การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปด้วยกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

จิราภรณ์ บุราคร[1], ปรานต์ ปิ่นทอง[1], มนทกานติ์ เอี่ยมแก้ว[1] และ ณัฐชา ศิริวาริน[1*]

[1]กรมวิทยาศาสตร์บริการ กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร
[*]ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล : srwr.nc@gmail.com
รับเมื่อ 15 มีนาคม 2567 **แก้ไขเมื่อ** 27 มิถุนายน 2567 **ตอบรับเมื่อ** 8 กรกฎาคม 2567

จุดเด่น

- การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกอ่องด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง
- การประเมินอายุการเก็บรักษาน้ำพริกอ่องในสภาวะเร่งด้วยวิธี Q10
- คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังทำแห้งใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์แบบสด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาได้นาน สะดวกต่อการขนส่ง และยังคงคุณค่าของสารอาหาร ด้วยกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยพัฒนาสูตรต้นแบบน้ำพริกอ่องสด แล้วนำน้ำพริกอ่องสดไปแช่แข็งด้วยตู้แช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36, 48 และ 60 ชั่วโมง พบว่า ระยะเวลาการทำแห้ง 48 ชั่วโมง และ 60 ชั่วโมง ให้ค่าความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) จึงคัดเลือกเวลา 48 ชั่วโมง ในการผลิตน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการทดลองพบว่า มีค่าดัชนีการละลายและความสามารถในการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 25.36 และ 2.31 ตามลำดับ อัตราส่วนน้ำต่อน้ำพริกอ่องในการคืนรูปที่ 1:1 ทำให้น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำพริกอ่องสดมากที่สุด นอกจากนี้น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เถ้า และปริมาณความชื้น ร้อยละ 25.9, 50.2, 17.2, 4.36 และ 2.32 ตามลำดับ และให้พลังงาน 624.3 กิโลแคลอรีต่อตัวอย่าง 100 กรัม น้ำพริกอ่องสดและน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีคะแนนของลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน (p>0.05) เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปในสภาวะเร่งด้วยวิธี Q10 พบว่า ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 31 วัน 21 วัน และ 14 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำพริกอ่อง น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง การพัฒนาผลิตภัณฑ์

Development of instant Nam Prik Ong using freeze drying process

Jiraporn Burakorn[1], Pran Pinthong[1], Montakan Aimkaew[1], and Nattacha Siriwarin[1*]

[1]Department of Science Service, Bangkok, Thailand
*Corresponding author, e-mail : srwr.nc@gmail.com
Received 15 March 2024; **Revised** 27 June 2024; **Accepted** 8 July 2024

Highlights

- Extending the shelf life of instant Nam Prik Ong by freeze drying process
- Evaluating shelf life of Nam Prik Ong under accelerated conditions using the Q10 method
- Textural quality of product after drying is similar to the fresh product

Abstract

This research aims to study the production of instant Nam Prik Ong that can be stored for a long time, is convenient for transportation and still maintains the value of nutrients by using the freeze drying process. A prototype recipe for fresh Nam Prik Ong was developed and frozen at -20 °C for 12 hours, then dried in a freeze dryer at -80 °C for 36, 48, and 60 hours. It was found that the drying times of 48 hours and 60 hours showed the moisture contents and a_w that were not significantly different ($p>0.05$). Therefore, 48-hour drying was chosen to produce the instant Nam Prik Ong and physical and chemical properties were investigated. The results showed that solubility index and water absorption capacity were 25.36% and 2.31%, respectively. In the ratio of water to Nam Prik Ong at 1:1 provided that was very similar to fresh one. In addition, instant Nam Prik Ong had protein, fat, total carbohydrates, ash, and moisture content of 25.9%, 50.2%, 17.2%, 4.36%, and 2.32%, respectively, also an energy value of 624.3 kilocalories per 100 gram sample. Fresh Nam Prik Ong and instant Nam Prik Ong had no difference ($p>0.05$) in texture and overall liking scores. The shelf life evaluation of instant Nam Prik Ong under accelerated conditions by using the Q10 method showed that temperatures of 30 °C, 40 °C, and 50 °C can preserve instant Nam Prik Ong for 31 days, 21 days, and 14 days, respectively.

Keywords : Nam prik ong, instant northern thai-style spicy tomato dip, freeze drying, product development

1. บทนำ

น้ำพริกอ่อง เป็นอาหารที่นิยมบริโภคในภาคเหนือของประเทศไทย มีส่วนประกอบหลัก คือ หมูสับ มะเขือเทศ และพริก มีรสชาติเค็ม เผ็ดเล็กน้อย หวานอมเปรี้ยวจากมะเขือเทศ ลักษณะเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 4.8-5.2[1-2] และมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งไม่สามารถขนส่งไปจำหน่ายทางไกลได้ ปัจจุบันผู้บริโภคมีพฤติกรรมการซื้ออาหารออนไลน์จากร้านค้าที่มีสินค้าอาหารที่ต้องการทั้งในและต่างประเทศ การพัฒนาน้ำพริกอ่องให้เป็นสินค้ากึ่งสำเร็จรูปที่มีรสชาติไม่แตกต่างจากน้ำพริกอ่องสด สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น น้ำหนักเบา ง่ายต่อการจัดเก็บและขนส่ง จึงเป็นการขยายตลาดสินค้าน้ำพริกอ่องให้ตอบโจทย์ผู้บริโภคมากขึ้น ปัจจุบันมีการผลิตน้ำพริกชนิดต่าง ๆ ในลักษณะอาหารแห้งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นเช่นเดียวกับน้ำพริกอ่องที่มีการจำหน่ายในรูปแบบน้ำพริกอ่องกรอบ อีกทั้งยังมีการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องสำเร็จรูปในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การผลิตน้ำพริกอ่องเป็ดอี๊-เหลียงบรรจุถุงรีทอร์ต โดยใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 65 วัน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงหลังจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 60 วัน แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งหมดยังมีค่าน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้[1] อีกทั้งมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปโดยการใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ได้น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้นร้อยละ 8.72 และมีปริมาณน้ำอิสระ 0.54 เมื่อคืนรูปตัวอย่างน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปด้วยน้ำอุ่น ในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมและลักษณะปรากฏสูงสุด[3]

เทคโนโลยีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) เป็นการทำแห้งผลิตภัณฑ์อาหารที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับการใช้ความดันเพื่อให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหิดออกมา ลดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารที่เกิดจากความร้อน สามารถรักษากลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไว้ได้ดีกว่าเทคโนโลยีที่ใช้ความร้อนสูง[4] การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจึงเป็นเทคโนโลยีที่นิยมนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเก็บรักษาได้นาน โดยมีวิธีการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่ง ซึ่งเป็นวิธีที่เพิ่มอัตราการเสื่อมเสีย เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง เป็นต้น เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการทดสอบอายุการเก็บรักษา โดยการทดสอบส่วนใหญ่นิยมทดสอบด้วยการเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษาด้วยเทคนิค Q10 เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารเป็นอย่างมาก[1,5]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปด้วยกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทาง

โภชนาการสูง สามารถเก็บรักษาได้นาน สะดวกในการบริโภคและการขนส่ง ตลอดจนประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การผลิตน้ำพริกอ่อง

ดัดแปลงจากธีรวัฒน์ และคณะ[6] โดยการชั่งเนื้อหมูบด มะเขือเทศสีดา น้ำตาลปี๊บ ซีอิ๊วขาว น้ำปลา กรดซิตริก น้ำมันพืช ต้นหอม ผักชี พริกแห้ง กระเทียม หอมแดง เกลือ และกะปิ (Table 1) จากนั้นโขลกพริกแห้ง กระเทียม หอมแดง เกลือ และกะปิรวมกันให้ละเอียด ตั้งกระทะ ใส่น้ำมัน ใช้ไฟระดับปานกลาง รอจนน้ำมันร้อน นำน้ำพริกและหมูบดลงผัดรวมกัน เติมมะเขือเทศ น้ำตาลปี๊บ น้ำปลา ซีอิ๊วขาว กรดซิตริก ผัดให้เข้ากันจนสุก ใส่ผักชี และต้นหอมลงไป จากนั้นปิดไฟ

Table 1 Ingredients of instant Nam Prik Ong

Ingredients of instant Nam Prik Ong	Percentage (%)
Minced pork	41
Tomatoes	32
Palm sugar	4
Soy sauce	1.4
Fish sauce	1.3
Citric acid	0.2
Vegetable oil	7.1
Scallions	1
Coriander	1
Dried chilies	1.3
Garlic	2
Shallots	6
Salt	0.85
Shrimp paste	0.85

2.2 กระบวนการทำน้ำพริกอ่องแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying)

นำน้ำพริกอ่อง 100 กรัม ใส่กล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) ขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) 7x11x4 เซนติเมตร เกลี่ยให้ได้ความหนา 2 เซนติเมตร นำไปแช่แข็งด้วยตู้แช่แข็ง (ยี่ห้อ Vestforst รุ่น VT306 ประเทศเดนมาร์ก) ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (ยี่ห้อ Operon รุ่น FDB-8603 ประเทศเกาหลีใต้) โดยตั้งโปรแกรมเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็น

เวลา 36, 48 และ 60 ชั่วโมง จากนั้นเก็บตัวอย่างในกล่องพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) ขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) 7x11x4 เซนติเมตร พร้อมปิดฝากล่องและเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพต่อไป

2.3 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป

นำน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านการคัดเลือกสภาวะในการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสมมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ ดังนี้

2.3.1 ความชื้น (Moisture content) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

วิเคราะห์ความชื้น ด้วยเครื่อง Moisture analyzer (ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น HC103 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์) วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (ยี่ห้อ Thermo รุ่น ORION 3 STAR ประเทศสหรัฐอเมริกา) และวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัด a_w (ยี่ห้อ Novasina รุ่น LabMaster-aw Neo ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

2.3.2 ความสามารถการละลายและความสามารถในการดูดซึมน้ำ

ดัดแปลงจากวิธีของ Anderson และคณะ[7] โดยการชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3870*xg* เป็นเวลา 15 นาที แยกส่วนใสและส่วนที่เป็นตะกอนออกจากกัน นำส่วนใสเทลงใส่ถ้วยอลูมิเนียมและนำไประเหยด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Binder รุ่น FED 115 ประเทศเยอรมนี) ที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่และนำน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสามารถในการละลาย ตามสมการ (1) ในส่วนของตะกอนที่เหลือนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำ ตามสมการ (2)

(1)

$$\text{ความสามารถในการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเริ่มต้น}} \times 100$$

(2)

$$\text{ความสามารถในการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนและภาชนะหลังอบ - น้ำหนักภาชนะเปล่า}}{\text{น้ำหนักน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเริ่มต้น}} \times 100$$

2.3.3 สี

วิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter (ยี่ห้อ HunterLab รุ่น Miniscan EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา) ด้วยระบบ CIE โดยค่า L^* แสดงถึงค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 (มืดถึง สว่าง) ค่า a^* แสดงถึงค่าสีเขียว-สีแดง ($-a^*$ ถึง $+a^*$) ค่า b^* แสดงถึงค่าสีน้ำเงิน-สีเหลือง ($-b^*$ ถึง $+b^*$)

2.4 การคืนรูป

นำน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านการคัดเลือกสภาวะในการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ 2.2 มาศึกษาการคืนรูป โดยศึกษา

ลักษณะปรากฏหลังจากเติมน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนน้ำต่อน้ำพริกอ่องเท่ากับ 0.5:1, 1:1 และ 1.5:1 จับเวลา 1 นาที และสังเกตลักษณะปรากฏ

2.5 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกอ่องแบบสดและแบบกึ่งสำเร็จรูป

นำน้ำพริกอ่องแบบสดและแบบกึ่งสำเร็จรูปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นวิธี Direct Heating method โดยการอบด้วยตู้อบลมร้อน วิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยการเผาด้วยเตาเผาอุณหภูมิสูง (furnace) วิเคราะห์ปริมาณไขมันด้วยเครื่องวิเคราะห์ไขมันโดยวิธีการสกัดแบบ Soxhlet วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยชุดเครื่องมือย่อยโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl method (N x 6.25) หาปริมาณเถ้า คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด และพลังงานทั้งหมดตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2023)[8] และ AOAC (1993)[9]

2.6 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดลองการคืนรูปข้อ 2.3.3 มาศึกษาการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9-point Hedonic scale โดยมีค่าคะแนน ดังนี้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomize Complete Block design หรือ RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 60 คน ทดสอบในบูธทดสอบชิม ห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส กรมวิทยาศาสตร์บริการ

2.7 กำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป

การกำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพเพื่อทำนายอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป ประเมินจากปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียหรือไม่เป็นที่ยอมรับ ใช้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสควบคู่กับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ โดยบรรจุน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในถุงรีทอร์ตเพาช์สุญญากาศขนาด 3x5 นิ้ว ถุงละ 40 กรัม และวางเรียงในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 7 วัน วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และรสชาติ โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน

2.8 การหาอายุการเก็บรักษาน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปในสภาวะเร่งด้วยวิธี Q10

หาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปในสภาวะเร่งด้วยการใช้ค่า Q10 (Accelerated shelf life testing, ASLT; Q10) ซึ่งเป็นวิธีสากลที่ใช้ในการหาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร ใช้ระยะเวลาในการทดสอบสั้น ประหยัดค่าใช้จ่าย และไม่ต้องทำการทดลองที่ทุกอุณหภูมิ[4,10] ทดสอบโดยบรรจุน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในถุงรีทอร์ตเพาช์สุญญากาศชนิด

PET/AL/NY/RCPP ขนาด 3x5 นิ้ว วางเรียงผลิตภัณฑ์ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี และทดสอบทางประสาทสัมผัส คำนวณหาอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป[7] จากสมการที่ 3 ดังต่อไปนี้

$$Q_{10} = \theta_{S(T)} / \theta_{S(T+10)} \text{ และ } Q_1 = Q_{10}^{0.1} \quad (3)$$

$$Q^{\Delta T} = \theta_{S(T)} / \theta_{S(T+\Delta T)}$$

เมื่อ $\theta_{S(T)}$ คือ อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T (วัน)

$\theta_{S(T+10)}$ คือ อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T + 10 (วัน)

Q_{10} และ Q_1 คือ อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิห่างกัน 10 °C และ 1 °C ตามลำดับ

ΔT คือ ผลต่างของอุณหภูมิที่ทำนายกับอุณหภูมิ T

2.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ผลการทดลองข้อ 2.3 และ 2.7) โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลกระบวนการทำแห้งน้ำพริกอ่องแบบแช่เยือกแข็ง

การทำแห้งเป็นกระบวนการดึงน้ำออกจากอาหารเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมีในอาหารที่เปลี่ยนแปลงไป น้ำพริกอ่องสดเมื่อนำมาผ่านกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งพบว่า การทำแห้งที่ -80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการทำแห้งที่ 36 ชั่วโมง ตัวอย่างยังคงมีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปริมาณน้ำอิสระเป็นตัวกำหนดอายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยของอาหาร หากมีค่าสูงกว่า 0.6 มีผลทำให้อาหารเสื่อมเสียจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์[11] เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลา 48 ชั่วโมง และ 60 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์ให้ค่าปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 2) ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปและนำไปใช้วิเคราะห์ต่อไป

Table 2 Water activity and moisture content of instant Nam Prik Ong at -80 ℃ in the different drying time

Drying time at -80 °C (h)	Moisture content (%)	Water activity (a_w)
36	5.92 ± 0.08[a]	0.68± 0.02[a]
48	0.47 ± 0.03[b]	0.26 ±0.05[b]
60	0.41 ± 0.06[b]	0.25±0.01[b]

Note : Different letter (a-b) in same column represents a significant difference at $p \leq 0.05$

3.2 ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป

สมบัติทางเคมีกายภาพ แสดงใน Table 3 การทำแห้งน้ำพริกอ่องแบบแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.47 และปริมาณน้ำอิสระ 0.26 ใกล้เคียงกับงานวิจัยผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงในการลดปริมาณความชื้นในอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาด้วยวิธีการทำแห้งโดยการใช้ความร้อน ได้แก่ การทำแห้งแบบลูกกลิ้งและการทำแห้งแบบถาด ซึ่งพบว่ามีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 0.93-1.09 และมีปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.210-0.219[12] อย่างไรก็ตามการทำแห้งโดยวิธีการให้ความร้อนอาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติที่ดีของผลิตภัณฑ์และสูญเสียคุณค่าทางอาหารได้ ข้อดีของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีปริมาณน้ำอิสระในอาหารต่ำกว่าร้อยละ 0.6 คือ เป็นระดับที่ปลอดภัยต่อจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen)[13] สามารถยืดอายุการเก็บรักษา ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ รา และแบคทีเรีย อีกทั้งช่วยยับยั้งการสร้างสารพิษจากเชื้อรา aflatoxin รวมทั้งช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์หรือชะลอการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมีในอาหารอันเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพอาหาร[13-14] สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำพริกปลาร้าชนิดพร้อมปรุง (มผช.131/2566) ซึ่งกำหนดค่าปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 ทั้งนี้เพื่อป้องกันและควบคุมการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์[11]

น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีค่าดัชนีการละลายและความสามารถในการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 25.36 และ 2.31 ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการละลายของอาหารผง ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ขนาดอนุภาค รูปร่าง ความหนาแน่นของอนุภาค อุณหภูมิการละลาย และการกระจายตัวของอาหารผงในน้ำ เป็นต้น[15] ดังงานวิจัยของสิริมา และคณะ[16] พบว่า ขนาดของอนุภาคมีผลต่อความสามารถในการละลายของเร่วหอมผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ขนาดอนุภาคของผง 300 ไมครอน มีค่าการละลายร้อยละ 25 เมื่อขนาดอนุภาคเล็กลงที่ 180 ไมครอน ค่าการละลายเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 31 จึงสรุปได้ว่าค่าการละลายเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคเล็กลง น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีทั้งโปรตีนและไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก มีลักษณะปรากฏของขนาดอนุภาคไม่สม่ำเสมอ แสดงดัง Figure 1 ทั้งขนาดอนุภาคและส่วนประกอบทางเคมีที่ต่างกัน จึงส่งผล

ให้ความสามารถการละลายและการดูดซึมน้ำมีค่าไม่สูงมากนัก แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ประเภทโจ๊กข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่ต้องการคุณสมบัติในการละลายน้ำและสามารถดูดซึมน้ำได้ดี พรพิไล และคณะ[17] พัฒนาสูตรโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รีกึ่งสำเร็จรูปผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่า ค่าการละลายน้ำของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงร้อยละ 33.2-53.78 และดัชนีการดูดซึมน้ำร้อยละ 6.29-9.90 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นรูพรุนทำให้มีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากขึ้น อัตราการละลายน้ำจึงสูงขึ้น

ผลการวัดค่าสีของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปดัง Table 3 ค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 29.98 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 14.57 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 40.37 จะเห็นว่า ค่าของ a^* และ b^* เป็นผลของส่วนประกอบของน้ำพริกอ่องที่มาจากมะเขือเทศที่ให้สีแดงจากสารไลโคปีน (lycopene) และพริกแดงจากสารแคปไซซิน (capsaicin) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) อันมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ[18] ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่จะสามารถเจริญได้ซึ่งพบว่า น้ำพริกอ่องคืนรูปมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.44 ให้คุณสมบัติเป็นกลาง

Figure 1 Instant Nam Prik Ong (freeze-dried sample)

Table 3 Physical properties of instant Nam Prik Ong

Physical properties	Results
Moisture content (%)	0.47 ± 0.03
Water activity (a_w)	0.26 ± 0.05
Solubility (%)	25.36 ± 0.86
Water absorption capacity (%)	2.31 ± 0.08
pH	7.44 ± 0.04
Color	
L^*	29.98 ± 0.04
a^*	14.57 ± 0.20
b^*	40.37 ± 1.24

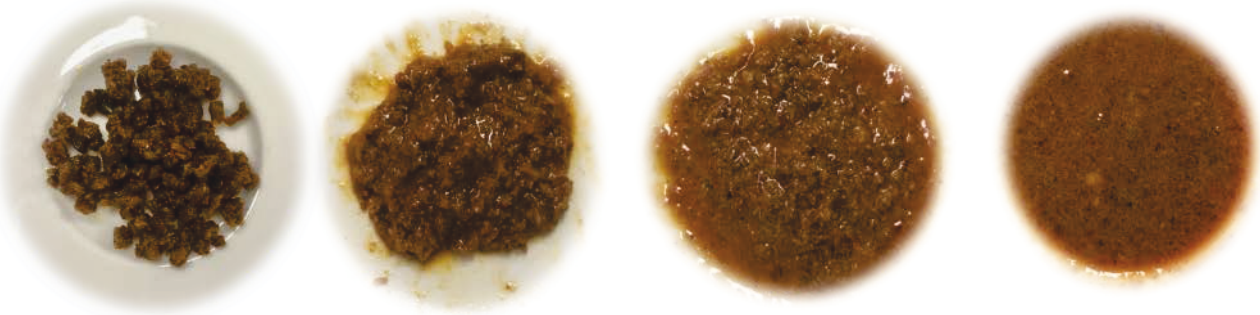
3.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการคืนรูป

Table 4 และ Figure 2 แสดงลักษณะปรากฏของน้ำพริกอ่องที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งด้วยอัตราส่วนน้ำต่อน้ำพริกอ่องที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0.5:1, 1:1 และ 1.5:1 พบว่า ในอัตราส่วนที่ 1:1 นั้น น้ำพริกอ่องมีลักษณะชุ่มน้ำเล็กน้อย เหลวพอดี ไม่แข็งและหนืดจนเกินไปซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำพริกอ่องแบบสดมากที่สุด โดย

ลักษณะทั่วไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำพริกอ่อง ฉบับที่ 292/2566[19] กำหนดให้ส่วนประกอบต้องมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ ปรากฏสีที่ดีตามธรรมชาติและสีตรงตามส่วนประกอบที่ใช้ อีกทั้งไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นอับ[17] จะเห็นได้ว่าภายหลังการคืนรูปของผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

Table 4 Reconstitution of instant Nam Prik Ong in hot water (95-100 °C) for 1 minute

Sample	Ratio of water to instant Nam Prik Ong	Appearance
(a)	-	Instant Nam Prik Ong (freeze-dried sample)
(b)	0.5:1	Nam Prik Ong had a viscous consistency and coagulation
(c)	1:1	Nam Prik Ong was slightly moist. It's not hard and didn't clump together
(d)	1.5:1	Nam Prik Ong was too watery



(a) (b) (c) (d)

Figure 2 Appearance of instant Nam Prik Ong (freeze-dried sample (a)) and instant Nam Prik Ong after reconstitution in the ratio of instant Nam Prik Ong to hot water; (b) 0.5:1; (c) 1:1; and (d) 1.5:1 respectively

3.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกอ่องแบบสดและแบบกึ่งสำเร็จรูป

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องแบบสดและแบบกึ่งสำเร็จรูป พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องแบบสดประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 15.9 ไขมันร้อยละ 18.5 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 9.61 เถ้าร้อยละ 2.38 และปริมาณความชื้นฐานเปียกร้อยละ 53.6 และมีค่าพลังงาน 624.3 กิโลแคลอรีต่อตัวอย่าง 100 กรัม ในขณะที่น้ำพริกอ่องแบบกึ่งสำเร็จรูปมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เถ้า และปริมาณความชื้นร้อยละ 25.9, 50.2, 17.2, 4.36 และ 2.32 ตามลำดับ และมีค่าพลังงาน 624.3 กิโลแคลอรีต่อตัวอย่าง 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) จะเห็นว่า กระบวน

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งทำให้ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์มีค่าไม่เกินร้อยละ 5 ซึ่งเป็นการลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นานขึ้น น้ำหนักเบา และง่ายต่อการบริโภค[3]

3.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้ำพริกอ่องแบบสดและแบบกึ่งสำเร็จรูป

นำน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมาทำการคืนรูปตามวิธีข้อ 2.4 ได้ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงดัง Table 5 พบว่า ผู้ทดสอบชิมทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คน ให้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมากกว่าน้ำพริกอ่องแบบสด ซึ่งผู้บริโภคให้ความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์แบบกึ่งสำเร็จรูปให้กลิ่นและรสชาติของน้ำพริกอ่องที่เข้มข้นและโดดเด่นกว่าผลิตภัณฑ์แบบสด ไม่มีลักษณะเป็นน้ำมันไม่มีกลิ่นหืน อีกทั้งยังให้ลักษณะปรากฏที่ข้นหนืดพอดีและเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องมีจุดเด่น คือ สีแดงสดของมะเขือเทศ จึงทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนด้านสีของผลิตภัณฑ์แบบสดมากกว่า เนื่องจากแบบสดให้ลักษณะของสีแดงที่ชัดเจนและเป็นเอกลักษณ์ ในส่วนคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสมีคะแนนของลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมค่อนข้างดี และผู้บริโภคให้การยอมรับว่า เมื่อรับประทานน้ำพริกอ่องที่ผ่านการทำแห้งแบบกึ่งสำเร็จรูปแล้วยังคงให้เนื้อสัมผัสเหมือนรับประทานแบบสดใหม่ การแปรรูปน้ำพริกอ่องโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและยังคงคุณภาพลักษณะทางเนื้อสัมผัสดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์ไว้ได้

Table 5 Evaluation of consumer satisfaction of fresh and instant Nam Prik Ong

Sample	Score of evaluation					
	Appearance	Colour	Odor	Texture	Flavour	Overall
Fresh	5.73±0.88^{b}	6.48±0.29^{a}	5.35±0.54^{b}	7.18±0.83^{ns}	5.95±0.56^{b}	6.18±0.19^{ns}
Instant	6.23±0.66^{a}	6.05±0.69^{b}	6.70±1.43^{a}	7.22±0.65^{ns}	6.80±0.57^{a}	6.22±0.65^{ns}

Note : Different letter (a-b) in same column represents a significant difference at $p \leq 0.05$
ns means not significant difference ($p>0.05$)
Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations

3.6 ผลการกำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพที่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของตัวอย่างน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส ดังแสดงใน Figure 3 และ Table 6 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ตัวอย่าง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบว่า ความชื้นเริ่มต้นของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเท่ากับร้อยละ 0.14 ในช่วงแรกของการเก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 0.24-0.30 ซึ่งไม่มีความแตกต่าง อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 35 วัน และมีปริมาณความชื้นสูงสุดที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 50 องศาเซลเซียส สำหรับค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยอาหารและแปรผันตามปริมาณความชื้นในอาหาร อีกทั้งยังสามารถคาดคะเนอายุการเก็บรักษา กล่าวคือ หากลดปริมาณน้ำอิสระลงต่ำกว่าร้อยละ 0.6 อาหารจะปลอดภัยจากจุลินทรีย์และสามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลาที่นานขึ้น[20] โดยการทดลองพบว่า น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วงที่ร้อยละ 0.31-0.36 แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการเก็บรักษาโดยการเร่งสภาวะที่ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำอิสระสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็นไปในทิศทางเดียวกับผลของปริมาณความชื้นในอาหารที่เพิ่มขึ้น กระบวนการบ่มเร่งสภาวะนั้นเป็นการเร่งสภาวะที่ทำให้อากาศสามารถซึมเข้าผ่านไปในบรรจุภัณฑ์เพื่อทำปฏิกิริยาเคมีกับอาหารทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในอาหาร ได้แก่ การเกิดกลิ่นหืนจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศ การเปลี่ยนของสีและการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสในอาหาร[21] สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 แสดงใน Table 7 พบว่า เมื่อเก็บรักษาที่ระยะเวลา 14 วัน เป็นต้นไป น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส โดยมีสีค่อนข้างเข้มขึ้น เนื้อสัมผัสมีลักษณะกระจายตัว มีลักษณะเปียกแฉะไม่เกาะตัวกัน จนกระทั่งในวันที่ 21 ของการเก็บรักษาพบว่า น้ำพริกอ่องมีกลิ่นหืนชัดเจนขึ้น สีเข้ม และเนื้อสัมผัสเปียกแฉะจนไม่เป็นเนื้อเดียวกัน อธิบายได้ว่า น้ำพริกอ่องที่มีองค์ประกอบของไขมันถึงร้อยละ 50 เมื่อสัมผัสกับอากาศจึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจึงเป็นสาเหตุของกลิ่นหืนทำให้เกิดการเสื่อมเสีย และทางประสาทสัมผัสของอาหารทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค[21]

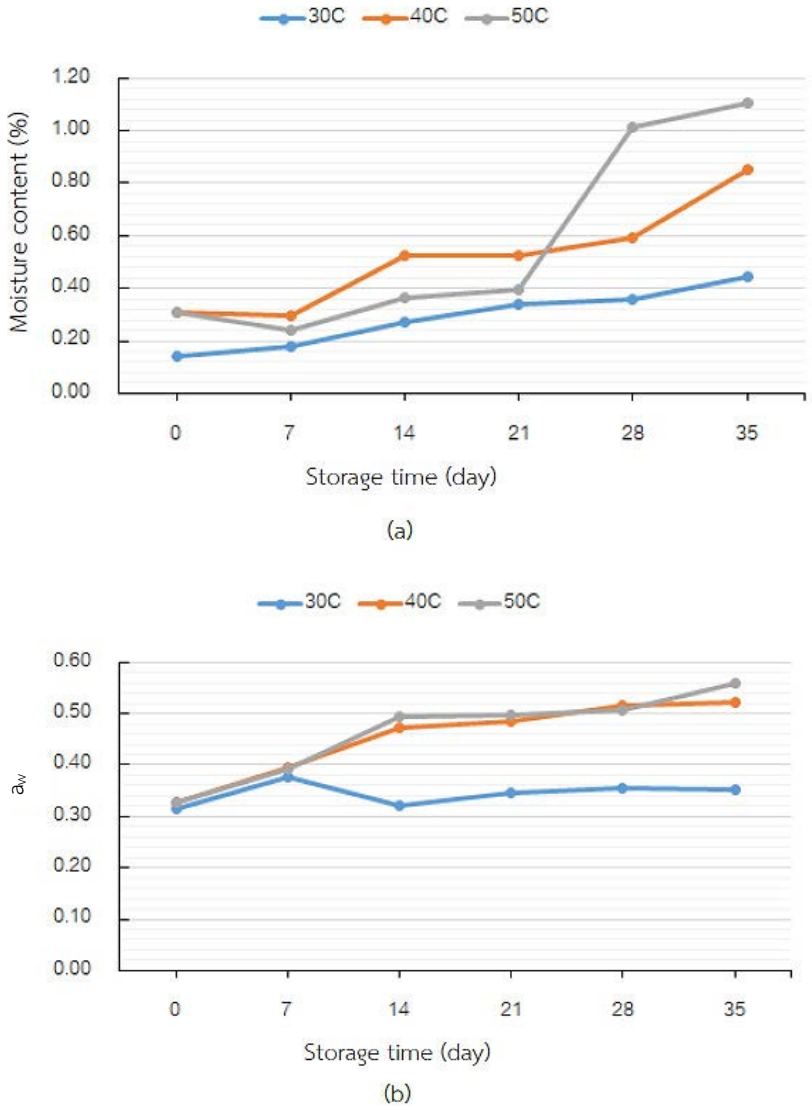


Figure 3 Relationship between storage time and moisture content (%, a); a_w (b) of the instant Nam Prik Ong stored at 30, 40 and 50 °C (relative humidity 70%)

Table 6 Moisture content (%) and a_w of instant Nam Prik Ong stored at 30, 40 and 50 °C (relative humidity 70%)

Storage time (day)	Moisture content (%)			a_w		
Temperature	30 °C	40 °C	50 °C	30 °C	40 °C	50 °C
0	0.14 ± 0.02^{nsD}	0.14 ± 0.02^{nsC}	0.14 ± 0.02^{nsE}	0.31 ± 0.03^{nsD}	0.33 ± 0.00^{nsE}	0.33 ± 0.00^{nsB}
7	0.18 ± 0.02^{bD}	0.33 ± 0.04^{aB}	0.31 ± 0.01^{aCD}	0.38 ± 0.01^{bA}	0.40 ± 0.01^{aD}	0.39 ± 0.01^{aB}
14	0.27 ± 0.03^{nsC}	0.30 ± 0.09^{nsB}	0.24 ± 0.04^{nsD}	0.32 ± 0.01^{bC}	0.47 ± 0.00^{aC}	0.50 ± 0.10^{aA}
21	0.34 ± 0.02^{bB}	0.53 ± 0.06^{aA}	0.37 ± 0.06^{bBC}	0.35 ± 0.00^{cBC}	0.48 ± 0.00^{bBC}	0.51 ± 0.00^{aA}
28	0.36 ± 0.04^{bB}	0.52 ± 0.02^{aA}	0.39 ± 0.01^{bB}	0.36 ± 0.00^{bAB}	0.51 ± 0.03^{aAB}	0.51 ± 0.00^{aA}
35	0.45 ± 0.03^{bA}	0.59 ± 0.16^{bA}	1.01 ± 0.06^{aA}	0.35 ± 0.01^{bB}	0.52 ± 0.03^{aA}	0.56 ± 0.07^{aA}

Note : Different letter (a-b) in same row represents a significant difference at $p\leq0.05$
Different letter (A-E) in same column represents a significant difference at $p\leq0.05$
ns means not significant difference ($p>0.05$)
Values are mean ± standard deviations of triplicate determinations

Table 7 Sensory evaluation of instant Nam Prik Ong stored at 40 and 50 °C (relative humidity 70%)

Storage time (day)	Colour			Odor			Taste / Texture		
Temperature	30 °C	40 °C	50 °C	30 °C	40 °C	50 °C	30 °C	40 °C	50 °C
0	n	n	n	n	n	n	n	n	n
7	n	n	n	n	n	n	n	n	n
14	n	slightly dark	n	n	n	n	n	abnormal/ moist	slightly abnormal/ moist
21	n	dark	slightly dark	n	slightly rancid	slightly rancid	n	abnormal/ moist	abnormal/ moist
28	n	dark	dark	n	rancid	rancid	n	abnormal/ moist	abnormal/ moist

Note : n means normal

3.7 อายุการเก็บรักษาน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปในสภาวะเร่งด้วยวิธี Q10

จากผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ดัง Table 7 พบว่า อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส คือ 14 วัน ผลิตภัณฑ์เริ่มมีลักษณะเสื่อมเสียทางกายภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค กล่าวคือ มีสีคล้ำขึ้น ผลิตภัณฑ์ชื้นและเปียก มีกลิ่นหืน และลักษณะทาง

เนื้อสัมผัสนิ่ม ไม่ร่วนเป็นผง เมื่อทดสอบตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาเป็นจำนวน 21 วัน จะเห็นได้ว่า ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่น ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในอาหารทำให้เกิดกลิ่นหืน อีกทั้งมีสีน้ำตาลคล้ำขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ของน้ำตาลชนิด reducing sugar กับโปรตีน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่กล่าวมาข้างต้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ดังนั้นสามารถทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิคือ 30 องศาเซลเซียส (θT) ซึ่งพบว่า สามารถเก็บรักษาได้นานเป็นระยะเวลา 31 วัน ซึ่งคำนวณจากผลของข้อมูลอายุการเก็บรักษาที่สภาวะเร่งอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ผ่านสมการ (3) โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$Q_{10} = \theta_{S(T)} / \theta_{S(T+10)} \text{ และ } Q_1 = Q_{10}^{0.1} \qquad (3)$$

$$Q^{\Delta T} = \theta_{S(T)} / \theta_{S(T+\Delta T)}$$

จากสมการ Q_{10} = อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส/ อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

$= 21/14$

$= 1.5$

จาก $Q_1 = Q_{10}^{0.1}$

$= 1.5^{0.1}$

$= 1.0414$

เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถทำนายอายุการเก็บรักษาได้จากสมการ

$Q^{\Delta T}$ = อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส/ อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส = $Q^{\Delta T}$ x อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (วัน)

$= 1.0414^{20}$ x 14 วัน

$= 2.2509$ x 14 วัน

$= 31.51$ วัน

บทสรุป

การพัฒนาสูตรต้นแบบน้ำพริกอ่องสด เมื่อนำไปผ่านกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ได้น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่มีการคืนรูปที่อัตราส่วนน้ำต่อน้ำพริกอ่องที่ 1:1 มีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำพริกอ่องสด นอกจากนี้น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เถ้า และปริมาณความชื้นร้อยละ 25.9, 50.2, 17.2, 4.36 และ 2.32 ตามลำดับ และมีค่าพลังงาน 624.3 กิโลแคลอรีต่อตัวอย่าง 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมเทียบเท่าน้ำพริกอ่องสดที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้ในการคำนวณอายุการเก็บรักษาของน้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในสภาวะเร่งด้วยวิธี Q10 ยังมีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเท่ากับ 33 วัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้จากผลงานวิจัยนี้ สามารถนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการอาหาร เพื่อผลิตและจำหน่ายต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ให้การสนับสนุนงบประมาณงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. มาลัยพร วงค์แก้ว, โบว์ ถิ่นโพธิ์วงศ์, เอกรินทร์ อินประมูล, ณัฐธินี สาลี, กันยวิชญ์ กันจินะ, สุรีรัตน์ ถมยา, และคณะ. การผลิตน้ำพริกอ่องเป็ดอี๋เหลียงบรรจุถุงรีทอร์ท. วารสารเกษตร. 2565;38(1):149-58.
2. Krusong W. Food preservation and processing. In: Food Preservation and Processing. Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi; 1996. p. 91-113.
3. นภาพร ดีสนาม, อรทัย บุญทะวงศ์, ชณิชา จินาการ, วิไลวรรณ ชูเกียรติภิญโญ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูป. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. ฉบับพิเศษ. 2555;35(1):93-103.
4. พิมพ์สิรี สุวรรณ, มโน สุวรรณคำ. การพัฒนาและประเมินอายุการเก็บรักษาโยเกิร์ตกรอบรสกล้วย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2564;26(3):1692-706.
5. รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์; 2550.
6. ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ, ชณิชา จินาการ, สุรพล ใจวงศ์ษา. การพัฒนาสำรับอาหารชุดล้านนาเพื่อสุขภาพในรูปแบบของ Tailor-made เพื่อเสริมสร้างเอกลักษณ์ให้แก่ชุมชน [รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์]. ลำปาง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา; 2562.
7. Mizrahi S. Understanding and measuring the shelf life of food. Westport: F&N Press; 2004.
8. AOAC Official Methods of Analysis.22th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Maryland: U.S.A.; 2023.

9. Darryl MS, Donald EC. AOAC Methods of Analysis for Nutrition Labeling; 1993. p.8 and p.106.
10. Labuza TP, Schmidl MK. Accelerated shelf life testing of foods. Food Technol. 1985;39(9):57-64.
11. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง น้ำพริกปลาร้า มผช. 131/2566. 2566.
12. ชุลีพร ชำนาญค้า, สิรินาฏ เนติศรี, บุศราวรรณ ไชยะ. การพัฒนาผลิตภัณฑน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2566;28(3):1879-94.
13. Vibulsresth P, Trevanich S. Microorganism in Food. In. Food Science and Technology. Bangkok: Kasetsart University Publishing; 2003. p. 48-64.
14. Kluczkovski AM, Kluczkovski Junior A. Aflatoxin in fish flour from the Amazon region. In M., RazzaghiAbhyaneh. (Ed), Aflatoxins-Recent Advances and future prospects. Iran: Pasteur Institute of Iran; 2013.
15. ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ, ณัฏฐิกา ศิลาลาย, ธนากรณ์ เชื้อวงษ์ดี. กรรมวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายครีมเทียมผงจากแป้งข้าวด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561;28(1):73-85.
16. สิริมา ชินสาร, วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, นิสานารถ กระแสร์ชล, มุทิตา แคนมั่น, อาภาพรรณ ฉลองจันทร์. ผลของกระบวนการผลิตต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเร่วหอมผง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2562;5(1):41-51.
17. พรพิไล นิยมเวช, ปฐมพร สรรพสิทธิ์, อติกานต์ วารี, เพ็ญศิริ คงสิทธิ์. การพัฒนาสูตรโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รีกึ่งสำเร็จรูป. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2561;23(3):1638-1654.
18. Kaur C, George B, Deepa N, Jaggi S, Kapoor HC. Viscosity and quality of tomato juice as affected by processing methods. J Food Qual. 2007;30:864-877.
19. Thai Industrial Standards Institute. Community Product Standard: Namphrik Ong No. 292/2023. Published documents, Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, Bangkok; 2023.
20. Labuza TP, Tannenbaum SR, Karel M. Water content and stability of low moisture and intermediate-moisture foods. J Food Technol. 1970;24(5):543-50.
21. Helen H, Onyeaka Ozioma FN. Chapter 2 - Food ecology and microbial food spoilage. In: Helen N, Onyeaka Ozioma FN, editors. Food Preservation and Safety of Natural Products, Academic Press; 2022.