



การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์พร้อมรับประทานจากเมนูต้มจับฉ่าย เพื่อผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย

สมฤดี ไทพาณิชย์^{1*}, ณฐมล จินดาพรรณ¹, ชนากานต์ พ่วงเงิน¹

และสุสารี ประคินกิจ²

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

² คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

*ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: somruedee@siam.edu

รับเมื่อ 18 กรกฎาคม 2568 แก้ไขเมื่อ 20 ตุลาคม 2568 ตอรับเมื่อ 6 มีนาคม 2569

จุดเด่น

- การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์อาหารเจลจากเมนูต้มจับฉ่าย ที่ผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อยสามารถรับประทานได้สะดวก และมีรสชาติใกล้เคียงกับต้มจับฉ่ายปกติ
- การเติม K-carrageenan 1.0% ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารเจลมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหารผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อยโดยไม่เปลี่ยนแปลงสี กลิ่น หรือรสชาติ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลพร้อมรับประทานบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์จากเมนูต้มจับฉ่าย สำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย การศึกษาดำเนินการ 2 ระยะ ระยะแรกพัฒนาสูตรต้นแบบ 3 สูตร โดยปรับสัดส่วนของฟักทอง แครอท เต้าหู้นึ่ง และเนื้อปลาแทนที่หมูสามชั้น 30% ของสูตรควบคุม ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสในกลุ่มผู้สูงอายุพบว่าสูตรที่มีฟักทอง 35% แครอท 15% เต้าหู้นึ่ง 20% และปลา 30% ได้รับการยอมรับสูงสุด และมีรสชาติใกล้เคียงกับสูตรควบคุม การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า สูตรดังกล่าวมีโปรตีน 3.82% (ประมาณ 5.7 g/150 g) และให้พลังงาน 45.82 kcal/100 g ซึ่งลดต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของสูตรควบคุม เหมาะสมต่อผู้สูงอายุที่ต้องการจำกัดการบริโภคไขมันและพลังงาน ระยะที่สองนำสูตรนี้มาพัฒนาเป็นอาหารเจลโดยเติม K-carrageenan 0–1.5% (w/w) ของส่วนของเหลว พบว่าการเติมสารดังกล่าวในปริมาณ 1.0% ช่วยปรับปรุงลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส ความ



ง่ายในการเคี้ยวและกลืนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์สุทธิ 150 g ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121°C นาน 20 min ที่ค่า $F_0 \geq 3$ min เพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* และเป็นไปตามเกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพทั้งด้านคุณค่าทางโภชนาการ ความปลอดภัย และความเหมาะสมต่อการบริโภคของผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย อันจะช่วยส่งเสริมการบริโภคอาหารที่เพียงพอและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: อาหารเจล ภาวะกลืนลำบาก ผู้สูงอายุ รีทอร์ทเพาซ์ แคปปา-คาราจีแนน ต้มจับฉ่าย



Development of ready-to-eat gel food product from Tom Jubb Chai (Chinese vegetable stew) in retort pouch for elderly with mild dysphagia

Somruedee Thaiphanit^{1*}, Nathamol Chindapan¹, Chanakan Puangngoen¹ and Susaree Prakhinkit²

¹ Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok, Thailand

² Faculty of Nursing, Siam University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author, e-mail: somruedee@siam.edu

Received 18 July 2025; **Revised** 20 October 2025; **Accepted** 6 March 2026

Highlights

- Development of a gel food product from the Tom Jubb Chai menu, designed for convenient consumption by elderly people with mild dysphagia, while maintaining a taste profile close to the original dish.
- Adding 1.0% K-carrageenan improved gel texture while preserving sensory quality, improving the product suitable for elderly individuals with mild dysphagia.

Abstract

This study aimed to develop a ready-to-eat gel food product in retort pouch packaging from Tom Jubb Chai (Chinese vegetable stew), personalized for elderly individuals with mild dysphagia. The research was conducted in two phases. In phase one, three prototype formulations were prepared by varying the proportions of pumpkin, carrot, soft tofu, and fish to replace 30% (wet weight) of pork belly in the control recipe. Sensory evaluation with elderly participants revealed that the formulation containing pumpkin (35%), carrot (15%), soft tofu (20%), and fish (30%) achieved the highest overall acceptability, with taste most comparable to the control. Proximate analysis showed that this formulation contained 3.82% protein,



equivalent to approximately 5.7 g per 150 g serving, and provided 45.82 kcal per 100 g, less than half the energy of the control formula that highlighting its suitability for elderly individuals who limiting fat and energy intake. In phase two, this formulation was developed into a gel food by incorporating K-carrageenan at 0–1.5% (w/w) of the liquid portion. The addition of 1.0% K-carrageenan significantly ($p \leq 0.05$) improved appearance, texture, chewability, and ease of swallowing. The gel product (150 g serving) was packed in retort pouches and sterilized at 121°C for 20 minutes, achieving an F_0 value of ≥ 3 minutes, sufficient to inactivate *Clostridium botulinum* spores. Microbiological tests confirmed compliance with the Ministry of Public Health Notification No. 355 (2013). The developed gel product demonstrated potential as a safe, nutritionally balanced, and palatable food for elderly individuals with mild dysphagia, supporting adequate dietary intake and improved quality of life.

Keywords: Gel food, Dysphagia, Elderly, Retort pouch, K-carrageenan, Tom Jubb Chai (Chinese vegetable stew)

บทนำ

ประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 โดยมีสัดส่วนประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็น 20% ของประชากรทั้งหมด และมีแนวโน้มก้าวเข้าสู่สังคมสูงวัยระดับสุดยอด (super-aged society) ภายในปี พ.ศ. 2579 โดยมีสัดส่วนประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปจะมีสัดส่วนมากกว่า 28% หรือมีประชากรที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไปมากกว่า 20% ของทั้งประเทศ⁽¹⁻²⁾ การเข้าสู่สังคมสูงวัยดังกล่าวส่งผลให้ประเทศไทยจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุในหลายด้าน หนึ่งในประเด็นที่สำคัญคือการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และการทำงานของระบบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการกลืนที่เรียกว่า presbyphagia ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงในการกลืนอันเนื่องมาจากความชรา ซึ่งเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของศีรษะ และลำคอ การทำงานของระบบประสาท และกลไกทางสรีรวิทยา ส่งผลให้เกิดภาวะกลืนลำบาก (dysphagia) ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่นำไปสู่การขาดสารอาหาร การขาดน้ำ และภาวะทุพโภชนาการในผู้สูงอายุ⁽³⁾ ด้วยเหตุนี้ผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากจำเป็นต้องได้รับอาหารที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม ได้แก่ อาหารที่นุ่ม ชุ่มชื้น เคี้ยวง่าย และกลืนได้สะดวก สม่ำเสมอ

โภชนาการแห่งประเทศไทยได้แบ่งอาหารที่ใช้ในการฝึกกลืนสำหรับผู้ป่วยกลืนลำบากเป็น 4 ระดับ ได้แก่ อาหารระดับ 1 อาหารบดชั้นเนื้อเดียวกัน เกาะกันเป็นก้อน ไม่มีน้ำ และไม่จำเป็นต้องบดเคี้ยว (pureed) เหมาะสำหรับผู้ที่มีความกลืนลำบากปานกลางถึงมาก อาหารระดับ 2 อาหารบดชั้นปานกลาง ถึงมาก เนื้อนุ่ม เกาะกันเป็นก้อนได้ง่าย และต้องการการบดเคี้ยว อาหารระดับ 3 อาหารอ่อน เคี้ยวง่าย ย่อยง่าย เหมาะสำหรับผู้ที่มีความกลืนลำบากเล็กน้อย และอาหารระดับ 4 อาหารปกติ นอกจากนี้มีการจัดระดับอาหารตามเกณฑ์ IDDSI (international dysphagia diet standardization initiative) ที่เหมาะสมตามความรุนแรงของภาวะกลืนลำบากเป็น 4 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 กลืนลำบากเล็กน้อย (mild) IDDSI level 6 – soft & bite-sized (หรือ level 7 easy-to-chew ในบางราย) ขึ้นอาหารนิ่มและบิได้ด้วยส้อม ขนาดชิ้นไม่ใหญ่กว่า 1.5×1.5 cm ผ่าน fork pressure test แล้วแตกนุ่ม ไม่แข็ง แข็ง เหมาะกับผู้สูงอายุที่ยังเคี้ยวได้พอสมควร ต้องการลดขนาดชิ้น หรือเพิ่มความนุ่มเพื่อลดแรงเคี้ยว และความเสี่ยงการติดคอ

ระดับที่ 2 กลืนลำบากเล็กน้อยถึงปานกลาง (mild-moderate) IDDSI level 5 – minced &

moist อาหารสับละเอียด ชุ่มชื้น เกาะกันเป็นก้อน ได้ ไม่มีของเหลวใสแยกชั้น ขนาดชิ้นไม่ใหญ่กว่า 4 mm ช่วยลดความเสี่ยงการสำลักจากชิ้นหยาบ เหมาะกับรายที่แรงลิ้นหรือการควบคุมโบลัสลดลง ต้องการอาหารเกาะตัวดี เคี้ยวน้อยลง

ระดับที่ 3 กลืนลำบากปานกลาง (moderate) IDDSI level 4 – pureed ปั่นเนียน เรียบ เนื้อเดียว ไม่มีชิ้น เมล็ด หรือเส้นใย วางซ้อน แล้วควรรูปบนซ้อน และหลุดออกจากซ้อนเป็นก้อน ได้ (spoon tilt test) โดยไม่ต้องเคี้ยว เหมาะกับผู้ ที่ต้องลดการเคี้ยวให้ใกล้ศูนย์ แต่ยังต้องการป้อน ทางปากด้วยความปลอดภัย

ระดับที่ 4 กลืนลำบากรุนแรง (severe) IDDSI level 3 – liquidized (อาหารเหลวข้น ไหล ได้ด้วยแรงโน้มถ่วง กินด้วยช้อนหรือแก้ว ไหลผ่าน ซีส้อมได้ชัด ไม่ติดเป็นก้อนแข็ง)⁽⁴⁻⁵⁾

การอ้างอิงเกณฑ์ดังกล่าวในงานวิจัยช่วย สร้างกรอบในการพัฒนาและประเมินคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ได้อย่างเป็นระบบ การใช้สารเพิ่มความหนืดเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาหารเพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุกลืนได้อย่างปลอดภัย โดยมีปัจจัยด้านรสชาติ กลิ่น และความคุ้นเคยของ ชนิดอาหารที่ให้ผู้สูงอายुरับประทาน ส่งผลต่อการ ยอมรับ และความพึงพอใจในการบริโภค⁽⁶⁻⁷⁾ ใน ด้านโภชนาการ ผู้สูงอายุมีความต้องการพลังงาน

โดยเฉลี่ยประมาณ 1,400–1,800 kcal/day โปรตีนประมาณ 1 g/kg of body weight/day และแคลเซียมไม่ต่ำกว่า 1,000 mg/day เพื่อช่วย คงมวลกล้ามเนื้อ และป้องกันภาวะกล้ามเนื้อลีบ⁽⁸⁾ จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าผลิตภัณฑ์ อาหารเจลที่มีการพัฒนามาแล้วส่วนใหญ่เป็น ผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน และเจลเครื่องดื่ม ซึ่งแม้จะตอบสนองต่อการบริโภคที่ปลอดภัย สำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบาก แต่ยังไม่ ครอบคลุมอาหารคาวที่มีรสชาติ และคุณค่าทาง โภชนาการสอดคล้องกับการบริโภคใน ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุไทย นอกจากนี้จากการ สัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลความต้องการของ ผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย พบว่า กลุ่มเป้าหมายต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเนื้อ สัมผัสนุ่ม เคี้ยวง่าย แต่ยังคงมีความจำเป็นต้องใช้ การเคี้ยวด้วยตนเองบ้าง เพื่อคงความรู้สึกใกล้เคียง การรับประทานอาหารปกติ และช่วยกระตุ้นการ ทำงานของกล้ามเนื้อในการบดเคี้ยว และการกลืน ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่ยังไม่ถูกตอบสนองอย่างเพียงพอ ในงานวิจัยก่อนหน้านี้

จากการสำรวจความต้องการของผู้สูงอายุใน กรุงเทพมหานคร ทั้งที่อาศัยอยู่ในบ้านกับ ครอบครัวยุโรป ที่มีอายุระหว่าง 60 – 70 ปี (จำนวน 50 คน) และที่อาศัยอยู่ในบ้านพักคนชรา 2 แห่ง คือ

ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค กรมกิจการผู้สูงอายุ (สำรวจจากรายการอาหารปรุงสุกประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 และการสัมภาษณ์บุคลากรประจำศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค) และศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ Holistic Nursing Home (จำนวน 10 คน) โดยคณะผู้วิจัย พบว่าเมนูที่ผู้สูงอายุรับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ต้มจับฉ่าย แกงส้มปลาผักรวม และแกงเลียงกุ้งสด คิดเป็น 42.17 29.11 และ 19.48% ตามลำดับ ซึ่งมีรสชาติเฉพาะตัวที่เป็นเอกลักษณ์ ให้คุณค่าทางโภชนาการที่ดี ง่ายต่อการบดเคี้ยว และย่อยง่าย ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงนำเมนูต้มจับฉ่าย ซึ่งเป็นอาหารที่ได้รับอิทธิพลจากชาวจีน และมีการปรับให้เข้ากับรสชาติแบบไทยจนกลายเป็นที่นิยมมาศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเจลพร้อมรับประทานในรูปแบบรีทอร์ทเพาซ์ (retort pouch) เพราะเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดปลอดเชื้อที่สามารถเก็บรักษาอาหารได้ในอุณหภูมิห้อง เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทาน โดยเฉพาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวก โดยเน้นการพัฒนาสูตรที่ช่วยส่งเสริมโภชนาการและสุขภาพของผู้สูงอายุ ด้วยการเสริมวิตามินบีที่เป็แหล่งของเบต้า-แคโรทีน (beta-carotene) ได้แก่ ฟักทอง และแครอท วิตามินบีที่เป็แหล่งของ

โปรตีนย่อยง่าย ได้แก่ เต้าหู้ และเนื้อปลา และเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกแทนเนื้อสัตว์ไขมันสูง เช่น หมูสามชั้น เพื่อเพิ่มความเหมาะสมต่อผู้สูงอายุที่มักมีข้อจำกัดในการบริโภคไขมัน ร่วมกับการใช้เครื่องปรุงรสที่มีโซเดียมต่ำ และปรับคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของอาหารให้เป็นอาหารเจล ที่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีเนื้อสัมผัสที่ง่ายต่อการเคี้ยวและกลืน

สารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) แคปพา-คาราจีแนน (K-carrageenan) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีประจุลบซึ่งสามารถสร้างโครงข่ายเจลที่มีความแข็งแรงผ่านกลไก double helix aggregation และเกิดการเชื่อมโยงกับโปรตีนหรือไอออนของแคลเซียมและโพแทสเซียม ส่งผลให้เจลที่เกิดขึ้นมีเนื้อสัมผัสที่คงรูปและยืดหยุ่น คุณสมบัติสำคัญอีกประการหนึ่งคือเจลของ K-carrageenan ให้เจลลักษณะใส ยืดหยุ่น สามารถละลายได้เมื่อให้ความร้อน และกลับมาเป็นเจลได้เมื่อเย็นตัวลง สามารถคงสภาพได้หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแบบรีทอร์ท โดยไม่เกิดการเสื่อมสลายของโครงสร้าง ดังรายงานวิจัยของ Limampai และคณะ⁽⁹⁾ ที่ศึกษาไฮโดรคอลลอยด์หลายชนิด ได้แก่ agar K-carrageenan gelatin konjac glucomannan xanthan และสภาวะฆ่าเชื้อ ต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ดัดแปลงเนื้อสัมผัสเพื่อฝึกกลืน พบว่า

ประเภท ความเข้มข้นของสาร และสภาวะความร้อนส่งผลต่อความหนืด และพารามิเตอร์ TPA อย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถเลือกสภาวะฆ่าเชื้อที่ไม่ทำลายโครงสร้างเจลมากเกินไปให้ยังคงระดับเนื้อสัมผัสตามเกณฑ์ IDDSI เหมาะกับผู้มีภาวะกลืนลำบาก นอกจากนี้ วิชมนิ และคณะ⁽¹⁰⁻¹¹⁾ ได้รายงานว่าการใช้ K-carrageenan และเจลาติน ทำให้ได้เจลลักษณะนุ่มลิ้น และยืดหยุ่น ได้ลักษณะเจลที่เอื้อต่อการเคี้ยว และกลืน และการศึกษาผลของปริมาณของ K-carrageenan และเจลาตินต่อคุณภาพของเยลลี่ พบว่าเยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีการใช้ K-carrageenan 1.5% w/w เพียงอย่างเดียว เป็นสิ่งทดลองที่เหมาะสมมากที่สุด มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี มีความแข็งไม่น้อยหรือมากเกินไป อีกทั้ง K-carrageenan ปรากฏอยู่ในรายการ GRAS (generally recognized as safe) ของ FDA ซึ่งหมายความว่าได้รับการยอมรับว่าเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ปลอดภัยเมื่อใช้ในระดับที่กำหนด⁽¹²⁻¹³⁾ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ K-carrageenan ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลสำหรับผู้สูงอายุ นำไปสู่การช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะทุพโภชนาการ (malnutrition) ของผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อยของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ธนากร และอินทาวุธ⁽¹⁴⁾ ได้รายงานอิทธิพลของการตัดแปรรูปเนื้อสัมผัสต่อการ

ปลดปล่อยกลีนิรสโดยใช้ไฮโดรคอลลอยด์ไว้ว่าจะส่งผลต่อการรับรู้กลีนิรสโดยตรง และการตัดแปรรูปเนื้อสัมผัสของอาหารโดยใช้ไฮโดรคอลลอยด์ส่วนใหญ่มีแนวโน้มทำให้การปลดปล่อยกลีนิรสลดลง เนื่องจากอันตรกิริยาระหว่างสารให้กลีนิรสกับอาหาร ไม่ว่าจะเป็นคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีน และการกักเก็บทางกายภาพ เป็นต้น จึงต้องมีการศึกษาปริมาณการใช้ที่เหมาะสม ไม่มากเกินไปจนส่งผลกับกลีนิรสของอาหาร ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบของตำรับจับจ่ายที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากกลุ่มผู้สูงอายุ ประเมินผลของการเติม K-carrageenan ในระดับต่าง ๆ ต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัส ความง่ายในการเคี้ยวและการกลืน และศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยวิธีเทอร์ทเพาซ์ เพื่อยืนยันความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา และความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์สำหรับการบริโภคของผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

วัตถุดิบในการทำตำรับจับจ่าย ได้แก่ ผักสด เต้าหู้ขาว ปลาน้ำดอกไม้ กระเทียม พริกไทย เครื่องปรุงรส และเครื่องปรุงรสที่มีโซเดียมต่ำ ซื้อมาจากซูเปอร์มาร์เก็ตในจังหวัดกรุงเทพมหานคร



K-carrageenan เกรดใช้กับอาหาร ซึ่ได้จากห้าง

หุ้นส่วนจำกัด เอส ซายน์ อุปกรณ์เคมี

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องปั่นอเนกประสงค์ ยี่ห้อ Philips series 500
2. เต้าไฟฟ้า ยี่ห้อ ELECTROLUX รุ่น ETD42SKR
3. เต้าไมโครเวฟ ยี่ห้อ ELECTROLUX รุ่น EMG30D22BM
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น quintix3102-1S
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BSA224S-CW
6. เครื่องวัดสี (colorimeter) ยี่ห้อ Hunter lab Color Flex 45/0, รุ่น CE 1968
7. เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TAXT2
8. เครื่องฆ่าเชื้อ Hisaka horizontal water spray static retort รุ่น WRT02 (2 trolley)
9. อุปกรณ์เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์
10. อุปกรณ์เครื่องครัว
11. อุปกรณ์ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การดำเนินการศึกษาริวิจัย

การวิจัยนี้ออกแบบเป็น 2 ระยะ คือ (1) การคัดเลือกสูตรต้นแบบ โดยพัฒนาสูตรทดลองจำนวน 3 สูตร ซึ่งปรับสัดส่วนของฟักทอง แครอท เต้าหู้นิ่ม และปลาเพื่อแทนที่หมูสามชั้นในสูตรควบคุม ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ประเมินทางประสาทสัมผัส และคัดเลือกสูตรที่มีคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสสูงสุด (2) การศึกษาผลของการเติม K-carrageenan (0–1.5% w/w) ต่อคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเจลที่ได้

1. การออกแบบสูตรอาหารต้นแบบ

ต้มจับฉ่ายสูตรควบคุม (control) ออกแบบสูตรโดยใช้วัตถุดิบหลักประกอบด้วยผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ผักโขม ผักกะหล่ำปลี ผักขึ้นฉ่าย ข้าวโพดอ่อน และเห็ดหอมแห้ง ลดขนาดของผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ผักโขม ผักขึ้นฉ่าย ให้มีความยาว 1 in ลดขนาดของผักกะหล่ำปลีโดยการซอยละเอียด ลดขนาดของข้าวโพดอ่อนให้มีขนาด $1 \times 1 \times 2 \text{ cm}^3$ และลดขนาดของเห็ดหอมหลังแช่น้ำจนพองตัวเต็มที่ให้มีขนาดหนา 1 cm ปริมาณรวม 65% หมูสามชั้นหั่นเป็นชิ้นขนาด $1 \times 2 \times 3 \text{ cm}^3$ ปริมาณ 30% เครื่องปรุงรส 5% และมีสัดส่วนของวัตถุดิบข้างต้นต่อน้ำสะอาดที่เติมเพิ่มลงไปเป็น 1 ต่อ 1 (โดยน้ำหนัก) นำส่วนผสมทั้งหมดที่มีน้ำหนัก

รวม 3 kg ไปต้มด้วยไฟแรงจนน้ำแกงเดือดนาน 15 min จากนั้นลดไฟลง ปล่อยให้ไฟแกงเดือดเบา ๆ ต่อไปอีก 60 min ปิดไฟ และปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง

ต้มจับฉ่ายสูตรต้นแบบ ทดลองออกแบบสูตรอาหารต้นแบบ 3 สูตร โดยเพิ่มฟักทอง แครอท เต้าหู้นึ่ง และเนื้อปลา ที่มีการตัดแต่งเริ่มต้นให้มีขนาด $1 \times 1 \times 2 \text{ cm}^3$ มีสัดส่วนของแต่ละสูตรดัง Table 1 โดยปริมาณรวม 30% แทนการใช้หมูสามชั้นในสูตรปกติ เครื่องปรุงรสใช้ในสัดส่วนของสูตรปกติ เติมน้ำสะอาดปรับปริมาตรให้คงที่ เพื่อประเมินผลต่อความพึงพอใจทางประสาทสัมผัส การแทนที่หมูสามชั้นด้วยฟักทอง แครอท เต้าหู้นึ่ง และเนื้อปลา ออกแบบบนหลักเกณฑ์ 3 มิติ

(1) โภชนาการและสุขภาพ โดยลดไขมันอิ่มตัว ใช้โปรตีนที่ย่อยง่าย (ปลาและเต้าหู้) พร้อมได้สารประโยชน์จากผัก (เบต้าแคโรทีนและใยอาหาร)

(2) ความคุ้นเคยทางประสาทสัมผัสของผู้สูงอายุ โดยยังคงชิ้นส่วนอาหารที่ นุ่ม เคี้ยวง่าย แต่ต้องมีการเคี้ยวเองบ้าง เพื่อให้ประสบการณ์ใกล้เคียงอาหารปกติ และ (3) เนื้อสัมผัส โดยอาศัยไฮโดรคอลลอยด์ธรรมชาติจากฟักทอง และแครอท ช่วยสร้างความข้นหนืดเริ่มต้นก่อนการใช้สารก่อเจล ในระยะที่ 2 ของการทดลอง ต้มจับฉ่ายสูตรควบคุม สูตรต้นแบบทุกสูตร จะมีปริมาณโซเดียมไม่เกิน 554 mg/serving หรือคิดเป็น 27–37% ของปริมาณสูงสุดที่องค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำต่อวัน (1,500–2,000 mg)

Table 1 The ingredients used to replace pork belly in the control formula of Tom Jubb Chai

Ingredients	Ingredients (%)			
	Control	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Pork belly	100	0	0	0
Pumpkin	0	40	35	30
Carrot	0	20	15	20
Soft tofu	0	15	20	20
Minced fish	0	25	30	30
Total	100	100	100	100

2. การประเมินทางประสาทสัมผัส

ประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ในด้านกลิ่น ลักษณะปรากฏ สี ความหวาน ความเค็ม ความกลมกล่อมของรสชาติ ความอ่อนนุ่มของผัก เนื้อสัมผัสโดยรวม ความง่ายในการเคี้ยว ความง่ายในการกลืน และความชอบโดยรวม (คะแนน 9 = ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) มีการเตรียมตัวอย่างด้วยการอุ่นให้ร้อนด้วยเตาไมโครเวฟ กำลังไฟ 800 w นาน 90 s แบ่งตัวอย่างลงถ้วยกระเบื้องสีขาว ให้มีปริมาณเท่ากันในแต่ละตัวอย่าง (50 g) พักไว้จนมีอุณหภูมิ $60\pm 5^{\circ}\text{C}$ ก่อนเสิร์ฟตัวอย่างให้กับผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีสามารถรับรู้รสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัสได้ใกล้เคียงกับมาตรฐานทั่วไป ที่ทำงานอยู่ในมหาวิทยาลัยสยาม และมีอายุในช่วง 60 – 70 ปี จำนวน 20 คน หลังจากวิเคราะห์ผลการทดลองนำผลิตภัณฑ์ที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมจากผู้ประเมินสูงสุดไปศึกษาการผลิตอาหารเจล และบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์

3. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์ต้มจับฉ่ายสูตรอาหารต้นแบบไปวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสาร (proximate analysis) และค่าพลังงานด้วยวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์

อาหารของ Association of Official Analytical Chemists⁽¹⁷⁾

4. การผลิตอาหารเจลบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์

พัฒนาสูตรอาหารเจลที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย โดยศึกษาผลของปริมาณของ K-carrageenan ต่อคุณภาพของเจล มีขั้นตอนการเตรียมดังนี้ นำผลิตภัณฑ์ต้มจับฉ่ายสูตรอาหารต้นแบบที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมจากผู้ประเมินความชอบทางประสาทสูงสุดมากรองแยกส่วนของเหลวออกจากส่วนของแข็ง บันทึกน้ำหนักของส่วนของเหลว และส่วนของแข็ง จากนั้นแบ่งส่วนของแข็งจากต้มจับฉ่าย เป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำพักไว้ ส่วนที่ 2 นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ยี่ห้อ Philips series 500 จนได้เนื้อละเอียด เป็นไปตามเกณฑ์ IDDSI ระดับที่ 1 กลืนลำบากเล็กน้อย (mild) IDDSI level 6 เติมผง K-carrageenan ปริมาณ 0 0.5 1.0 และ 1.5% (w/w) ของน้ำหนักส่วนของเหลว โดยค่อย ๆ โรยผงลงไป พร้อมกับกวนอย่างต่อเนื่อง ภายใต้อุณหภูมิ $80-85^{\circ}\text{C}$ นาน 10 min เพื่อให้ K-carrageenan ละลายอย่างสมบูรณ์ นำส่วนของแข็งจากต้มจับฉ่าย ส่วนที่ 1 (37.5 g) และ ส่วนที่ 2 (37.5 g) บรรจุลงถุง เติมของเหลวลงไป (75 g) หรือจนได้น้ำหนักรวม 150 g บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ และปิดผนึกด้วยความร้อน นำไปฆ่าเชื้อ

ที่ 121°C เป็นเวลา 20 min นำออกจากเครื่อง เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง และวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1. ประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ต้มจับฉ่าย โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale เพื่อประเมินความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความง่ายในการเคี้ยว ความง่ายในการกลืน และความชอบโดยรวม (โดยที่คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) กลุ่มผู้ประเมินประกอบด้วยผู้สูงอายุที่มีสุขภาพแข็งแรง แต่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย จำนวน 20 คน แบ่งเป็นผู้มีอายุระหว่าง 60-70 ปี จำนวน 10 คน และผู้มีอายุระหว่าง 71-80 ปี จำนวน 10 คน โดยทุกคนสามารถรับประทานอาหารรับประทานได้ด้วยตนเอง มีการเตรียมตัวอย่างด้วยการฉีกของรีทอร์ทแพคเกจแล้วเทตัวอย่างลงจานกันแบน โดยไม่มีการอุ่นตัวอย่างให้ร้อน เสิร์ฟตัวอย่างพร้อมข้าวสวยอุณหภูมิ 50±5 องศาเซลเซียส

2. ค่าสีของเจล ด้วยเครื่องวัดสี (colorimeter) มีการเตรียมตัวอย่างด้วยการนำตัวอย่างเทใส่ภาชนะที่สามารถนำเข้าเตาไมโครเวฟได้ อุ่นให้ร้อนด้วยกำลังไฟ 800 w นาน 90 s แยกส่วนของเหลวเทลงถ้วยสำหรับวัดสีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 mm จนได้ความสูง 20 mm ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 15 min ของเหลวจะ

เปลี่ยนสถานะเป็นเจล นำไปวัดค่าสี โดยกำหนดแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน D₆₅ และรายงานผลเป็นค่าสีจากค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

3. ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจล ทดสอบด้วยวิธี texture profile analysis (TPA) และรายงานผลเป็นค่า hardness cohesiveness และ chewiness ตัดแปลงจากวิธีของ Hayakawa และคณะ⁽¹⁸⁾ โดยนำเจลที่วัดสีแล้วจากข้อ 2) ไปวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ใช้หัววัด (probe) P/36R อัตราเร็วในการทดสอบ (test speed) 1.0 mm/s ระยะการกด (compression distance หรือ strain) 50% ของความสูงตัวอย่าง อัตราเร็วในการวิเคราะห์หลังการทดสอบ (post-test speed) 1.0 mm/s เวลาพักระหว่างการทดสอบ (time between compressions) 5 s สำหรับการกดครั้งที่ 1 และ 2 จำนวนตัวอย่างที่ทำการทดสอบซ้ำ 10 ชิ้นต่อตัวอย่าง ช่วยให้มีอำนาจการทดสอบ (power) ประมาณ 0.8

พิจารณาปริมาณการใช้ K-carrageenan ที่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดเจลในระดับที่เหมาะสม โดยคัดเลือกจากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบจากผู้ประเมินสูงสุด โดยเฉพาะในด้านความง่ายในการเคี้ยว และการกลืน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

โดยรวมเหมาะสมต่อการบริโภคของผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย

5. การหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนาขึ้นในรีทอร์ทเพาซ์

ดำเนินการศึกษาอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเจลพร้อมรับประทานในถุงรีทอร์ทขนาดบรรจุ 150 g เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัย และสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง กำหนดให้ค่า F_0 (sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า 3 min ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อ *Clostridium botulinum* โดยศึกษาอัตราการแทรกผ่านความร้อนที่ 121°C ด้วยการใช้เทอร์โมคอปเปิลชนิด Type T เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ และโปรแกรม Ellab E-Val Flex ValSuite 4.2 Manual จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยระยะเวลาที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิจากอุณหภูมิเริ่มต้นไปจนถึงอุณหภูมิฆ่าเชื้อ (come-up time - cut) 15 min และความดันที่ใช้ในระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อ 0.2 MPa วิเคราะห์คุณภาพตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะที่ปิดสนิท ข้อ 3 (1) อาหารที่มีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่า 4.6 โดยส่งตรวจวิเคราะห์ที่ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้

1. Incubation test ที่ 35°C และ 55°C โดย Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 5th Edition, 2015, (Chapter 61)

2. Aerobic plate count 35°C และ 55°C โดย Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 5th Edition, 2015, (Chapter 62)

3. *Clostridium botulinum* โดย Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 5th Edition, 2015, (Chapter 32)

4. *Staphylococcus aureus* โดย In-house method WI-TM-10 based on FDA BAM Online, 2016. (Chapter 12)

5. *Salmonella* spp. โดย ISO 6579-1:2017/Amd.1:2020

6. การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ สำหรับการตรวจสอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)



7. จริยธรรมงานวิจัยในคน

หมายเลขการรับรองจริยธรรม IRB/IEC
No.2024/010 วันที่อนุมัติ 3 กันยายน 2567
รับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยใน
มนุษย์ มหาวิทยาลัยสยาม

ผลและวิจารณ์

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของสูตร อาหารต้นแบบ

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของต้ม
จับฉ่ายสูตรปกติ (control) และสูตรอาหาร
ต้นแบบ 3 สูตร โดยเพิ่ม ฟักทอง แครอท และเนื้อ
ปลา ให้มีสัดส่วนของแต่ละสูตรดัง Table 1 ด้วย
วิธี 9-point hedonic scale เพื่อประเมินผลต่อ
ความพึงพอใจ (คะแนน 9 = ชอบมากที่สุด และ
คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) แสดงโดย Table 2

Table 2 Sensory scores of developed and control Tom Jubb Chai

Attributes	Control	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Appearance ^{NS}	7.15±0.99	7.15±0.75	7.15±0.59	7.40±0.68
Aroma	7.15 ^a ±1.09	6.50 ^b ±0.76	6.45 ^b ±0.69	6.40 ^b ±0.68
Color ^{NS}	7.05±1.00	7.10±0.79	7.05±0.89	7.30±0.66
Sweetness ^{NS}	6.95±0.89	6.95±0.60	6.85±0.59	6.65±0.49
Saltiness	6.50 ^a ±1.00	6.05 ^b ±0.60	6.55 ^a ±0.51	6.55 ^a ±0.51
Overall flavor balance	6.65 ^{ab} ±0.93	6.30 ^b ±0.47	6.75 ^a ±0.44	6.40 ^{ab} ±0.50
Tenderness of vegetables ^{NS}	6.60±0.75	6.60±0.68	6.55±0.69	6.30±0.47
Overall texture ^{NS}	6.50±0.83	6.55±0.76	6.50±0.69	6.20±0.41
Ease of chewing ^{NS}	6.45±0.89	6.50±0.83	6.45±0.69	6.30±0.47
Ease of swallowing ^{NS}	6.45±0.89	6.50±0.83	6.45±0.69	6.30±0.47
Overall acceptability ^{NS}	6.75±0.91	6.50±0.69	6.70±0.57	6.50±0.51

Note: Data are presented as mean ± SD.

The different superscript letters in the same row indicate a significantly different ($p \leq 0.05$)

^{NS} Not Significant



ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของต้มจับฉ่าย สูตรควบคุม (control) และสูตรต้นแบบทั้ง 3 สูตร (Table 2) พบว่า กลิ่น (aroma) ของสูตรควบคุม ได้รับคะแนนสูงสุดที่ 7.15 ± 1.09 และสูงกว่าสูตรต้นแบบทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจเกิดจากการเติมวัตถุดิบใหม่ เช่น พริกทอง แครอท และปลาลงไป ส่งผลให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไปจากสูตรเดิม และไม่เป็นที่คุ้นเคยของผู้บริโภค ในขณะที่ความสมดุลของรสชาติ (overall flavor balance) สูตรที่ 2 ได้คะแนนสูงสุด 6.75 ± 0.44 และสูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าสูตรที่ 2 มีองค์ประกอบของรสชาติที่กลมกล่อมลงตัวมากที่สุดในกลุ่มต้นแบบ และการเพิ่มพริกทอง แครอท และปลาในสัดส่วนต่างกันไม่ส่งผลกระทบต่ออย่างเด่นชัดต่อคุณลักษณะด้านอื่นๆ ของ

ต้มจับฉ่าย โดยแนวโน้มของสูตรต้นแบบสูตรที่ 2 มีความโดดเด่นในด้านความสมดุลของรสชาติ โดยมีรสเค็มใกล้เคียงกับสูตรควบคุม (6.55 ± 0.51 เทียบกับ 6.50 ± 1.00) มีระดับความพึงพอใจในด้านอื่น ๆ ใกล้เคียงกับสูตรเดิม และการเติมพริกทอง และแครอทช่วยเพิ่มความหนืด และก่อเจลในเนื้ออาหาร เนื่องจากสารพวกเพกติน และไฮโดรคอลลอยด์ตามธรรมชาติ⁽¹⁹⁻²⁰⁾ เนื้อปลาให้เนื้อสัมผัสที่นุ่ม และง่ายต่อการเคี้ยวและกลืน ซึ่งเหมาะสมกับกลุ่มผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับการเคี้ยวหรือกลืนอาหาร

ผลการศึกษารสชาติประกอบทางเคมี

ผลการศึกษารสชาติประกอบทางเคมีเพื่อตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการในเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ต้มจับฉ่ายแสดงโดย Table 3

Table 3 Nutritional composition and energy of Tom Jubb Chai formulas

Properties	Control	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Moisture (%)	$83.37^b \pm 0.19$	$89.03^a \pm 0.33$	$88.59^a \pm 0.09$	$88.63^a \pm 0.55$
Protein (%)	$5.70^a \pm 0.00$	$3.53^c \pm 0.07$	$3.82^b \pm 0.01$	$3.81^b \pm 0.01$
Fat (%)	$5.32^a \pm 0.05$	$1.75^b \pm 0.07$	$1.05^c \pm 0.01$	$1.05^c \pm 0.02$
Fiber (%)	$0.64^c \pm 0.07$	$1.90^a \pm 0.04$	$0.76^b \pm 0.08$	$0.59^{bc} \pm 0.03$
Ash (%)	$0.88^b \pm 0.03$	$0.84^b \pm 0.01$	$1.15^a \pm 0.03$	$1.14^a \pm 0.01$
Carbohydrate (%)	$4.04^a \pm 0.16$	$3.00^b \pm 0.27$	$4.65^a \pm 0.08$	$5.00^a \pm 0.33$
Energy (kcal / 100 g)	$85.14^a \pm 0.24$	$44.23^c \pm 0.31$	$45.82^b \pm 0.44$	$44.99^c \pm 0.64$

Note: Data are presented as mean \pm SD.

The different superscript letters in the same row indicate a significantly different ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Table 3) แสดงให้เห็นว่า การปรับสูตรมีผลต่อโภชนาการและพลังงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความชื้นของสูตรควบคุมมีค่าต่ำสุดที่ 83.37% ขณะที่ความชื้นของสูตรต้นแบบสูงขึ้นไปอย่างชัดเจน โดยสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุด 89.03% ซึ่งสอดคล้องกับการใช้ฟักทองและแครอทที่มีปริมาณน้ำสูง ในด้านโปรตีน สูตรควบคุมมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดที่ 5.70% ในขณะที่สูตรต้นแบบมีปริมาณโปรตีนลดลงทั้งหมด โดยสูตรที่ 2 มีค่า 3.82% ซึ่งแม้จะต่ำกว่าสูตรควบคุม แต่ยังคงสูงกว่าสูตรที่ 1 (3.53%) และสูตรที่ 3 (3.81%) และหากเปรียบเทียบกับความต้องการโปรตีนเฉลี่ยของผู้สูงอายุ (ประมาณ 1 g/kg of body weight/day หรือราว 50–60 g/day สำหรับน้ำหนักตัว 50–60 kg) จะเห็นว่าสูตรที่ 2 ให้โปรตีนประมาณ 5.7 g/serving (หนึ่งซอง) ซึ่งคิดเป็น 9.5–11.4% ของความต้องการต่อวัน แต่ก็ยังต่ำกว่าระดับที่ ต้องการในมื้อหลัก (ประมาณ 15–20 grams per meal) ไขมันของสูตรควบคุมมีปริมาณสูงสุด (5.32%) เนื่องจากใช้หมูสามชั้น ในขณะที่สูตรต้นแบบปริมาณลดลงอย่างชัดเจน โดยสูตรที่ 2 และ 3 มีค่าต่ำที่สุดเพียง 1.05% ลดลงกว่า 80% เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม แสดงถึงความเหมาะสมต่อผู้สูงอายุที่ควรจำกัดการบริโภคไขมัน เมื่อพิจารณาปริมาณใยอาหาร พบว่า

สูตรที่ 1 มีปริมาณสูงที่สุดที่ 1.90% หรือให้ปริมาณใยอาหาร 2.85 g/150 g (หนึ่งซอง) ในขณะที่สูตรที่ 2 และ 3 มีปริมาณใกล้เคียงกัน (0.76% และ 0.59% ตามลำดับ) ค่าดังกล่าวแม้จะยังไม่สูงเมื่อเทียบกับความต้องการใยอาหารผู้สูงอายุ (21–30 g/day) แต่ก็มีส่วนช่วยเสริมสมดุลง่ายย่อย แร่ธาตุ (ash) ของสูตรที่ 2 และ 3 มีค่าปริมาณสูงกว่าสูตรควบคุม (1.15% และ 1.14% เทียบกับ 0.88%) บ่งชี้ถึงการเสริมแหล่งแร่ธาตุจากผักและเต้าหู้ที่เติมเข้าไป ในด้านพลังงาน สูตรควบคุมมีค่าพลังงานสูงสุด 85.14 kcal/100 g ในขณะที่สูตรต้นแบบมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ 2 มีค่า 45.82 kcal/100 g ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของสูตรควบคุม และเมื่อคำนวณเป็น 150 g/pack จะให้พลังงานเพียงประมาณ 69 kcal เท่านั้น สอดคล้องกับความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่ควรจำกัดพลังงานและไขมัน โดยเฉพาะในผู้ที่มีความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) แต่ความหลากหลายของแหล่งคาร์โบไฮเดรตจากผักที่เติมเข้าไป ช่วยให้พลังงานปลดปล่อยช้า และสมดุลยิ่งขึ้น⁽²¹⁾ การปรับสูตรโดยเพิ่มฟักทอง แครอท เต้าหู้นึ่ง และเนื้อปลา ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมัน และพลังงานลดลงอย่างชัดเจน ขณะที่ยังคงให้คุณค่าทางโภชนาการจากปริมาณโปรตีน และใยอาหาร โดยสูตรที่ 2 แสดงสมดุล

ของสารอาหารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นอาหารเจล

ผลการศึกษาการผลิตอาหารเจลบรรจุในรีทอร์ทแพคเกจ

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (Table 2) และองค์ประกอบทางเคมี (Table 3) พบว่าสูตรที่ 2 แสดงผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยได้รับคะแนนความพึงพอใจรวมสูงสุด (6.70) และมีความสมดุลของรสชาติ (6.75) ใกล้เคียงกับสูตรควบคุม นอกจากนี้ยังมีรสเค็มเฉลี่ย (6.55) ใกล้เคียงกับสูตรควบคุม (6.50) ซึ่งสะท้อนว่าผู้บริโภคยอมรับได้ในระดับสูง ในด้านองค์ประกอบทางเคมี สูตรที่ 2 มีปริมาณโปรตีน 3.82% สูงกว่าสูตรที่ 1 (3.53%) และสูตรที่ 3 (3.81%) แม้จะยังต่ำกว่าสูตรควบคุม (5.70%) แต่หากคำนวณในปริมาณบริโภคจริง 150 g (หนึ่งซอง) จะได้โปรตีนประมาณ 5.7 g ซึ่งคิดเป็นประมาณ 9.5–11.4%

ของความต้องการโปรตีนเฉลี่ยต่อวันของผู้สูงอายุ (50–60 g/day) จึงยังถือว่ามีความคุ้มค่าในเชิงโภชนาการ ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 2 ไปใช้สำหรับการพัฒนาเป็นอาหารเจลบรรจุในรีทอร์ทแพคเกจ โดยมีขั้นตอนการเตรียมโดยนำต้มจับฉ่ายที่ปรุงตามสูตรต้นแบบสูตรที่ 2 มากรองแยกส่วนของเหลวออกจากส่วนของแข็ง แล้วนำส่วนของเหลวที่ได้ ผสมให้เข้ากับ K-carrageenan โดยแปรปริมาณ K-carrageenan เป็น 0 0.5 1.0 และ 1.5% (w/w) ของส่วนของเหลว คนให้ละลาย นำส่วนของแข็งจากต้มจับฉ่ายบรรจุลงถุงรีทอร์ทแพคเกจปริมาณ 75 g เติมของเหลวข้างต้นลงไปจนได้น้ำหนักรวม 150 g และปิดผนึกด้วยความร้อน แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่ 121°C 20 min จากนั้นปล่อยให้ตัวอย่างเย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องก่อนทำการวิเคราะห์คุณภาพตามที่กำหนด ผลที่ได้แสดงโดย Figure 1 และ Table 4 – 5

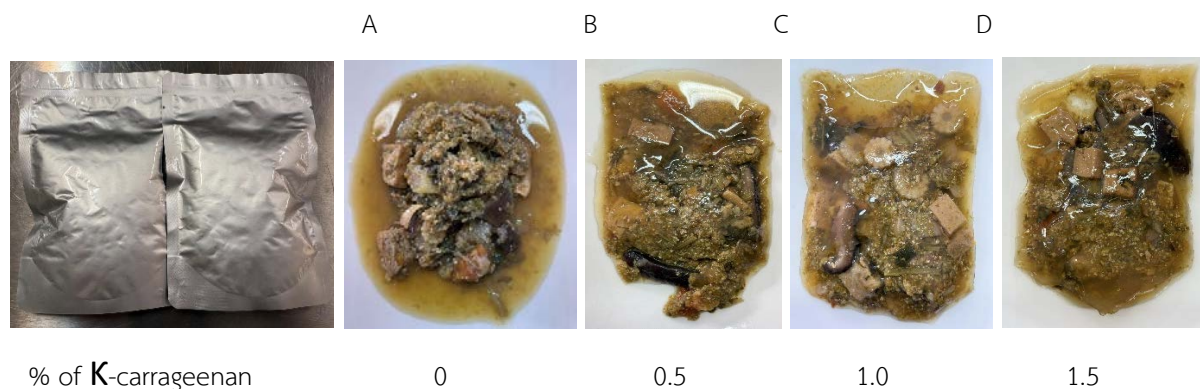


Figure 1 Appearance of formula 2 with varying K-carrageenan concentrations (A: Control; B: K-carrageenan 0.5%; C: K-carrageenan 1.0%; D: K-carrageenan 0.15%)



Table 4 Sensory preferences for sterilized gel product (formula 2) based on K-carrageenan levels

Attributes	% of K-carrageenan			
	0	0.5	1.0	1.5
Appearance	6.40 ^b ±0.88	6.30 ^b ±0.80	7.00 ^a ±0.65	6.95 ^a ±0.39
Aroma ^{NS}	6.35±0.67	6.35±0.67	6.60±0.60	6.50±0.51
Color ^{NS}	6.60±0.75	6.60±0.75	6.75±0.55	6.65±0.59
Taste ^{NS}	6.85±0.75	6.85±0.75	7.05±0.51	6.95±0.60
Texture	6.55 ^b ±0.89	6.70 ^b ±0.80	7.30 ^a ±0.73	7.00 ^{ab} ±0.73
Ease of chewing	6.35 ^b ±0.81	6.65 ^{ab} ±0.59	6.85 ^a ±0.59	6.60 ^{ab} ±0.50
Ease of swallowing	5.85 ^c ±0.99	6.35 ^b ±0.81	7.25 ^a ±0.64	7.10 ^a ±0.64
Overall liking	6.35 ^b ±0.59	6.60 ^b ±0.60	7.25 ^a ±0.55	7.00 ^a ±0.56

Note: Data are presented as mean ± SD.

The different superscript letters in the same row indicate a significantly different ($p < 0.05$)

^{NS} Not Significant

Table 5 Effect of K-carrageenan on gel color and texture after sterilization

Physical properties		% of K-carrageenan		
		0.5	1.0	1.5
Color ^(NS)	L*	40.04±1.51	40.28±1.26	40.16±0.32
	a*	4.27±0.15	4.67±0.23	4.18±0.19
	b*	33.65±0.49	33.93±3.23	33.18±0.45
Texture profile analysis	Hardness (N)	22.96 ^c ±1.67	39.92 ^b ±2.43	60.23 ^a ±4.80
	Cohesiveness ^(NS)	0.88±0.07	0.87±0.02	0.83±0.01
	Chewiness (N·mm)	0.21 ^b ±0.06	0.20 ^b ±0.04	0.61 ^a ±0.05

Note: Data are presented as mean ± SD.

The different superscript letters in the same row indicate a significantly different ($p < 0.05$)

^{NS} Not Significant

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (Table 4) พบว่าการเติม K-carrageenan ในระดับที่แตกต่างกันส่งผลต่อคุณสมบัติบางอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลักษณะปรากฏดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเติมในระดับ 1.0% และ 1.5% (คะแนน 7.00 และ 6.95 ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับสูตรที่ไม่เติม (6.40) แสดงว่าการเกิดเจลช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานมากขึ้น ในด้านเนื้อสัมผัส ความง่ายในการเคี้ยว และความง่ายในการกลืน พบว่าการเติม K-carrageenan 1.0% ให้คะแนนสูงสุด โดยเฉพาะความง่ายในการกลืนที่มีค่าเฉลี่ย 7.25 ซึ่งสูงกว่าสูตรที่ไม่เติม (5.85) อย่างมีนัยสำคัญ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับคุณสมบัติของ K-carrageenan ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีประจุลบจากหมู่ซัลเฟตสามารถสร้างโครงข่ายเจลร่วมกับโปรตีน ทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาด้านการกลืนอาหาร นอกจากนี้ความชอบโดยรวมมีค่าสูงสุดเมื่อเติม K-carrageenan 1.0% (7.25) ซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าระดับนี้ให้สมดุลที่ดีที่สุดในระหว่างเนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความสะดวกในการบริโภค ขณะที่คุณลักษณะด้านกลิ่น สี และรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทุกกลุ่ม

สะท้อนว่า K-carrageenan ไม่มีผลต่อปัจจัยเหล่านี้

คุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประเมินจากค่าความสว่าง (L^*) สีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวอย่างที่เติม K-carrageenan ในระดับต่าง ๆ โดยค่าความสว่างเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 40.04–40.28 ค่า a^* อยู่ที่ 4.18–4.67 และค่า b^* อยู่ที่ 33.18–33.93 (Table 5) แสดงว่าการเติม K-carrageenan ในปริมาณ 0.5–1.5% ไม่มีผลกระทบต่อสีของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ผลดังกล่าวสอดคล้องกับการประเมินทางประสาทสัมผัสที่พบว่า สีของตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส (Table 5) พบว่าค่าความแข็ง (hardness) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามระดับของ K-carrageenan ที่เติม โดยสูตรที่เติม 0.5% มีค่าความแข็งต่ำที่สุด (22.96 N) ส่วนสูตรที่เติม 1.5% มีค่าความแข็งสูงที่สุด (60.23 N) ขณะที่การเติมในระดับ 1.0% ให้ค่า 39.92 N ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการบริโภค และสอดคล้องกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคให้คะแนนสูงสุดในด้านเนื้อสัมผัส ความง่ายในการเคี้ยว และ

การกลืน แสดงว่าการเพิ่มความแข็งแรงเกินไป เช่นในกรณีเติม 1.5% อาจลดการยอมรับ แม้จะทำให้โครงสร้างเจลแข็งแรงมากขึ้นก็ตาม สำหรับค่าความยืดหยุ่นของเจล (cohesiveness) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.83–0.88 แสดงว่าการเติม K-carrageenan ในระดับ 0.5–1.5% ไม่ส่งผลต่อโครงสร้างพันธะภายในที่เกี่ยวข้องกับความเหนียวแน่นของเจล ในด้านพลังงานที่ต้องใช้ในการเคี้ยว (chewiness) พบว่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเติม K-carrageenan 1.5% (0.61 N·mm) ในขณะที่การเติม K-carrageenan 0.5% และ 1.0% ให้ค่าใกล้เคียงกัน (0.21 และ 0.20 N·mm ตามลำดับ) การเพิ่มขึ้นของค่า chewiness ของตัวอย่างที่ใช้ K-carrageenan 1.5% อาจอธิบายได้ว่าเป็นผลจากโครงสร้างเจลที่แน่นเกินไปเนื่องจาก K-carrageenan มีแนวโน้มที่จะสร้างโครงสร้างเจลที่แข็งแรงขึ้นด้วยการรวมตัวกันของหลาย double helices⁽²²⁾ ซึ่งสอดคล้องกับการที่เพิ่มความแข็งของเนื้อสัมผัสในอาหารเจล ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่ายากขึ้น และลดความพึงพอใจในการบริโภค และงานวิจัยของ Çakir และคณะ⁽²³⁾ ที่ได้รายงานความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโครงสร้างของเจลในระดับจุลภาค (microstructure) กับการรับรู้ทางประสาทสัมผัส (เช่น ความนุ่ม

หนืด หรือแตกตัวในปาก) และคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสที่วัดได้ของเจลที่เกิดจากการผสมเวย์โปรตีนและ K-carrageenan ซึ่งสรุปได้ว่าโครงสร้างจุลภาคของเจลที่เกิดขึ้นมีผลโดยตรงต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร และสามารถนำไปประยุกต์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการศึกษาพบว่า การเติม K-carrageenan ในปริมาณ 1.0% ของส่วนของเหลวในตำรับฉายสูตรที่ 2 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติเนื้อสัมผัสที่สมดุล โดยมีค่า hardness อยู่ที่ 39.92 N และค่า chewiness เพียง 0.20 N·mm ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเคี้ยวและการกลืนของผู้สูงอายุ ผลิตภัณฑ์ในระดับนี้ยังได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดจากผู้ประเมิน (7.25 คะแนน) แสดงถึงความเหมาะสมในการใช้เป็นต้นแบบของผลิตภัณฑ์อาหารเจลสำหรับผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงใช้สูตรที่ 2 ร่วมกับการเติม K-carrageenan 1.0% ในการพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเจลพร้อมรับประทาน เพื่อสร้างนวัตกรรมอาหารที่ตอบโจทย์ผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อย และเพื่อให้สามารถจัดจำหน่ายในรูปแบบรีทอร์ทเพาซ์ (retort pouch) ที่เก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม โดยอ้างอิงตาม



ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะที่ปิดสนิท ข้อ 3 (1) อาหารที่มีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่า 4.6 เพื่อรับรองความปลอดภัย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บรักษา

ผลการหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนาขึ้นในรีโอร์ทเพาซ์

จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารเจลต้นแบบสำหรับผู้สูงอายุที่บรรจุในถุงรีโอร์ท พบว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 20 min ให้ค่า F_0 เท่ากับ 5.0

min (Table 6) ซึ่งสูงกว่าค่าขั้นต่ำที่กำหนด ($F_0 \geq 3$ min) สำหรับการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ในอาหารที่มีค่า pH สูงกว่า 4.6 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากระบวนการฆ่าเชื้อมีความเพียงพอและสามารถรับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์อาหารเจลสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนาขึ้นสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องภายใต้เงื่อนไขการสเตอริไรส์ดังกล่าว โดยมีรายละเอียดสภาวะการฆ่าเชื้อแสดงใน Table 6

Table 6 Sterilization of the developed prototype gel food product for the elderly was conducted at 121°C.

Sterilization condition	Time (min)
Come up time	15
Process time	20
Cooling time	20
Sterilizing value (F_0)	5.0

ผลิตภัณฑ์อาหารเจลสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนาแล้ว ได้ผ่านกระบวนการสเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 20 min และนำไปตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามเกณฑ์ที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 ข้อ 3 (1) สำหรับอาหารที่มีค่าความ

เป็นกรด-ต่าง (pH) สูงกว่า 4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์ (Table 7) พบว่า ตัวอย่างไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ทั้งในการทดสอบการบ่ม (incubation test ที่ 35°C และ 55°C) การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) รวมถึงเชื้อก่อโรคที่สำคัญ ได้แก่ *Clostridium*



botulinum, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสภาวะการฆ่าเชื้อที่ใช้ สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารเจลที่พัฒนาให้

สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ และมีข้อมูลโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (serving size) สำหรับผลิตภัณฑ์ปริมาณสุทธิ 150 g ดังแสดงโดย Table 8

Table 7 Microbial analysis results complied with the Ministry of Public Health Notification No. 335 B.E. 2556 (2013), Section 3 (1).

Analysis Item	Unit	Result
Incubation test at 35 °C and 55 °C	-	Normal
Aerobic Plate Count at 35 °C and 55 °C	CFU/g	None
<i>Clostridium botulinum</i>	/g	Negative
<i>Staphylococcus aureus</i>	/0.1g	Not detected
<i>Salmonella</i> spp.	/25g	Not detected

Table 8 Nutritional composition per serving size

Component	Per serving (150 g)
Moisture (g)	132.89
Protein (g)	5.73
Fat (g)	1.58
Fiber (g)	1.14
Ash (g)	1.73
Carbohydrate (g)	6.98
Energy (kcal)	68.73

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ถูกบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท และผ่านการฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ จึงสามารถ

ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ได้หากไม่มีการรื้อชิม ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ได้นานถึง 6 เดือนถึง 2 ปี อย่างไรก็ตามควรพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีตามธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ เช่น การเปลี่ยนสี หรือ กลิ่นรส ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดอายุการเก็บรักษาในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนนี้ก่อนนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย

บทสรุป

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลพร้อมรับประทานจากเมนูต้มจับฉ่าย เพื่อให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากเล็กน้อยตามมาตรฐาน IDDSI ระดับที่ 1 กลืนลำบากเล็กน้อย (mild) IDDSI level 6 โดยมีการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบจากเนื้อสัตว์ที่มีไขมันอิ่มตัวสูงมาเป็นผัก เต้าหู้นึ่ง และปลา เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้สูงอายุ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยกลุ่มผู้สูงอายุพบว่าสูตรที่ประกอบด้วยฟักทอง 35% แครอท 15% เต้าหู้นึ่ง 20% และปลา 30% ได้รับการยอมรับสูงที่สุด และมีรสชาติใกล้เคียงกับสูตรดั้งเดิม การเติม K-carrageenan 1.0% ช่วยเพิ่มความเรียบเนียนของเนื้อสัมผัส รวมถึงความง่ายในการเคี้ยวและกลืนได้อย่างชัดเจน ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 121°C นาน 20 min มีความปลอดภัย

ตามเกณฑ์ที่กำหนดของกระทรวงสาธารณสุขแสดงถึงศักยภาพในการประยุกต์เมนูอาหารที่บ้านสู่ผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทานที่ตอบโจทย์ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย และช่วยส่งเสริมโภชนาการรวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุได้อย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตามปริมาณโปรตีนต่อหนึ่งหน่วยบรรจุยังต่ำกว่าคำแนะนำโภชนาการรายวันสำหรับผู้สูงอายุ จึงควรมีการพัฒนาสูตรเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้เพียงพอ แนวทางที่เหมาะสม เช่น การเสริมด้วยโปรตีนเข้มข้นจากถั่วเหลือง ถั่วลันเตา เวย์โปรตีน หรือการใช้โปรตีนจากไข่ขาว ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการโปรตีนของผู้สูงอายุได้ครบถ้วนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้สูงอายุ และบุคลากรกองศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุ บ้านบางแค ศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ Holistic Nursing Home รวมถึงบุคลากรของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ภายใต้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2567



เอกสารอ้างอิง

1. กลุ่มเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพเครือข่าย กองส่งเสริมศักยภาพผู้สูงอายุ. กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. สังคมผู้สูงอายุในปัจจุบันและเศรษฐกิจในประเทศไทย. [เข้าถึงเมื่อ 9 ธ.ค. 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.dop.go.th/th/know/1/926>
2. สำนักวิจัยและพัฒนาระบบงานบุคคล สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. ภาครัฐกับการเตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมสูงวัย. วารสารข้าราชการ. 2561; 60(4):1-25.
3. ปิยะภัทร เดชพระธรรม. ปัญหาการกลืนในผู้สูงอายุ (Dysphagia in Elderly). เวชศาสตร์พื้นฟูสาร. 2556; 23(3):73-80.
4. Clayton, J. National Dysphagia Diet Task Force, and American Dietetic Association. National dysphagia diet: Standardization for optimal care. American Dietetic Associati, 2002.
5. Cichero, J. A. Y. Adjustment of food textural properties for elderly patients. Journal of texture studies 2016; 47(4):277-283.
6. Okkels SL, Saxosen M, Bügel S, Olsen A, Klausen TW, Beck AM. Acceptance of texture-modified in-between-meals among old adults with dysphagia. Clinical nutrition ESPEN. 2018; 25(1):126-132.
7. Svendsen JA, Okkels SL, Knudsen AW, Munk T, Beck AM. Sensory acceptance of food developed for older adults in different settings. Journal of Sensory Studies. 2021; 36(2): 12640.
8. Pirlich M, Lochs H. Nutrition in the elderly. Best practice & research Clinical gastroenterology. 2001; 15(6):869-884.
9. Limampai T, Impaprasert R, Suntornsuk W. Influence of some hydrocolloids and sterilization conditions on the physical properties of texture-modified foods developed for the swallow training of dysphagia patients. Foods. 2023;12(19):3676.
10. วิษณณี ยืนยงพุทธกาล, สันหัต วิเชียรโชติ, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจากผลไม้ที่มีองค์ประกอบของสารพรีไบโอติกโดยใช้เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ. [ออนไลน์]. 2560 [สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2565]; เข้าถึงได้จาก: <http://dspace.lib.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/3518>
11. วิษณณี ยืนยงพุทธกาล, สุจิตรา ศรีวิเศษ, วราภรณ์ พันธุ์ประเสริฐ. การใช้คาราจีแนนในผลิตภัณฑ์อาหารเจล. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 2560;35(2):45-52.
12. Han JS, Han JA. Preparation and characterization of gel food for elderly. Korean Journal of Food Science and Technology. 2014; 46(5):575-580.
13. Hotchkiss S, Brooks M, Campbell R, Philp K, Trius A. The use of carrageenan in food. Carrageenans: sources and extraction methods, molecular structure, bioactive properties and health effects. 2016; 229-243.
14. ชนากร วงษ์ประเสริฐ, อินทาวุธ สรรพวรสถิตย์. อิทธิพลของการตัดแปรเนื้อสัมผัสของอาหารเจลด้วยไฮโดรคอลลอยด์ต่อการรับรู้กลิ่นรส. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 2562;14(2):95-107.
15. Jayasinghe PS, Pahalawattaarachchi V, Ranaweera KK. Formulation of nutritionally superior and low cost seaweed based soup mix powder. Journal of Food Processing & Technology. 2016;7(4):1-5.
16. Udo T, Mummaleti G, Mohan A, Singh RK, Kong F. Current and emerging applications of carrageenan in the food industry. Food Research International. 2023;173:113369.



17. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International, Maryland, USA, 2000.
18. Hayakawa F, Kazami Y, Ishihara S, Nakao S, Nakauma M, Funami T, Nishinari K, Kohyama K. Characterization of eating difficulty by sensory evaluation of hydrocolloid gels. *Food Hydrocolloids*. 2014; 38(1):95-103.
19. Villamil RA, Escobar N, Romero LN, Huesa R, Plazas AV, Gutiérrez C, Robelto GE. Perspectives of pumpkin pulp and pumpkin shell and seeds uses as ingredients in food formulation. *Nutrition & Food Science*. 2023; 53(2):459-473.
20. Pathania S, Kaur N. Utilization of fruits and vegetable by-products for isolation of dietary fibres and its potential application as functional ingredients. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2022; 27:100295.
21. Nunes MC, Raymundo A, Sousa IJ. Rheological behaviour and microstructure of pea protein/**K**-carrageenan/starch gels with different setting conditions. *Food Hydrocolloids*. 2006; 20(1):106-113.
22. Yuguchi Y, Thuy TT, Urakawa H, Kajiwara K. Structural characteristics of carrageenan gels: temperature and concentration dependence. *Food hydrocolloids*. 2002; 16(6):515-522.
23. Çakır E, Daubert CR, Drake MA, Vinyard CJ, Essick G, Foegeding EA. The effect of microstructure on the sensory perception and textural characteristics of whey protein/**K**-carrageenan mixed gels. *Food Hydrocolloids*. 2012; 26(1):33-43.