

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จำปาดะกวนจากเนื้อจำปาดะแช่เยือกแข็ง

นฤมล มีบุญ^{1*}, จันทิรา วงศ์วิเชียร² และจตุพร คงทอง²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

²สาขาวิชาวิทยาการประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

*naruemon_mee@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของจำปาดะกวนจากจำปาดะแช่แข็งที่เก็บรักษาในตู้แช่เยือกแข็งเป็นระยะเวลา 6 เดือน คัดเลือกชุดการทดลองจำปาดะแช่เยือกแข็งกวนที่มีคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับจำปาดะสดกวนมากที่สุด จากการศึกษาพบว่า ชุดการทดลองที่ 8 (CF8) ที่ใช้จำปาดะสดบรรจุถุง HDPE ในสภาวะสุญญากาศแล้วแช่เยือกแข็งที่ -18 องศาเซลเซียส เมื่อนำมากวนแล้วมีคะแนนความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสมากที่สุด 7.90 คะแนน โดยมีคะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม (จำปาดะสดกวน) เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาจำปาดะแช่เยือกแข็งกวน (CF8) ที่ระยะเวลา 0 7 14 21 และ 28 วัน และตรวจสอบคุณสมบัติจำปาดะแช่เยือกแข็งกวนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า pH 5.52-5.55 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) 0.64-0.65 ค่าความชื้น ร้อยละ 3.80-4.01 ปริมาณน้ำตาล 27.50-28.00 องศาบริกซ์ ค่าสี L^* 29.03-38.01 a^* 4.88-5.69 b^* 12.33-16.24 และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ตลอดการทดลอง จำปาดะแช่แข็งกวนได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคในทุกคุณลักษณะตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าผลิตภัณฑ์จำปาดะแช่เยือกแข็งกวนน้ำหนัก 15 กรัม ให้พลังงาน 45 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 11 กรัม น้ำตาล 5 กรัม และมีวิตามินบี 1 สูงถึงร้อยละ 50 การเก็บรักษาเนื้อจำปาดะในช่วงฤดูหนาวโดยการบรรจุถุง HDPE ในสภาวะสุญญากาศแช่เยือกแข็งสามารถเก็บรักษาเนื้อจำปาดะไว้ผลิตเป็นจำปาดะกวนได้นานหลายเดือนโดยไม่สูญเสียคุณภาพ

คำสำคัญ: จำปาดะ แช่เยือกแข็ง สุญญากาศ การเก็บรักษา



Development of Champedak Paste Product from Frozen Champedak (*Artocarpus integer*) Pulp

Naruemon Meeboon^{1*}, Chantira Wongwichian² and Jatuporn Khongtong²

¹Department of Education in Science Biology, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

²Department of Culinary Science, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

*naruemon_mee@nstru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the quality of champedak paste from frozen champedak stored in a freezer for a period of 6 months. The experimental set of frozen champedak paste with the sensory quality test scores closest to the same as fresh champedak paste was selected. From the study, it was found that experimental set 8 (CF8) using fresh champedak packed in HDPE bags in a vacuum condition and then frozen at -18°C had the highest sensory satisfaction score of 7.90 points when used to produce champedak paste. The scores were not significantly different from the control set (fresh champedak paste). When studying the shelf life of frozen champedak paste (CF8) at periods of 0, 7, 14, 21 and 28 days and examining the properties of frozen champedak paste according to community product standards. It was found that there were slight changes without statistical differences throughout the storage period, which had pH values of 5.52-5.55, water activity (a_w) values of 0.64-0.65, humidity values of 3.80-4.01%, sugar content of 27.50-28.00 °Brix, color value L^* 29.03-38.01 a^* 4.88-5.69 b^* 12.33-16.24 and no microorganisms were detected throughout the experiment. Frozen champedak paste received sensory acceptance from consumers for all characteristics throughout the storage period. When analyzed for nutritional value, it was found that the frozen champedak paste product weighing 15 grams provides 45 kilocalories of energy, 11 grams of total carbohydrates, 5 grams of sugar, and up to 50% of vitamin B1. Preserving champedak pulp during the season by packing it in HDPE bags in a frozen vacuum condition can preserve the champedak pulp for making champedak paste for several months without losing quality.

Keywords: Champedak, Freezing, Vacuum, Storage

1. บทนำ

จำปาตะ (Champedak) เป็นไม้ผลสกุลเดียวกับ ขนุน คืออยู่ในวงศ์ Moraceae แต่ขนาดของผลเล็กกว่า กลิ่นแรงกว่า และเนื้อละเอียดกว่า มีถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์อยู่ในบริเวณภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณคาบสมุทรมลายู อินโดนีเซีย มาเลเซีย บรูไน และเกาะนิวกินี จำปาตะเป็นพืชป่าที่ขึ้นกระจายในท้องถิ่นภาคใต้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus integer* (Thunb.) Merr. ปลูกมากในจังหวัดสตูล จังหวัดพังงา จังหวัดยะลา และจังหวัดสงขลา จำปาตะเป็นไม้ยืนต้นลักษณะคล้ายขนุน ลำต้นสีน้ำตาลและมีจุดสีขาว ตลอดทั้งต้น ใบและผลของจำปาตะคล้ายขนุนเช่นกัน ใบจะมีปุยขนสั้นๆ หากจับดูจะรู้สึกกระคายมือ ส่วนลักษณะผลนั้นรูปทรงยาวบ้างสั้นบ้างขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สีผิวเปลือกเมื่อแก่ใกล้จะสุกมีสีเหลืองอมส้ม ลักษณะของสีผิวมีหลายสีด้วยกัน เช่น สีเหลืองทอง เหลืองอ่อน เหลืองอมส้ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ส่วนรสชาติหวานหอม และหวานแหลม สภาพการทำสวนมักจะปลูกผสมร่วมกับไม้ผลชนิดอื่นหรือสวนสมรม และเป็นสวนที่เก่าแก่ ปลูกมาตั้งแต่ดั้งเดิม มีพันธุ์หลากหลายเนื่องจากปลูกโดยใช้เมล็ด [1] จำปาตะมีน้ำหนักต่อผล 1-5 กิโลกรัม ส่วนเนื้อภายในมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 100-1,200 กรัม คุณค่าทางโภชนาการของจำปาตะสุก 100 กรัม ประกอบด้วย พลังงาน 116 กิโลแคลอรี โปรตีน 3.0 กรัม ไขมัน 0.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 28.6 กรัม วิตามินเอ 200 หน่วยสากล วิตามินบี 10 มิลลิกรัม วิตามินซี 15 มิลลิกรัม ธาตุแคลเซียม 20 มิลลิกรัม ธาตุฟอสฟอรัส 30 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 1.5 มิลลิกรัม [2] จำปาตะสุกสามารถบริโภคได้ทั้งแบบสดและแปรรูป โดยเนื้อจำปาตะสดจะมีรสหวานจัด ลักษณะเนื้อละเอียด กลิ่นหอมแรง สามารถนำไปแปรรูปเป็นจำปาตะทอด จำปาตะกวน หรือเค้กจำปาตะ เพื่อรับประทานเป็นอาหารหวานได้

กระบวนการแช่แข็งเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้มีระยะเวลาเพิ่มขึ้นโดยการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง โดยทั่วไปมักจะลดอุณหภูมิลงถึง -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า จะทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นผลึกน้ำแข็ง ซึ่งไม่เอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ในอาหาร ประโยชน์ของการแช่แข็งอาหารได้แก่ ช่วยรักษาสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ดีกว่าการเก็บรักษาด้วยวิธีการอื่น ๆ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบที่มีผลผลิตมากตามฤดูกาลเพื่อนำไปแปรรูปได้ตลอดทั้งปี [3]

การปลูกจำปาตะในจังหวัดนครศรีธรรมราชโดยส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่อำเภอลานสกา จำปาตะมีแนวโน้มความต้องการของตลาดค่อนข้างสูงเนื่องจากได้รับความนิยมบริโภคทั้งภายในประเทศและส่งออกขายต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตามจำปาตะของอำเภอลานสกา มีความหลากหลายของสายพันธุ์สูงและไม่มีการคัดสายพันธุ์ที่โดดเด่นไว้เป็นสายพันธุ์เด่นของพื้นที่จึงทำให้จำปาตะอำเภอลานสกา มีคุณภาพที่หลากหลายและราคาค่อนข้างถูก อีกทั้งจำปาตะไม่ได้มีผลผลิตตลอดทั้งปีจะมีผลผลิตในช่วงฤดูกาลในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมเท่านั้น จึงทำให้ในช่วงฤดูกาลจะมีผลผลิตมากจนล้นตลาด ราคาตกต่ำ และระบายออกไม่ทันทำให้จำปาตะเน่าเสียเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก และไม่มีผลผลิตในช่วงนอกฤดู ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงสนใจวิธีการเก็บรักษาเนื้อจำปาตะในช่วงฤดูกาลโดยการแช่เยือกแข็งที่จะทำให้เก็บรักษาเนื้อจำปาตะไว้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จำปาตะกวนได้ตลอดทั้งปี

2. วิธีวิจัย

2.1 กระบวนการเตรียมเนื้อจำปาตะแช่เยือกแข็ง

นำจำปาตะสุกมาล้างทำความสะอาดเปลือกด้านนอก ผ่าผลจำปาตะตามแนวยาวพร้อมแกะเนื้อจำปาตะออกจากซัง หลังจากนั้นแกะเมล็ดออกจากเนื้อจำปาตะและนำเนื้อจำปาตะทั้งหมดจากแต่ละผลมาผสมรวมกัน ลักษณะผลและเนื้อจำปาตะดังแสดงในภาพที่ 1 หลังจากนั้นเตรียมเนื้อจำปาตะในสภาวะที่แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 ทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ และแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วัน



ภาพที่ 1 ลักษณะผลและเนื้อจำปาตะ อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตารางที่ 1 รายละเอียดชุดการทดลองจำปาตะสดแช่เยือกแข็ง

ชุดการทดลอง	รหัส	การเตรียมตัวอย่าง
1	CF1	เนื้อจำปาตะสด 500 กรัม แช่เยือกแข็ง
2	CF2	เนื้อจำปาตะสด 500 กรัม ผสมน้ำเปล่า 500 กรัม แช่เยือกแข็ง
3	CF3	เนื้อจำปาตะ 500 กรัม ที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2 นาน 10 นาทีและน้ำตาลซูโครส 20 องศาบริกซ์ นาน 10 นาที สะเด็ดสารละลายออกก่อนแช่เยือกแข็ง
4	CF4	เนื้อจำปาตะ 500 กรัม ผสมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2 และน้ำตาลซูโครส 20 องศาบริกซ์ 500 กรัม แช่เยือกแข็ง
5	CF5	เนื้อจำปาตะ 500 กรัม ที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2 นาน 10 นาทีและน้ำตาลซูโครส 40 องศาบริกซ์ นาน 10 นาที สะเด็ดสารละลายออกก่อนแช่เยือกแข็ง
6	CF6	เนื้อจำปาตะ 500 กรัม ผสมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2 และน้ำตาลซูโครส 20 องศาบริกซ์ 500 กรัม แช่เยือกแข็ง
7	CF7	เนื้อจำปาตะ 500 กรัม บรรจุถุง High Density Polyethylene (HDPE) ในสภาวะมีอากาศแช่เยือกแข็ง
8	CF8	เนื้อจำปาตะ 500 กรัม บรรจุถุง High Density Polyethylene (HDPE) ในสภาวะสุญญากาศแช่เยือกแข็ง
9	CF9	เนื้อจำปาตะสด 500 กรัม (ชุดควบคุม)

2.2 การเตรียมจำปาตะกวน

การทำจำปาตะกวนจะใช้เนื้อจำปาตะ 5 กิโลกรัม ผสมน้ำตาลทราย 500 กรัม กวนในเครื่องกวนโดยใช้ไฟปานกลาง ใช้ระยะเวลาในการกวนประมาณ 2 ชั่วโมง หรือกวนจนเหนียวดี ตักจำปาตะกวนใส่ถาดทิ้งไว้ให้เย็น แล้วตัดเป็นชิ้น ๆ หรือปั้นเป็นก้อนแล้วกดให้แบน อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง ลักษณะของจำปาตะกวนดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 จำปาตะกวน

2.3 การศึกษาสภาวะการเก็บรักษาเนื้อจำปาตะสดโดยวิธีการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเนื้อจำปาตะสดเพื่อผลิตจำปาตะกวน

นำจำปาตะสดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วัน ชุดการทดลองที่ 1-8 (CF1- CF8) ดังแสดงในตารางที่ 1 มาผลิตเป็นจำปาตะกวน โดยนำตัวอย่างจำปาตะแช่เยือกแข็งมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการสะเด็ดน้ำแล้วนำมากวนโดยใช้เครื่องกวน หลังจากนั้นนำจำปาตะแช่เยือกแข็งกวนมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่ใช้จำปาตะสดในการกวน โดยเปรียบเทียบคุณลักษณะในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติ

2.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาจำปาตะแช่แข็งกวน

การศึกษายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จำปาตะแช่แข็งกวนที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับจำปาตะสดกวน โดยทำการเก็บตัวอย่างจำปาตะแช่แข็งกวน วันที่ 0 7 14 21 และ 28 ของการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ค่าพีเอช ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ค่าความชื้น ปริมาณน้ำตาล ค่าสี (L^* , a^* , b^*) คุณภาพทางจุลชีววิทยา และทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อจำปาตะแช่แข็งกวน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติ

2.5 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำปาตะแช่แข็งกวนที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับจำปาตะสดกวน 1 กิโลกรัม ส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยตรวจวิเคราะห์ผลึกโภชนาการไทยแบบเต็มที่ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด อำเภอดำรงวิทยะ จัหวัดสงขลา

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) โดยนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และหาความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ศึกษาสภาวะการเก็บรักษาเนื้อจำปาตะสดด้วยวิธีการแช่เยือกแข็งเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์จำปาตะกวน

การศึกษาสภาวะการเก็บรักษาเนื้อจำปาตะสดในช่วงฤดูหนาวด้วยวิธีการแช่เยือกแข็งเพื่อนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จำปาตะกวนในช่วงนอกฤดู โดยการทดลองจะแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 9 ชุด เก็บรักษาในตัวแช่เยือกแข็งที่ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลพบว่า ชุดการทดลองที่ 8 (CF8) ที่ใช้จำปาตะสดบรรจุถุง HDPE ในสภาวะสุญญากาศแล้วแช่เยือกแข็ง เมื่อนำมาผลิตเป็นจำปาตะกวนแล้วมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับจำปาตะสดกวน (ชุดควบคุม, CF9) โดยมีค่าคะแนนลักษณะปรากฏทั่วไป 7.90 คะแนน ค่าคะแนนสี 7.93 คะแนน ค่าคะแนนกลิ่น 7.90 คะแนน ค่าคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส 7.67 คะแนน ค่าคะแนนกลิ่นรส 7.83 คะแนน ค่าคะแนนรสชาติ 7.83 คะแนน และค่าคะแนนความชอบรวม 7.90 คะแนน (ตารางที่ 1) เมื่อพิจารณาสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์จำปาตะกวนจากชุด CF8 พบว่า ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มกว่าและมีกลิ่นของจำปาตะน้อยกว่าจำปาตะสดกวนเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคยังคงให้คะแนนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์จำปาตะแช่เยือกแข็งกวนใกล้เคียงกับจำปาตะสดกวน นอกจากนี้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของจำปาตะแช่เยือกแข็งกวนในชุดการทดลองที่ 1-7 (CF1-CF7) มีคะแนน

ความการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมากกว่า 7 คะแนน อยู่ในช่วงขอบปานกลางถึงขอบมาก ซึ่งถือได้ว่าผู้บริโภคยังคงให้การยอมรับจำปาดะกวนจากเนื้อจำปาดะแช่แข็งในสภาวะอื่น ๆ ด้วย

กระบวนการแช่แข็งเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้มีระยะเวลานานขึ้นโดยการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งโดยทั่วไปมักจะลดอุณหภูมิลงถึง -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นผลึกน้ำแข็งซึ่งไม่เอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ในอาหารซึ่งประโยชน์ของการแช่แข็งอาหาร ได้แก่ ช่วยรักษาสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รักษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ดีกว่าการแปรรูปด้วยวิธีอื่น และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบที่มีผลผลิตมากตามฤดูกาลเพื่อนำไปแปรรูปต่อในภายหลัง [3] อย่างไรก็ตามการแช่เยือกแข็งมักจะทำให้ผลิตภัณฑ์จากผักและผลไม้มีการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่ม ยู่และขาดความกรอบ และอาจมีลักษณะปรากฏที่เปลี่ยนไปเช่น การเปลี่ยนสี การเกิดสีน้ำตาล เป็นต้น [4] การเก็บรักษาเนื้อจำปาดะโดยการแช่เยือกแข็งโดยใช้วิธีการเก็บรักษาในถุง HDPE ในสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บรักษาเนื้อจำปาดะได้ดีที่สุด เนื่องจากถุง HDPE มีความหนาแน่นที่สูง ทำให้มีความเหนียวและทนต่อการซึมผ่านได้ดีกว่าถุง PE ทั่วไปที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของจำปาดะแช่เยือกแข็งกวน

ลักษณะผลิตภัณฑ์	คะแนนประเมิน								
	CF 1	CF 2	CF 3	CF 4	CF 5	CF 6	CF 7	CF 8	CF 9
ลักษณะปรากฏทั่วไป	7.13±0.57 ^{bc}	7.10±0.71 ^c	7.17±0.90 ^{bc}	7.60±0.77 ^{ab}	7.53±0.86 ^{abc}	7.13±1.00 ^{bc}	7.27±0.98 ^{bc}	7.90±0.60 ^a	7.80±0.89 ^a
สี	7.27±0.52 ^{bc}	7.16±0.68 ^c	7.27±0.83 ^{bc}	7.87±0.88 ^{ab}	7.33±0.80 ^{bc}	7.33±0.96 ^{bc}	7.23±0.93 ^{bc}	7.93±0.74 ^a	7.97±0.81 ^a
กลิ่น	7.27±0.58 ^b	7.30±0.47 ^b	7.33±0.55 ^b	7.37±0.62 ^b	7.53±0.57 ^b	7.40±0.62 ^b	7.40±0.72 ^b	7.90±0.75 ^a	7.93±0.70 ^a
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.07±0.64 ^b	7.03±0.90 ^b	7.10±0.71 ^b	7.23±1.04 ^{ab}	7.03±0.1 ^b	7.10±0.95 ^b	7.13±1.07 ^b	7.67±0.61 ^a	7.67±0.71 ^a
กลิ่นรส	7.00±0.79 ^b	7.03±0.90 ^b	7.17±0.80 ^b	7.27±0.97 ^b	7.10±0.96 ^b	7.07±1.14 ^b	7.03±0.96 ^b	7.83±0.79 ^a	7.87±0.63 ^a
รสชาติ	7.13±0.57 ^b	7.03±0.81 ^{ab}	7.03±0.89 ^b	7.40±0.93 ^b	7.17±1.02 ^b	7.10±1.15 ^b	7.20±0.88 ^b	7.83±0.74 ^a	7.80±0.76 ^a
ความชอบรวม	7.03±0.56 ^b	7.13±0.63 ^b	7.00±0.69 ^b	7.23±0.97 ^b	7.30±0.91 ^b	7.07±1.17 ^b	7.17±0.99 ^b	7.90±0.76 ^a	7.93±0.78 ^a

หมายเหตุ : ^{a b c d} คือ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

3.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จำปาดะแช่เยือกแข็งกวน

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จำปาดะแช่เยือกแข็งกวนโดยการนำผลิตภัณฑ์จำปาดะแช่เยือกแข็งกวนมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 28 วัน เก็บตัวอย่างทุกๆ 7 วัน นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพเคมี และทางจุลชีววิทยา ผลการทดลองพบว่า มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.52-5.55 ค่า a_w มีค่าไม่เกิน 0.65 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.80-4.01 ปริมาณน้ำตาลมีค่าประมาณ 28 องศาบริกซ์ จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์จำปาดะแช่เยือกแข็งกวน พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 29.03-38.01 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) อยู่ในช่วง 4.88-5.69 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 12.33-16.24 และเมื่อพิจารณาคุณภาพทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ พบว่า เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้กวนของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.35/2558) [5] กำหนดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงจำนวนยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ ต้องน้อยกว่า 1×10^4 CFU/g และเกณฑ์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ในอาหารตามประกาศของกรมการแพทย์ [6] กำหนดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงจำนวนยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 1×10^5 และ 1×10^3 CFU/g ตามลำดับ จากตารางที่ 2 พบว่า จำปาดะแช่แข็งกวนตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* ยีสต์และรา เนื่องจากจำปาดะกวนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลอยู่มากและในกระบวนการผลิตมีการกวนโดยใช้ความร้อนเป็นระยะเวลานาน จึงทำให้จำปาดะกวนมีความเหนียวหนืด ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความชื้นและค่า a_w ของจำปาดะแช่เยือกแข็งกวนที่มีค่าเป็นไปตามมาตรฐานคือค่า a_w ที่แสดงถึงปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์ของอาหารกึ่งแห้งจะอยู่ในช่วง 0.6-0.85 ถ้าค่าความชื้นและค่า a_w ยังมีค่าต่ำจะทำให้ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น [7] มีการศึกษาผลของการแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพของเนื้อมะม่วงสุก พบว่า การแช่เยือกแข็งไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างและปริมาณกรดที่

ไทเทรตได้ทั้งหมดของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สุก แต่มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้สีของเนื้อมะม่วงเปลี่ยนไปโดยมีค่าความสว่างลดลง ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองมีค่าสูงขึ้น มีการสูญเสียน้ำตาลการละลายน้ำแข็ง ร้อยละ 21.06 และคุณภาพของเนื้อมะม่วงด้านลักษณะเนื้อสัมผัสมีค่าความแน่นเนื้อลดลง [4]

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์จำปาดะแช่เยือกแข็งกวนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	7	14	21	28
pH ^{ns}	5.52±0.01	5.53±0.01	5.54±0.02	5.55±0.01	5.53±0.01
ค่า water activity (a _w) ^{ns}	0.64±0.00	0.65±0.00	0.65±0.00	0.65±0.01	0.65±0.00
ค่าความชื้น (%) ^{ns}	3.80±0.48	3.83±0.44	3.89±0.04	3.92±0.39	4.01±0.43
ปริมาณน้ำตาล (°Brix) ^{ns}	28.00±0.38	28.00±0.45	27.50±0.45	27.50±0.45	27.50±0.77
ค่าสี					
L*	38.01±0.97 ^a	32.31±0.86 ^b	31.23±1.66 ^b	30.06±1.73 ^b	29.03±0.71 ^b
a*	5.41±0.54 ^a	5.10±0.40 ^b	4.98±0.88 ^b	5.21±0.43 ^b	5.29±0.43 ^b
b*	16.24±0.67 ^a	14.99±1.86 ^a	13.24±2.14 ^b	13.07±1.46 ^b	12.33±0.19 ^b
Total Vable Count (cfu/g)	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	ND	ND	ND	ND	ND
Yeasts and Molds (cfu/g)	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ : L* หมายถึง ความสว่างของสีซึ่งมีค่าจาก 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว)

a* หมายถึง ค่าสี โดยมีค่าเป็น - คือ สีเขียว และค่าที่ได้เป็น + คือ สีแดง

b* หมายถึง ค่าสี โดยมีค่าเป็น - คือ สีน้ำเงิน และค่าที่ได้เป็น + คือ สีเหลือง

ND คือ non detected

^{a b c d} คือ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

^{ns} คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์จำปาดะแช่เยือกแข็งกวนต่อการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ลักษณะผลิตภัณฑ์	คะแนนประเมิน				
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
ลักษณะปรากฏทั่วไป ^{ns}	7.73±0.69	7.77±0.68	7.83±0.59	7.97±0.67	7.97±0.72
สี ^{ns}	7.77±0.68	7.77±0.68	7.87±0.57	7.87±0.73	7.83±0.70
กลิ่น ^{ns}	7.73±0.69	7.77±0.68	7.77±0.63	7.73±0.69	7.83±0.65
ลักษณะเนื้อสัมผัส ^{ns}	7.73±0.69	7.77±0.77	7.70±0.65	7.90±0.61	7.70±0.70
กลิ่นรส ^{ns}	7.73±0.69	7.80±0.71	7.80±0.61	7.77±0.68	7.80±0.66
รสชาติ ^{ns}	7.80±0.66	7.80±0.66	7.90±0.61	7.90±0.66	7.83±0.70
ความชอบรวม ^{ns}	7.73±0.69	7.77±0.68	7.77±0.63	7.83±0.65	7.87±0.68

หมายเหตุ : ^{ns} คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 30 คน ให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ จำปาตะขังเยือกแข็งกวนตลอดการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน โดยลักษณะผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวนที่มีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดคือ ค่าลักษณะปรากฏทั่วไป มีคะแนนประเมินสูงสุดที่ 7.97 ± 0.72 คะแนน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวนสามารถเก็บไว้บริโภคหรือจำหน่ายได้เป็นระยะเวลานานไม่น้อยกว่า 28 วัน โดยมีคุณภาพที่คงที่ไม่มีเปลี่ยนแปลง

3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารตามหลักการใช้ฉลากโภชนาการผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวน

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวน พบว่า ผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวน 1 ซอง (15 กรัม) ให้พลังงาน 45 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี) โดยมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า 1 กรัม และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 11 กรัม (ใยอาหารน้อยกว่า 1 กรัม, น้ำตาล 5 กรัม) ผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวนมีปริมาณวิตามิน บี 1 ร้อยละ 50 และวิตามิน บี 2 ร้อยละ 2 (ภาพที่ 3 และ 4) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวนไม่มีส่วนประกอบของไขมัน มีโปรตีนเล็กน้อย โดยพลังงานทั้งหมดส่วนใหญ่มาจากน้ำตาล และมีปริมาณวิตามิน บี 1 ที่สูง

ข้อมูลโภชนาการ (Nutrition Information)	
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ซอง (15 กรัม) Serving size : 1 package (15 g) จำนวนหน่วยบริโภคต่อภาชนะบรรจุ : 1 Serving Per Container	
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (Amount per serving)	
พลังงานทั้งหมด 45 กิโลแคลอรี (Total energy 45 kcal) (พลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี) (energy from fat 0 kcal)	
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน* (Percent Thai RDI)	
ไขมันทั้งหมด (Total fat) 0 ก. (g)	0%
ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat) 0 ก. (g)	0%
โคเลสเตอรอล (Cholesterol) 0 มก. (mg)	0%
โปรตีน (Protein) น้อยกว่า 1 ก. (g)	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate) 11 ก. (g)	4%
ใยอาหาร (Dietary Fiber) น้อยกว่า 1 ก. (g)	4%
น้ำตาล (Sugars) 5 ก. (g)	
โซเดียม (Sodium) 0 มก. (mg)	0%
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน* (Percent Thai RDI)	
วิตามิน เอ (Vitamin A) 0%	วิตามิน บี1 (Vitamin B1) 50%
วิตามิน บี2 (Vitamin B2) 2%	แคลเซียม (Calcium) 0%
เหล็ก (Iron) 0%	
*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน สำหรับคนไทย อายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี (Percent Thai Recommended Daily Intakes for population over 6 years of age are based on a 2,000 kcal diet.)	

ภาพที่ 3 ข้อมูลทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์จำปาตะขังเยือกแข็งกวน

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
45	5	0	0
กิโลแคลอรี	กรัม	กรัม	มิลลิกรัม
*2%	*8%	*0%	*0%

* คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

ภาพที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ซอง (15 กรัม) ของผลิตภัณฑ์จำปาตะแช่เยือกแข็งกวน

* คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

ในปัจจุบันการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากจำปาตะแช่ในพื้นที่ภาคใต้ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่เพื่อช่วยแก้ปัญหาจำปาตะแช่ล้นตลาดและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ นอกจากการพัฒนากระบวนการผลิตจำปาตะแช่กวนด้วยเทคนิคใหม่ ๆ แล้ว การแปรรูปจำปาตะแช่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ได้รับความนิยมเช่นกัน เช่น งานวิจัยการพัฒนาแยมจำปาตะแช่ โดยการนำเนื้อจำปาตะแช่ผสมกับน้ำในเครื่องปั่นผสม ตั้งไฟ ผสมน้ำตาลทรายครึ่งส่วนกับเพคติน ค่อย ๆ ใส่น้ำตาลทรายและกวนให้ส่วนผสมเข้ากัน เติมน้ำและน้ำมะนาว กวนต่อจนส่วนผสมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่น้อยกว่า 65 องศาบริกซ์ ตั้งใส่ภาชนะบรรจุในขวดแก้วปิดฝาแบบด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางคุณลักษณะทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา และ *E. coli* พบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [8] นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้เมล็ดจำปาตะแช่เป็นส่วนเหลือใช้จากการบริโภคจำปาตะแช่สดผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทอดแทนการใช้มันสำปะหลัง ผลพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโก่จากเมล็ดจำปาตะแช่สุรที่ที่เหมาะสม ร้อยละ 40 ได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงขอบปานกลางถึงขอบมาก โดยองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโก่จากเมล็ดจำปาตะแช่ ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร เท่ากับ 1.69 3.48 39.21 1.12 28.69 และ 25.82 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และคำนวณพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 481.54 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ผู้บริโภคจำนวน 150 คน ให้การยอมรับข้าวเกรียบโก่จากเมล็ดจำปาตะแช่ ร้อยละ 100 โดยให้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความกรอบ และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก [9]

4. สรุปผล

การเก็บรักษาจำปาตะแช่สดบรรจุถุง HDPE ในสภาวะสุญญากาศ (ชุดการทดลองที่ 8, CF8) แล้วแช่เยือกแข็งที่ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน เมื่อนำมาทำเป็นจำปาตะแช่กวนแล้วมีคะแนนความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับจำปาตะแช่สดมากที่สุด โดยมีคะแนนความพึงพอใจ 7.90 คะแนน ซึ่งมีคะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับจำปาตะแช่กวน (ชุดควบคุม, CF9) เมื่อนำชุดการทดลองที่ 8 (CF8) มาทำเป็นจำปาตะแช่กวนและศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน มาตรวจสอบคุณสมบัติจำปาตะแช่เยือกแข็งกวนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่า จำปาตะแช่เยือกแข็งกวนมีผลการวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่า pH 5.52-5.55 ค่า a_w 0.64-0.65 ค่าความชื้น ร้อยละ 3.80-4.01 ปริมาณน้ำตาล 27.50-28.00 องศาบริกซ์ และค่าสี L^* 29.03-38.01 a^* 4.88-5.69 b^* 12.33-16.24 และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* ยีสต์และรา ตลอดการทดลอง และผู้บริโภคทั้ง 30 คน ให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จำปาตะแช่เยือกแข็งกวนตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน โดยมีคะแนนความพึงพอใจอยู่ในช่วง 7.70-7.97 คะแนน เมื่อนำผลิตภัณฑ์จำปาตะแช่เยือกแข็งกวนไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มีพลังงาน 45 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 11 กรัม น้ำตาล 5 กรัม และมีวิตามินบี 1 สูงถึงร้อยละ 50 การเก็บรักษาเนื้อจำปาตะแช่ในช่วงฤดูกลางที่มีจำนวนมากจนล้นตลาดและราคาตกต่ำด้วยการบรรจุถุง HDPE ในสภาวะสุญญากาศแช่เยือกแข็งที่ -18 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาเนื้อจำปาตะแช่ไว้ผลิตเป็นจำปาตะแช่กวนได้นานหลายเดือนโดยไม่สูญเสียคุณภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการแปรรูปและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์จากจำปาตะข่างแห้ง ได้รับทุนอุดหนุนจาก กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2566

6. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Kamwut, Pawinee. (2015). *Research and development on champedak production technology in the upper southern*. [Research reports]. Department of Agriculture. (In Thai)
- [2] Office of Agricultural Economics. (2022). *Champedak, geographical indication products of Satun province*. <https://coaching.oae.go.th/>
- [3] Sirijariyawat, A., & Charoenrein, S. (2012). Freezing characteristics and texture variation after freezing and thawing of four fruit types. *Songklanakarin Journal Science Technology*, 34(5), 517-523.
- [4] Sirijariyawat, Arpassorn., Phakul, Waranya., & Arsanok, Anusara. (2015). Effect of freezing on quality of ripe mango flesh. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 43(1), 846-850. (In Thai)
- [5] Thai Industrial Standards Institute. (2015). *Community product standards for fruit preserves*. (MPC.35/2015). Ministry of Industry. (In Thai)
- [6] Bureau of Quality and Safety of Food. (2017). *Announcement of the department of medical sciences regarding microbiological quality criteria for food and contact containers, No. 3, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health*. (In Thai)
- [7] Srichayet, Phisamai. (2019). Principles of food processing to extend product's shelf life. *Food*, 49(1), 1-8. (In Thai)
- [8] Sirichote, Tusana. (2018). Development of champedak (*Artocarpus integer*) jam product, in Proceedings The 12th Research Administration Network Conference (RANC 2018), 2018, 2. (In Thai)
- [9] Wongsudaluk, Wipawan. (2016). *Application of champedak (Artocarpus integer) seed flour in cracker product*. [Research Reports]. Songkhla Rajabhat University. (In Thai)