulose และทนต่อการถูก hydrolyse ด้วยกรด

Proto-pectin เป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ถ้าถูก hydrolyse เป็น pectin ที่ละลายน้ำได้ (water soluble pectin) ดังนั้นใน cellผลไม้ proto-pectin จะเกิดขึ้นระหว่าง cell เมื่อเกิดการเปลี่ยนรูปไปเป็น pectin จะทำให้เกิดการแตกตัวของเซล ทำให้เนื้อเยื่อของผลไม้อ่อนตัว (เป็น factor หนึ่งของการอ่อนตัวของผลไม้)

Proto-pectin มีมากในผลไม้ห่าม และเมื่อผลไม้สุก (เริ่มสุก) proto-pectin จะถูก hydrolyse โดย enzyme ให้เปลี่ยนเป็นเปกติน และเมื่อผลไม้สุกเกินไปจนเริ่มเน่า เปกตินส่วนใหญ่จะสลายตัว เพื่อให้ methyl alcohol และ pectin acid ที่ไม่ละลายน้ำ การนำเอาผลไม้สุกเกินไปมาทำเยลลี่ ย่อมมีเปกตินไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของ pectin acid, pectin และ proto-pectin สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของ pectin acid, pectin และ proto-pectin

<u>เปกติน (PECTIN)</u>

pectin ทั้งหมด เป็น pectinic acid โดยที่ pectinic acid มีความสัมพันธ์กับ polygalacturonic acid ดังรูปที่ 3 โดย G-COOH แสดงเป็น anhydrogalacturonic acid

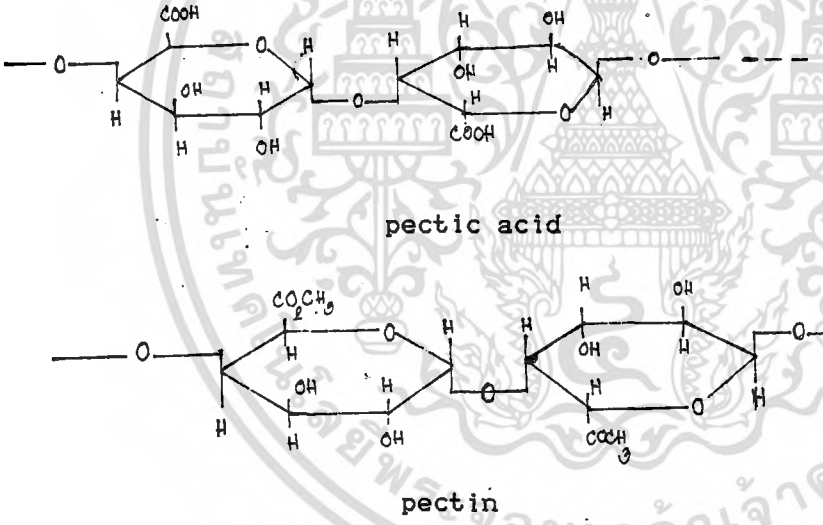
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G-COOH	G-CO-O-CH_3	G-CO-O-CH_3
G-COOH	G-COOH	G-CO-O-CH_3
G-COOH	G-CO-O-CH_3	G-CO-O-CH_3
G-COOH	G-COOH	...
G-COOH	G-COOH	...
...	G-COOH	...
...	G-CO-O-CH_3	...
G-COOH	...	...
G-COOH	...	...
...	G-CO-O-CH3	G-CO-O-CH_3
...	G-CO-O-CH_3	G-CO-O-CH_3
...	...	...
...	...	...
etc	etc	etc
polygalacturonic acid or pectic acid	pectinic acid (pectin)	Ideal (fully esterified pectinic acid)

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง polygalacturonic และ pectinic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น เปกติน จึงหมายถึง กรดเปกตินิกที่มีส่วนประกอบของ methyl ester และ degree of neutrallization ในปริมาณที่สามารถจะทำให้เกิดเจลกับน้ำตาลและกรดได้ ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งถ้าขจัด methyl group ออกไปจนหมด จะได้เป็นกรดเปกติก เปกตินมีคุณสมบัติเป็นสารที่ละลายน้ำได้ นอกจากนี้ยังสามารถละลายได้ใน dimethylsulphoxide, formamide และ glycerol ที่ร้อน แต่จะไม่ละลายในสารอินทรีย์ การละลายในน้ำจะลดลง เมื่อโมเลกุลมีความยาวเพิ่มขึ้น ความหนืดของเปกตินในน้ำขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุล และ degree of esterification, ionic strength, pH, อุณหภูมิและความเข้มข้นของ polysaccharides น้ำหนักโมเลกุลของเปกติน จะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด เช่น มีค่า 40,000- 50,000 และ 200,000-300,000 ในส้มและแอ๊ปเปิ้ล ตามลำดับ



รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างทางเคมีของ pectic acid และ pectin

จากการศึกษาการเกิด methanol ในน้ำผลไม้และไวน์ มักจะเกิดจาก pectic materials ที่มีอยู่ในผลไม้ และ methyl ester group สามารถ remove ออกจาก pectinic acid ได้ง่าย โดยtreat ด้วย alkali และการเกิดเจลจาก pectin solution ได้โดยการเติม calcium salt นอกจากนี้ การ demethylation ของ pectinic acid ทำโดยใช้ pectase enzyme (E.Fremy, 1840)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

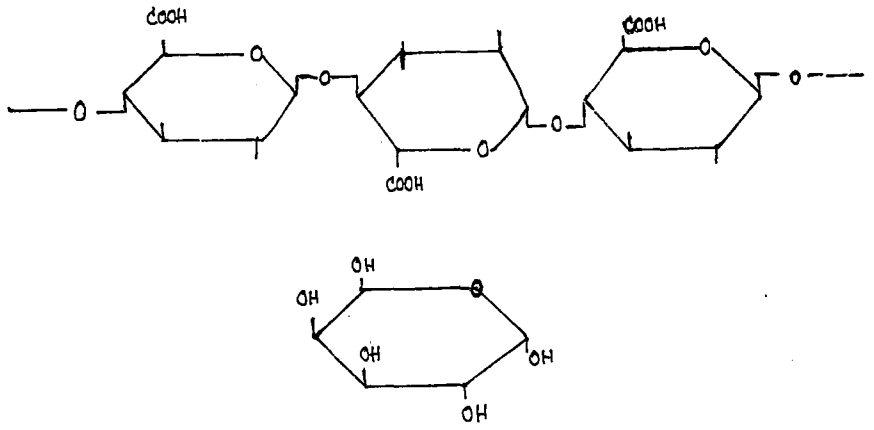
กรดเปกตินิก (PECTINIC ACID) ใช้เรียกเมื่อ polygalacturonic acid มี methyl ester group อยู่บางส่วน ภายในโครงสร้างที่มีสภาวะเหมาะสม คือมีส่วนประกอบของน้ำตาลและกรดอยู่ กรดเปกตินิกสามารถเกิดเจลได้ แต่ถ้ามีปริมาณ methoxyl ต่ำ การจะเกิดเจลได้ จำเป็นจะต้องมีอนุภาคของโลหะอยู่ด้วย methoxyl group (CH_3O) คือ ส่วนของเมธานอลที่ไปแทนที่ carboxylic acid group ของ galacturonic acid ซึ่งปริมาณ methoxyl group นี้ จะใช้เป็นเครื่องวัด degree of esterification ดังนั้น degree of esterification หมายถึง จำนวนของ carboxyl group ที่ถูก esterify โดยคำนวนเป็นเปอร์เซนต์ต่อจำนวน galacturonic acid ทั้งหมด

กรดเปกติก (PECTIC ACID) คือ galacturonic acid ที่ไม่มี methyl group อยู่ในโมเลกุลโปรโตเปกติเนส (protopectinase) และสามารถเปลี่ยนโปรโตเปกตินซึ่งไม่ละลายน้ำ ไปเป็นเปกตินซึ่งละลายน้ำได้

pectin สามารถ hydrolyse ได้โดย กรด ด่าง และเอนไซม์ได้ โดยขั้นแรก เกิดการ hydrolyse ที่ methoxyl group (CH_3O) ทำให้ได้ pectic acid ซึ่งไม่ละลายน้ำ ถ้าเกิด hydrolyse อย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าการ hydrolyse ไม่สมบูรณ์ จะได้ pectinic acid ซึ่งมี methoxyl group เกาะกับ galacturonic acid บางส่วน

ในธรรมชาติ มักไม่พบ pectic acid นอกจากจะทำการสังเคราะห์เพื่อการทดลอง pectic acid เป็น polygalacturonic acid ซึ่งเกิดจาก D-galacturonic acid unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 polygalacturonic acid (pectic acid) และ

D-galacturonic acid

แหล่งที่พบสารเปกติน

สารเปกติก (pectic substance) อยู่ในเนื้อเยื่อของพืช ตรง middle lamella เช่น อยู่ที่ intercellular cementing layer และใน primary cell wall ของพืช

เปกตินเป็นสารที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อ (membrane)นั้น จะเกิดขึ้นในพืชช่วงที่มีการแบ่งเซล เปกตินที่ปรากฏในตอนแรกจะเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ คือโปรโตเปกติน การสังเคราะห์ จะเกิดขึ้นในขั้นแรกของการเจริญเติบโต เมื่อมีการเพิ่มพื้นที่ของผนังเซล เนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยสารจำพวกลิกนินหรือเซลแก่ จะมีส่วนประกอบของสารเปกตินอยู่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตคือ ผนังเซล จะมีปริมาณเปกตินอยู่สูง

เปกตินจะพบได้ในผลไม้ทั่วๆไป ปริมาณที่พบจะต่างกันไป ในแต่ละส่วนของพืชและชนิดของผลไม้ ดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5 ส่วนรูปที่ 6 จะแสดงถึงการกระจายของสารต่างๆภายในผนังเซลที่แก่ของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณเปกตินที่มีในเนื้อเยื่อพืชบางชนิด

source	pectin %
cotton fibre	0.7
tobacco stem	14.24
tobacco leaf	14.12
pine cambium	16.60
lemon seed	6.0
lemon rind	32.0
lemon pulp	25.0
turnip	10.0
sugar beet pulp	30.0
pineapple orange peel	20.0
pineapple orange membrane	29.0
pineapple orange juice sac	16.0
apple	4.0-7.0
apple pomace	15.0-20.0
carrot	110.0
horseradish	15.0

ที่มา: Whistler, 1953

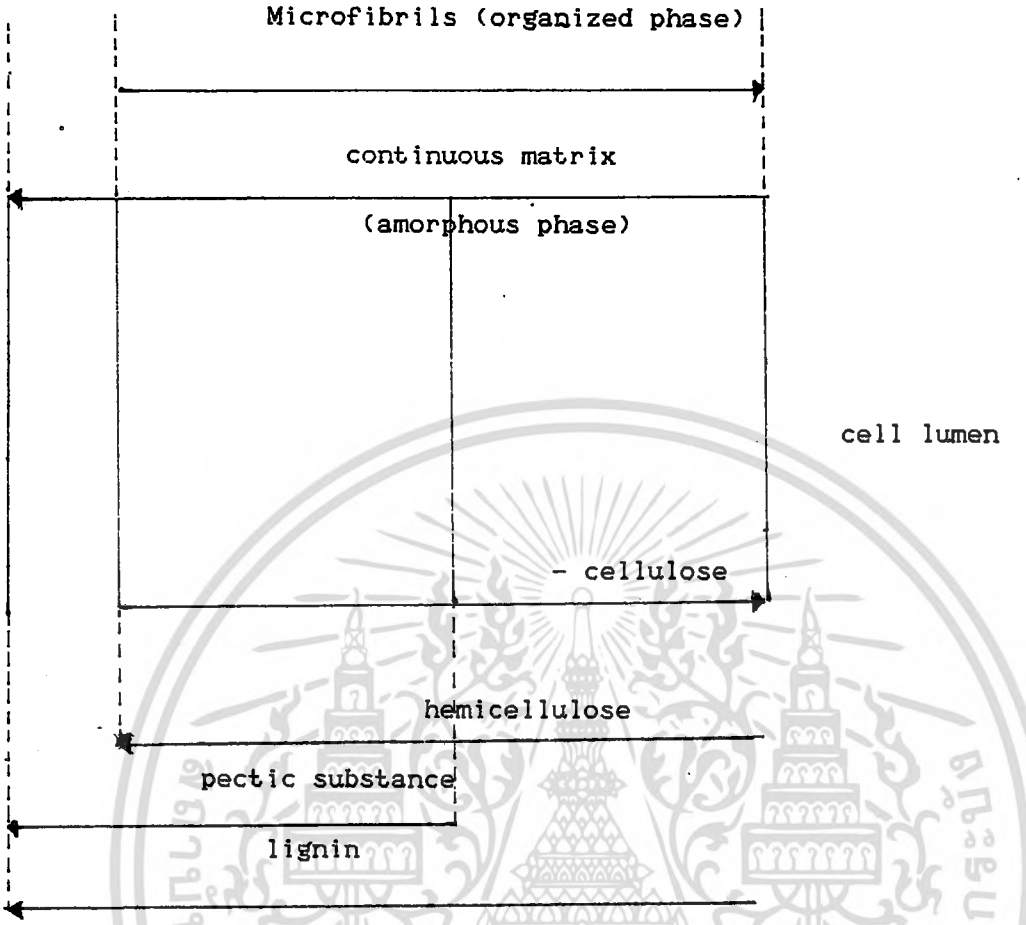
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเปกตินที่มีอยู่ในผลไม้บางชนิด

fruit	pectin %
tomatoes	0.2-0.5
strawberries	0.6-0.7
raspberries	0.7-1.0
peaches	0.3-1.2
grapes	0.2-1.0
apples	0.5-1.6
pears	0.5-0.8
grapefruit	1.6-4.5
currants	0.9-1.5
bananas	0.7-1.2
apricots	0.7-1.3
lemons	3.0-4.0

ที่มา: Kertesz, 1951

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 การกระจายของสารต่างๆในผนังเซลที่แก่

(ลูกศรชี้ แสดงทิศทางความเข้มข้นของสารต่างๆที่เพิ่มขึ้น)

<u>เปกตินที่ใช้ในทางการค้า</u>

คุณภาพของเปกตินเรียกว่า "เกรด" หมายถึง ความสามารถในการใช้น้ำตาล คือ ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อปริมาณเปกตินที่สามารถทำให้เกิดเยลลี่ชนิดที่เรียกว่า Sugar solid jelly 65% ซึ่งเป็นคุณภาพมาตรฐาน เช่น pectin 150 grade คือ การใช้น้ำตาล 150 กรัม เปกติน 1 กรัม ทำให้เกิด sugar solid jelly 65% ถ้า pectin 200 grade หมายถึง ปริมาณ เปกติน 1 กรัม สามารถทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly โดยใช้น้ำตาล 200 กรัม หรือ ถ้าเป็นเปกตินเหลว 50 grade หมายถึง ใช้เปกติน 1 แกลลอน น้ำตาล 50 ปอนด์ ทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly 65% ในการปรับมาตรฐานของเปกติน จะใช้การเติมน้ำตาล(dextrose) เพื่อทำให้เนื้อเปกตินเจือจางอยู่ในมาตรฐานที่จะนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเพื่อที่ทำผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ บางครั้งอาจใช้เกลือของบัฟเฟอร์ เช่น โซเดียมซิเตรท เพื่อทำหน้าที่เป็น stabilizer ที่จะควบคุมเวลาในการเกิดเจล

เปกตินที่สกัดได้แล้ว โดยทั่วไปจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. high methoxyl pectin

2. low methoxyl pectin

1. high methoxyl pectin

คือ เปกตินที่ประกอบด้วยหมู่เมธิลที่มาแทนที่หมู่คาร์บอกซิลใน polygalacturonic acid ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็น polygalacturonic acid ที่มี degree of esterification ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป ในการสร้างเจล จะต้องอาศัยน้ำตาลและกรดเข้าช่วย

2. low methoxyl pectin

คือเปกตินที่มี degree of esterification น้อยกว่า 50% ลงไป ในการสร้างเจล ไม่จำเป็นต้องอาศัยน้ำตาลและกรด แต่จะอาศัยเกลือของโลหะ โดยทั่วไป จะใช้ Ca เข้าช่วยในการสร้างเจล

เพราะว่า low methoxyl pectin มีความสามารถในการทำให้เกิดเจลที่คงตัวกับแคลเซียม ในช่วง pH กว้าง จึงใช้งานได้มากกว่า high methoxyl pectin จึงทำให้เปกตินชนิดนี้ มีความสำคัญทางการค้า

ความสัมพันธ์ของ % degree of esterification กับ % methoxyl content แสดงดังตารางที่ 6

จากที่กล่าวว่า ในทางการค้า จะใช้เปกตินชนิด low methoxyl pectin คือ เปกตินที่มี methoxyl ในโมเลกุลต่ำกว่า 7 % แต่เปกตินที่สกัดได้ มักมี methoxyl ประกอบอยู่ด้วยในปริมาณที่มากเกินไป การลด methoxyl สามารถทำได้ 4 วิธี คือ

1. การใช้กรด (acid demethylation) จะต้องมีการควบคุมปริมาณกรด ระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้

2. การใช้ด่าง (alkali demethylation) จะต้องมีการควบคุม ปริมาณด่างที่ใช้ ระยะเวลา รวมทั้งอุณหภูมิ คือ การใช้ด่างจะต้องทำที่อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97086

3. การใช้แอมโมเนีย หรือแอมโมเนียในอัลกอฮอล์

4. การใช้เอนไซม์ เปกตินที่ได้จากวิธีนี้ จะมีความไว (sentitive) ต่อแคลเซียม และกรดได้ดีกว่าวิธีอื่น

degree of esterification %	methoxyl content %
0	6.00
10	1.63
20	3.26
30	4.90
40	6.53
50	8.16
60	9.79
70	11.42
80	13.06
90	14.69
100	16.32

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของ % methoxyl content กับ % degree of esterification

นอกจากการแบ่งเปกตินออกเป็นชนิด low methoxyl และ high methoxyl pectin แล้ว ยังอาจแบ่งเปกตินที่จำหน่ายในท้องตลาดได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. 30DM (degree of methylation) pectin สำหรับในกรณีที่มีน้ำตาลอยู่ในปริมาณน้อย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 DMS pectin ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ

<u>การนำเปกตินไปใช้ประโยชน์</u>

เปกตินถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ผลไม้กระป๋อง หรือน้ำผลไม้ ซึ่งทำหน้าที่ให้ส่วนผสมของอาหารข้นขึ้นและมีความคงตัว ในผลิตภัณฑ์นมใช้เป็นส่วนผสมที่ให้ความเข้มข้น และทำให้เกิด curd และ whey นอกจากนี้ยังใช้ทำน้ำสลัดและอื่นๆ แต่ที่สำคัญและเห็นได้ชัดคือ อุตสาหกรรมที่มีแยมและเยลลี่เป็นส่วนประกอบ ซึ่งแยมและเยลลี่มีส่วนที่คล้ายกันหลายอย่างแต่จะต่างกันที่วัตถุดิบที่ใช้ในการทำ คือ เยลลี่จะทำจากน้ำผลไม้เท่านั้น ส่วนแยมจะมีการเติมเนื้อผลไม้ลงไปในส่วนผสม นอกเหนือจากการใช้น้ำผลไม้แล้ว

ในการทำให้เกิดเจล ปริมาณเปกตินที่เหมาะสมที่สุดในการใช้คือ 1% โดยการใช้เปกตินร่วมกับกรด น้ำ และน้ำตาลในสัดส่วนที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดเปกตินจากฝรั่ง

ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสกัดเปกตินจากฝรั่ง ได้มีการศึกษากันหลายรูปแบบ เช่น ในต่างประเทศได้มีการศึกษาไว้ดังนี้ (J.S.Pruthi,et.al) (1960)

1. ลักษณะ ชนิด และความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการสกัดโดยใช้กรด HCl และ citric acid ที่ความเข้มข้นต่างๆกันปรากฏว่า ที่ 0.75% ของ citric acid(0.117N) จะให้เปกตินที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณมากที่สุด และที่ 0.75% V/V ของ HCl (0.085N) จะให้ปริมาณเปกตินที่สกัดได้เกือบเท่าที่สกัดด้วย citric acid 0.75% แต่คุณภาพที่ได้จะต่ำกว่าเล็กน้อย

2. ปริมาตรของกรดที่ใช้ในการสกัดและให้ปริมาณเปกตินที่ได้รับมากที่สุดจากการสกัดจากผลไม้ ต่ออัตราส่วนของน้ำที่ใช้ เท่ากับ 1:2

3. จำนวนครั้งที่สกัดเปกตินจากฝรั่งพบว่า ในการสกัด 2 ครั้งจะให้ปริมาณเปกติน 92.5 % จากเปกตินที่มีอยู่ทั้งหมดในฝรั่ง

4. เวลาที่ใช้ในการสกัดและอุณหภูมิที่เหมาะสม เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 60 นาที โดยการต้มฝรั่งใน waterbath ที่ 80° c นาน 60 นาที

5. อิทธิพลของ Polyphosphates การเติม Sodium hexameta phosphate ลงไป 2.5 % ของผลไม้ จะทำให้ปริมาณเปกตินที่สกัดได้เพิ่มขึ้น โดยที่ไม่ทำให้คุณภาพของเปกตินเสียไป

6. อิทธิพลของระยะการสุกของผลไม้ ผลไม้ที่ห่ามจะมีปริมาณเปกตินมากกว่าผลไม้ที่สุก

7. เปกตินที่มีอยู่ตามส่วนต่างๆของผลไม้ เปกตินที่ได้จากส่วนต่างๆของฝรั่ง เช่น เปลือก เนื้อ และแกนกลาง จะมีปริมาณเปกตินดังนี้คือ 1.68, 0.60 และ 0.51% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า ปริมาณเปกติน 50% มาจากเนื้อฝรั่ง และเปกตินที่ได้จากแกนกลางจะมี jelly grade ต่ำกว่าเล็กน้อย

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้โดย สุมาลี (2518) กล่าวว่า มีปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสกัดเปกตินทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของเปกตินดังนี้คือ

1. ความเข้มข้นของกรดที่ใช้เป็นสารสกัด ในการสกัดเปกตินจากผลไม้นั้น กรดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14101

นิยมใช้กันคือ HCl และ citric acid และจากการทดลองที่ใช้ HCl เป็นสารสกัด pH หรือความเข้มข้นของกรดที่เหมาะสมคือ กรดไฮโดรคลอริก 0.75% และสารละลายของเปกตินที่ได้จะมีสีชมพูออกน้ำตาล

2. จำนวนกรดที่ใช้เป็นสารสกัด ปริมาณกรดที่เหมาะสมในการสกัด เพื่อให้ได้ปริมาณเปกตินที่มากที่สุดคือ อัตราส่วนระหว่างฝรั่งต่อสารสกัด = 1:2 โดยใช้กรดเกลือเข้มข้น 0.75% อุณหภูมิ 80c

3. เวลาที่ใช้ในการสกัด จากการทดลองนี้ พบว่า เวลาที่ใช้ในการสกัดเปกตินจากผลไม้ มีผลต่อปริมาณเปกตินที่ได้รับ โดยเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 60 นาที จะให้ปริมาณเปกตินสูงสุด (ใช้จำนวนกรด ผลไม้ และความร้อนตามที่กล่าวมาแล้ว)

4. ความแก่อ่อนของฝรั่ง ในฝรั่งดิบ ให้เปกตินในรูป calcium pectate มี 0.7972% เทียบจากน้ำหนักสด และ 5.42% เทียบจากน้ำหนักแห้ง ส่วนในฝรั่งสดมี calcium pectate 0.5961% เทียบจากน้ำหนักสด และ 4.983% เทียบจากน้ำหนักแห้งของผลไม้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณเปกตินในฝรั่งดิบมีมากกว่าในฝรั่งสุก ทั้งนี้เนื่องจาก ในผลไม้ดิบจะมี porto-pectin อยู่ตาม plant tissue ต่างๆ เมื่อเวลาผลไม้สุก จะมี enzyme ที่ทำลาย proto-pectin ไป เช่น enzyme pectinase จึงทำให้ปริมาณเปกตินในผลไม้สุกลดน้อยลง และจากการหา A.U.A.* ในฝรั่งสุกและดิบ มีค่า 70.5845% และ 73.9425% ตามลำดับ

<u>เยลลี่</u>

ตามความหมายของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2521) กล่าวถึงเยลลี่ไว้ว่า

เยลลี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้สด หรือน้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็งผสมกับสารที่ให้ความหวานหรือทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ โดยไม่มีน้ำผลไม้เจือปน

---

* A.U.A. หมายถึง รูปหนึ่งของสารเปกตินที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณเปกตินที่มีอยู่ในผลไม้ โดยหาออกมาในรูป anhydrouronic acid (A.U.A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ส่วนประกอบของเยลลี่ จะต้องเป็นน้ำผลไม้หรือส่วนที่สกัดได้จากผลไม้ และผลไม้ที่ใช้ต้องผ่านการกรองเพื่อทำให้ใสปราศจากชิ้นหรือเศษของผลไม้ และอาจทำให้ข้นขึ้นโดยการระเหยน้ำออก ปริมาณน้ำผลไม้หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ใช้ทำ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนักทั้งหมด

คุณลักษณะของเยลลี่ที่ต้องการ ต้องมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวพอเหมาะสำหรับใช้ทา ต้องมีความใส แสงผ่านได้ ไม่มีชิ้นหรือเศษของผลไม้ปะปนอยู่ มีสี กลิ่นรสตามชนิดของผลไม้ที่ใช้ทำ อาจมีการใช้สีผสมอาหารได้ ตามที่กฎหมายกำหนดไว้ในการปรุงแต่งได้

โดยปกติแล้ว ลักษณะของเยลลี่ที่ดี จะต้องมีปริมาณของเปกติน กรด และน้ำตาลที่เหมาะสมกันในการสร้างเจล จากการศึกษาพบว่า (เกศกาญน์,2531) ผลของปริมาณเปกติน กรด และน้ำตาลที่ทำให้เกิดการสร้างเจลที่ดี จะต้องมีปริมาณเปกติน 1% กรด 0.9-1% และน้ำตาลประมาณ 65 -67.5%

เยลลี่ฝรั่ง (GUAVA JELLY)

ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการทำเยลลี่ฝรั่งในประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งจะสามารถบอกถึงปัจจัยต่างๆในการทำเยลลี่ฝรั่ง (Jose I. Sulit, 1969)ดังนี้

1. ลักษณะของเยลลี่ฝรั่งที่ดี จะได้จากสัดส่วนของน้ำและเนื้อฝรั่งในอัตรา 2:1 โดยใช้กรดชนิดใดชนิดหนึ่งดังนี้คือ กรดซิตริก กรดตาร์ตาริก ในปริมาณ 1%

2. ปริมาณของเปกติน กรด และน้ำตาลที่เหมาะสม มีความสำคัญต่อการผลิตเยลลี่ฝรั่งที่มีคุณภาพดี

3. ถ้าหากปริมาณกรดที่ใช้ไม่เพียงพอ เราสามารถใช้น้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว หรือมีกรดสูงแทนได้ เช่น มะขาม

4. ภาชนะบรรจุประเภทที่เป็น ทองแดง ภาชนะเคลือบอีนาเมล และภาชนะพวกอลูมิเนียม เมื่อนำมาบรรจุเยลลี่ฝรั่ง จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสี คุณสมบัติในการผ่านทะลุของแสง และเนื้อสัมผัส

5. น้ำตาลทรายชนิดฟอกขาวบริสุทธิ์ ไม่มีผลต่อการให้สี การผ่านทะลุของแสง และเนื้อสัมผัสของเยลลี่ที่ดีมากไปกว่าการใช้น้ำตาลทรายธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การใช้ผลึงที่ปอกเปลือกก่อนเป็นวัตถุดิบในการทำเยลลี่ จะให้เยลลี่ที่มีสีใส และสว่างกว่าผลึงที่ไม่ได้ปอกเปลือก

7. การให้ความร้อนที่มากหรือน้อยจนเกินไป มีผลต่อการเกิดสีคล้ำในเยลลี่ที่ได้ จึงควรใช้ความร้อนที่พอเหมาะ (ประมาณ 80c) และในการทำเยลลี่ที่ละมากๆ ก็จะมีผลต่อการเกิดสีคล้ำ เช่นเดียวกัน

8. การใช้กรด sulphuric ในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้ได้เยลลี่ผลึงที่ดี โดยใช้กรด 2กรัมต่อน้ำผลไม้ 1 กิโลกรัม ถ้าหากใช้มากกว่า 4 กรัม/กก. จะมีผลในการเกิดลักษณะเหนียวข้นมากเกินไป และเกิดคาราเมลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. วัตถุดิบ

1.1 ฝรั่ง ใช้ฝรั่งเวียตนามพันธุ์สาลี่ ซึ่งมีขายในท้องตลาดทั่วไป โดยถือว่า ฝรั่งทุกผลมีลักษณะที่เหมือนกันไม่แตกต่างอย่างใด เลือกขนาดผล สีผิว เนื้อสัมผัสที่แข็งกรอบใกล้เคียงกันทั้งหมด

1.2 น้ำตาลทราย

1.3 เปกติน

1.4 น้ำ

1.5 สีเขียวผสมอาหารตราเรเนอร์

2. สารเคมี

2.1 โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์

2.2 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 %

2.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

2.4 กรดซิตริก

2.5 บัฟเฟอร์ pH 4.0 และ 7.0

3. อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1 เครื่องคั้นน้ำผลไม้ electric food grinder

3.2 เครื่องชั่งละเอียด

3.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

3.4 รีแฟรคโตมิเตอร์

3.5 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณกรด

3.6 Hot Plate

3.7 Ridgelimeter

3.8 Thermometer

3.9 อุปกรณ์อื่นๆที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การหาองค์ประกอบของฝรั่งที่เป็นวัตถุดิบ เพื่อศึกษาองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ก่อนทำเป็นผลิตภัณฑ์

1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

- นำฝรั่งมาทำการคั้นน้ำโดยใช้เครื่อง electric food grinder โดยก่อนคั้นน้ำ ให้ชั่งน้ำหนักของฝรั่งสดทั้งหมดไว้

1.2 การชั่งน้ำหนัก

- ชั่งน้ำหนักน้ำฝรั่งที่คั้นได้ และคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักฝรั่งทั้งหมด จากนั้นนำน้ำฝรั่งที่ได้ มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดที่มีอยู่ในรูปของกรดซิตริก ตลอดจนทำการวัด pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) บันทึกผลไว้ และใช้ในการทดลองตอนต่อไป

2. ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80 - 85°c เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ

- นำฝรั่งมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆลูกบาศก์ขนาด 0.5*0.5*0.5 ซม.^{3} ให้สม่ำเสมอกันโดยไม่ใช้ส่วนเมล็ด ชั่งน้ำหนักให้ได้ 250 กรัม เติมน้ำลงไป 500 กรัม จากนั้นนำขึ้นตั้งบน hot plate ต้มไปจนกระทั่งเริ่มเดือด เริ่มทำการจับเวลา และต้มต่อไปจนกระทั่งครบ 15 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิของ hot plate ไว้ให้คงที่ ในช่วง 80-85° c ตลอดการทดลอง

จากนั้น ให้ทำการทดลองซ้ำเช่นเดิม แต่เพิ่มเวลาในการต้มออกไปเป็น 30 45 และ 60 นาทีตามลำดับ ทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ครั้ง

- นำน้ำที่ได้จากการต้มสกัดเปกตินแล้ว มาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ทำการกรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้ หาปริมาณกรดที่มีอยู่ในน้ำนั้น วัดค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

- ทำเยลลี่จากน้ำที่สกัดได้ โดยใช้องค์ประกอบดังนี้

น้ำสกัดจากฝรั่ง 170 กรัม

เปกติน 1.7 กรัม (1%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดซิตริก 0.9-1 % (pH ประมาณ 3.2)

น้ำตาล 65 %

เมื่อได้เยลลี่แล้วให้ทิ้งไว้จนเย็น (24 ชม.) นำมาวัดปริมาณเปกติน โดยใช้ค่า gel strength ซึ่งใช้เครื่อง Ridgelimeter* เป็นตัววัดเปรียบเทียบ จากนั้นให้เปรียบเทียบค่า gel strength ที่ได้ กับ gel strength ของเยลลี่ที่ได้จากการใช้น้ำกลั่น น้ำตาล กรด และเปกติน ตามที่กำหนด (jelly control)

3. ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้กรดซิตริก ปรับpH 3.2เป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80 - 85c เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ

วิธีการทดลอง ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 แต่น้ำที่ใช้ในการสกัดเปกติน จะมีการปรับ pH ให้ได้ 3.2 ก่อนที่จะนำมาทำการสกัด จากนั้นจึงนำมาทำเยลลี่ และเปรียบเทียบค่า gel strength ที่ได้ กับค่า gel strength ของ jelly control เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

4. ศึกษาการหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำเยลลี่ฝรั่ง โดยใช้สัดส่วนของน้ำที่สกัดเปกตินซึ่งใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c 15 นาที กับน้ำผรั่งสด เป็น 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ เพื่อปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจมีบางส่วนถูกทำลายด้วยความร้อน และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำน้ำที่ผ่านการสกัดเปกตินจากฝรั่งที่เวลาในการสกัดเหมาะสมมากที่สุด (ให้ปริมาณเปกตินมากที่สุด) และมีตัวสกัดที่เหมาะสมกว่าจากการทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 3 มาทำเยลลี่โดยใช้องค์ประกอบในการทำเยลลี่ตามตาราง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงอัตราส่วนระหว่างน้ำที่สกัดได้จากฝรั่งกับน้ำฝรั่งสดที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างที่	องค์ประกอบที่ใช้ทำเยลลี่	
	น้ำสกัดจากฝรั่ง(ส่วน)	น้ำฝรั่งสด(ส่วน)
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	0	100

เยลลี่ที่ได้ นำมาทดสอบ gel strength โดยใช้ Ridgelimeter เปรียบเทียบความแข็งแรงของเจล และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5. ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและการยอมรับของเยลลี่ฝรั่งโดยการเติมสีผสมอาหาร

วิธีการทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 4 แต่มีการเติมสีผสมอาหาร(สีเขียวแอ๊ปเปิ้ล ตราเรเนอร์*) ผสมลงไปเพื่อดูความแตกต่างด้านการยอมรับ เปรียบเทียบผลที่ได้กับผลจากการทดลองที่ 4

6. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เยลลี่ฝรั่งที่บรรจุในขวดแก้ว

นำเยลลี่ฝรั่งในอัตราส่วนที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มาทำเป็นเยลลี่บรรจุในขวดแก้ว โดยใช้การบรรจุขณะร้อน (hot filling) ปิดฝาให้สนิท คว่ำขวดลง 5 นาที เพื่อให้เกิดสภาพสูญญากาศภายในขวด จากนั้นทำการบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน และ 2 เดือน ตรวจดูลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

---

* สีเขียวแอ๊ปเปิ้ล ตราเรเนอร์ ประกอบด้วย ตาร์ตาร์ซีน 19140 2.5% บิลเลียนบลู เอฟ ซี เอฟ 42090 0.5% และ กรดน้ำส้ม 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การหาองค์ประกอบของฝรั่งที่เป็นวัตถุดิบ เพื่อศึกษาองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ ก่อนนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาองค์ประกอบของฝรั่งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของฝรั่ง ก่อนนำมาทำการสกัดเปกติน

องค์ประกอบ	เปอร์เซนต์
น้ำหนักของฝรั่งทั้งผล	100
น้ำหนักน้ำฝรั่งที่คั้นได้โดยไม่เอาเมล็ด	45.11
น้ำหนักกากที่เหลือ	54.89
pH ของน้ำฝรั่งที่คั้นได้	3.93
กรดซิตริกที่มีอยู่ในน้ำฝรั่ง	0.2463
ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำฝรั่ง (Brix)	7.8

จากองค์ประกอบที่ศึกษาได้ นำมาใช้เป็นประโยชน์ในการทำเยลลี่ฝรั่ง เนื่องจากสามารถ คำนวณหาปริมาณองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็นสำหรับการสร้างเจลได้อย่างถูกต้อง น้ำฝรั่งสดที่คั้นได้ มีสีเขียวอ่อนๆ มีกลิ่นของผลฝรั่งและเมื่อตั้งทิ้งไว้สักครู่มีตะกอนขนาดเล็กๆเกิดขึ้นที่ก้นภาชนะ ฝรั่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 7.5 % และมีกรดเพียง 0.2463% เท่านั้น ส่วนค่า pH ที่วัดได้ มีค่า 3.93 ซึ่งบอกให้ทราบว่า น้ำฝรั่งมีคุณสมบัติเป็นกรด

2. ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที

เมื่อทำการสกัดเปกตินโดยใช้น้ำ นำน้ำที่ได้มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ต้องใช้ในการทำเยลลี่คือปริมาณกรด pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำนั้นปรากฏว่า ได้ผลตามตารางที่ 9 คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงองค์ประกอบของน้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85c เป็นเวลาต่างๆกัน

น้ำสกัดจากฝรั่ง (นาที)	pH	ของแข็งที่ละลายได้(B)	ปริมาณกรดซิตริก(%)
15	4.52	4.0	0.061
30	4.51	4.4	0.059
45	4.67	4.4	0.093
60	4.68	5.2	0.101

จากตารางที่ 9 พบว่า น้ำที่กัดได้จากฝรั่งที่เวลาต่างๆกัน ให้ผลที่แตกต่างกันเล็กน้อย โดยpH ของน้ำที่สกัดได้ จะอยู่ในช่วง 4.51-4.68 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ pH ของน้ำฝรั่งสดที่คั้นได้จากการทดลองที่ 1 พบว่า น้ำที่สกัดออกมาได้ จะมี pH สูงกว่าน้ำฝรั่งสดเล็กน้อย ส่วนปริมาณกรด และของแข็งที่ละลายได้ก็ต่ำกว่า

และจากตารางที่ 9 จะพบว่า เมื่อทำการสกัดโดยใช้เวลานานขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ กรด และ pH ของน้ำ จะเพิ่มขึ้น แสดงว่า เวลาที่ใช้ในการสกัด มีผลต่อความเข้มข้นของสารต่างๆ เมื่อทำการสกัดนานขึ้น จะทำให้สารต่างๆ มีความเข้มข้นมากขึ้นด้วย

เมื่อนำน้ำที่สกัดได้ทั้ง 4 ตัวอย่าง มาทำเป็นเยลลี่ ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้แล้วนำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจล โดยใช้เครื่อง Ridgelimeter ซึ่งการวัดนี้ จะทำการวัดอย่างคร่าวๆ คือ วัดออกมาเป็นตัวเลขที่อ่านจากเวอร์เนียบนเครื่อง โดยไม่ได้นำไปเทียบกับกราฟและตารางมาตรฐานที่ให้มา และค่าที่อ่านได้ สามารถบอกถึงความแข็งแรงของเจลที่ได้ โดย จะสอดคล้องกับปริมาณเปกตินที่อยู่ในเยลลี่ได้ ดังนี้

ถ้าค่าที่อ่านได้จากเครื่องมีค่ามาก แสดงว่า เจลที่ได้ มีความแข็งแรงน้อย ซึ่งหมายถึงปริมาณเปกตินที่มีอยู่ในเยลลี่นั้น มีค่าน้อยด้วย

ถ้าค่าที่อ่านได้จากเครื่องมีค่าน้อย แสดงว่า เจลที่ได้ มีความแข็งแรงมาก ซึ่งหมายถึงปริมาณเปกตินที่มีอยู่ในเยลลี่นั้น จะมีค่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น เมื่อทำการวัดค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้โดยใช้ Ridgelimeter สามารถอ่านค่าจากเวอร์เนียของเครื่องได้ ดังค่าที่แสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลจากเยลลี่ฝรั่งที่ได้จากการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ วัดได้จากเครื่อง Ridgelimeter

ตัวอย่าง	ค่าที่อ่านได้จากเวอร์เนียของเครื่อง		
	อ่านครั้งแรก	อ่านเมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 นาที	เฉลี่ย
jelly control 1.5% pectin	20.45	21.42	20.94
jelly control 1.0% pectin	29.65	30.64	30.15
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 15 นาที	21.43	22.54	21.99
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 30 นาที	24.04	25.10	24.57
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 45 นาที	26.36	27.49	26.93
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 60 นาที	23.44	24.46	23.95

จากตารางที่ 10 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้ ระหว่างเยลลี่ที่ได้จากน้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ กับ jelly control ที่มีเปกติน 1.0 และ 1.5% ทำให้ทราบว่า ในน้ำที่สกัดออกมาได้จากฝรั่งที่เวลาต่างๆกันนั้น มีปริมาณเปกตินอยู่แตกต่างกันไปดังนี้ ฝรั่งที่ทำการสกัดเปกตินที่เวลา 15 นาทีให้ค่าความแข็งแรงของเจล เท่ากับ 21.99 ส่วนน้ำที่สกัดได้ ที่เวลา 30 45 และ 60นาที จะให้ค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้ เท่ากับ 24.57 26.93 และ 23.95 ตามลำดับ ซึ่งจากค่าที่อ่านได้ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของ jelly control แล้ว พบว่า เยลลี่ที่ได้จากน้ำสกัดเปกตินที่เวลา 15 นาที จะให้ค่าความแข็งแรงของเจล ใกล้เคียงกับค่าของ jelly control ที่มีเปกตินอยู่ 1.5 % มากที่สุด รองลงมาคือ เยลลี่ที่ได้จากน้ำที่สกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่ใช้เวลาสกัด 60 30 และ 45 นาที ตามลำดับ แต่เนื่องจากในการทดลองมีการเติมเปกตินไว้ในน้ำที่สกัดได้ ก่อนที่จะทำเป็นเยลลี่แล้ว 1% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปริมาณเปกตินที่สกัดได้จากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c จะให้เปกตินอยู่ในช่วง 0.2-0.5% โดยเวลาสกัดที่ 15 นาที จะให้ปริมาณเปกตินมากที่สุด ประมาณ 0.5%

3. ศึกษาเวลาที่เหมาะสม ในการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้กรดซิตริกในการปรับ pH เท่ากับ 3.2 เป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ

เมื่อศึกษาการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้กรดซิตริกในการปรับ pH เท่ากับ 3.2 เป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c สามารถแสดงค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้ ตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลจากเยลลี่ฝรั่งที่สกัดด้วยกรดซิตริก ปรับ pH เท่ากับ 3.2 ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ วัดได้จากเครื่อง Ridgelimeter

ตัวอย่าง	ค่าที่อ่านได้จากเวอร์เนียของเครื่อง		
	อ่านครั้งแรก	อ่านเมื่อทิ้งไว้ 1 นาที	เฉลี่ย
jelly control 1.5% pectin	20.45	21.42	20.94
jelly control 1.0% pectin	29.65	30.64	30.15
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 15 นาที	27.65	28.22	27.94
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 30 นาที	27.80	28.74	28.27
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 45 นาที	23.75	24.60	24.18
เยลลี่จากน้ำสกัดที่ 60 นาที	18.45	19.11	18.78

จากตารางที่ 11 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้จากการสกัดด้วยกรดซิตริก ปรับ pH เท่ากับ 3.2 ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เป็นเวลาต่างๆกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

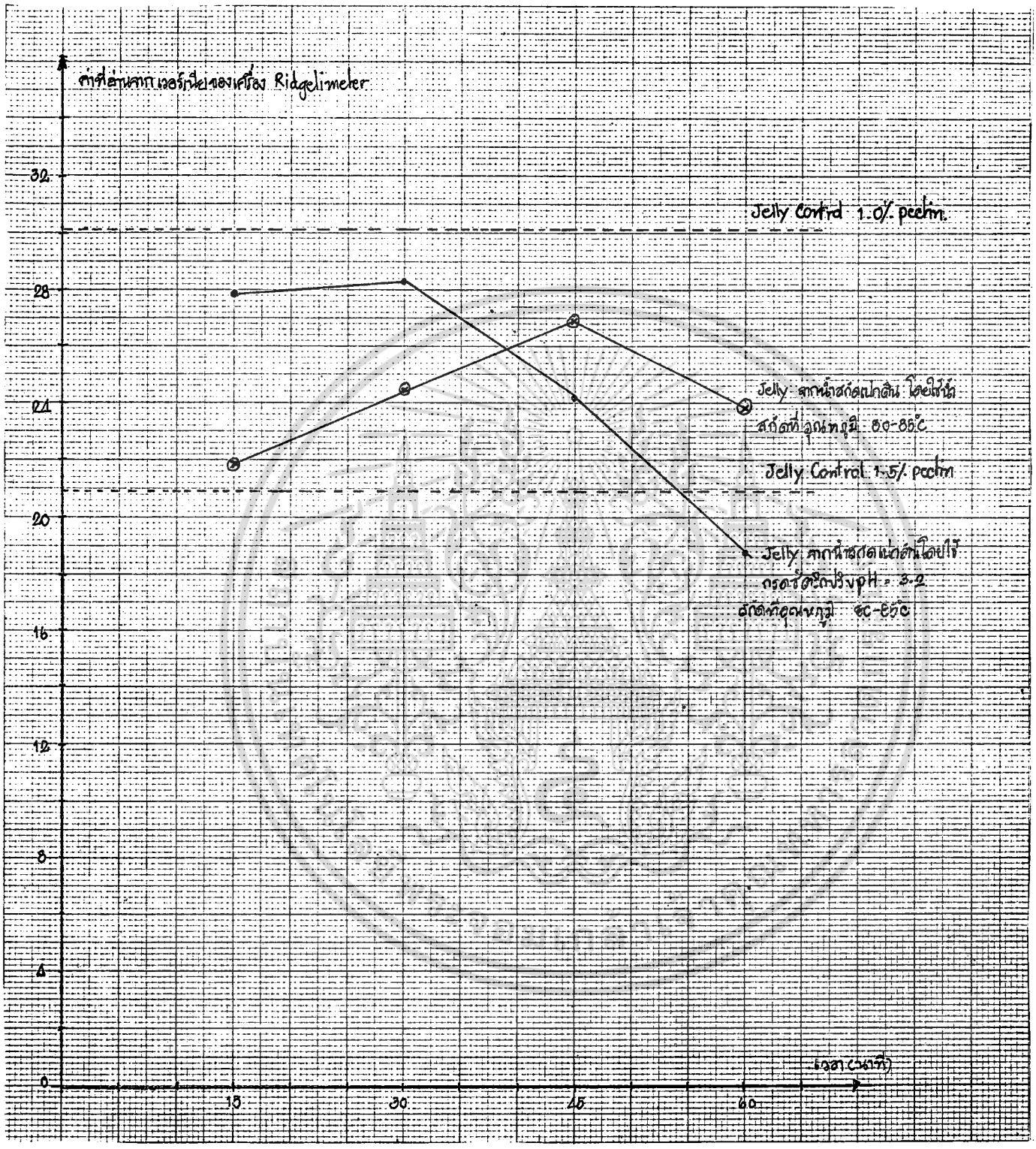
ได้กับค่าของ jelly control พบว่า น้ำที่ใช้กรดซิตริกในการสกัดเปกตินที่เวลา 60 นาที ให้ค่าความแข็งแรงของเจลเท่ากับ 18.78 ส่วนน้ำที่สกัดได้ที่เวลา 15 30 และ 45 นาที ให้ค่าความแข็งแรงของเจลเท่ากับ 27.94 28.28 และ 24.18 ตามลำดับ ซึ่งค่าความแข็งแรลของเจลที่ใช้เวลาในการสกัด 60 นาที มีค่าใกล้เคียงกับ jelly control ที่มีเปกติน 1.5 % มากที่สุด รองลงมาคือ น้ำที่สกัดที่เวลา 45 15 และ30 นาทีตามลำดับ และในการทดลองนี้ มีการเติมเปกตินไว้ในน้ำที่สกัดได้ก่อนการทำเยลลี่แล้ว 1% จะกล่าวได้ว่าปริมาณเปกตินที่สกัดได้จากฝรั่ง โดยการใช้กรดซิตริกปรับ pH เท่ากับ 3.2 จะให้เปกตินในช่วง 0.1-0.5 % โดยน้ำสกัดที่เวลา 60 นาที จะให้ปริมาณเปกตินมากที่สุด คือมีค่ามากกว่า 0.5% เล็กน้อย

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากการทดลองที่ 2 และ 3 โดยใช้รูปที่ 7 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการสกัดเปกตินจากฝรั่งกับค่าที่อ่านได้จากเครื่อง Ridgelimeter ของการใช้น้ำและกรดซิตริกปรับ pH เท่ากับ 3.2 เป็นตัวสกัดที่อุณหภูมิ 80-85 °c จะเห็นได้ว่า ในการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้ตัวสกัดที่แตกต่างกัน ก็จะให้ผลที่ต่างกัน โดยเวลาที่ต่างกันนั้น ก็มีผลต่อปริมาณเปกตินที่สกัดออกมาได้ด้วย

การสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที ให้ปริมาณเปกตินที่สูงสุด ในขณะที่การสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้กรดซิตริกปรับ pH เท่ากับ 3.2 ที่อุณหภูมิ 80-85 °c ใช้เวลา 60 นาที จะให้ปริมาณเปกตินสูงสุด โดยปริมาณเปกตินที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 กรณี ที่กล่าวมาแล้วนั้น ให้ค่าใกล้เคียงกันประมาณ 0.5-0.6% แต่เมื่อคำนึงถึงค่าใช้จ่ายและพลังงานที่สูญเสียไปในการให้ความร้อนเพื่อสกัดเปกตินนั้น จะแตกต่างกันมาก เนื่องจากการสกัดโดยใช้น้ำ ใช้เวลาเพียง 15 นาที ก็สามารถให้เปกตินได้ 0.5% แต่ถ้าใช้กรดซิตริกปรับ pH เท่ากับ 3.2 เป็นตัวสกัด จะใช้เวลานานถึง 60 นาที จึงจะได้เปกติน 0.5-0.6 % แม้ว่าปริมาณเปกตินที่ได้จากการใช้กรดซิตริกสกัดที่ 60 นาที จะสูงกว่าเมื่อใช้น้ำสกัดที่ 15 นาที เล็กน้อยก็ตาม

ดังนั้น ในการเลือกใช้สภาวะในการสกัดเปกตินจากฝรั่ง ที่เหมาะสม ควรเลือกใช้น้ำสกัดโดยใช้น้ำที่ 15 นาที อุณหภูมิ 80-85 °c สำหรับในการทดลองตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการสกัดเปกตินจากฝรั่งกับค่าที่อ่านได้จาก เวอร์เนียของเครื่อง Ridgelimeter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสม ในการทำเยลลี่ฝรั่งโดยใช้สัดส่วนของน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งซึ่งใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด เป็น 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ เพื่อปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจมีบางส่วนถูกทำลายด้วยความร้อน และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ในการชิมเยลลี่ฝรั่งทั้ง 5 อัตราส่วน โดยการชิมแบบ Hedonic Scale เพื่อทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝรั่งระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ตามสัดส่วนต่างๆ

คุณสมบัติ	คะแนนเฉลี่ย				
	อัตราส่วนของน้ำที่สกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด				
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0
สี	4.4	4.73	4.6	4.8	4.2
กลิ่น	2.8	3.07	3.86	3.6	4.4
เนื้อสัมผัส	5	5.6	4.73	5.33	4.87
รสชาติ	3.6	4.6	4.67	4.67	5.13

ระดับคะแนนที่ใช้ 1-3 ชอบน้อย 4-5 ชอบปานกลาง 6-7 ชอบมาก

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติต่างๆของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ตามตาราง สามารถอธิบายได้ดังนี้

สี สีของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ จะมีสีเหลืองออกน้ำตาล พิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการชิมพบว่า เยลลี่ที่ได้จากสัดส่วนระหว่างน้ำสกัดเปกตินที่เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่ 75:25 ได้คะแนนสูงสุดคือ 4.8 ส่วนเยลลี่ที่ได้คะแนนต่ำสุดคือ สัดส่วนระหว่างน้ำสกัดจากฝรั่ง ที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาทีกับน้ำฝรั่งสด เท่ากับ 100:0 ได้คะแนนเท่ากับ 4.2 เมื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าทางสถิติ พบว่า คุณสมบัติทางด้านสีของเยลลี่ฝรั่ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลิ่น สัดส่วนของน้ำสกัดเปกตินโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c 15นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่ได้คะแนนทางด้านกลิ่นสูงสุดคือ 100:0 เท่ากับ 4.4 และสัดส่วนที่ 0:100 ได้คะแนนต่ำสุดคือ 2.8 ส่วนอีก 3 สัดส่วนคือ 25:75 50:50 และ 75:25 นั้น ให้ค่าที่ใกล้เคียงกันคือ 3.07 3.86 และ 3.6 ตามลำดับ เมื่อทดสอบโดยการคำนวณทางสถิติพบว่า เยลลี่ฝรั่งที่ได้ทั้ง 5 สัดส่วนนี้ มีความแตกต่างของกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความแตกต่างกันนี้เกิดจาก สัดส่วนของน้ำฝรั่งสดที่เติมลงไป มีผลให้เยลลี่ที่ได้มีกลิ่นคล้ายฝรั่งสุกซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ยอมรับ โดยเฉพาะ ในเยลลี่ที่ใช้น้ำฝรั่งสด 100 ส่วน จะให้กลิ่นที่ผู้บริโภคยอมรับน้อยที่สุด

เนื้อสัมผัส คะแนนของลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่ทั้ง 5 สัดส่วน มีค่าอยู่ระหว่าง 4.73-5.6 ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณทางสถิติแล้ว ลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่ทั้ง 5 สัดส่วน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื้อสัมผัสของเยลลี่ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ สัดส่วนระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด เท่ากับ 25:75 ได้คะแนน 5.6 ส่วนที่ผู้บริโภคยอมรับน้อยที่สุดคือ สัดส่วน 50:50 ได้คะแนน 4.73

รสชาติ คะแนนทางด้านรสชาติของเยลลี่ฝรั่งทั้ง 5 สัดส่วน เป็นสัดส่วนกับน้ำฝรั่งสดที่เติมลงไป ถ้ามีการเติมน้ำฝรั่งสดมากขึ้น คะแนนและการยอมรับของผู้บริโภคจะลดลง เยลลี่ฝรั่งที่ให้รสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ สัดส่วนที่ใช้น้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่ 15 นาที อุณหภูมิ 80-85 °c ทั้ง 100 ส่วน ได้คะแนน 5.13 ส่วนเยลลี่ที่ได้คะแนนน้อยที่สุด เท่ากับ 3.6 คือ เยลลี่ที่ได้จากน้ำฝรั่งสดทั้ง 100 ส่วน และเมื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณทางสถิติ พบว่าสัดส่วนทั้ง 5สัดส่วน มีความแตกต่างของรสชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยรสชาติจะไม่เป็นที่ยอมรับ ถ้ามีการเติมน้ำฝรั่งสดในการทำเยลลี่มากขึ้นเรื่อยๆ จนเป็นน้ำฝรั่งสดทั้ง 100 ส่วน

5. <u>ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและการยอมรับของเยลลี่ฝรั่ง โดยการเติมสีผสมอาหาร</u>

ในการชิมเยลลี่ฝรั่งที่ได้ทั้ง 5 สัดส่วน ของน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำสกัดที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ใช้วิธีชิมแบบ Hedonic Scale เพื่อทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ซึ่งในการทดลองนี้ มีการเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีผสมอาหารเพื่อเป็นการปรับปรุงสีให้ดีขึ้น ดังในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝรั่งระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาทีกับน้ำฝรั่งสด ตามสัดส่วนต่างๆ ซึ่งมีการปรับปรุงสี

คุณสมบัติ	คะแนนเฉลี่ย				
	อัคราส่วนของน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด				
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0
สี	5.47	5.53	5.27	5.73	5.53
กลิ่น	3.87	4.87	4.8	4.87	5.2
รสชาติ	4.07	4.26	4.67	4.47	5.33
เนื้อสัมผัส	4.73	5.33	5.27	5.53	6.13

ระดับคะแนนที่ใช้ 1-3 ชอบน้อย 4-5 ชอบปานกลาง 6-7 ชอบมาก

จากตาราง พิจารณาคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส แยกเป็นลักษณะต่างๆได้ดังนี้คือ

สี เยลลี่ฝรั่งที่ได้ทั้ง 5 สัดส่วน มีคะแนนการยอมรับด้านสีอยู่ในช่วง 5.27-5.73 ซึ่งสีของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ จะมีสีเขียวใส เมื่อคำนวณทางสถิติพบว่า สีของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำผลการทดลองในข้อนี้ เปรียบเทียบสีที่ได้กับการทดลองที่ 4 ซึ่งไม่มีการเติมสีผสมอาหารลงไป จะเห็นว่า คะแนนการยอมรับในเรื่องสีที่ได้จากการเติมสีในเยลลี่ฝรั่ง มีค่าสูงกว่าเยลลี่ที่ไม่มีการเติมสี จึงกล่าวได้ว่า การเติมสีผสมอาหารมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยจะทำให้ผู้บริโภคเกิดความชอบในผลิตภัณฑ์มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่น กลิ่นของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ มีความแตกต่างกันไป เมื่อมีสัดส่วนของน้ำฝรั่งสดเพิ่มขึ้น คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นก็จะลดลง โดยเฉพาะเยลลี่ที่ได้จากน้ำฝรั่งสด 100 ส่วน ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ 3.87 ส่วนเยลลี่ที่ได้จากน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งซึ่งใช้น้ำสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85c เป็นเวลา 15 นาที ทั้ง 100 ส่วนโดยไม่มีการเติมส่วนของน้ำฝรั่งสดเลย ได้รับคะแนนสูงสุดคือ 5.2 เนื่องจากผู้บริโภคไม่ยอมรับกลิ่นของฝรั่งสุก และเมื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณทางสถิติพบว่า สัดส่วนของน้ำที่สกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c 15 นาที กับน้ำฝรั่งสดทั้ง 5 สัดส่วน คือ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เนื้อสัมผัส เยลลี่ที่ได้จากน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c 15นาที กับน้ำฝรั่งสด เท่ากับ 100:0 ได้รับคะแนนด้านเนื้อสัมผัสสูงสุดคือ 6.13 ส่วนเยลลี่ที่ได้จากน้ำฝรั่งสด 100 ส่วน ได้คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสต่ำสุดคือ 4.73 ส่วนที่เหลืออีก 3 สัดส่วนคือ 75:25 50:50 และ 25:75 มีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 5.27-5.53 การเติมน้ำฝรั่งสด จะมีผลต่อเนื้อสัมผัสที่ได้ ถ้าเติมลงไปมาก จะทำให้คะแนนทางด้านเนื้อสัมผัสลดลง แต่เมื่อคำนวณทางสถิติพบว่า เยลลี่ที่ได้จากทั้ง 5 สัดส่วนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รสชาติ คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของเยลลี่ฝรั่งที่ได้ทั้ง 5 สัดส่วน มีค่าระหว่าง 4.07-5.33 โดยเยลลี่ที่มีสัดส่วนของน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด เท่ากับ 100:0 มีรสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ได้คะแนน 5.33 ส่วนเยลลี่ที่ได้จากน้ำฝรั่งสด 100 ส่วน มีคะแนนด้านรสชาติน้อยที่สุดคือ 4.07 และสัดส่วนที่เหลือคือ 75:25 50:50 และ 25:75 มีค่า 4.47 4.67 และ 4.26 ตามลำดับ

จากการทดสอบทางสถิติพบว่า เยลลี่ที่ได้ทั้ง 5 สัดส่วน มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเยลลี่ที่มีองค์ประกอบของน้ำฝรั่งสดมากขึ้น จะได้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติน้อยลง ทั้งนี้เพราะผู้บริโภคไม่ยอมรับกลิ่นของฝรั่งที่แรงเกินไป

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากการทดลองที่ 4 และ 5 จะเห็นว่า แนวโน้มของคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในแต่ละลักษณะคือ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัส มีค่าไปในทางเดียวกัน แต่จะพบว่า เมื่อมีการปรับปรุงทางด้านสีให้ดีขึ้นแล้ว มีผลทำให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสดีขึ้นกว่าเดิมด้วย และสัดส่วนในการทำเยลลี่ฝรั่งซึ่งผู้บริโภคชอบมากที่สุดคือ สัดส่วนระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด เท่ากับ 100:0 ทั้งนี้เพราะ เมื่อมีการเติมน้ำฝรั่งลงไป การยอมรับจะลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากกลิ่นของฝรั่งที่แรงเกินไป ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การแต่งสีมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่ดีมากขึ้น

6. <u>ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เยลลี่ฝรั่งที่บรรจุในขวดแก้ว</u>

เนื่องจากเยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงมาก และมี pH ต่ำ ซึ่งจัดเป็นพวก High Acid Food ดังนั้นในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พวกนี้ จะใช้สภาวะที่ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน ในการตรวจสอบ และหลังจากการเก็บรักษาไว้ 14 วันแล้ว พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆเกิดขึ้น และไม่มีการเน่าเสียที่เกิดขึ้นจากการทำลายของจุลินทรีย์ และเมื่อทำการเก็บรักษาต่อไปจนครบ 2 เดือน ก็ไม่พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ และยังสามารถทำการเก็บรักษาต่อไปได้อีก โดยที่ไม่เกิดการเน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเกี่ยวกับการทำเยลลี่ฝรั่ง สามารถสรุปได้ว่า

1. องค์ประกอบของน้ำฝรั่งสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเยลลี่ฝรั่งนั้น คิดน้ำหนักของน้ำฝรั่งที่คั้นได้โดยไม่เอาเมล็ดเป็น ร้อยละ 45.11 โดยมีน้ำหนักกากที่เหลือ 54.89 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำฝรั่งที่คั้นได้เป็น 3.93 กรดซิตริกที่มีในน้ำฝรั่งคิดเป็นร้อยละ 0.2463 โดยมีของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 7.8 °Brix
2. เวลาที่ใช้ในการสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c ที่เหมาะสมที่สุด คือ เวลา 15 นาที เนื่องจากจะให้ปริมาณเปกตินที่สกัดได้มากที่สุด ประมาณ 0.5% และให้ค่าความแข็งแรงของเจลที่อ่านได้จากเวอร์เนียของเครื่อง Ridgelimeter เท่ากับ 21.99
3. เวลาที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดเปกตินจากฝรั่ง โดยการใช้กรดซิตริก ปรับ pH เท่ากับ 3.2 เป็นตัวสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c คือเวลา 60 นาที โดยจะให้ปริมาณเปกตินสูงสุดประมาณ 0.5-0.6% และให้ค่าความแข็งแรงของเจลที่อ่านได้จากเวอร์เนียของเครื่อง Ridgelimeter เท่ากับ 18.78
4. สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเปกตินจากฝรั่ง คือ การสกัดด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c โดยใช้เวลาในการสกัด 15 นาที จะให้ปริมาณเปกตินสูงสุดประมาณ 0.5% และอ่านค่าความแข็งแรงของเจลจากเวอร์เนียของ Ridgelimeter ได้เท่ากับ 21.99
5. สัดส่วนที่เหมาะสมในการทำเยลลี่ฝรั่ง ระหว่างน้ำสกัดเปกตินโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ซึ่งผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ 100:0 และควรมีการปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยใช้สีเขียวผสมอาหารเล็กน้อย เพื่อให้เกิดการยอมรับมากขึ้น โดยคะแนนของลักษณะต่างๆทางประสาทสัมผัส มีค่าดังนี้ สี 5.53 กลิ่น 5.2 รสชาติ 5.33 และเนื้อสัมผัส 6.13
6. ปริมาณน้ำฝรั่งที่เติมลงไป มีผลต่อกลิ่นรส และการยอมรับของผู้บริโภค โดยการเติมน้ำฝรั่งสดจะทำให้เกิดกลิ่นคล้ายฝรั่งสุกซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ยอมรับ
7. อายุการเก็บรักษาของเยลลี่บรรจุขวดแก้วที่ได้ นานกว่า 2 เดือน โดยที่ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ตลอดจนไม่พบการเน่าเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพื่อหาสัดส่วนในการทำเยลลี่ฝรั่งโดยใช้ผลไม้อื่นมาปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้น เพื่อให้เกิดการยอมรับจากผู้บริโภคมากขึ้นด้วย
2. ควรจะมีการปรับปรุงวิธีการสกัดเปกตินจากฝรั่งให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากกว่านี้ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เป็นการหาปริมาณเปกตินโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกศกาญจน์ ลิมเรืองวุฒิกุล. เปกตินและอุตสาหกรรมในการทำแยม เยลลี่ มาร์มาเลด. หัวข้อสัมมนา,2531. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

นัยทัศน์ ภู่ศรันย์. การสกัดเปกตินจากผลไม้บางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. 2521. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด. มอก. 263-2521. กระทรวงอุตสาหกรรม.

วิทยาศาสตร์บริการ, กรม. เอกสารเผยแพร่ของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. ผลิตภัณฑ์ฝรั่ง. 2524. กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

สุทัศน์ วัฒนาวานิชกร. การหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดเปกติน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. 2517. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุมาลี พิทักษ์เสรกุล. การสกัดเปกตินจากฝรั่ง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. 2518. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสียงรัตน์ นันต์ธนะ. ผลิตภัณฑ์ฝรั่ง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. 2531. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

Jose.I.Sulit. Studies on the manufacture of guava jelly. The Philippine Journal Of Agriculture.1969. page 173-185.

Maynard A.Joslyn. Methods in Food analysis physical, chemical and instrumental methods of analysis. 2nd Edition. New York. 1970. page 565-595.

Pruthi J.S., K.K.Mookeriji & Grdhari LAL; A Study of Lactors Affecting the Recovery and Quality of Pectin from Guava. The Indian food Packer vol.14 No.7, August.1960. page 7-13.

Sunkist Growers. Preserve exchange citrus pectin Handbook. Ontario California. 1964. page 58, 84-86, 101-118.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

William Horwitz, Alan Senzel, Helen Reynolds and Douglas L. Park

Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists. 12th edition. 1975. page 392-402.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีการหาปริมาณกรด โดย AOAC

เพื่อตรวจหาปริมาณกรดที่มีอยู่ในผลไม้หรือผลิตภัณฑ์ โดยการไตเตรทกับสารละลายด่างมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

1. สารเคมีที่ใช้

1.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

1.2 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1%

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 ดูดตัวอย่างมา 10 มล.

2.2 หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด

2.3 ไตเตรทกับสารละลายด่างมาตรฐาน ที่จุด end point จะสังเกตเห็นสีของสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีไปเป็นสีชมพูอ่อน

2.4 คำนวณปริมาณกรดของตัวอย่างในรูปของกรดซิตริก

3. การคำนวณ

$$\% \text{ กรดซิตริกในตัวอย่าง} = \frac{70 * N * V * 100}{1000 * 10}$$

เมื่อ N = Normality ของสารละลายมาตรฐาน NaOH

V = ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการใช้เครื่องวัดความแข็งแรงของเจล Ridgelimeter

- <u>วิธีการเตรียมถ้วยแก้ว</u>

ติดปากถ้วยแก้วโดยรอบด้วยเทปที่ให้มา โดยให้พ้นขอบแก้วขึ้นมา 1/2 นิ้ว ส่วนที่ติดกับปากแก้ว 1/4 นิ้ว

เทเยลลี่ที่เตรียมได้ลงในแก้วที่ติดเรียบร้อยแล้ว และตอนเริ่มเทต้องเทแรงๆ เพื่อให้เยลลี่เข้ากันดี จากนั้นค่อยๆเท จนกระทั่งถึงระดับ overflow (ปากแก้ว) ระหว่างเทใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันอย่างไม่รอช้าในถ้วยแก้วใบที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ทิ้งไว้ 15 นาที หลังจากเติมเยลลี่ในถ้วยแก้วเรียบร้อยแล้ว ปิดฝาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25°c + 3°c นาน 20-24 ชั่วโมง ถ้าอุณหภูมิห้องไม่อยู่ที่ช่วง 22-28°c ให้ทิ้งไว้จนอุณหภูมิ 30-35°c แล้วใส่ใน incubator ที่ 25°c $\pm$ 3°c เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง

<u>วิธีวัดหาค่า jelly sag</u>

หลังจากเยลลี่ที่เตรียมไว้บ่มได้ที่แล้ว ฉีกเทปที่ติดปากถ้วยออก แล้วนำลวดตัดเยลลี่ตัดปาดให้เสมอขอบถ้วย จากนั้นเคาะเยลลี่ให้ออกจากถ้วย

คว่ำเยลลี่บนแผ่นแก้ว แล้วนำไปวางบนฐานเครื่อง วัดค่าโดยหมุนปุ่มเวอร์เนียให้ปลายเข็มสัมผัสผิวบริเวณกึ่งกลางของเยลลี่พอดี ค่าที่อ่านจากเวอร์เนียเป็นค่า sag

นำค่า sag ที่อ่านได้มาเทียบหาค่า factor จาก calibration curve โดยลากเส้นจากจุดที่อ่านได้บนแกน x ขึ้นมาตัดกับเส้นกราฟที่จุดใด จากจุดนั้นลากมาตัดที่แกน y จะทราบค่า factor

FACTOR * ASSUMED GRADE = TRUE GRADE

<u>วิธีเช็คสเกลของเครื่องด้วยแท่งทองเหลือง (Brass Gauge Rod)</u>

วางแท่งทองเหลืองมาตรฐาน ตั้งตรงบนแผ่นแก้ว ซึ่งวางบนฐานเครื่อง โดยให้อยู่ตรงกับปลายเข็มของ สกรูไมโครมิเตอร์ เมื่อปลายเข็มสัมผัสกับแท่งทองเหลืองมาตรฐานอย่างแผ่วเบา เครื่องควรอ่านได้ค่าที่ 20.0 พอดี

หากค่าที่อ่านได้ ไม่ตรง 20.0 ต้องปรับทั้งสเกลแนวดิ่ง (Vertical Scale) และปุ่มเวอร์เนีย (Vernier Knob) ด้วยประแจที่เหมาะสม

ควรหมั่นเช็คสเกลของเครื่องด้วยวิธีง่ายๆดังกล่าวข้างต้น เพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 การเตรียมฝรั่งและน้ำ ก่อนการสกัดเปกติน

รูปที่ 2 การสกัดเปกตินจากฝรั่ง โดยให้ความร้อนบน hot plate ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 80-85 °c ตามเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 ลักษณะน้ำที่กรองได้จากการสกัดเปกตินจากฝรั่ง หลังผ่านการให้ความร้อนแล้ว

รูปที่ 4 เครื่อง Ridgelimeter ที่ใช้วัดค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 ลักษณะการเตรียมด้วยแก้วและเยลลี่ที่ได้

รูปที่ 6 การวัดค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้โดยใช้ Ridgelimeter และการอ่านค่าบนเวอร์เนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 เยลลี่ที่ผ่านการปรับปรุงสีบรรจุในขวดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

แบบทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เยลลี่ฝรั่ง

ชื่อ ..... เพศ .....

วันที่ ..... เวลา .....

1. ทดสอบดูผลิตภัณฑ์ในขวดทุกตัวอย่าง เปรียบเทียบกันโดยการชิมรส ดมกลิ่น ดูสี และเคี้ยว เพื่อบอกเนื้อสัมผัสและ FLOVOUR เมื่อชิมแล้วให้คะแนน

2. การพิจารณาคะแนนและการยอมรับ แบ่งตามความชอบเป็น 1-7 คะแนน ดังนี้

7 ชอบมากที่สุด

6 ชอบมาก

5 ชอบ

4 เฉยๆ

3 ไม่ชอบเล็กน้อย

2 ไม่ชอบ

1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่างที่	สี	กลิ่นและรส	เนื้อสัมผัส	หมายเหตุ

หมายเหตุ ชอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ ..... มากที่สุด

เพราะเหตุผลใด? .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 1</u> การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเยลลี่ฝรั่งที่ได้จากน้ำสกัดจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	24.32	6.08	3.539*
error	70	120.27	1.718	
total	74	144.59		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องกลิ่นของเยลลี่ฝรั่งที่ไม่ใส่สีผสมอาหารทั้ง 5 อัตราส่วนโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T_2	T_5	T_4	T_3	T_1
2.8	3.07	3.6	3.86	4.4

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

T_1 - T_5 = น้ำที่สกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15นาที : น้ำฝรั่งสด ที่ 100:0 0:100 50:50 75:25 และ 25:75 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเยลลี่ฝรั่งที่ได้จากน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำสกัด ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	3.657	0.914	0.81^{NS}
error	70	78.933	1.128	
total	74	82.59		

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ฝรั่งที่ได้จากน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	7.55	1.8875	2.376^{NS}
error	70	55.6	0.7943	
total	74	63.15		

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางผนวกที่ 4</u> การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของเยลลี่ฝรั่งที่ได้จากน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	19.07	4.768	7.324*
error	70	45.60	0.651	
total	74	64.67		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องรสชาติของเยลลี่ฝรั่งที่ไม่ใส่สีผสมอาหารทั้ง 5 อัตราส่วน โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T_2	T_5	T_4	T_3	T_1
3.6	4.6	4.67	4.67	5.13

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

T_1 - T_5 = น้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที : น้ำฝรั่งสด เป็น 100:0 0:100 50:50 75:25 และ 25:75 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเยลลี่ฝรั่งที่ใส่สีผสมอาหารระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่ง โดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	1.68	0.42	0.8898^{NS}
error	70	33.07	0.472	
total	74	34.75		

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางผนวกที่ 6</u> การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเยลลี่ฝรั่งที่ใส่สีผสมอาหาร ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	15.12	3.78	5.29*
error	70	50	0.714	
total	74	65.12		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องกลิ่นของเยลลี่ฝรั่งที่ใส่สีผสมอาหารทั้ง 5 อัตราส่วน โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T_2	T_3	T_4	T_5	T_1
3.87	4.8	4.87	4.87	5.2

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

T_1 - T_5 = น้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที : น้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 0:100 50:50 75:25 และ 25:75 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของเยลลี่ฝรั่งที่ใส่สีผสมอาหาร ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	14.21	3.55	10.758*
error	70	23.27	0.33	
total	74	37.48		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องรสชาติของเยลลี่ฝรั่งที่ใส่สีผสมอาหารทั้ง 5 อัตราส่วน โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T_2	T_5	T_3	T_4	T_1
4.07	4.26	4.67	4.47	5.33

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

T_1 - T_5 = น้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที : น้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 0:100 50:50 75:25 และ 25:75 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ฝรั่งที่ใส่สีผสมอาหาร ระหว่างน้ำสกัดเปกตินจากฝรั่งโดยใช้น้ำ ที่อุณหภูมิ 80-85 °c เวลา 15 นาที กับน้ำฝรั่งสด ที่อัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	8.4533	2.11	2.509^{NS}
error	70	58.8667	0.841	
total	74	67.32		

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้