

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียม Development of Rice Seasoning (Furikake) from Reduced-Sodium Kung-Jom

ปิยสุดา เทพนอก* และ ประวิษณ์ พิกุลนอก

Piyasuda Thepnok* and Praphawit Phikunnok

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

E-mail: piyasuda.t@nrru.ac.th* and prapawit.p@nrru.ac.th

*Corresponding author

(Received: 18 April 2026, Revised: 5 July 2026, Accepted: 10 July 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1710>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยผลิตกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่มีการใช้สัดส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตราส่วนร้อยละ 4:2 เพื่อลดปริมาณการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ นำส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวคั่ว ข้าวสุก และกระเทียม ผสมกันและหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ก่อนนำไปแปรรูปต่อเป็นผงโรยข้าว โดยนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง แล้วนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 16 เมช ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.89 ± 0.19 มีค่าออกซิเจนอิสระเท่ากับร้อยละ 0.34 ± 0.01 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากกึ่ง (มผช. 1603/2565) ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มผช. เช่นกัน เมื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการพบว่าผลิตภัณฑ์ให้พลังงานทั้งหมด 318.41 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 2.29 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.12 กรัม คอเลสเตอรอล 246.11 มิลลิกรัม โปรตีน 28.83 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 45.62 กรัม โซเดียม 3,081 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 1,902 มิลลิกรัม แคลเซียม 1,086 มิลลิกรัม และเหล็ก 16.29 กรัม ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่พัฒนาได้นี้สามารถลดปริมาณเกลือโซเดียมลงได้ถึงร้อยละ 33.33 เมื่อเทียบกับสูตรดั้งเดิม งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต่อยอดมาจากอาหารหมักแบบดั้งเดิม ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับอาหารหมักพื้นบ้านซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ช่วยส่งเสริมการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาพัฒนาเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความสะดวก ปลอดภัย ประหยัดเวลาในการปรุงอาหาร มีอายุการเก็บรักษาที่นานมากขึ้น และยังเป็นทางเลือกสำหรับผู้ดูแลสุขภาพโดยการสนับสนุนกระแสบริโภคอาหารลดโซเดียม

คำสำคัญ: ผงโรยข้าว กึ่งจ๋อม ลดโซเดียม

Abstract

This research aimed to develop a reduced-sodium rice seasoning from fermented shrimp (Kung-Jom) by substituting sodium chloride (NaCl) with potassium chloride (KCl) at a ratio of 4%:2% (w/w) to reduce the total sodium content in the final product. The ingredients, comprising roasted rice, cooked rice and garlic, were combined and fermented at 30°C for 12 days. The fermented mixture was subsequently processed into a rice seasoning by drying at 50°C for 15 hours, followed by grinding and sieving through a 16-mesh screen. The developed reduced-sodium rice seasoning exhibited a moisture content of $5.89 \pm 0.19\%$ and a water activity (a_w) of 0.34 ± 0.01 which the Thai Community Product Standard for rice seasoning (TCPS 1603/2565 (2022)). Furthermore, microbiological analysis confirmed that the product met all safety criteria established by the standard. Nutritional analysis per 100 g revealed that the product provided a total energy of 318.41 kcal, containing 2.29 g of total fat, 1.12 g of saturated fat, 246.11 mg of cholesterol, 28.83 mg of protein, 45.62 g of total carbohydrates, 3,081 mg of sodium, 1,902 mg of potassium, 1,086 mg of calcium and 16.29 g of ash. The developed reduced-sodium rice seasoning from fermented shrimp can reduce sodium content by up to 33.33% compared to the original formulation. This research presents the development of a novel product derived from traditional fermented foods, thereby adding value to indigenous fermented foods as community-based products. The application of local wisdom was promoted to generate a new product offering convenience, safety, reduced preparation time, and an extended shelf life. In addition, the product serves as a health-conscious alternative, supporting the growing consumer trend toward reduced-sodium diets.

Keywords: Rice seasoning, Kung-jom, Reduced-sodium

บทนำ

กุ่มจ่อมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่นิยมบริโภคในภาคอีสาน ผลิตจากวัตถุดิบหลักคือกุ่มฝอย (*Macrobrachium* sp.) ซึ่งเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดเล็ก นำมาหมักร่วมกับเกลือ ข้าวคั่ว ข้าวสุก และหมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาที่เหมาะสมจนมีรสเปรี้ยวแล้วจึงนำมารับประทาน โดยนิยมรับประทานแบบดิบไม่ผ่านการปรุงให้สุกด้วยความร้อน กุ่มจ่อมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่เป็นภูมิปัญญาในการถนอมอาหาร มีการนำวัตถุดิบท้องถิ่นมาแปรรูปให้มีรสชาติที่ดีขึ้น (ผกาวิไล เอี่ยมกำแพง, 2559) อย่างไรก็ตามจากการที่กุ่มจ่อมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านอาจทำให้มีกลุ่มผู้บริโภคซึ่งเป็นคนรุ่นใหม่ไม่ให้ความนิยมกับผลิตภัณฑ์อาหารหมักแบบดั้งเดิมนี้ เนื่องจากมีภาพลักษณ์ที่ไม่ดึงดูดความสนใจและไม่สะดวกต่อการนำมาบริโภค มีอายุการเก็บรักษาที่ไม่นาน อีกทั้งในกระบวนการผลิตกุ่มจ่อมของชุมชนเป็นแบบดั้งเดิมที่ไม่มีขั้นตอนใดผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ อาจทำให้มีความเสี่ยงต่อเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหรือปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ รวมทั้งผู้ผลิตในชุมชนอาจผลิตผลิตภัณฑ์แบบเดิมซ้ำกันในกลุ่มชุมชน จึงขาดความแปลกใหม่ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจและได้รับความนิยมในการนำมาบริโภคเพื่อเพิ่มรสชาติให้กับอาหารคือผงโรยข้าวหรือที่ชาวญี่ปุ่นเรียกว่า “ฟูริคาเกะ (Furikake)” ซึ่งเป็นเครื่องปรุงรสแบบแห้งของญี่ปุ่นที่ได้จากการนำผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สัตว์น้ำ หรือผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดมาทำแห้งและปรุงรส หรือนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาผสมกับสาหร่าย งา และเครื่องปรุงรสหรือส่วนผสมต่าง ๆ เวลารับประทานจะนำมาโรยบนข้าว (รจนา นุชนุ่ม, 2551) ซึ่งผงโรยข้าวแบบญี่ปุ่นนี้หากนำมาเทียบเคียงกับอาหารไทยพบว่ามีความใกล้เคียงกับน้ำพริกที่มีลักษณะแห้ง เช่น น้ำพริกสวรรค์ น้ำพริกนรกและน้ำพริกปลาฟู เป็นต้น (จิมาทอง โมริดา และ มณัญญา คำวชิระพิทักษ์, 2566) ในประเทศไทยมีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากวัตถุดิบต่างๆเพื่อให้ได้รสชาติหรือผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น ผงโรยข้าวจากปลาสด (รจนา นุชนุ่ม, 2551) ผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน (สุริยวรรณ ราชสม, ณัฐวิภา สีสำ และ สุทธิดา ทากอนแก้ว, 2563) ผงโรยข้าวรสบุญข้าวจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนป่น (อทิศา ชนะสิทธิ์, 2554) ผงโรยข้าวจากผักสลัด (ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา, 2554) ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง (อรอนงค์ ศรีพาทกุล, มณฑกานติ ท้ามตัน และ ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์, 2564) ผงโรยข้าวจากปลาหมักแห้ง ปลากระพงขาวทอดกรอบ (นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และนัฏฐา คเชนทร์ภักดี, 2564) ผงโรยข้าวรสหม่าล่าเสริมปลาแห้ง (จิมาทอง โมริดา และ มณัญญา คำวชิระพิทักษ์, 2566) ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด (รัชดาภรณ์ ปานสันเทียะ และคณะ, 2566) ผงโรยข้าวจากผักคื่นหอยสด (ไพรัช วัฒนสุขโสภณ, 2568) ผงโรยข้าวจากใบหม่อน (นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต และ อรอนงค์ ศรีพาทกุล, 2568) เป็นต้น อีกทั้งเนื่องจากกุ่มจ่อมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักที่มีการเติมเกลือเป็นส่วนประกอบและในปัจจุบันกระแสการใส่ใจดูแลสุขภาพกำลังเป็นที่นิยม ทั้งนี้มีข้อเสนอแนะจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) เกี่ยวกับการบริโภคเกลือโซเดียมในแต่ละวันไม่ควรเกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อวัน หากร่างกายได้รับเกลือโซเดียมในปริมาณที่มากเกินไปจนเกินไปจะก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคไต โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือด เป็นต้น ดังนั้นเพื่อส่งเสริมการลด

การบริโภคเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักและดูแลสุขภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์จึงเป็นการตอบสนองนโยบายของกระทรวงสาธารณสุขในยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเกลือโซเดียมในประเทศไทย ซึ่งคาดหวังผลให้ประชาชนบริโภคโซเดียมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและจะนำไปสู่การลดลงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคเกลือโซเดียมได้ ทั้งนี้การนำเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) มาใช้เป็นสารทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นอีกวิธีในการลดโซเดียม โดยมีงานวิจัยที่ศึกษาการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ เช่น ปลาร้า (พัศมัย เอกก้านตรง และคณะ, 2561) ผงปรุงรสจากผลิตภัณฑ์ลำไย (นรินทร์ เจริญพันธ์ และ ชัยพร แพภิรมย์, 2561) กะปิ (กมลวรรณ ไรจน์สุนทรกิตติ, อีรพร กองบังเกิด และ นิติพงศ์ จิตธิโกชน, 2562) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอยนางรม (กุลพร พุทธิ และ วริศชนม์ นิลนนท์, 2563) เคยปลาฉลาม (ฉัตรชัย สังข์ผุด และคณะ, 2567) ผงปรุงรสต้มยำ (รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อารรัตน์ คำปาศวายุ, 2567) ผงปรุงรสหมู (พนัชนพพงษ์พรหม ทะเกิงกุล, 2568) เป็นต้น และแม้จะมีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากวัตถุดิบหลากหลายชนิดดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ยังไม่พบรายงานการศึกษาที่นำกุ้งจ่อมซึ่งเป็นอาหารหมักพื้นบ้านมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวซึ่งสูตรที่มีการลดเกลือโซเดียมโดยใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์บางส่วน ดังนั้นเพื่อเป็นการยกระดับ พัฒนาต่อยอดและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ เพิ่มความสะดวก ปลอดภัย ประหยัดเวลาในการปรุงอาหารและมีอายุการเก็บรักษาที่นานมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ประสงค์ประยุกต์และผสมผสานแนวคิดผงโรยข้าวของญี่ปุ่นมาพัฒนากุ้งจ่อมให้เป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประเมินคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์พัฒนาได้

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาการผลิตกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผงโรยข้าว

ศึกษาการผลิตกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยนำกุ้งฝอยจำนวน 1,000 กรัม มาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำมาผสมกับส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวคั่ว 200 กรัม ข้าวสุก 50 กรัม กระเทียม 20 กรัม โดยสูตรที่ 1 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 60 กรัม (เป็นสูตรควบคุมหรือสูตรดั้งเดิมที่ไม่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์) และสูตรที่ 2 มีสัดส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตราส่วนร้อยละ 4:2 (เท่ากับ 40:20 กรัม) ทั้งนี้สูตรที่ 2 ที่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งอ้างอิงสูตรมาจากงานวิจัยของปิยสุดา เทพนอก และคณะ (2568) ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน บรรจุในโหลแก้วแล้วปิดฝา แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างกุ้งจ่อมในแต่ละวัน นำไปวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช (pH meter ยี่ห้อ Mettler Teledo รุ่น Seven compact) และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแบบของกรดแลกติก (Total acidity) ตามวิธีของ AOAC (2020) จากนั้นมาอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างกุ้งจ่อมแต่ละสูตร ที่ชั่วโมงที่ 0 3 6 9

12 และ 15 มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่อง Moisture analyze (ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น HB43-S Halogen) และปริมาณน้ำอิสระ (Water activity : a_w) ในผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งและบดที่ชั่วโมงที่ 15 ด้วยเครื่อง Water activity Meter (ยี่ห้อ Decagon รุ่น Aqualab lite) นำผลิตภัณฑ์กึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียมที่อบแห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องปั่นที่ความเร็วระดับ 1 ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 16 เมช (Mesh)

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม

นำผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม (สูตรที่ 2) มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ พลังงานและคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (โดยวิธีของ Methods of Analysis for Nutrition Labeling (1993) Chapter 6, pp. 106) ไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล โปรตีน น้ำตาลทั้งหมด โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และเหล็ก โดยวิธีของ AOAC (2023) ณ ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยาของผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม

นำผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม (สูตรที่ 2) มาตรวจวิเคราะห์รายการทดสอบที่ประกอบด้วยชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ Aerobic plate count, Yeast and mold และ *Staphylococcus aureus* ตามวิธีของ AOAC (2023), *Bacillus cereus* ตามวิธีของ Microval, certificate no.2019 LR87, *Escherichia coli* *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* ตามวิธีของ FDA-BAM โดยส่งตัวอย่างผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรที่พัฒนาได้ไปทดสอบคุณภาพด้านจุลชีววิทยา ดังกล่าวข้างต้น ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การออกแบบฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

ออกแบบฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว สำหรับการบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ลามิเนตพลาสติก ขนาด 8 x 12 เซนติเมตร ที่มีปริมาณบรรจุเท่ากับ 10 กรัม และมีการให้ข้อมูลฉลากโภชนาการแบบ GDA (Guideline Daily Amounts) และฉลากโภชนาการฉบับเต็ม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

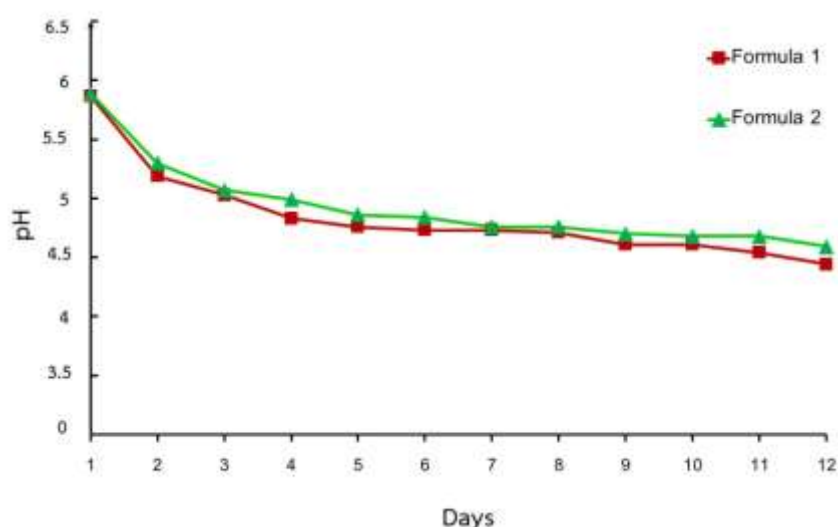
ในการทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ทำการหาค่าต่างๆจำนวน 3 ซ้ำ นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) และนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว (one way ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี Duncan's Multiple Range test ด้วยโปรแกรม SPSS สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการวิจัย

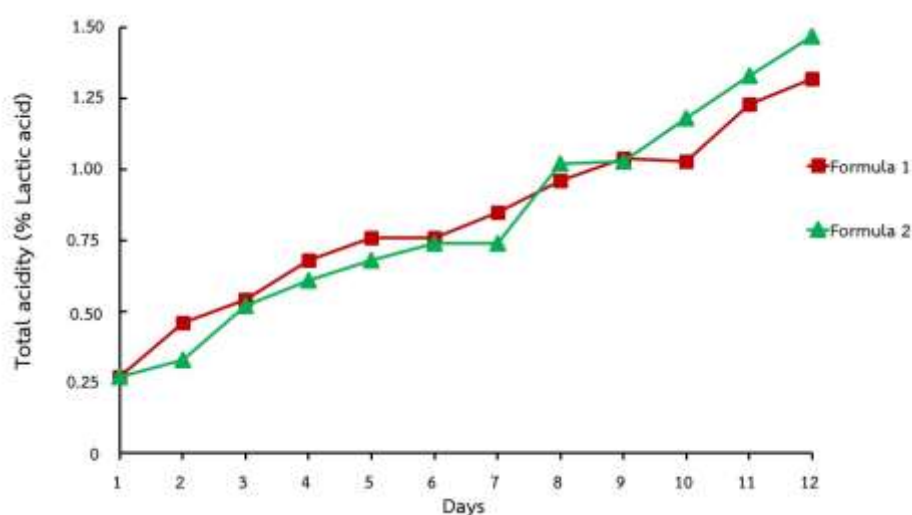
ผลการผลิตกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผงโรยข้าว

ผลการศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชในระหว่างการหมักกึ่งจ๋อม

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียม เริ่มจากผลิตกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมโดยทำการหมักกึ่งจ๋อมที่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในสูตรการหมักกึ่งจ๋อม โดยนำเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) มาใช้ร่วมกัน ซึ่งมีสัดส่วนระหว่าง NaCl:KCl ในอัตราส่วน คือ ร้อยละ 6:0 (สูตรที่ 1 สูตรควบคุม) และร้อยละ 4:2 (สูตรที่ 2 สูตรลดเกลือโซเดียม) นำกึ่งจ๋อมในแต่ละสูตรไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 วัน เก็บตัวอย่างกึ่งจ๋อมในแต่ละวัน นำมาวัดค่าพีเอชและวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการหมักกึ่งจ๋อมทั้งสองสูตร เป็นเวลา 12 วัน

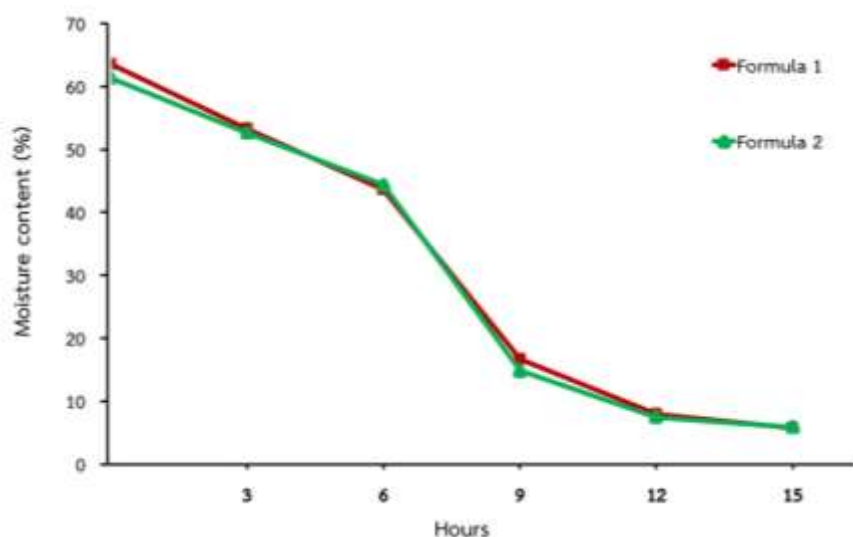


ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (Total acidity) ระหว่างการหมักกึ่งจ๋อมทั้งสองสูตร เป็นเวลา 12 วัน

จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกในระหว่างการหมักกึ่งจ่อมเป็นเวลา 12 วัน ของทั้งสองสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกในการหมักกึ่งจ่อมสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.32 ± 0.11 และ 1.47 ± 0.44 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการหมักกึ่งจ่อมของทั้งสองสูตรมีแนวโน้มลดลงขึ้น โดยค่าพีเอชที่วันที่ 12 ของกึ่งจ่อมสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เท่ากับ 4.44 ± 0.03 และ 4.59 ± 0.01 ตามลำดับ

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ่อม

หลังสิ้นสุดการหมักนำกึ่งจ่อมทั้งสองสูตรมาแปรรูปเป็นผงโรยข้าว และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (Moisture content) ของผงโรยข้าวจากกึ่งจ่อมทั้งสองสูตรระหว่างการอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง

จากนำกึ่งจ่อมทั้งสองสูตรที่สิ้นสุดการหมักในวันที่ 12 มาอบแห้ง โดยเก็บตัวอย่างที่ชั่วโมงที่ 0 3 6 9 12 และ 15 นำมาบดและร่อนให้มีความขนาด 16 เมช แล้วนำมาวัดความปริมาณความชื้น จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้งสองสูตรมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยในช่วงแรกของการอบแห้งปริมาณความชื้นมีค่าลดลงอย่างชัดเจนแล้วค่อยลดลงอย่างช้า ๆ ในช่วงท้าย โดยหลังจากอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.71 ± 0.27 และ 5.89 ± 0.19 ตามลำดับ และมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี เท่ากับร้อยละ 0.35 ± 0.01 และ 0.34 ± 0.01 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งผลของปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีหลังสิ้นสุดการอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง ของทั้งสองสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองผู้วิจัยใช้การอบแห้งผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 15 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นได้ตามมาตรฐานแล้ว สามารถหยุดกระบวนการอบแห้งได้ เพื่อประหยัดเวลาและพลังงานในการอบแห้ง

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมทั้งสองสูตรหลังการอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง

คุณสมบัติ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ปริมาณความชื้น (%)	5.71±0.27 ^{ns}	5.89±0.19 ^{ns}
ค่าวอเตอร์แอกติวิตี	0.35±0.01 ^{ns}	0.34±0.01 ^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษร ns ในระหว่างแถว หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4 ลักษณะผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียม

องค์ประกอบทางเคมี (หน่วย)	ผลการวิเคราะห์ (ต่อ 100 กรัม)
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	318.41
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	2.29
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	1.12
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	246.11
โปรตีน (กรัม)	28.83
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม)	45.62
น้ำตาล (กรัม)	ไม่พบ
โซเดียม (มิลลิกรัม)	3,081
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	1,902
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	1,086
ใยอาหาร (กรัม)	16.29

จากการนำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมสูตรที่ 2 มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างในปริมาณ 100 กรัม แสดงในตารางที่ 2 ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่พัฒนาได้มีลักษณะทั่วไปที่แห้งไม่จับตัวเป็นก้อนดังแสดงในภาพที่ 4 จากผลในตารางที่ 2 พบว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่พัฒนาได้ให้พลังงานทั้งหมด 318.41 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 2.29 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.12 กรัม คอเลสเตอรอล 246.11 มิลลิกรัม โปรตีน 28.83 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 45.62 กรัม โซเดียม 3,081 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 1,902 มิลลิกรัม แคลเซียม 1,086 มิลลิกรัม และใยอาหาร 16.29 กรัม

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีน ปริมาณแคลเซียมและปริมาณโซเดียมจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้และผงโรยข้าวจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีน ปริมาณแคลเซียมและปริมาณโซเดียมของผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้กับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวอื่น ๆ ที่ผลิตจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ผลแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้และผงโรยข้าวจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ผงโรยข้าว (พริกาคะ)	ปริมาณโปรตีน (%)	เอกสารอ้างอิง
ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียม	28.83	การศึกษาค้นคว้า
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาโบนิโตะหรือปลาโอลาย (แบรนด์ A)	29.86	ภาพิมล ประจักษ์พันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาข้าวสาร (แบรนด์ B)	26.55	ภาพิมล ประจักษ์พันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาป่น (แบรนด์ C)	13.31	ภาพิมล ประจักษ์พันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาแซลมอน (แบรนด์ D)	40.31	ภาพิมล ประจักษ์พันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาคัสโอหรือปลาโอแถบ (แบรนด์ E)	42.18	ภาพิมล ประจักษ์พันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวจากปลากะพงเค็มสามน้ำทะเลสาบสงขลา	38.85	ฉันทพร บุญศิริ และคณะ (2568)
ผงโรยข้าวจากปลาหมึกแห้งปลากะพงขาวทอดกรอบ	35.59	นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และนัฏฐา คชนทร์ภักดี (2564)
ผงโรยข้าวจากผักกาดหอมสายพันธุ์พื้นถิ่นจังหวัดสุรินทร์	35.06	รัชวรรณ จันทเขต, ดวงศิริ ดวงแก้ว และสุพิมพา วัฒนสังขโสภณ (2568)
ผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน	29.90	สุวีวรรณ ราชสม, ณัฐวิภา สีคำ และสุทธิดา ทากอนแก้ว, 2563
ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดสายพันธุ์สะตัง (<i>Acheta domestica</i>)	28.48	รัชดาภรณ์ ปานสันเทียะ และคณะ, 2566
ผงโรยข้าวที่ทำจากเห็ดรสต้มยำ สูตรลดโซเดียม	13.67	รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อาริรัตน์ คำปาคาย, 2567.
ผงโรยข้าวโดยใช้เห็ดนางฟ้าทดแทนเนื้อปลา	8.47	นิตยา ภูงาม และคณะ, 2566.

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมและปริมาณโซเดียมจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาและผงโรยข้าวชนิดต่างๆ

ผงโรยข้าว (พริกาคะ)	ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	ปริมาณโซเดียม (มิลลิกรัม/กรัม)	เอกสารอ้างอิง
ผงโรยข้าวจากกุ้งจอม	10.86	30.81	การศึกษาครั้งนี้
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลา โบนิโตะหรือปลาโอลาย (แบรนด์ A)	2.72	117.73	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลา ข้าวสาร (แบรนด์ B)	1.39	11.24	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลา ป่น (แบรนด์ C)	1.57	45.40	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจาก ปลาแซลมอน (แบรนด์ D)	2.98	54.34	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจาก ปลาคัสลีโอะหรือปลาโอแถบ (แบรนด์ E)	6.24	43.43	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวที่ทำจากเห็ด รสตั๋มยาสสูตรลดโซเดียม	**	14.47	รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อารี รัตน์ คำปาศาย, 2567

** หมายถึง บทความวิจัยของรสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อารีรัตน์ คำปาศาย, 2567 ไม่ได้ศึกษาปริมาณแคลเซียมในตัวอย่าง

ตารางที่ 5 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

คุณภาพทางจุลชีววิทยา (หน่วย)	ผลการวิเคราะห์	เกณฑ์มาตรฐาน
Aerobic plate count (CFU/g)	2×10^3	$< 1 \times 10^4$
Yeasts and Molds (CFU/g)	ไม่พบ	<100
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	ไม่พบ	< 3
<i>Salmonella</i> spp. (/25 g)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	ไม่พบ	< 10
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	ไม่พบ	$< 1 \times 10^3$
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	< 10	$< 1 \times 10^3$

หมายเหตุ : อ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงโรยข้าวจากกุ้ง 1603/2565

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรที่ 2 ซึ่งแสดงผลในตารางที่ 5 พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Escherichia coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็นน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Bacillus cereus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Clostridium perfringens* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ทั้งนี้คุณภาพทางจุลชีววิทยาทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมที่พัฒนาได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) โดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากกุ้ง (มผช.) 1603/2565 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อม เนื่องจากยังไม่มีข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อม

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ช้อน

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
30 กิโลแคลอรี	0 กรัม	0 กรัม	310 มิลลิกรัม
* 2 %	* 0 %	* 0 %	* 16 %

ข้อมูลโภชนาการ	
กินได้ 1 ครั้ง ต่อ ช้อน	
คุณค่าโภชนาการต่อการกินหนึ่งหน่วยบริโภค :	
1 ช้อน (10 กรัม)	
พลังงาน	30 กิโลแคลอรี
ร้อยละค่าอ้างอิงต่อวัน *	
ไขมันทั้งหมด 0 ก.	0%
ไขมันอิ่มตัว 0 ก.	0%
คอเลสเตอรอล 25 มก.	8%
โปรตีน 3 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 5 ก.	2%
น้ำตาลทั้งหมด 0 ก.	
โซเดียม 310 มก.	16%
ใยอาหาร 240 มก.	7%
* ร้อยละของค่าอ้างอิงสารอาหารต่อวันสำหรับคนไทย จากความถี่ของการบริโภควันละ 2,000 กิโลแคลอรี	

ภาพที่ 5 ฉลากโภชนาการแบบ GDA (Guideline Daily Amounts) และฉลากโภชนาการฉบับเต็มของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

จากการนำข้อมูลทางโภชนาการที่ได้จากการศึกษามาจัดทำฉลากโภชนาการแบบ GDA และฉลากโภชนาการฉบับเต็ม ผลการศึกษาแสดงดังในภาพที่ 5 และได้ออกแบบฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้ โดยออกแบบให้บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ลามิเนตพลาสติก ขนาด 8 x 12 เซนติเมตร ปริมาณบรรจุเท่ากับ 10 กรัม ดังแสดงในภาพที่ 6 ทั้งนี้ฉลากโภชนาการแบบ GDA และฉลากโภชนาการฉบับเต็มได้นำมาแสดงในฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ด้วย



ภาพที่ 6 ฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ผักรอยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

การอภิปรายผล

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักรอยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยนำกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่มีสัดส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตราส่วนร้อยละ 4:2 มาผลิตเป็นกุ้งจ่อมก่อนนำไปแปรรูปเป็นผักรอยข้าว ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชระหว่างการหมักกุ้งจ่อมสูตรควบคุม (สูตรที่ 1) และสูตรลดเกลือโซเดียม (สูตรที่ 2) เป็นเวลา 12 วัน พบว่าค่าพีเอชในระหว่างการหมักกุ้งจ่อมทั้งสองสูตรแสดงแนวโน้มที่ลดลงและมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมทางจุลชีววิทยาของแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria, LAB) เช่น *Enterococcus* spp., *Pediococcus* spp. และ *Lactobacillus* spp. ซึ่งมีบทบาททำให้เกิดการสร้างกรดอินทรีย์โดยเฉพาะกรดแลคติกจากคาร์โบไฮเดรตทำให้เกิดรสเปรี้ยวและช่วยถนอมอาหาร (Abee et al., 1995) และการลดลงของค่าพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรค (Swetwivathana et al., 1999) กรดแลคติกเป็นกรดที่อยู่ในรูปโมเลกุลไม่แตกตัวซึ่งมีคุณสมบัติเป็น lipophilic ทำให้สามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ของของแบคทีเรีย และกรดในรูปที่ไม่มีการแตกตัวยังเข้าไปทำลาย electrochemical proton gradient ของเซลล์ และเปลี่ยนแปลงความสามารถในการส่งผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้ระบบขนส่ง substrate ผิดปกติ (Ammor et al., 2006) จึงมีผลลดลงมีผลไปรบกวนกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย จากผลของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชที่วันที่ 12 ของการหมักกุ้งจ่อมสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) และสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 1.32 ± 0.11 และ

1.47±0.44 ตามลำดับ และสำหรับค่าพีเอชเท่ากับ 4.44±0.03 และ 4.59±0.01 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชของกึ่งจุ่มสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) และสูตรที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการหมักค่าดังกล่าวของทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ทั้งนี้การที่ค่าพีเอชลดลงต่ำกว่า 4.60 ถือเป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยที่สำคัญ เนื่องจากความเป็นกรดนี้จะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (มณฑกานต์ ทองสม, 2563)

ผู้วิจัยนำกึ่งจุ่มสูตรที่ 2 ที่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงร้อยละ 33.33 อ้างอิงจากรายงานการวิจัยของ ปิยสุตา เทพนอก และคณะ (2568) ซึ่งผลิตภัณฑ์กึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมนี้มีผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยมีคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์โดยรวมมากที่สุด ทั้งมีคะแนนการยอมรับในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส มากกว่ากึ่งจุ่มสูตรอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงเลือกนำกึ่งจุ่มสูตรที่ 2 นี้มาใช้ในการศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มในขั้นต่อไป หลังจากสิ้นสุดการหมักนำกึ่งจุ่มสูตรที่ 2 มาอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมงและนำมาบดให้เป็นผงโรยข้าว จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรที่ 2 มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.89±0.19 และมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับร้อยละ 0.34±0.01 ซึ่งตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มคือ ผงโรยข้าวจากกึ่ง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1603/2565) ได้กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการซึ่งไว้ โดยระบุว่าค่าวอเตอร์แอกติวิตีต้องไม่เกิน 0.6 ทั้งนี้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าวอเตอร์แอกติวิตีเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต จากผลการทดลองค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ จึงคาดว่าจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีศักยภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น

อย่างไรก็ตามคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ด้านปริมาณความชื้นสำหรับผงโรยข้าวจากกึ่ง (มผช. 1603/2565) ไม่ถูกกำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงอ้างอิงเกณฑ์ด้านปริมาณความชื้นจากผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผงโรยข้าวคือ ผงปรุงรส ซึ่งตาม มผช. ของผงปรุงรส (มผช. 494/2547) กำหนดไว้ว่าต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก จากเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวข้างต้นและผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวกึ่งจุ่มสูตรที่พัฒนาได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งด้านปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้กับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวอื่น ๆ ที่ผลิตจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบในด้านปริมาณโปรตีนต่อจำนวนตัวอย่าง 100 กรัม แสดงในตารางที่ 3 ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวชนิดต่าง ๆ จะมีคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบหลักที่ใช้ พบว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มที่พัฒนาได้ มีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ 28.83) อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้ากลุ่มปลาเนื้อขาว เช่น แบรินด์ A และ B (ร้อยละ 26.55-29.86) รวมถึงกลุ่มโปรตีนจากแมลงและพืช เช่น จิ้งหรีดและถั่วเหลืองหมัก อย่างไรก็ตามปริมาณดังกล่าวยังต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ปลาเนื้อแดงหรือปลาขนาดใหญ่เป็นส่วนประกอบหลัก (ร้อยละ 35.59-42.18) แต่มีค่าสูงกว่าผงโรยข้าวกลุ่มเห็ดและปลาป่นอย่างชัดเจน (สูงกว่า 2.1 ถึง 3.4 เท่า) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากึ่งจุ่มเป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์น้ำที่มีศักยภาพสูงในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมโภชนาการ

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่มีในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมกับผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แบรินด์ A B C D และ E แสดงในตารางที่ 4 พบว่ามีจุดเด่นที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นคือ มีปริมาณแคลเซียมที่สูงถึง 10.86 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ทุกแบรนด์ในกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณสูงกว่าแบรนด์ B ที่มีแคลเซียมต่ำที่สุดถึง 7.8 เท่า และสูงกว่าแบรนด์ E ที่มีแคลเซียมสูงสุดในกลุ่มเดิมถึง 1.7 เท่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการใช้กุ้งฝอย (*Macrobrachium* sp.) เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตกุ้งจ่อม ซึ่งกุ้งฝอยเป็นสัตว์น้ำขนาดเล็กที่สามารถบริโภคได้ทั้งตัวรวมถึงส่วนเปลือก โดยเปลือกของกุ้งเป็นแหล่งแคลเซียมตามธรรมชาติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่มักใช้เนื้อปลาเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งอาจผ่านกระบวนการคัดแยกส่วนก้างออกไป ทำให้ปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้กุ้งฝอยที่ถูกรูปและบดรวมไปในผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

ในด้านปริมาณโซเดียม ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรที่พัฒนาได้มีปริมาณโซเดียมเท่ากับ 30.81 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้าพบว่าผลิตภัณฑ์นี้มีโซเดียมน้อยกว่าแบรนด์ A (117.73 มิลลิกรัมต่อกรัม) แบรินด์ C (45.40 มิลลิกรัมต่อกรัม) แบรินด์ D (54.34 มิลลิกรัมต่อกรัม) และแบรนด์ E (43.43 มิลลิกรัมต่อกรัม) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ยังมีปริมาณโซเดียมมากกว่าแบรนด์ B ซึ่งมีโซเดียมเพียง 11.24 มิลลิกรัมต่อกรัม ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้ในงานวิจัยนี้มีการลดปริมาณโซเดียมลง 20 กรัมจากสูตรดั้งเดิมที่มีการใช้เกลือโซเดียมปริมาณ 60 กรัมจากสูตรการหมักกุ้งจ่อมปริมาณ 1,000 กรัม แสดงให้เห็นว่าสามารถลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงได้ถึงร้อยละ 33.33 เมื่อเทียบกับสูตรดั้งเดิม ทั้งนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 ระบุว่าผลิตภัณฑ์ที่จะกล่าวอ้างได้ว่าการลดสารอาหารนั้นจะต้องลดปริมาณสารอาหารนั้นได้อย่างน้อยร้อยละ 25 จากสูตรเดิม ทั้งนี้ตามประกาศดังกล่าวโซเดียมจัดเป็นประเภทหนึ่งในสารอาหารตามบัญชีหมายเลข 3 แนบท้ายประกาศ ซึ่งผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ตามเกณฑ์ประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้มีการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้ในการผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย อย่างไรก็ตามการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์อาจทำให้เกิดรสชาติไม่พึงประสงค์ เช่น รสขมและรับรู้ถึงกลิ่นรสคล้ายโลหะ (Metallic aftertaste) ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกไม่ชอบ ดังนั้นผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ต่อไป

สำหรับโอกาสในการนำองค์ความรู้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวนี้ไปถ่ายทอดให้กับชุมชนมีความเป็นไปได้ เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ง่ายสามารถทำได้ในชุมชน ตลอดจนใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่ไม่ยุ่งยาก อาจสามารถประยุกต์ใช้ตู้อบแห้งที่ชุมชนมีอยู่แทนตู้อบแห้งในห้องปฏิบัติการได้ อย่างไรก็ตามควรมีการคำนวณต้นทุนการผลิตในด้านต่าง ๆ ในเบื้องต้นร่วมด้วย เพื่อที่จะได้ทราบถึงความคุ้มค่าต่อการลงทุนและสามารถนำไปผลิตเพื่อจำหน่ายได้จริง

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้จากงานวิจัยนี้ มีจุดเด่นในด้านคุณค่าทางโภชนาการโดยปริมาณมีโปรตีนเท่ากับ 28.83 กรัม และแคลเซียมเท่ากับ 1,086 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม อีกทั้งผลิตภัณฑ์ยังมีการลดปริมาณเกลือโซเดียมลงจากสูตรดั้งเดิมลงร้อยละ 33.33 ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนทั้งในด้านจุลชีววิทยา ปริมาณขึ้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตี ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้นี้มีศักยภาพในฐานะผลิตภัณฑ์ส่งเสริมสุขภาพเนื่องจากมีคุณภาพปลอดภัยสอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) และมีการออกแบบฉลากโภชนาการแบบ GDA เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ ช่วยสนับสนุนส่งเสริมกระแสดูแลสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้นับเป็นนวัตกรรมการบูรณาการเทคโนโลยีการถนอมอาหารสมัยใหม่เข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยการแปรรูปกึ่งจ๋อมซึ่งเป็นอาหารหมักที่มีความขึ้นสูงและเน่าเสียได้ง่ายให้เป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ทันสมัย เข้าถึงกลุ่มคนรุ่นใหม่ได้มากยิ่งขึ้น มีความสะดวกในการบริโภค เป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารหมักแบบดั้งเดิมให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น เพิ่มมูลค่าวัตถุดิบท้องถิ่น เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่จะส่งเสริมสร้างรายได้ให้กับกลุ่มชุมชนได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาอายุในเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้
2. ควรศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้
3. การศึกษาการใช้สารทดแทนอื่น ๆ ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์
4. ศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมให้มีสูตรต่าง ๆ ที่มีรสชาติหลากหลายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ, อีรพร กงบังเกิด และ นิติพงศ์ จิตร์โฆชน. (2562). ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์กะปรีะหว่างกระบวนการหมักต่อสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
<https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4009/1/KamonwanRojsuntornkitti.pdf>
- กุลพร พุทธิ และ วริศชนม์ นิลนนท์. (2563). ผลของการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบหอยนางรม. *วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยของกรมในพระบรมราชูปถัมภ์*, 15(2), 45-57.
<https://so06.tcithaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/242161/165506>
- ชิมทอง โมริดา และ มนูญญา คำวชิระพิทักษ์. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว “พริกาคะ” รสหม่าล่าเสริมปลาแห้ง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 18(1), 101-113.
<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/257702>
- ฉัตรชัย สังข์ผุด, สุริยะ จันทรแก้ว, จีราภรณ์ สังข์ผุด, อนุสรณ์ บรรลือพีช, นุชรา องศา และ โชคชัย หมั่นถนอม. (2567). การพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลาดโซเดียมต่ำของชุมชนป่าพรุควนเคร็งอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมท้องถิ่น*, 1(1), 9-20.
<https://li05.tci-thaijo.org/index.php/JSAI/article/view/257>
- ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา. (2554). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากผักสด*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร).
<https://sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/10280>
- ธัญพร บุญศิริ, จีราภรณ์ ตันติพงศ์อาภา, โกสินทร์ ทีปรักษพันธ์, ณิชา ประสงค์จันทร์, นรินทร์ภพ ช่วยการ และ วรณนิสา เกาพันธ์. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากปลากระพงเค็มสามน้ำทะเลสาบสงขลา. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 20(1), 29-44.
<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/275747>
- นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และ นัฏฐา คเชนทร์ภักดี. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากปลาหมักแห้งปลากระพงขาวทอดกรอบ. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 49(1), 30-39. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ/article/view/250224>
- นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต และ อรอนงค์ ศรีพาทกุล. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากใบหม่อน. *วารสารวิจัยราชภัฏธนบุรี รับใช้สังคม*, 11(2), 1-13. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/DRURDI/article/view/278857>
- นรินทร์ เจริญพันธ์ และ ชัยพร แพภิรมย์. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสจากลำไย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(4), 631-640.
<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/112759>

นิตยา ภูงาม, สุภารัตน์ สุการ์, ศุภลักษณ์ เกตุตากแดด, วีระเวทย์ อุทโย, เจนจิรา พกาวัลย์ และ ณัฏฐาณิลล ศรชฐปราโมทย์. (2566). การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ-เคมีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวโดยใช้เห็ดนางฟ้าทดแทนเนื้อปลาเพื่อเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 18(3), 165-179.

<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/261596>

ปิยสุตา เทพนอก, ประภวิษฐ์ พิกุลนอก, กานดา เกิดหมื่นไวย และ พรธิตา จันทโลน. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 20(1), 17-31. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFTSU/article/view/265832>

ผกาวิดี เอี่ยมกำแพง. (2559). ผลของเกลือต่อการหมักและการยอมรับผลิตภัณฑ์กึ่งจ่อม. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 26(1), 105-112. <http://dx.doi.org/10.14416/j.kmutnb.2015.07.015>

พนัชนพวรรณ ทะเกิงกุล. (2568). การพัฒนาผงปรุงรสสมุนไพรลดโซเดียมโดยทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับผงยีสต์สกัด. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร). <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/6088/1/620920083.pdf>

พัศมัย เอกก้านตรง, วิสิฐ จะวะสิต, อุไรพร จิตต์แจ้ง, จันทิมา โพธิ์, อติตดา บุญประเดมิ และ กมลวรรณ ชินชนานภาพ. (2561). การพัฒนาคุณภาพปลาร้าและผลิตภัณฑ์ปลาร้าทางเลือกตามภูมิปัญญาท้องถิ่น. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาพิมล ประจงพันธ์, อำพร แจ่มผล, ทิพากร ม่วงถึก และ ศิริพร เรียบร้อย คิม. (2562). คุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะบางประการของพริกาคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ. *Proceeding งานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: สาขาพืช, สาขาสัตว์, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 57 วันที่ 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2562 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.

มณฑกานต์ ทองสม. (2563). การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและจุลชีววิทยาของกึ่งส้มปากพริกจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ใช้ *Lactobacillus pentosus* L35 เป็นกล้าเชื้อในการหมัก. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 39(1), 114-125. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/wichcha/article/view/236699>

รจนา นุชนุ่ม. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากปลาสด. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อาริรัตน์ คำปาคาย. (2567). การพัฒนาผงโรยข้าวที่ทำจากเห็ดรสต้มยำสูตรลดโซเดียมโดยใช้สารสกัดยีสต์. *วารสารโภชนาการ*, 59(1), 29-37. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JNAT/article/view/268278>

รัชดาภรณ์ ปานสันเทียะ, กัลยานมิตร แพนพิมาย, จริยา รอดดี, สุภาวดี พรหมบุตร, ปังกร ส่งสวัสดิ์, กิตติพงษ์ พรหมโย และ ไตรภพ พาหอม. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจังหวัด. กรุงเทพฯ.

- รัชวรรณ จันทเขต, ดวงศิริ ดวงแว้ว และ สุพิมพา วัฒนสังข์โสภณ. (2568). การเพิ่มมูลค่าและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากผักไผ่หนามสายพันธุ์พื้นถิ่น จังหวัดสุรินทร์. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 20(2), 244-262. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/278465>
- สุริวรรณ ราชสม, ณัฐวิภา สีลำ และ สุทธิดา ทากอนแก้ว. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 14(2), 173-182. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/RMUTP/article/view/240893>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงปรุงรสอาหาร*. (มผช. 294/2547). กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2565). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงโรยข้าวจากกุ้ง*. (มผช. 1603/2565). กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ.
- อทิตา ชนะสิทธิ์. (2554). *การพัฒนาผงโรยข้าวรสขมจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). <https://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2011.965>
- อรอนงค์ ศรีพาทกุล, มณฑกานติ ท้ามดิน และ ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น. (2564). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 9(2), 69-82. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru/article/view/243937>
- Abee, T., Krockel, L., & Hill, C. (1995). Bacteriocins: mode of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. *International Journal of Food Microbiology*, 28(2), 169-185. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(95\)00055-0](https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00055-0)
- Ammor, S., Tauveron G., Dofour, E., & Chevalier, I. (2006). Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat smallscale facility 1-screening and characteristic of the antibacterial compounds. *Food control*, 17(6), 454-461. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.02.006>
- Swetwivathana, A., Leutz, U. and Fischer, A. (1999). *Role of garlic on growth and lactic acid production of starter culture*. Fleischwirtschaft International.