KKU Res. J. 2013; 18(6): 971-982
http : //resjournal.kku.ac.th

เพกทินจากฝักเหรียง: สมบัติทางเคมีและผลิตภัณฑ์เยลลี่
Pectin from Pods of Riang (*Parkia timoriana* (DC.) Merr.): Chemical Properties and Jelly Products

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์[1]*
Supaporn Apirattananusorn[1]*

[1] *สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี*
* *Correspondent author: supapornapi@yahoo.com*

บทคัดย่อ

ฝักเหรียงมีปริมาณของเนื้อฝักเหรียงคิดเป็นร้อยละ 10.82 เนื้อฝักเหรียงประกอบด้วยใยอาหาร เถ้า โปรตีน และไขมันร้อยละ 27.86, 5.49, 5.04 และ 0.77 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เนื้อฝักเหรียงมีคุณสมบัติเป็นเพกทินชนิดปริมาณเมทอกซิลต่ำ คือมีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 4.13 และมีน้ำหนักสมมูลระหว่าง 5,300-5,900 เกิดเจลได้ดีกับน้ำปูนใสในสภาวะไม่มีน้ำตาลและมีน้ำตาลรวมอยู่ด้วย แต่จะไม่เกิดเจลหากต้มให้ความร้อนพร้อมกัน เยลลี่ที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูงสุดคือเยลลี่ที่ใช้เนื้อฝักเหรียง: น้ำ: น้ำตาล: น้ำปูนใส เท่ากับ 1.5: 35: 12: 30 ปริมาณกรดซิตริกมีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่ฝักเหรียง พบว่าการเติมกรดร้อยละ 0.15 จะทำให้เนื้อฝักเหรียงเกิดการตกตะกอน และเมื่อเติมกรดลงไปมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.20 จะไม่เกิดการเซตตัวของเจล ผู้ทดสอบชิมยอมรับเยลลี่ฝักเหรียงมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เมื่อเติมสี กลิ่นรส และกรดซิตริกลงไป การเติมกรดซิตริกร้อยละ 0.10 และกลิ่นรสสตรอเบอรี่ร้อยละ 0.03 ทำให้เยลลี่ได้รับการยอมรับสูงสุด

การเก็บรักษาเยลลี่สีและกลิ่นรสสตรอเบอรี่เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าค่าความแข็งแรงของเจลมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยความแข็งแรงของเจลอยู่ในช่วง 0.045-0.063 นิวตัน พบจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1.0×10^4 CFU/กรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 100 CFU/กรัม และพบการเจริญของ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/กรัม ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่ฝักเหรียงสีและกลิ่นรสสตรอเบอรี่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

Abstract

Pods of Riang (*Parkia timoriana* (DC.) Merr.) yielded 10.82% pulp. The pulp contained 27.86% dietary fiber, 5.49% ash, 5.04% protein and 0.77% fat (dry weight basis). Pulp of Riang pods was qualified as low methoxyl pectin with 4.13% methoxyl content. The equivalent weight of pectin was between 5300-5900 forming a good gel in lime water with or without the addition of sugar. However, the mixture did not form a gel when it was boiled. The most accepted Riang jelly by panelists was formulated with pulp, water, sugar, and lime water with the ratio

of 1.5: 35: 12: 30, respectively. The jelly with the addition of 0.15% citric acid resulted in precipitation of Riang pulp and the mixture did not form a gel when the citric acid was added ≥ 0.20%. The acceptance of Riang jelly increased significantly (p<0.05) when the color, flavor and citric acid were added. The jelly product with the addition of 0.10% citric acid and 0.03% strawberry flavor was the most accepted.

The colored and flavored strawberry jelly kept for 12 weeks at room temperature showed that the gel strength decreased significantly (p<0.05) when the duration of storage increased (the strength of the gel was in the range from 0.045 to 0.063 N). The total microorganisms were found < 1×10^4 CFU/g, yeasts and moulds < 100 CFU/g and *E. coli* < 3 MPN/g. The colored and flavored strawberry Riang jelly product was the moderate and much liking accepted by a hundred general consumers.

คำสำคัญ: ฝักเหรียง (*Parkia timoriana* (DC.) Merr.) เพกทิน เยลลี่ เจล

Keywords: Pods of Riang (*Parkia timoriana* (DC.) Merr.), pectin, jelly, gel

1. บทนำ

เหรียงเป็นพืชชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Parkia timoriana* (DC.) Merr. อยู่ในวงศ์ Fabaceae มีชื่อเรียกพื้นเมืองทั่วไปว่า สะเหรี่ยง เรียง นะริง นะกิง กะเหรี่ยง และกะเรียง เหรียงจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในภาคใต้ ผลิตผลหลักที่ได้จากต้นเหรียงคือเมล็ดภายในฝัก ฝักเหรียงหนึ่งฝักมีเมล็ดประมาณ 15-20 เมล็ด เมื่อสุกจัดฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่ปนดำ (1-2) เมล็ดเหรียงจึงเป็นสินค้าที่สร้างรายได้เป็นอย่างดี โดยจะนำฝักที่สุกจัดบนต้นหรือหล่นลงมาจากต้น แกะเอาเมล็ดที่มีเปลือกสีดำหุ้ม นำมาบริโภคได้ ก่อนนำเมล็ดเหรียงมาบริโภค จะต้องนำเมล็ดมาเพาะให้มีรากงอกหรือที่เรียกกันเป็นภาษาใต้ท้องถิ่นว่า “หมาน” โดยนำเมล็ดเหรียงมาตัดปลายทางด้านหัวซึ่งเป็นด้านที่ป้านกว่าด้านท้ายออก นำมาล้างแล้วแช่น้ำไว้ 1 คืน แล้วนำมาเพาะจนมีรากงอก ลักษณะเมล็ดเหรียงที่เพาะแล้วหรือเรียกว่า “หน่อเหรียง” จะมีลักษณะเป็นเม็ดหัวโตสีเขียวคล้ายสะตอแต่มีผิวเรียบกว่า มีรากงอกออกมาคล้ายถั่วงอก เมล็ดเหรียงที่เพาะได้สามารถนำมาใส่แกงเป็นอาหาร หรือบริโภคสดเป็นผักจิ้มกับน้ำพริก หรือนำมาดองเป็นเมล็ดเหรียงดองก็ได้ ส่วนเนื้อฝักเหรียงจะถูกทิ้งไปบริเวณเนื้อฝักเหรียงที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้มีลักษณะที่ข้นหนืดเมื่อขยำรวมกับน้ำ ลักษณะเช่นนี้อาจเกิดจากสารจำพวกมิวซิเลจหรือกัมที่พบทั่วไปบริเวณรอบๆ เมล็ดพืช เช่น เมล็ดแมงลัก (3) จากภูมิปัญญาท้องถิ่นในพื้นที่ภาคใต้พบว่าเมื่อนำเนื้อของฝักเหรียงขยำรวมกับน้ำแล้วเติมน้ำปูนใสลงไปจะเกิดการเซตตัวของเจลขึ้น เนื้อของฝักเหรียงจึงมีคุณสมบัติของสารประกอบเพกทินที่น่าสนใจ บางพื้นที่จึงมีการนำเนื้อจากฝักเหรียงมาทำเป็นวุ้นไว้รับประทานเป็นของหวานแต่ยังไม่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป โดยเฉพาะคนรุ่นใหม่ เพกทินเป็นพอลิเมอร์ของพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง สามารถนำมาใช้ในอาหารเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะอาหาร เช่น เป็นสารให้ลักษณะเจล ให้ความข้นหนืด และให้ความคงตัว เป็นต้น เพกทินทางการค้าทั่วไปส่วนใหญ่ได้จากการสกัดจากเปลือกของผลส้มและแอปเปิ้ลโดยการใช้กรด และตกตะกอนเพกทินโดยใช้แอลกอฮอล์ (4) ปัจจุบันยังสามารถสกัดเพกทินได้จากพืชอื่น เช่น เปลือกของเสาวรส และเปลือกส้มโอ เป็นต้น (5-6)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับเนื้อฝักเหรียง โดยการนำมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่ทดแทนการผลิตเยลลี่ที่ใช้คาราจีแนนและเพกทินที่ได้จากการสกัด ผลิตภัณฑ์ที่ได้นี้อาจเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของตลาดประเภทหนึ่งหรือส่งเสริมให้เป็นของหวานพื้นเมืองประจำจังหวัด งานวิจัยนี้ยังถือเป็นการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นของภาคใต้มิให้สูญหายไป

2. วิธีวิจัย

2.1 การเตรียมเนื้อฝักเหรียง

นำฝักเหรียงระยะสุกเต็มที่ ได้มาจาก จ.สุราษฎร์ธานี ล้างให้สะอาด แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แกะเอาเฉพาะเนื้อในฝักเหรียง นำมาบดเป็นผง แล้วร่อนผ่านตะแกรง ชั่งหาน้ำหนัก บรรจุในถุงพลาสติกที่ปิดสนิทแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติการเกิดเจลของเนื้อฝักเหรียง

2.2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อฝักเหรียงที่ได้จากข้อ 2.1 ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร ตามวิธี AOAC (7) ค่าน้ำหนักสมมูล (Equivalent weight) และปริมาณเมทอกซิล (Methoxyl content) ตามวิธีของ Ranganna (8)

2.2.2 การทดสอบสมบัติการเกิดเจลของเนื้อฝักเหรียง

ใช้เนื้อฝักเหรียงร้อยละ 2.5 (w/v) โดยนำมาขยี้ละลายน้ำเติมและไม่เติมน้ำปูนใส และศึกษาผลของความร้อนต่อการเกิดเจลของเนื้อฝักเหรียงโดยการต้มให้ความร้อนจนเดือด

2.3 การศึกษาส่วนผสมสำหรับการผลิตเยลลี่

ศึกษาอัตราส่วนของน้ำปูนใสและน้ำตาล โดยใช้อัตราส่วนผสมของเนื้อฝักเหรียง 1.5 ส่วน น้ำ 35 ส่วน น้ำตาล 2 ระดับคือ 12 และ 15 ส่วน และน้ำปูนใส 2 ระดับคือ 25 ส่วน และ 30 ส่วน ตามลำดับ โดยเตรียมน้ำปูนใสจากปูนแดงร้อยละ 1.5 (w/v) โดยการนำปูนแดงมาคนให้เข้ากันกับน้ำ ปิดฝา แล้วตั้งทิ้งไว้จนปูนแดงตกตะกอน จะได้น้ำปูนใส

ขั้นตอนการผลิตเยลลี่จากฝักเหรียงเริ่มจากการนำเนื้อฝักเหรียงมาขยี้กับน้ำผ่านผ้าขาวบางกรองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้ง เติมน้ำตาลลงไปคนให้น้ำตาลละลาย (จะมีลักษณะเป็นเมือกแต่ไม่เป็นเจล) แล้วจึงเติมน้ำปูนใสคนให้เข้ากัน นำไปบรรจุในภาชนะ ปิดฝาตั้งทิ้งไว้จนกว่าจะเกิดการเซตตัวเป็นเจล แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที นำเก็บที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 5-6 องศาเซลเซียส

2.4 การศึกษาปริมาณสี กลิ่นรส และปริมาณกรดเพื่อปรับรสชาติ

เนื่องจากเยลลี่จากฝักเหรียงมีกลิ่นของฝักเหรียงและนำปูนใสที่ยังไม่ชวนบริโภคและมีสีน้ำตาลคล้ำ จึงคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.3 มาปรับสีและกลิ่นรสผลไม้สังเคราะห์ชนิดต่างๆ จำนวน 5 สูตร ได้แก่ สีส้มผสมกลิ่นส้มออยด์; สีเหลืองมะนาวผสมกลิ่นสับปะรด; สีม่วงผสมกลิ่นองุ่น; สีแดงกุหลาบผสมกลิ่นสละ; และสีแดงสตรอเบอรี่ผสมกลิ่นสตรอเบอรี่ โดยใช้สีและกลิ่นรสชนิดละร้อยละ 0.02 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และเติมกรดซิตริกร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

นำผลการทดลองสูตรที่ดีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาปรับรสชาติ (ใช้กรดซิตริก) และกลิ่นรส โดยใช้อัตราส่วนผสมกรดซิตริกร้อยละ 0.05 และ 0.10 ของส่วนผสมทั้งหมด และใช้กลิ่นรสร้อยละ 0.02 และ 0.03 ของส่วนผสมทั้งหมด

2.5 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของเยลลี่ฝักเหรียง

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเยลลี่ฝักเหรียงโดยคัดเลือกเยลลี่ฝักเหรียงที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.4 บรรจุในภาชนะขวดแก้วขนาดบรรจุ 30 กรัม ปิดฝาให้สนิท นำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบคุณสมบัติและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

2.6 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีและตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์

ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายและสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความแข็งแรงของเจล (Lloyd รุ่น LR 30K, อังกฤษ) เฉดสีโดยใช้แผ่นเทียบสี (RHS Colour chart, อังกฤษ) ปริมาณกรดทั้งหมด (Titratable acidity) ค่า pH (Eutech รุ่น CyberScan pH 510, สิงคโปร์) ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Hand refractometer N.O.W. รุ่น 507-I, ญี่ปุ่น) ตรวจนับจุลินทรีย์ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด และปริมาณ *E. coli* (9)

2.7 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ตรวจสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ Hedonic scale 9 points (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส (ความแข็ง ความอ่อนตัวของเจล) และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบชิมที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ จำนวน 30 คน (ค่าเฉลี่ยที่ได้คะแนน ≥ 5.0 ถือว่าได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม) และตรวจสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพ (Quality characteristics analysis) (10) จากผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 4 คน ทดสอบผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา ก่อนทดสอบชิมจะทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นตัวลงก่อนโดยนำผลิตภัณฑ์เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 5-6 องศาเซลเซียส

2.8 การทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป (Consumer test)

ใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 100 คน ตรวจสอบด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ Hedonic scale 9 points ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ทำให้เย็นแล้วที่อุณหภูมิ 5-6 องศาเซลเซียส (ค่าเฉลี่ยที่ได้คะแนน ≥ 5.0 ถือว่าได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม)

2.9 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสำหรับสมบัติทางเคมี และการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) โดยวิธี Duncan's new multiple range test วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยสำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านความแตกต่างทางประชากรศาสตร์กับการยอมรับที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p< 0.05) โดยวิธี Linear regression ด้วยโปรแกรมสถิติ SPSS version 11.5

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

3.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติของเนื้อฝักเหรียง

ฝักเหรียงทั้งฝักที่ผ่านการอบมีเนื้อของฝักเหรียงคิดเป็นร้อยละ 10.82±0.55 (รูปที่ 1) องค์ประกอบของเนื้อฝักเหรียงแสดงในตารางที่ 1 จะสังเกตได้ว่าเนื้อฝักเหรียงมีปริมาณใยอาหารสูงถึงร้อยละ 27.86 มีปริมาณเถ้าและโปรตีนค่อนข้างสูงคือร้อยละ 5.49 และ 5.04 ตามลำดับ และมีไขมันเพียงร้อยละ 0.77 เนื้อฝักเหรียงจึงเป็นแหล่งของใยอาหารจำนวนมาก

(1) ฝักเหรียง

(2) เนื้อของฝักเหรียง

รูปที่ 1 ฝักเหรียงและเนื้อของฝักเหรียง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อฝักเหรียง

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%, โดยน้ำหนักแห้ง)
ความชื้น	10.71±0.26
เถ้า	5.49±0.06
โปรตีน	5.04±0.06
ไขมัน	0.77±0.02
ใยอาหาร (Dietary fiber)	27.86±1.07
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	78.00±0.13
ปริมาณเมทอกซิล	4.13±0.18
น้ำหนักสมมูล	5,300-5,900

เมื่อขยี้ละลายเนื้อฝักเหรียง 1.5 ส่วน กับน้ำ 60 ส่วน (เนื้อฝักเหรียงคิดเป็น 2.5%) แล้วตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน จะไม่เกิดการเซตตัวของเจล แต่เมื่อละลายเนื้อฝักเหรียง 1.5 ส่วน กับน้ำ 35 ส่วน แล้วเติมน้ำปูนใสความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ลงไป 25 ส่วน (เนื้อฝักเหรียงคิดเป็น 2.5% ของน้ำและน้ำปูนใสรวมกัน) คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ จะเกิดการเซตตัวของเจลขึ้นภายในเวลา 5 นาที (สังเกตไม่พบการตกตะกอน) แสดงว่าเนื้อของฝักเหรียงมีสารประกอบเพกทินชนิดที่ต้องการไดวาเลนซ์เพื่อช่วยในการเกิดเจล จัดเป็นเพกทินชนิดที่มีปริมาณเมทอกซิลต่ำ (Low methoxyl pectin) (4) โดยมีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 4.13 (ตารางที่ 1) ต่ำกว่าร้อยละ 7 (8) จึงต้องการไดวาเลนซ์ไอออนในที่นี้คือ Ca^{2+} ที่อยู่ในน้ำปูนใสเพื่อจัดเรียงตัวเป็นโครงร่างตาข่ายช่วยให้เกิดเจลขึ้น การเกิดเจลไม่จำเป็นต้องมีน้ำตาลหรืออาจมีน้ำตาลรวมอยู่ด้วยเล็กน้อยก็ได้ เพกทินชนิดนี้จึงสามารถนำมาผลิตเยลลี่ที่ให้พลังงานต่ำได้ เพกทินมีน้ำหนักสมมูลระหว่าง 5,300-5,900 มีค่าสูงกว่าเพกทินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอแห้ง แต่มีค่าเมทอกซิลต่ำกว่า (เพกทินจากเปลือกส้มโอมีน้ำหนักสมมูล 1324 ปริมาณเมทอกซิล 16.41%) (6) ค่าน้ำหนักสมมูลสามารถบ่งบอกถึงน้ำหนักโมเลกุลของเพกทินได้ เพกทินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงโดยปกติจะมีความหนืดสูงและมีลักษณะเจลที่แข็งแรง

เมื่อนำเนื้อฝักเหรียงขยี้ละลายน้ำนำไปต้มให้ความร้อนจนเดือดแล้วจึงใส่น้ำปูนใสภายหลัง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นตัวลง พบว่ายังคงเกิดเป็นเจลขึ้นภายใน 5 นาที แต่พบการแยกชั้นของตะกอนบางส่วนอยู่ด้านล่าง (รูปที่ 2) แต่เมื่อนำเนื้อฝักเหรียงละลายน้ำแล้วเติมน้ำปูนใสต้มให้ความร้อนพร้อมกันจนเดือด เมื่อตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนก็ไม่เกิดเป็นเจลและพบการตกตะกอนด้านล่างเช่นกัน อาจเป็นเพราะเพกทินในเนื้อฝักเหรียงมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง (5.04%) เมื่อเปรียบเทียบกับเพกทินทางการค้าซึ่งมีค่าโปรตีนต่ำกว่าโดยมีอยู่เพียงร้อยละ 1.0 (Pectin amid CF 020) เพกทินในฝักเหรียงอาจรวมตัวอยู่กับโปรตีนเมื่อโปรตีนได้รับความร้อนพร้อมกับน้ำปูนใส (สภาวะเป็นเบส) ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงไป เกิดการสูญเสียสภาพไม่สามารถเกิดเป็นเจลได้ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อนำเนื้อฝักเหรียง 1.5 ส่วน ขยี้ละลายน้ำ 35 ส่วน แล้วเติมน้ำตาลลงไปร้อยละ 20 (ของน้ำและน้ำปูนใสรวมกัน) คนให้น้ำตาลละลาย แล้วจึงเติมน้ำปูนใสลงไป 25 ส่วน คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้พบว่าจะเกิดการเซตตัวของเจลขึ้นภายใน 30 นาที แต่หากนำเนื้อฝักเหรียงขยี้ละลายน้ำเติมน้ำตาลลงไปร้อยละ 20 นำไปต้มให้ความร้อนจนเดือดแล้วจึงเติมน้ำปูนใสภายหลัง หรือเติมน้ำตาลพร้อมกับน้ำปูนใสแล้วนำไปต้มจนเดือด เมื่อตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนก็ไม่เกิดเป็นเจลขึ้น อาจเป็นเพราะโปรตีนในเนื้อฝักเหรียงทำปฏิกิริยากับน้ำตาลที่อุณหภูมิสูงเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ทำให้โปรตีนเกิดการสูญเสียสภาพไม่สามารถเกิดเป็นเจลได้ ดังนั้นการใช้เนื้อฝักเหรียงที่มีเพกทินเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้เกิดเจล จึงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการให้ความร้อน อย่างไรก็ตามเนื้อฝักเหรียงมีข้อดีคือเป็นแหล่งของเพกทินจากธรรมชาติ ได้จากเนื้อของผลโดยตรง ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการสกัด ต่างจากเพกทินที่ได้จากเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม เนื้อผลตาลโตนดหรือใบเครือหมาน้อยที่ได้จากการสกัด (11-12)

รูปที่ 2 การตกตะกอนของเนื้อฝักเหรียง

3.2 การผลิตเยลลี่โดยศึกษาอัตราส่วนของน้ำปูนใสและน้ำตาลที่เหมาะสม

การใช้อัตราส่วนของเนื้อฝักเหรียงและน้ำในปริมาณที่เท่ากันคือ 1.5 กรัม และ 35 มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ใช้ปริมาณของน้ำตาลและน้ำปูนใสต่างกัน (ตารางที่ 2) พบว่า มีผลต่อค่าสี ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) และค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เยลลี่สูตรที่ 3 (ใช้น้ำตาล 12 กรัม) ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า จะให้เฉดสี GREYED-ORANGE GROUP 163/C มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลส้มสว่าง ต่างจากสูตรที่ 4 (ใช้น้ำตาล 15 กรัม) ซึ่งใช้น้ำตาลปริมาณมากกว่า จึงมีสีน้ำตาลส้มเข้มกว่าและมีสีที่เข้มเหมือนกันกับสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ซึ่งใช้ปริมาณน้ำปูนใสน้อยกว่าปริมาณน้ำตาลที่เติมมีค่า TSS ช่วง 17.9-21.2 องศาบริกซ์ (°Brix) ใกล้เคียงกับเยลลี่ที่จำหน่ายในท้องตลาดซึ่งวัดค่า TSS ได้ในช่วง 19.0-22.0 องศาบริกซ์ เยลลี่ทั้ง 4 สูตรใช้ระยะเวลาในการเกิดเจลภายใน 30 นาที ภายหลังเติมน้ำปูนใส ปริมาณน้ำปูนใสที่เติมจะมีผลต่อค่า pH เนื่องจากการแตกตัวของน้ำปูนใส ($Ca(OH)_2$) ให้ไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) จึงทำให้ค่า pH มีสภาวะเป็นเบส (pH > 7)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเยลลี่ฝักเหรียง

สูตร	สี	ค่า TSS (°Brix)	ค่า pH
1 (12 : 25)*	GREYED-ORANGE GROUP 163/B	19.3±0.06^b	8.77±0.02^a
2 (15 : 25)	GREYED-ORANGE GROUP 163/B	21.2±0.06^d	8.70±0.03^b
3 (12 : 30)	GREYED-ORANGE GROUP 163/C	17.9±0.50^a	9.47±0.02^c
4 (15 : 30)	GREYED-ORANGE GROUP 163/B	20.2±0.15^c	9.44±0.04^c

หมายเหตุ * อัตราส่วนระหว่างน้ำตาล (กรัม) ต่อน้ำปูนใส (มิลลิลิตร)

^{a,b,c,d}ตัวอักษรต่างกันที่กำกับค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เยลลี่จากฝักเหรียงทั้ง 4 สูตร ด้วยวิธี Hedonic scale 9 points จากผู้ทดสอบชิมที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้งหมด 30 คน พบว่าทุกสูตรไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ในทุกด้าน (ตารางที่ 3) คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส (ความแข็ง ความอ่อนตัวของเจล) และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง(คะแนนระหว่าง6-7)ยกเว้นสูตรที่1 มีคะแนนความชอบด้านสีเท่ากับ 5.83 พบว่า สูตรที่ 3

ได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และลักษณะเนื้อสัมผัสมากกว่าสูตรอื่นเล็กน้อยคือได้คะแนน 6.60, 6.50 และ 6.70 ตามลำดับ และมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากันกับสูตรที่ 1 คือ 6.23 ทุกสูตรมีกลิ่นของน้ำปูนใส ใกล้เคียงกัน มีสีน้ำตาลอ่อน เจลมีลักษณะอ่อนนุ่มและมีกลิ่นของเนื้อฝักเหรียงเล็กน้อย มีรสชาติหวานใกล้เคียงกับเยลลี่ที่จำหน่ายในท้องตลาด ผู้วิจัยเลือกสูตรที่ 3 มาปรับปรุงในด้านสี กลิ่นรส และปริมาณกรด เพราะมีสีสว่างกว่าสูตรอื่น และมีลักษณะเนื้อสัมผัสของการเกิดเจลที่ดี

ตารางที่ 3 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝักเหรียง

สูตร	ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1 (12 : 25)*	6.32±1.45^{ns}	5.83±1.44^{ns}	6.07±1.68^{ns}	6.73±1.17^{ns}	6.20±1.40^{ns}	6.23±1.30^{ns}
2 (15 : 25)	6.13±1.63	6.40 ±1.52	6.23±1.68	6.93±0.87	6.07±1.48	6.10±1.52
3 (12 : 30)	6.60±1.45	6.50 ±1.76	6.13±1.96	6.40±1.52	6.70±1.53	6.23±1.33
4 (15 : 30)	6.13±1.33	6.43 ±1.48	6.35±2.18	6.63±1.89	6.07±1.42	6.20±1.52

หมายเหตุ * อัตราส่วนระหว่างน้ำตาล (กรัม) ต่อน้ำปูนใส (มิลลิลิตร)

^{ns} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

3.3 ปริมาณสี กลิ่นรส และปริมาณกรดที่มีผลต่อการยอมรับของเยลลี่ฝักเหรียง

จากการศึกษาเบื้องต้นโดยใช้ปริมาณเนื้อฝักเหรียง น้ำ น้ำตาล น้ำปูนใส สี (0.02%) และกลิ่นรส (0.02%) เท่ากัน แต่มีปริมาณกรดต่างกันพบว่า เยลลี่ฝักเหรียงเกิดเป็นเจลได้ดีเมื่อไม่ได้เติมกรดซิตริกลงไป โดยมีค่า pH เท่ากับ 9.50 เมื่อใช้ปริมาณกรดซิตริกเป็นส่วนผสมในการผลิตเยลลี่ร้อยละ 0.10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เยลลี่เกิดการเซตตัวของเจล แต่อ่อนตัวกว่าเยลลี่ฝักเหรียงที่ไม่ได้เติมกรด มีค่า pH เท่ากับ 4.80 และเมื่อเติมกรดลงไปร้อยละ 0.15 เยลลี่ยังคงมีการเซตตัวของเจลแต่มีการตกตะกอนของเนื้อฝักเหรียงและแยกชั้น และเมื่อเติมกรดลงไปร้อยละ 0.20 และ 0.30 พบว่าเยลลี่จะไม่เกิดการเซตตัวของเจลและมีการตกตะกอนของฝักเหรียง วัดค่า pH ได้เท่ากับ 3.74 และ 3.57 ตามลำดับ เนื้อฝักเหรียงมีปริมาณโปรตีนและเถ้าสูง (5.04% และ 5.49% ตามลำดับ) เมื่อเติมกรดลงไปอาจทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนสภาพและตกตะกอนลงมา ค่า pH หรือปริมาณกรดจึงมีผลต่อการเกิดเจลของฝักเหรียง ปริมาณกรดมีผลต่อรสชาติและกลิ่นรสของเยลลี่ เมื่อเติมลงไปพบว่าช่วยทำให้รสชาติและกลิ่นรสของเยลลี่ดีขึ้นกว่าเยลลี่ที่ไม่ได้เติมกรด

การใช้สีและกลิ่นรสผลไม้สังเคราะห์ชนิดต่างๆ ในการปรับปรุงรสชาติของเยลลี่จากฝักเหรียงทั้งหมด 6 สูตร โดยมีสูตรที่ 1 (ไม่มีการเติมสี กลิ่นรสผลไม้ และกรด) เป็นชุดควบคุม ส่วนสูตรอื่นๆ เติมสีและกลิ่นรสชนิดละร้อยละ 0.02 และกรดซิตริกร้อยละ 0.10 พบว่ามีผลต่อค่า TSS และค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ค่า TSS อยู่ในช่วง 17.0-18.7 องศาบริกซ์ ค่า pH อยู่ในช่วง 4.76-4.89 ยกเว้นชุดควบคุมมีค่า pH เท่ากับ 9.31 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale 9 points จากผู้ทดสอบชิมที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ จำนวน 30 คน พบว่าคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) (ตารางที่ 4) ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม การเติมกรด สี และกลิ่นรสต่างๆ ลงไป จะทำให้ผู้ทดสอบชิมยอมรับเยลลี่จากฝักเหรียงมากกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

(p<0.05) เพราะกรด สี และกลิ่นรสสามารถกลบกลิ่นของฝักเหรียงและน้ำปูนใสได้ จากผลการทดลองพบว่าสูตรที่ 6 มีคะแนนความชอบในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูงกว่าสูตรอื่นๆ โดยได้คะแนน 7.30, 7.60, 7.40, 7.00, 6.76 และ 7.23 ตามลำดับ มีลักษณะปรากฏที่ดีคือผิวเรียบมีความมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นเจลอ่อนเนื้อเรียบเนียน มีสีชมพูออกแดง รสชาติหวานหอมกลิ่นสตรอเบอรี่

ตารางที่ 4 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝักเหรียงที่เติมสีและกลิ่นรสชนิดต่าง ๆ

สูตร	ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
1 (ชุดควบคุม)	5.06±0.63^{a}	4.96±0.79^{a}	4.90±0.71^{a}	4.70±0.59^{a}	5.16±0.64^{a}	5.00±0.26^{a}
2 (สีส้ม +กลิ่นส้มออยด์)	6.70±0.79^{b}	6.83±0.59^{b}	6.70±0.87^{b}	6.36±0.66^{b}	6.23±0.77^{b}	6.50±0.68^{b}
3 (สีเหลืองมะนาว +กลิ่นสับปะรด)	7.06±0.78^{cd}	7.03±0.71^{bc}	7.13±0.62^{c}	6.46±0.57^{b}	6.50±0.68^{bc}	6.76±0.62^{bc}
4 (สีม่วง+กลิ่นองุ่น)	6.50±0.77^{b}	6.73±0.86^{b}	7.23±0.72^{c}	6.60±0.62^{bc}	6.23±1.99^{b}	6.73±0.69^{bc}
5 (สีแดงกุหลาบ +กลิ่นสละ)	6.93±0.63^{cd}	7.26±0.69^{cd}	7.26±0.82^{c}	6.90±0.75^{cd}	6.40±0.77^{bc}	6.90±0.66^{c}
6 (สีแดงสตรอเบอรี่ +กลิ่นสตรอเบอรี่)	7.30±0.87^{d}	7.60±0.85^{d}	7.40±0.64^{c}	7.00±0.52^{d}	6.76±0.85^{c}	7.23±0.56^{d}

หมายเหตุ ^{a,b,c,d} ตัวอักษรต่างกันที่กำกับค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

จะเห็นว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับการเติมสีแดงสตรอเบอรี่และกลิ่นรสสตรอเบอรี่ลงในเยลลี่ โดยให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสีและกลิ่นรสอื่นๆ (p<0.05) จึงนำสีและกลิ่นรสดังกล่าวมาปรับรสชาติและกลิ่นรส โดยใช้กรดซิตริกร้อยละ 0.05, และ 0.10 และใช้กลิ่นรสร้อยละ 0.02 และ 0.03 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า เมื่อปริมาณกรดเพิ่มขึ้นจะทำให้สีของเยลลี่มีความสว่างเพิ่มขึ้น จากเฉดสี RED GROUP 39/A ซึ่งมีลักษณะเป็นสีแดงหม่นเปลี่ยนเป็นเฉดสี RED GROUP 39/B เป็นสีแดงที่มีความสว่างขึ้น (ตารางที่ 5) มีค่า TSS ระหว่าง 17.3-17.6 องศาบริกซ์ การเติมกรดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า pH ของเยลลี่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเยลลี่ฝักเหรียงสีแดงกลิ่นรสสตรอเบอรี่ที่เติมกรดและกลิ่นรสปริมาณต่างกัน

สูตร	สี	ค่า TSS ($^{\circ}$Brix)	ค่า pH
1 (กรด 0.05%+กลิ่นรส 0.02%)	RED GROUP 39/A	17.3±0.15^{a}	5.71±0.07^{c}
2 (กรด 0.05%+กลิ่นรส 0.03%)	RED GROUP 39/A	17.6±0.20^{b}	5.14±0.02^{b}
3 (กรด 0.10%+กลิ่นรส 0.02%)	RED GROUP 39/B	17.4±0.12^{ab}	4.85±0.00^{a}
4 (กรด 0.10%+กลิ่นรส 0.03%)	RED GROUP 39/B	17.5±0.10^{ab}	4.79±0.03^{a}

หมายเหตุ ^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันที่กำกับค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

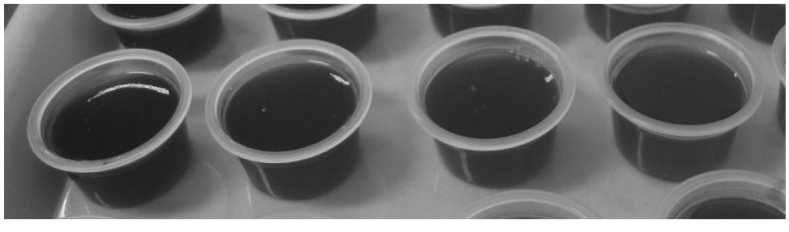
การทดสอบด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale 9 points จากผู้ทดสอบชิมที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์เยลลี่จำนวน 30 คน พบว่า การเติมกรดซิตริกและกลิ่นรสสตรอเบอรี่ลงไป (ตารางที่ 6) มีผลต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เยลลี่ที่ใช้กรดร้อยละ 0.10 และกลิ่นรส 0.03 (สูตรที่ 4) ได้รับคะแนนความชอบในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (คะแนนระหว่าง 7-8) และมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มากกว่าสูตรอื่นๆ พบว่าการเพิ่มปริมาณกรดและกลิ่นรส จะทำให้คุณลักษณะของเยลลี่โดยเฉพาะรสชาติ และกลิ่นรสดีขึ้น กลบกลิ่นฝักเหรียงและน้ำปูนใสได้ดีขึ้น เยลลี่มีลักษณะปรากฏผิวหน้าเรียบมันวาว เนื้อสัมผัสเรียบเนียน เป็นเจลอ่อนนุ่ม มีสีแดง สูตรที่ 3 และ 4 มีสีแดงสว่างมากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ผลิตภัณฑ์เยลลี่มีรสชาติหวาน มีกลิ่นรสสตรอเบอรี่ แสดงในรูปที่ 3 ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่ 4 เพื่อใช้ศึกษาอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 6 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝักเหรียงสีแดงกลิ่นรสสตรอเบอรี่

สูตร	ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1 (0.05%+0.02%)*	6.73±0.98^{a}	6.83±0.91^{a}	6.60±1.10^{a}	6.80±0.92^{a}	6.63±1.15^{a}	6.90±0.92^{a}
2 (0.05%+0.03%)	7.07±0.82^{ab}	7.03±1.06^{a}	6.70±0.91^{a}	6.60±0.81^{a}	6.87±1.10^{ab}	6.93±1.11^{a}
3 (0.10%+0.02%)	7.43±0.93^{bc}	7.33±0.99^{ab}	7.23±0.89^{b}	6.93±0.78^{a}	7.00±1.05^{ab}	7.47±0.81^{b}
4 (0.10%+0.03%)	7.67±1.02^{c}	7.63 ±0.99^{b}	7.57±0.97^{b}	7.53±1.04^{b}	7.40±1.30^{b}	7.70±0.98^{b}

หมายเหตุ * ร้อยละของกรดและกลิ่นรสที่เติม

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันที่กำกับค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมี นัยสำคัญ (p<0.05)



(1) (2) (3) (4)

รูปที่ 3 เยลลี่ฝักเหรียงกลิ่นรสสตรอเบอรี่;
(1) กรด 0.05%+กลิ่นรส 0.02%, (2) กรด 0.05%+กลิ่นรส 0.03%,
(3) กรด 0.10%+กลิ่นรส 0.02%, (4) กรด 0.10%+กลิ่นรส 0.03%

3.4 อายุการเก็บรักษาเยลลี่ฝักเหรียง

เยลลี่มีความแข็งแรงของเจลอยู่ในช่วง 0.045-0.063 นิวตัน (N) และมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น มีเฉดสี RED GROUP 39/B คือสีแดงสว่าง และมีค่ากรดร้อยละ 0.11 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 7) มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.52-4.59 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 16.9-17.1 องศาบริกซ์

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเยลลี่ฝักเหรียงระหว่างการเก็บรักษา

สัปดาห์ที่	คุณภาพทางกายภาพและสมบัติทางเคมี				
	ความแข็งแรงของเจล[1] (N)	ค่าสี	กรด[2] (%)	ค่า pH	TSS (°Brix)
0	0.063±0.00[a]	RED GROUP 39/B	0.11±0.00[ns]	4.59±0.00[a]	16.9±0.14[ab]
2	0.055±0.01[ab]	RED GROUP 39/B	0.11±0.00	4.59±0.00[a]	17.0±0.07[ab]
4	0.053±0.00[ab]	RED GROUP 39/B	0.11±0.00	4.59±0.00[a]	17.0±0.00[ab]
6	0.049±0.01[b]	RED GROUP 39/B	0.11±0.00	4.53±0.04[bc]	17.1±0.14[a]
8	0.053±0.00[ab]	RED GROUP 39/B	0.11±0.00	4.52±0.03[c]	17.0±0.00[ab]
10	0.047±0.01[b]	RED GROUP 39/B	0.11±0.00	4.53±0.01[bc]	16.7±0.28[b]
12	0.045±0.00[b]	RED GROUP 39/B	0.11±0.00	4.57±0.01[ab]	17.0±.0.21[ab]

หมายเหตุ [1] ใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม.

[2] ปริมาณกรด คำนวณในรูปของกรดซิตริก

[a,b,c] ตัวอักษรต่างกันที่กำกับค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

[ns] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

การตรวจสอบทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา และจำนวน *E. coli* ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 8) พบจุลินทรีย์ในสัปดาห์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) โดยพบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา แต่ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่อ่อน (13) คือพบจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1.0×10^4 CFU/กรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 CFU/กรัม และพบการเจริญของ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/กรัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

ตารางที่ 8 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเยลลี่ฝักเหรียงระหว่างการเก็บรักษา

สัปดาห์ที่	จุลินทรีย์			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/กรัม)	ยีสต์ (CFU/กรัม)	รา (CFU/กรัม)	*E. coli* (MPN/กรัม)
0	25	40	35	< 3
2	55	35	45	< 3
4	25	45	50	< 3
6	25	15	15	< 3
8	80	25	25	< 3
10	80	15	15	< 3
12	70	25	15	< 3
มผช.519/2547	< 1.0×10^4	< 100	< 100	< 3

หมายเหตุ มผช. หมายถึง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพ โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 4 คน พบว่า ลักษณะปรากฏ มีลักษณะผิวหน้ามันวาว เป็นเจลอ่อนนุ่มเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น มีสีแดงเข้มสว่าง กลิ่นสตรอเบอรี่ และรสชาติหวานไม่แตกต่างกัน ในสัปดาห์ที่ 10 และ 12 พบว่าเยลลี่มีน้ำเยิ้มบริเวณผิวหน้าเล็กน้อย อาจเกิดจากการไหลซึมออกมาจากของเหลวที่เป็นองค์ประกอบของเจล (Syneresis) เนื่องจากโครงร่างของสายเพกทินจัดเรียงตัวเข้ามาใกล้กันมากขึ้นทำให้โมเลกุลของน้ำแยกตัวออกมา เช่นเดียวกับเยลลี่คาราจีแนนสูตรน้ำผักที่เก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (14) การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่ พบว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสเรียบเนียนเป็นเจล และเจลมีลักษณะอ่อนตัวเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 10 และ 12

3.5 การทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน เป็นเพศชายจำนวน 33 คน เพศหญิง 67 คน ทดสอบการยอมรับ โดยพิจารณาจากความชอบด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส (ความแข็ง ความอ่อนตัวของเจล) และความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคมีความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากโดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.92, 7.44, 7.73 และ 7.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ส่วนสีและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากโดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.15 และ 8.14 ตามลำดับ จากการทดสอบทางสถิติพบว่าเพศ อายุ สถานะภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ ไม่มีผลต่อการยอมรับ (พิจารณาจากความชอบโดยรวม) ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ฝักเหรียง (p>0.05)

ตารางที่ 9 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ฝักเหรียงสีแดงกลิ่นรสสตรอเบอรี่

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	7.92±0.76
สี	8.15±0.77
กลิ่น	7.44±0.94
รสชาติ	7.73±0.91
เนื้อสัมผัส	7.90±0.88
ความชอบโดยรวม	8.14±0.75

4. สรุป

เนื้อฝักเหรียงมีปริมาณร้อยละ 10.82 ของฝักเหรียง เป็นแหล่งสำคัญของเพกทินที่ได้จากฝักเหรียง มีคุณสมบัติเป็นเพกทินที่มีปริมาณเมทอกซิลต่ำ (4.13%) มีน้ำหนักสมมูลระหว่าง 5,300-5,900 สามารถเกิดเจลได้ดีกับน้ำปูนใสในสภาวะไม่มีน้ำตาลและมีน้ำตาลรวมอยู่ด้วย แต่จะไม่เกิดเจลหากต้มให้ความร้อนพร้อมกัน เพกทินจากฝักเหรียงสามารถนำมาผลิตเป็นเยลลี่ได้ โดยต้องนำมาปรับปรุงด้านสีและรสชาติเพื่อชวนให้บริโภค แม้เนื้อฝักเหรียงมีข้อจำกัดในการใช้ แต่ก็เป็นแหล่งของเพกทินที่ได้มาโดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีการสกัด ดังนั้นจึงควรศึกษาคุณสมบัติอื่นๆ เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ แรงตึงผิว เป็นต้น เพื่อส่งเสริมการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหารต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เถวียน วิทยา ที่ให้ความร่วมมือและให้คำปรึกษางานวิจัยนี้ ขอขอบคุณบริษัทบูรพาชีพ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เพกทินชนิด Low methoxyl pectin และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ตลอดมา

6. เอกสารอ้างอิง

(1) Bamroongrugsa N. The southern geography of Thailand: the economic base and cultural capital. Riang: Varieties [Internet]. 2009 [updated 2009 Jun 22; cited 2009 Jun 22]. Available from: http://www.sru.ac.th/TRF/Documents/0118.pdf. Thai.

(2) Smitasiri S, Chuaychuwong K, Tanthawiwong A, Khunsanong S, Srancharoenpong K, Riewluang P, et al. The miracle of veggies 108. Bangkok: Toyota Thailand Foundation; 1997. Thai.

(3) Ruangchakrpet S, Anprung, P. Production of *Ocimum canum* Sims. seed mucilage powder. Food. 2002;32(2): 144-53. Thai.

(4) Whisltler RL, BeMiller JN. Carbohydrate chemistry for food sciencetists. Minnesota: The American Association of Cereal Chemists, Inc; 1997.

(5) Kliemann E, de Simas KN, Amante R, Prudêncio ES, Teófilo RF, Ferreira MMC, et al. Optimisation of pectin acid extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis* flavicarpa) using response surface methodology. Int. J. Food Sci. Technol. 2009;44: 476–83.

(6) Weangkaew W. Extraction of pectin from dried pumelo peel using steam treatment. Research report. Thailand: Chemical Engineering Department: Faculty of Engineering: Srinakharinwirot University; 2006. Thai.

(7) AOAC. Official Methods of Analysis. 17 th ed. Washington, D.C: The Association of official analytical chemists; 2000.

(8) Ranganna S. Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products. 15th ed. New Delhi: Tata McGraw Hill publishing Company Ltd; 2008.

(9) BAM. Bacteriological Analytical Manual. U.S. Department of Health & Human Services [Internet]. 2011 [updated 2011 Jul 2; cited 2011 Jul 2]. Available from: http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm.

(10) Anprung P. The principle of sensory simulation for food analysis. 2nd ed. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House; 2008. Thai.

(11) Rungrodnimitchai S. Novel source of pectin from young sugar palm by microwave assisted extraction. Procedia Food Sci. 2011;1: 1553-9.

(12) Singthong J, Ningsanond S, Cui SW, Goff HD. Extraction and physicochemical characterization of Krueo Ma Noy pectin. Food Hydrocolloid. 2005;19: 719-801.

(13) Ministry of Industry. OTOP Standard. Soft jelly. OTOP Standard 519/2004; 2004. Thai.

(14) Saehor S, Vattanakrisda N, Taiyanto P. Thumthanaruk B. Development of vegetable carrageenan jellies. Agricultural Sci. J. 2011;42(2) Suppl: 509-12. Thai.