วารสารวิชาการ **มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย**
ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 เดือนเมษายน - มิถุนายน 2554

คุณภาพการเก็บรักษาของน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ
Storage Quality of Tamarind / Roselle Chili Paste

สุภางค์ เรืองฉาย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
E-mail: supang__rua@utcc.ac.th

สิรินาถ ตัณฑเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
E-mail: sirinard__tan@utcc.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำพริกมะขาม ระหว่างน้ำพริกมะขาม (สูตรควบคุม) กับน้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ (50:50) โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4±2°C) และที่อุณหภูมิห้อง (30±2°C) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า น้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบที่อัตราส่วน 50:50 ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากกว่าน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม รวมทั้งยังมีปริมาณโปรตีน เถ้า และใยอาหารมากกว่า โดยมีค่าเท่ากับ 15.8 6.0 และ 6.2 ตามลำดับ และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม อีกทั้งไม่พบการปนเปื้อนของ *Coliforms* และ *Escherichisia* coli รวมถึงยีสต์และราตลอดการเก็บรักษา

คำสำคัญ: มะขาม กระเจี๊ยบ น้ำพริก

สุภางค์ เรืองฉาย และ สิรินาถ ตัณฑเกษม. "คุณภาพการเก็บรักษาของน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ" *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย* 31, 2 (เม.ย.-มิ.ย. 2554) 89-98

Abstract

Storage stability of tamarind chili paste (control) in a comparison with tamarind / roselle (50:50) chili paste at room temperature (30±2°C) and chilled temperature (4±2°C) for 3 weeks was investigated. The results revealed that the tamarind / roselle chili paste was more acceptable than the control, and contained 15.8% protein, 6.0% ash and 6.2% fiber. Total plate count was lower in the tamarind / roselle chili paste compared to that of the control. Also, there was no contamination of *Coliform*, *Escherichisia* coli, yeast and mold during storage.

Keywords: Tamarind, Roselle, Chili Paste

บทนำ

น้ำพริกเป็นอาหารประจำสำหรับคนไทยมายาวนาน โดยนิยมบริโภคร่วมกับผักสดหรือผักลวก ด้วยรสชาติจัดจ้านและหลากหลายรูปแบบ ทำให้น้ำพริกเป็นที่ชื่นชอบของชาวไทยมาช้านาน ไม่ว่าจะเป็นน้ำพริกกะปิ น้ำพริกขี้นก น้ำพริกมะขาม น้ำพริกนรก เป็นต้น ซึ่งในเครื่องปรุงประกอบด้วยสมุนไพรไทยมากมาย อันอุดมด้วยประโยชน์ต่อสุขภาพ ในอดีตนิยมตำน้ำพริกในการบริโภคต่อมื้อ แต่เมื่อสังคมเปลี่ยนไปทุกชีวิตต้องเร่งรีบแข่งกับเวลา เน้นความสะดวกรวดเร็ว ดังนั้น จึงมีการผลิตน้ำพริกออกวางจำหน่ายมากมาย ปัญหาที่พบ ก็คือ น้ำพริกมีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น เนื่องจากน้ำพริกมีส่วนผสมหลายอย่างที่เสียง่าย ดังนั้น จึงขาดโอกาสในการพัฒนาสู่เชิงพาณิชย์อย่างเช่นซอสนานาชนิดในต่างประเทศที่ได้รับการพัฒนาจนแพร่หลายไปทั่วโลก (เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล และคณะ, 2552) โดยงานวิจัยของอรอง จันทร์-ประสาทสุข (2545) ได้ทำการศึกษาผลของการล้างเครื่องเทศที่ใช้เป็นองค์ประกอบในสูตรน้ำพริกแกงเผ็ด ได้แก่ พริกหยวกแห้ง พริกขี้หนูแห้ง กระเทียม หัวหอมแดง มะกรูด ตะไคร้ และข่า ด้วยน้ำ พบว่า การล้างพริกหยวกแห้ง พริกขี้หนูแห้ง กระเทียม หัวหอมแดง มะกรูด และข่า ด้วยน้ำในสัดส่วนเครื่องเทศต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 20 (น้ำหนักต่อปริมาตร) จำนวน 2 ครั้งขึ้นไป และการล้างตะไคร้จำนวน 3 ครั้งขึ้นไปช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

งานวิจัยของราณี สุรกาญจน์กุล (2544) พบว่า กระเจี๊ยบอุดมไปด้วยวิตามินซี คือ hydroxycitrite (HCA) ซึ่งเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ รวมทั้งแอนโทไซยานิน ดอกกระเจี๊ยบประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 7.6 กรัม แคลเซียม 174 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 18 มิลลิกรัม วิตามินซี 10 มิลลิกรัม ไนอะซิน 0.4 มิลลิกรัม วิตามินเอ 183 I.U. (กระทรวงสาธารณสุข, 2530) และเพกทินซึ่งช่วยในเรื่องระบบขับถ่าย นอกจากนี้ ดอกกระเจี๊ยบยังมีสรรพคุณทางยา คือ แก้โรคนิ่วในไต แก้โรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ ขัดเบา ละลายไขมันในเส้นเลือด กัดเสมหะ ขับเมือกในลำไส้ให้ลงสู่ทวารหนัก (เพ็ญจันทร์ กรุณามัยวงศ์, 2545) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำพริกมะขามที่มีการทดแทนด้วยกระเจี๊ยบ 50 เปอร์เซ็นต์

โดยมีสมมติฐานว่าการใช้กระเจี๊ยบจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น เพราะในกลีบดอกกระเจี๊ยบมี unsaponitible substance ที่มีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (ไพร มัทธวรัตน์. 2550) โดยเฉพาะยับยั้ง *Bacillus cereus* ที่สร้างสารพิษให้น้ำพริกเน่าเสียได้ง่าย (รวิวรรณ พรหมเจริญ และคณะ. 2546)

วิธีการทดลอง

การเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อเก็บรักษา

ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามสูตรควบคุม เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ (50:50) โดยโขลกกะปิ (ตราโฮม เฟรช มาร์ท) 13.8 กรัม กับกระเทียม (ซื้อจากตลาดห้วยขวาง) 3.4 กรัม ให้ละเอียด ใส่พริกขี้หนูสวน (ซื้อจากตลาดห้วยขวาง) 3.4 กรัม บุบเบาๆ พอแตก ใส่มะขามอ่อน (ซื้อจากตลาดห้วยขวาง) 6.15 กรัม กลีบดอกกระเจี๊ยบแดง 6.15 กรัม โขลกรวมกัน ปรุงรสด้วยน้ำตาลปี๊บ (ซื้อจากตลาดห้วยขวาง) 30 กรัม น้ำปลา (ตราหอยนางรม) 3.7 กรัม ใส่หมูสับ (ซื้อจากตลาดห้วยขวาง) 22.7 กรัม กุ้งแห้งป่น (ซื้อจากตลาดห้วยขวาง) 5.2 กรัม เคล้าให้เข้ากัน นำกระทะตั้งไฟใส่น้ำมัน (ตราโอลีน) 5.5 กรัม ใส่น้ำพริกลงไปผัดใช้ไฟปานกลาง ผัดจนหมูสุกและน้ำพริกแห้ง ประมาณ 3 นาที (สุภางค์ เรืองฉาย. 2552) โดยผลิต batch ละ 3 กิโลกรัมสำหรับ 1 สูตร เก็บในภาชนะขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท ขนาดบรรจุ 150 ซีซี (ขวดแก้วผ่านการต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95-100°C เป็นเวลา 15 นาที อบจนแห้ง) โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2°C) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±2°C) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ตรวจสอบคุณภาพทุก 1 สัปดาห์ ทางด้านประสาทสัมผัส กายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัส

โดยนำแตงกวามาปอกเปลือก หั่นตามขวางให้มีความกว้าง 0.5 เซนติเมตร เสิร์ฟพร้อมน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม กับน้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ ทดสอบโดยทำการประเมินคุณภาพด้านความชอบ (preference test) ประเมินเกี่ยวกับลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ ความเผ็ด ความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9 – point Hedonic Scale Test (9 = ชอบมากที่สุด. 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน (trained panel) จำนวน 40 คน ทดลอง 2 ซ้ำ

การวิเคราะห์ผลทางกายภาพ

1. วัดค่าสี โดยนำน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม กับน้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ ตักใส่ภาชนะแก้วกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร จนเต็ม วัดค่าสี (ทำ 3 ซ้ำ) โดยใช้ Hunter lab colorimeter รุ่น Color Flex บริษัท คัลเลอร์ โกลโบล จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. วัดค่า Water activity (ทำ 3 ซ้ำ) โดยนำน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม กับน้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ มาอย่างละ 2-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะบรรจุ วัดค่า (a_w) ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) รอจนค่าที่อ่านได้คงที่ บันทึกผล โดยใช้ Aqualab Lite (a_w) รุ่น AL1066 บริษัท Decagon Devices Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

การวิเคราะห์ผลทางเคมี

1. วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Association of Official Analytical Chemists. 1995)

2. วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Association of Official Analytical Chemists. 1995)

3. วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Association of Official Analytical Chemists. 1995)

4. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Association of Official Analytical Chemists. 1995)

5. วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Association of Official Analytical Chemists. 1995)

6. วิเคราะห์ปริมาณ Acidity (Association of Official Analytical Chemists. 1995)

7. วัดค่า pH (ทำ 3 ซ้ำ) โดยนำตัวอย่างน้ำพริกมะขามทั้งสองสูตรอย่างละ 25 กรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่น 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำมาวัดค่ากรด-ด่าง โดยใช้ pH-meter รุ่น PH211 บริษัท HNNA Instrument ประเทศอิตาลี

การวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ ตามวิธี Association of Official Analytical Chemists (1990)

1. Total Plate Count เพาะเชื้อโดยใช้วิธี spread plate

2. Yeast and Mould เพาะเชื้อโดยใช้วิธี spread plate

3. *Coliform* and *Escherichia* coli โดยวิธี Presumptive test และวิธี Completed test นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตาราง MPN

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window version 14.0 เมื่อความแปรปรวนแสดงระดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขาม

เมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามสูตรควบคุม เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ (50:50) โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น ($4\pm2^{\circ}C$) และอุณหภูมิห้อง ($30\pm2^{\circ}C$) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกมะขาม ในสัปดาห์ที่ 0 1 และ 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมีการยอมรับในทุกด้านลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยสัปดาห์ที่ 2 น้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ ได้รับการยอมรับที่ดีกว่าสูตรควบคุมทุกด้าน และการเก็บรักษาน้ำพริกมะขามที่อุณหภูมิแช่เย็นจะได้รับการยอมรับมากกว่าสูตรที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 1)

Table 1 Sensory Scores of Tamarind Chili Paste Samples stored at 4±2°C and 30±2°C for 2 weeks

Formula	Week	Temp.	Sensory Evaluation				
			Appearance	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
control	0	30±2°C	8.4±0.11[a]	8.4±0.14[a]	8.1±0.13[a]	8.0±0.13[a]	8.3±0.17[a]
	1	4±2°C	8.0±0.19[c]	7.9±0.14[c]	7.9±0.16[c]	7.8±0.19[a]	7.8±0.18[c]
		30±2°C	7.9±0.15[d]	7.5±0.20[e]	7.5±0.17[e]	7.5±0.16[a]	7.6±0.16[e]
	2	4±2°C	7.7±0.13[e]	7.3±0.15[g]	7.5±0.17[e]	7.2±0.16[a]	7.4±0.16[f]
		30±2°C	7.3±0.18[g]	7.4±0.19[f]	7.3±0.20[f]	7.2±0.14[a]	7.2±0.19[g]
50% roselle	0	30±2°C	8.3±0.13[b]	8.3±0.13[b]	7.9±0.17[b]	8.2±0.14[a]	8.2±0.15[b]
	1	4±2°C	7.9±0.18[d]	7.5±0.19[e]	7.5±0.14[e]	7.5±0.17[a]	7.6±0.14[e]
		30±2°C	7.9±0.18[d]	7.5±0.19[e]	7.5±0.14[e]	7.5±0.17[a]	7.6±0.14[e]
	2	4±2°C	7.7±0.17[e]	7.7±0.20[d]	7.6±0.12[d]	7.3±0.19[a]	7.7±0.18[d]
		30±2°C	7.4±0.15[f]	7.4±0.18[f]	7.5±0.15[e]	7.3±0.18[a]	7.4±0.15[f]

[a-g] Means ± SD with different superscript in column are significant ($p < 0.05$)

เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า ค่า water activity (a_w) ของน้ำพริกมะขามทั้ง 2 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยน้ำพริกมะขามสูตรควบคุมจะมีค่า water activity เริ่มต้นมากกว่า และลดลงอย่างชัดเจนกว่าสูตรที่ใช้มะขามผสมกระเจี๊ยบ โดยค่า water activity ที่อุณหภูมิ 4±2°C มีค่าน้อยกว่าค่า water activity ที่อุณหภูมิ 30±2°C (ตารางที่ 2) โดยทั่วไปแล้วภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง มักเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย เนื่องจากความร้อนมีส่วนไปเร่งปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนในภาวะที่อาหารมีค่า water activity คงที่ ก็แสดงให้เห็นว่า จุลินทรีย์ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากน้ำที่มีอยู่ในอาหารได้ รวมทั้งปริมาณน้ำที่น้อยในอาหารก็ไม่เพียงพอในการพาให้สารต่างๆ มาทำปฏิกิริยากัน โดยค่า water activity เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่า water activity เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ และสามารถใช้ค่า water activity ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า water activity ที่จำกัด ดังนั้น จึงต้องทำให้อาหารมีค่า water activity ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ และในการทำให้อาหารข้นหรือการทำแห้งเป็นการระเหยน้ำอิสระออกไป ส่วนการเติมเกลือ น้ำตาล หรือส่วนผสม (Ingredient) อื่นๆ ลงไปโมเลกุลของสารเหล่านั้นจะไปจับพันธะกับน้ำอิสระทำให้ค่า water activity ลดลงไปด้วย (Barbosa-Canovas, Schmidt, and Labuza, 2007) ซึ่งในงานวิจัยของชิดชม ฮิรางะ และคณะ (2549) แสดงผลการวิจัยที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ กล่าวคือ น้ำพริกชนิดร่วนแห้ง ซึ่งมีค่า water activity

เท่ากับ 0.58-0.75 ไม่ตรวจพบการเจริญของแบคทีเรีย แต่ยังมีการเจริญของเชื้อราชนิดทนแห้ง ในขณะที่น้ำพริกแกงซึ่งมีค่า water activity เท่ากับ 0.94-0.96 ตรวจพบแบคทีเรียชนิดที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บของเค้ก กับค่า water activity เมื่อเก็บที่สภาวะอุณหภูมิต่างกัน ถ้าเค้กมีค่า water activity เท่ากับ 0.81 จะสามารถป้องกันการเจริญของเชื้อราได้นาน 14 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 27°C และ 24 วันเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 21°C แต่ถ้าเค้กมีค่า water activity เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเป็น 0.85 จะพบว่า อายุการเก็บจะลดลงจากเดิมเหลือเพียง 8 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 27°C และ 12 วันเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 21°C (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2546)

นอกจากนี้ ยังพบว่า ค่าสีของผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างที่ลดลงในทุกสัปดาห์ ส่งผลให้น้ำพริกมะขามมีสีคล้ำขึ้น ซึ่งน้ำพริกสูตรควบคุมจะมีความสว่างมากกว่าน้ำพริกสูตรผสมกระเจี๊ยบ โดยน้ำพริกที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30±2°C) จะมีสีคล้ำกว่าน้ำพริกที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4±2°C) ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ ส่งผลให้เกิดสารเมลานอยดิน (melanoidin) ที่มีสีน้ำตาล (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2550) นอกจากนี้ แอนโทไซยานินในกระเจี๊ยบอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์, 2547) จึงส่งผลให้น้ำพริกมะขามที่เติมกระเจี๊ยบมีสีคล้ำกว่าน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม

Table 2 Water Activity and Color of Tamarind Chili Paste Samples stored at 4±2°C and 30±2°C for 3 weeks.

Formula	Week	Temp.	a_w	Color		
				L*	a*	b*
control	0	30±2°C	0.86±0.22^{a}	29.2±0.21^{a}	16.2±0.24^{a}	24.1±0.21^{a}
	1	4±2°C	0.84±0.21^{b}	29.2±0.21^{a}	16.1±0.23^{a}	23.4±0.23^{c}
		30±2°C	0.85±0.19^{ab}	29.0±0.20^{b}	16.1±0.21^{a}	23.5±0.20^{b}
	2	4±2°C	0.81±0.19^{d}	27.9±0.20^{c}	15.1±0.23^{c}	22.1±0.21^{c}
		30±2°C	0.82±0.23^{c}	27.8±0.24^{c}	15.8±0.21^{b}	23.4±0.22^{b}
	3	4±2°C	0.80±0.29^{e}	27.5±0.21^{d}	14.7±0.23^{d}	21.8±0.17^{c}
		30±2°C	0.81±0.21^{d}	27.3±0.22^{d}	15.2±0.21^{c}	23.0±0.20^{b}
50% roselle	0	30±2°C	0.82±0.22^{c}	24.4±0.22^{d}	14.5±0.22^{d}	19.2±0.21^{d}
	1	4±2°C	0.80±0.21^{g}	24.2±0.21^{e}	14.0±0.19^{e}	18.5±0.20^{f}
		30±2°C	0.81±0.23^{d}	23.5±0.23^{g}	13.9±0.20^{f}	18.8±0.21^{e}
	2	4±2°C	0.80±0.21^{e}	23.8±0.15^{f}	13.2±0.20^{g}	18.0±0.18^{g}
		30±2°C	0.80±0.22^{e}	22.2±0.19^{h}	13.1±0.24^{g}	18.1±0.20^{g}
	3	4±2°C	0.79±0.12^{f}	23.6±0.20^{c}	13.0±0.23^{g}	17.8±0.21^{h}
		30±2°C	0.80±0.21^{c}	21.8±0.24^{c}	12.8±0.21^{g}	18.0±0.22^{g}

$^{a-h}$ Means ± SD with different superscript in column are significant ($p < 0.05$)

L* = lightness (0 = darkness, 100 = lightness)

a* = red / green (+ = red, - = green)

b* = yellow / blue (+ = yellow, - = blue)

ปริมาณความชื้นของน้ำพริกมะขามในระหว่างการเก็บรักษาทั้ง 3 สัปดาห์ มีแนวโน้มลดลง โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากค่า water activity ลดลงส่งผลให้ค่าความชื้นลดลงด้วย (ตารางที่ 3) เพราะปริมาณความชื้น เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร คือ ส่วนของน้ำที่เกาะติดกับอาหาร หรือถูกใช้ไปในการสร้างพันธะต่างๆ เช่น พันธะไอออนิก พันธะไฮโดรเจน และอีกส่วนคือ ปริมาณน้ำอิสระที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการเกิดพันธะใดๆ และจะอยู่ภายในช่องว่างของอาหาร ซึ่ง water activity เป็นความดันไอของน้ำในอาหารที่สามารถกลายเป็นไอ เทียบกับความดันไอของน้ำในน้ำบริสุทธิ์ที่สามารถกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งความชื้นและค่า water activity มีความสัมพันธ์กัน โดยเมื่อค่าความชื้นลดลง ค่า water activity จะลดลงด้วย แต่เป็นการเพิ่มแบบไม่เป็นเส้นตรง (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2546) ส่วนค่า pH ของน้ำพริกมะขามทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า Acidity ที่เพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) โดยปกติการเจริญของจุลินทรีย์ย่อมใช้แหล่งคาร์บอนในอาหารเป็นแหล่งพลังงาน จากนั้นจะสร้างกรดออกมา น้ำพริกมะขามจึงมีกรดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มี pH ลดลง

Table 3 Moisture Content, pH and Acidity of Tamarind Chili Paste Samples stored at 4±2°C and 30±2°C for 3 weeks

Formula	Week	Temp.	Moisture	pH	Acidity
control	0	30±2°C	55.5±0.15^{e}	6.5±0.19^{b}	0.2±0.20^{i}
	1	4±2°C	55.0±0.21^{g}	6.1±0.20^{d}	0.3±0.19^{f}
		30±2°C	55.2±0.22^{f}	6.0±0.21^{e}	0.4±0.20^{g}
	2	4±2°C	54.6±0.23^{i}	5.8±0.22^{g}	0.7±0.19^{e}
		30±2°C	54.8±0.21^{h}	5.7±0.19^{h}	0.8±0.20^{d}
	3	4±2°C	54.0±0.18^{l}	5.3±0.20^{k}	1.1±0.21^{b}
		30±2°C	54.1±0.22^{j}	5.1±0.19^{l}	1.2±0.20^{a}
50% roselle	0	30±2°C	56.7±0.17^{a}	6.6±0.19^{a}	0.2±0.19^{i}
	1	4±2°C	56.0±0.18^{c}	6.2±0.19^{c}	0.3±0.23^{h}
		30±2°C	56.3±0.20^{b}	6.1±0.21^{d}	0.4±0.21^{g}
	2	4±2°C	55.5±0.22^{e}	5.9±0.18^{f}	0.6±0.21^{f}
		30±2°C	55.9±0.19^{d}	5.8±0.20^{g}	0.7±0.18^{e}
	3	4±2°C	55.2±0.20^{f}	5.6±0.17^{i}	0.8±0.20^{d}
		30±2°C	55.5±0.18^{e}	5.5±0.18^{j}	0.9±0.16^{c}

$^{a-l}$ Means ±SD with different superscript in column are significant ($p < 0.05$)

ระหว่างการเก็บรักษาน้ำพริกมะขามเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยน้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม (ตารางที่ 4) เพราะในกลีบดอกกระเจี๊ยบมี unsaponitible substance ที่มีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (ไพรมัทธวรัตน์. 2550) จึงส่งผลให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าสูตรควบคุม นอกจากนั้น ยังพบว่าน้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4±2°C) มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำพริกชนิดเปียก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549) กำหนดว่า "จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^{5}$ โคโลนี/กรัมตัวอย่าง และจำนวนยีสต์-รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี/กรัมตัวอย่าง" และยังตรวจไม่พบ *Coliforms. E.* coli ยีสต์และรา

Table 4 Comparison Microbial Count of Tamarind Chili Paste at 4±2°C and 30±2°C during 3 weeks

Week	Microbial Count	Temperature			
		4±2°C		30±2°C	
		control	50% roselle	control	50% roselle
0	TPC (CFU /g)	1.2×10^{5}	6.3×10^{2}	1.9×10^{4}	8.7×10^{2}
	yeast –mold (CFU /g)	ND	ND	ND	ND
	Coliform and E. coli (MPN/g)	ND	ND	ND	ND
1	TPC (CFU /g)	4.1×10^{4}	3.9×10^{3}	7.1×10^{4}	4.6×10^{3}
	yeast –mold (CFU /g)	ND	ND	ND	ND
	Coliform and E. coli (MPN/g)	ND	ND	ND	ND
2	TPC (CFU /g)	3.0×10^{5}	7.3×10^{3}	4.0×10^{5}	7.9×10^{3}
	yeast –mold (CFU/g)	ND	ND	ND	ND
	Coliform and E. coli (MPN/g)	ND	ND	ND	ND
3	TPC (CFU/g)	1.3×10^{6}	9.1×10^{3}	5.2×10^{5}	9.9×10^{3}
	yeast –mold (CFU/g)	ND	ND	ND	ND
	Coliform and E. coli (MPN/g)	ND	ND	ND	ND

Note: ND mean not detect

เมื่อนำน้ำพริกมะขามมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า น้ำพริกมะขามสูตรควบคุมมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 14.5±0.17 1.7±0.16 5.9±0.15 3.9±0.17 55.6±0.12 และ 18.4±0.18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่น้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 15.8±0.16 1.3±0.18 6.0±0.14 6.2±0.18 56.7±0.14 และ 14.0±0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) โดยจะเห็นว่าการใช้กระเจี๊ยบทดแทนมะขาม ส่งผลให้มีปริมาณโปรตีน และใยอาหาร มากกว่าน้ำพริกมะขามสูตรควบคุม การที่น้ำพริกมะขามสูตรผสมกระเจี๊ยบ มีใยอาหารมากกว่า เพราะในกระเจี๊ยบมีเพกทิน (pectin) ซึ่งเป็นโพลิเมอร์สายยาวที่ประกอบด้วยกรดแอลฟา-ดี-กาแลคทูโรนิค ประมาณ 150-500 หน่วยเป็นสายหลัก โดยเพกทินมีสมบัติในการละลายน้ำได้ รวมถึงการเกิดเจล ซึ่ง

Table 5 Chemical Composition of Tamarind Chili Paste Samples

Chemical composition	Amount (%)	
	Control formulation	50% roselle formulation
Protein	14.5±0.17[b]	15.8±0.16[a]
Fat	1.7±0.16[a]	1.3±0.18[b]
Ash	5.9±0.15[a]	6.0±0.14[a]
Fiber	3.9±0.17[b]	6.2±0.18[a]
Moisture	55.6±0.12[b]	56.7±0.14[a]
Carbohydrate	18.4±0.18[a]	14.0±0.17[b]

[a-b] Means ±SD with different superscript in row are significant ($p < 0.05$)

จัดเป็นใยอาหารประเภทหนึ่ง (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2542)

สรุปผลการทดลอง

การใช้กระเจี๊ยบทดแทนมะขามที่อัตราส่วน 50:50 ส่งผลให้น้ำพริกมะขามมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารมากขึ้น แต่มีไขมันน้อยลง โดยพบว่าคุณภาพในด้านต่างๆ ของน้ำพริกมะขาม มีการเปลี่ยนแปลง ตามเวลาที่เก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 30±2°C จะมีความเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกว่าที่อุณหภูมิ 4±2°C กล่าวคือ คุณภาพทางกายภาพ พบว่า สีของน้ำพริกมะขามจะมีสีคล้ำมากขึ้น ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่า น้ำพริกมะขามมีความชื้นลดลง ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ทางด้านจุลินทรีย์ พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยน้ำพริกมะขามที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2°C สามารถเก็บได้อย่างน้อย 3 สัปดาห์โดยไม่พบยีสต์-รา ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนลดลงทุกด้าน ดังนั้น การใช้กระเจี๊ยบเป็นส่วนผสมจึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกมะขาม เนื่องจากพบปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าสูตรควบคุม ทำให้เกิดการเสื่อมเสียช้ากว่า โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาน้ำพริกมะขาม คือ 4±2°C

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข. 2530. **กระเจี๊ยบแดง.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงสาธารณสุข.

ชิดชม ฮิรางะ และคณะ. 2549. **การพัฒนากระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกงไทยสำเร็จรูป.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2550. **เคมีอาหาร.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เพ็ญจันทร์ กรุณามัยวงศ์. 2545. **การแปรรูปสมุนไพรไทย เล่ม 1.** กรุงเทพมหานคร: พิมพลักษณ์.

ไพร มัทธวรัตน์. 2550. **กระเจี๊ยบแดง.** นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รวิวรรณ พรหมเจริญ และคณะ. 2546. "ผลของปัจจัยภายในต่อการสร้างสารพิษของ Bacillus cereus ในน้ำพริก." ใน **เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

ครั้งที่ 41, 30-39. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ราณี สุรกาญจน์กุล. 2544. **ข้าวเคลือบสมุนไพร.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ยุพาพร ผลาชจรศักดิ์. 2547. "การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2546. "Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร." **วารสารจาร์พา** 9. 68: 39-46.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. **น้ำพริกชนิดเปียก (มก.-ธ.ก.ส. 055/2549).** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

สุภางค์ เรืองฉาย. 2552. "การพัฒนาน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ." **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,** 29, 4: 88-101.

เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล และคณะ. 2552. **น้ำพริกสมุนไพรไทยสำเร็จรูป.** สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2542. **เคมีอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

อรอง จันทร์ประสาทสุข. 2545. "กระบวนการผลิตน้ำพริกแกงเผ็ดกระป๋องโดยเทคโนโลยีเฮอร์เดิล." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Association of Official Analytical Chemists. 1990. **Bacteriological Analytical Manual.** Gaitherburg, MD: AOAC International.

———. 1995. **Chemicals Analytical Manual.** Arlingtion, VA: AOAC International.

Barbosa-Canovas, Gustavo V., Schmidt, Shelly J., and Labuza, Theodore P. 2007. **Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications.** Ames, IA: Blackwell.

Asst. Prof. Supang Ruangchai received her Master of Science degree in Agro-Industrial Product Development from Kasetsart University, Thailand. She is currently working at the School of Science, University of the Thai Chamber of Commerce. Her current research includes Product Development, Sensory Evaluation and Food Marketing.

Asst. Prof. Sirinard Tantakasem received her Master of Science degree in Food Technology from Chulalongkorn University, Thailand. She is currently a lecturer at the School of Science and Technology, University of the Thai Chamber of Commerce. Her current research includes sensory and nutritive qualities of food and product development.