

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม Product Development of Less Sodium Fermented Shrimp “Kung-Jom”

ปิยสุดา เทพนอก^{1,*} ประวิทย์ พิกุลนอก¹ กานดา เกิดหมื่นไวย¹ และพรธิตา จันทโลน¹
Piyasuda Thepnok^{1,*}, Praphawit Phikunnok¹, Kanda Kerdmuenwai¹, and Pornthita Chantalone¹

Received: December 31, 2024

Revised: April 30, 2025

Accepted: May 2, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยศึกษาการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่ากุ้งจ่อมสูตรที่ 2 (% NaCl : KCl เท่ากับ 4 : 2) ได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 6.00 ± 0.32 มีปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชเท่ากับร้อยละ 0.73 และ 4.02 ตามลำดับ จากนั้นนำกุ้งจ่อมสูตรที่ 2 ไปศึกษาการใช้ความร้อนลวกกุ้งฝอยก่อนนำไปหมัก พบว่ากุ้งจ่อมที่กุ้งฝอยได้รับการลวกก่อนหมักมีคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่ากุ้งจ่อมที่ไม่ได้ลวกกุ้งฝอยก่อนหมักที่คะแนน 6.53 ± 0.27 มีปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชเท่ากับร้อยละ 0.88 และ 4.53 ตามลำดับ เมื่อนำสมุนไพรมาเป็นส่วนประกอบในการหมักกุ้งจ่อมสูตรที่ 2 ที่มีการลวกกุ้งฝอยก่อนหมัก พบว่ากุ้งจ่อมสูตรที่ 2 ที่มีการลวกและเติมกระเทียมได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.87 ± 0.16 มีปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชเท่ากับร้อยละ 1.57 และ 4.60 ตามลำดับ จากการศึกษาการนำกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาพบว่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าปริมาณโซเดียม 977.62 มิลลิกรัม/100 กรัม มีความชื้นร้อยละ 67.69 โปรตีนร้อยละ 10.37 และพลังงานทั้งหมด 111.36 กิโลแคลอรี/100 กรัม

คำสำคัญ: กุ้งหมัก กุ้งจ่อม โซเดียมต่ำ ลดโซเดียม

ABSTRACT

This research aims to develop less-sodium fermented shrimp “Kung-Jom” product by investigating the effects of partially substituting sodium chloride (NaCl) with potassium chloride (KCl) in an optimal ratio. Kung-Jom Formula 2 (% NaCl : KCl = 4 : 2) was rated as the most preferred by panelists, with an overall acceptability score of 6.00 ± 0.32 which contained 0.73% lactic acid and pH 4.02. Therefore, Kung-Jom Formula 2 was selected for further study. Shrimp was pre-cooked by blanching before fermentation in Kung-Jom Formula 2 and had a significantly higher product acceptance score than non-blanching less-sodium chloride fermented shrimp, with a mean score of 6.53 ± 0.27 contained 0.88% lactic acid and pH 4.53. The utilization of herbal additives in the blanched shrimp fermentation process was also conducted. Less-sodium chloride Kung-Jom Formula 2, which was blanched and flavored with garlic, received the highest overall acceptability score of 7.87 ± 0.16 containing 1.57% lactic acid and pH 4.60. Microbiological evaluation was performed on the developed Kung-Jom product and was microbiologically safe, as determined by the established standards. The chemical composition of the developed less-sodium chloride Kung-Jom were sodium 977.62 mg per 100 grams, 67.69 % moisture, 10.37% protein and total energy 111.36 kilocalories per 100 grams.

Keyword: fermented shrimp, Kung-Jom, low sodium, less sodium

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrnu.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

บทนำ

กุ้งจ่อมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากสัตว์น้ำที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยนำกุ้งฝอย (*Macrobrachium* sp.) ซึ่งเป็นกุ้งน้ำจืดขนาดเล็กมาแปรรูปเป็นอาหารให้มีรสชาติที่ดีและสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยนำมาหมักร่วมกับเกลือ ข้าวคั่วหรือข้าวสุกและกระเทียมที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมจนมีรสเปรี้ยว แล้วจึงนำมารับประทาน กุ้งจ่อมเป็นอาหารหมักที่มีการเติมเกลืออยู่ในช่วงร้อยละ 3-10 โดยน้ำหนัก [1] จากการที่มีการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นส่วนประกอบในการกระบวนการหมักเพื่อผลิตอาหาร จึงอาจเป็นหนึ่งในโอกาสที่ทำให้ผู้บริโภค จะได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์เกินความจำเป็น ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการดำรงชีวิตในปัจจุบันที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมซื้ออาหารที่ผลิตและจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปมารับประทาน โดยไม่ได้ประกอบอาหารเพื่อรับประทานเอง จึงอาจเป็นสาเหตุให้ผู้บริโภคมีโอกาสได้รับปริมาณโซเดียมเกินความต้องการตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อวัน หรือไม่เกิน 5 กรัมต่อวัน โดยอาหารมื้อหลัก 3 มื้อ มื้อละไม่เกิน 600 มิลลิกรัมและอาหารว่างอีก 2 มื้อต่อวัน มื้อละไม่เกิน 100 มิลลิกรัม หากไม่มีอาหารว่างอาหารหลักควรมีโซเดียมไม่เกิน 700 มิลลิกรัม ถ้าใช้เครื่องปรุงรสไม่ควรเกิน 400 มิลลิกรัมต่อมื้อ [2] ทั้งนี้การได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงเกินความต้องการอย่างต่อเนื่องเวลานานเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะความดันโลหิตสูง และยังส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายตามมา ทั้งโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคหลอดเลือดสมอง โรคไต ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการรักษาส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพและรักษาพยาบาลของประเทศสูง [3] ดังนั้นเพื่อส่งเสริมการลดการบริโภคเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักและดูแลสุขภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์จึงเป็นการตอบสนองนโยบายของกระทรวงสาธารณสุขในยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเกลือโซเดียมในประเทศไทย (พ.ศ. 2559-2568) การลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ในอาหารสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้สารทดแทน

เกลือ การใช้สารเสริมกลิ่นรส การเลือกขนาดรูปร่างของเกลือที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการรับรส การใช้สารทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด ซึ่งสารที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ได้แก่ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ เนื่องมาจากลักษณะทางด้านเคมีของเกลือทั้งสองชนิดมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีสี ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขุ่นและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค [4] ทั้งนี้มีรายงานวิจัยที่มีการศึกษาการใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์มาเป็นสารทดแทนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ [5-7] ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจนำเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์มาศึกษาในผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อม ซึ่งในการหมักมีการใช้กุ้งฝอยเป็นวัตถุดิบหลักนำมาหมักร่วมกับเกลือและส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งกระบวนการหมักกุ้งจ่อมแบบดั้งเดิมไม่มีขั้นตอนใดที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ จึงทำให้กุ้งจ่อมมีความเสี่ยงในการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ที่อาจปนเปื้อนมาจากกุ้งฝอยสดหรือปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการผลิตในการหมักที่ไม่ถูกสุขลักษณะ [8] เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ อาจเป็นอันตรายเมื่อรับประทาน เนื่องจากผู้บริโภคนิยมบริโภคกุ้งจ่อมแบบดิบ โดยไม่ผ่านการปรุงให้สุกด้วยความร้อนก่อน ยิ่งทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเสี่ยงเพิ่มมากขึ้น โดยมักจะปรากฏเป็นข่าวเกี่ยวกับอาหารเป็นพิษเนื่องมาจากการกินกุ้งจ่อมที่ซื้อจากตลาดมาบริโภค [9] ทั้งนี้การนำเทคโนโลยีฮาร์ดเดิล (hurdle technology) ซึ่งเป็นเทคนิคการถนอมอาหารแบบผสมผสาน โดยเลือกวิธีการต่างๆ มาใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสมกับชนิดของอาหารเพื่อการควบคุมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย เป็นการเพิ่มความปลอดภัยและคุณภาพของอาหารและเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เทคโนโลยีนี้ยังให้ความสำคัญกับการรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร เทคโนโลยีฮาร์ดเดิลอาจใช้หลายวิธีในระหว่างกระบวนการแปรรูปที่หลากหลาย [10-12] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้ง

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrnu.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

จอมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยศึกษาการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดการบริโภคเกลือ รวมทั้งศึกษาการใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดลในกระบวนการหมักกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยศึกษาผลของการลวกกึ่งฝอยก่อนนำมาหมักและการใช้สมุนไพรบางชนิดได้แก่ กระเทียม ขิง และตะไคร้มาเป็นส่วนประกอบในการหมักกึ่งจุ่ม ทั้งนี้สมุนไพรทั้งสามชนิดที่เลือกนำมาศึกษานี้มีรายงานที่ศึกษาถึงการปรับปรุงคุณภาพของกึ่งจุ่ม โดยการหมักสมุนไพรนี้ร่วมกับกึ่งจุ่มพบว่ากึ่งจุ่มที่หมักร่วมกับสมุนไพรมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น [13] อีกทั้งในการบริโภคกึ่งจุ่มแบบดั้งเดิมผู้บริโภคนิยมรับประทานแบบไม่ผ่านการปรุงด้วยความร้อน พร้อมกับการหั่นหรือผานสมุนไพรเหล่านี้เป็นชิ้นบางๆรับประทานร่วมกันเป็นเครื่องเคียง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์กับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในการหมักกึ่งจุ่มเพื่อลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในกระบวนการหมักกึ่งจุ่ม

ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์กับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในการหมักกึ่งจุ่มเพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งสูตรมาตรฐานหรือสูตรควบคุม ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของผกาดี ในปี 2559 [1] โดยนำกึ่งฝอยสด 1 กิโลกรัม ผสมกับข้าวสุก 50 กรัม ข้าวคั่ว 200 กรัม กระเทียม 20 กรัม และเกลือในสัดส่วนร้อยละที่แตกต่างกันระหว่างโซเดียมคลอไรด์กับโพแทสเซียมคลอไรด์ ตามลำดับ ดังนี้ 6:0 (สูตรมาตรฐาน เป็นสูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์), 4:2, 3:3, 2:4 และ 1:5 จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากัน บรรจุลงในขวดแก้วแล้วปิดฝาให้แน่น นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าพีเอช [14] ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแบบของกรดแลคติก

(total acidity) ตามวิธีของ AOAC [15] และทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์กึ่งจุ่ม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยประเมินการยอมรับในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม [16]

2. การศึกษากระบวนการหมักกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยการใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดล

2.1 การศึกษาผลของการลวกกึ่งฝอยก่อนนำมาหมักต่อคุณภาพของกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์

คัดเลือกกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์สูตรที่เหมาะสมที่สุดจากหัวข้อที่ 1) โดยมีการแบ่งตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นกึ่งฝอยสด (ชุดควบคุม) และกลุ่มที่ 2 นำมาลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากัน บรรจุลงในขวดแก้ว แล้วปิดฝาให้แน่น นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ตามหัวข้อที่ 1)

2.2 การศึกษาผลของการใช้สมุนไพรบางชนิดในการหมักกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์

คัดเลือกสูตรกึ่งจุ่ม สูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์สูตรที่ดีที่สุดจากหัวข้อที่ 2.1 มาศึกษาการเติมสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ กระเทียม หรือขิง ในสัดส่วนกึ่งฝอย 3 ส่วน : สมุนไพร 1 ส่วน โดยหั่นสมุนไพร แล้วนำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากันบรรจุขวดแก้วแล้วปิดฝาให้แน่น นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ตามหัวข้อที่ 1) ได้แก่ ค่าพีเอช [14] ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแบบของกรดแลคติก (total acidity) ตามวิธีของ AOAC [15] และทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์กึ่งจุ่ม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยประเมินการยอมรับในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม [16]

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrnu.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

3. การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์กึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผ่านการรับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (เลขที่ใบรับรอง HE-136-2565) นำกึ่งจ่อมที่ผ่านการหมัก 7 วัน มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบที่มีความคุ้นเคยกับอาหารหมัก จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (9=ชอบมากที่สุด 5=เฉย 1=ไม่ชอบมากที่สุด) ประเมินการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งตัวอย่างที่ให้ผู้ทดสอบชิมเป็นตัวอย่างกึ่งจ่อมแบบดิบ (ไม่ผ่านการปรุงเป็นเมนูอาหาร) จากนั้นนำชุดการทดลองกึ่งจ่อมที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดไปวิเคราะห์ต่อไป

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ทำการหาค่าต่างๆ จำนวน 3 ซ้ำ นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) และนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว (one way ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี Duncan's Multiple Range test ด้วยโปรแกรม SPSS สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

5. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยา

นำกึ่งจ่อม สูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดจากข้อ 3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน แลคโตส คาร์โบไฮเดรต เกลือ และพลังงาน (กิโลแคลอรี/100 กรัม) รายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) ปริมาณความชื้น โดยวิธี AOAC

(2019) 925.10 2) ปริมาณโปรตีน โดยวิธี In-house method WI-TMC-03 based on AOAC (2019) 991.20 3) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยวิธี Methods of Analysis for Nutrition Labeling (1993) Chapter 6, p.106 4) ปริมาณไขมัน โดยวิธี In-house method WI-TMC-100 based on AOAC (2019) 2003.05 5) ปริมาณเถ้า โดยวิธี AOAC (2019) 923.03 6) ปริมาณแร่ธาตุในอาหาร โดยวิธี In-house method WI-TMC-19 based on AOAC (2019) 984.27 และศึกษาชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคตามมาตรฐานจุลินทรีย์ผลิตภัณฑ์ชุมชน หมายเลข มผช. 147/2552 [17] ได้แก่ *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, Yeast and Mold, *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ตามวิธีของ BAM [18] โดยส่งตัวอย่างกึ่งจ่อมสูตรที่พัฒนาได้ไปทดสอบองค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพด้านจุลชีววิทยา ดังกล่าวข้างต้น ณ ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ ในกระบวนการหมักกึ่งจ่อมสูตรเกลือลดโซเดียมคลอไรด์

จากการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในกระบวนการหมักกึ่งจ่อม เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งจ่อม สูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยใช้เกลือในสัดส่วนที่ต่างกัน ดังแสดงใน Table 1 ทั้งนี้ได้นำกึ่งจ่อมในแต่ละสูตรไปหมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 10 วัน เก็บตัวอย่างกึ่งจ่อมในแต่ละวัน นำมาวัดค่าพีเอชและวิเคราะห์หมีปริมาณกรดแลคติก ผลการทดลองดังแสดงใน Figure 1 และ Figure 2

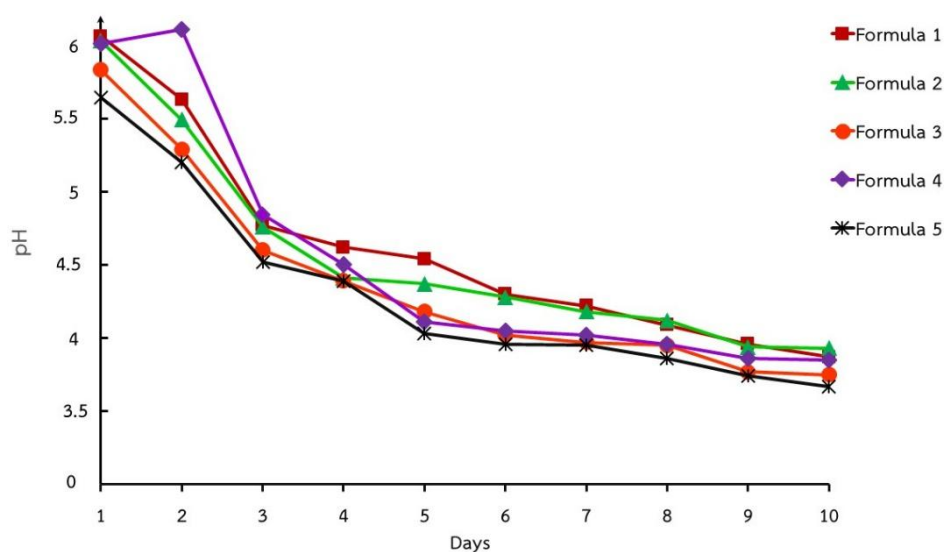
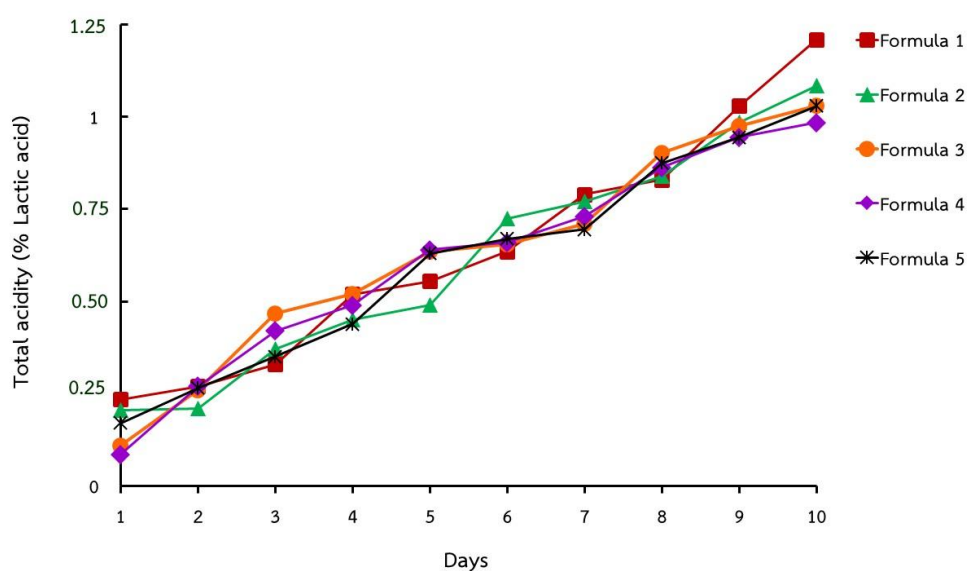
*Corresponding author email: piyasuda.t@nrnu.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

Table 1 Percentage of Sodium Chloride (NaCl) to Potassium Chloride (KCl) Ratio in Each Reduced-Sodium fermented shrimp “Kung-Jom” in this study

Experimental salt	Content (Percentage)				
	Formula (control)	Formula 2	Formula 3	Formula 4	Formula 5
NaCl	6	4	3	2	1
KCl	0	2	3	4	5

**Figure 1** The pH of different fermented shrimp “Kung-Jom” formula changed during fermentation for 10 days**Figure 2** The total acidity of different fermented shrimp “Kung-Jom” formula changed during fermentation

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

จากผลการทดลอง พบว่าในระหว่างการหมักกุ้งจ่อมทุกสูตรแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชที่ลดลงและมีเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก ทั้งนี้กุ้งจ่อมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่มีรสเปรี้ยว จุลินทรีย์ที่มีบทบาททำให้เกิดการสร้างกรดอินทรีย์โดยเฉพาะกรดอินทรีย์จากคาร์โบไฮเดรต คือ แบคทีเรียแลคติก ซึ่งกรดแลคติกที่ถูกผลิตขึ้นและการลดลงของค่าพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย และจุลินทรีย์ก่อโรค [19, 20] จากผลการทดลองพิจารณาการเลือกนำกุ้งจ่อมที่ผ่านการหมัก 7 วัน ไปทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale เนื่องจากหลังวันที่ 7 ค่าพีเอชที่ลดลงและปริมาณกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นอาจมีผลกระทบต่อทำให้รสชาติเปรี้ยวมากเกินไป โดยกุ้งจ่อมทั้ง 5 สูตร มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.95–4.22 และมีกรดแลคติกอยู่ในช่วงร้อยละ 0.70–0.79 ผลการทดลองดังแสดงใน Table 2 โดยพบว่ากุ้งจ่อมสูตรที่

2 และสูตรที่ 4 ได้รับคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์โดยรวมสูงสุดที่คะแนน 6.10 ± 0.42 และ 6.00 ± 0.32 ตามลำดับ ทั้งนี้กุ้งจ่อมสูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุมที่ไม่มีการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมเพื่อลดปริมาณการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในการหมัก ผู้วิจัยจึงเลือกกุ้งจ่อมสูตรที่ 2 มาใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์โดยรวมมากที่สุด อีกทั้งมีคะแนนการยอมรับในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส มากกว่ากุ้งจ่อมสูตรที่ 4 ทั้งนี้การใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ปริมาณมากอาจทำให้เกิดรสเผ็ดหรือรสขมในผลิตภัณฑ์หลังจากการบริโภค [21] ซึ่งในสูตรที่ 2 มีสัดส่วนของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์น้อยกว่าสูตรที่ 4 อาจทำให้ช่วยลดผลกระทบในเรื่องการรับรู้ได้ถึงรสขมนี้ได้ รวมทั้งกุ้งจ่อมสูตรที่ 2 มีค่าพีเอชและปริมาณกรดแลคติกไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม)

Table 2 Consumer acceptance of fermented shrimp “Kung-Jom” in each reduced-sodium formula

Properties	Average Score				
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4	Formula 5
Appearance	$5.47^d \pm 0.32$	$7.87^a \pm 0.27$	$5.73^c \pm 0.28$	$6.50^b \pm 0.25$	$5.70^c \pm 0.29$
Color	$5.20^a \pm 0.35$	$8.10^a \pm 0.19$	$5.47^d \pm 0.28$	$6.23^b \pm 0.26$	$5.67^c \pm 0.29$
Taste	$4.80^b \pm 0.41$	$5.33^a \pm 0.47$	$4.77^b \pm 0.33$	$5.47^a \pm 0.45$	$4.07^c \pm 0.38$
Texture	$6.00^c \pm 0.39$	$7.17^a \pm 0.28$	$5.73^d \pm 0.35$	$6.80^b \pm 0.29$	$5.83^d \pm 0.41$
Overall acceptability	$5.30^b \pm 0.37$	$6.10^a \pm 0.42$	$5.30^b \pm 0.33$	$6.00^a \pm 0.32$	$5.00^c \pm 0.33$

Mean $\pm$ SD from triplicate determinations.

Different superscripts in the same row indicate significant differences ($p < 0.05$)

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrnu.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

2. ผลการศึกษาการใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิลในการหมัก กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์

2.1 ผลของการให้ความร้อนแบบลวกกับกุ้งฝอยก่อน นำมาหมักกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์

กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์สูตรที่ 2 ที่มีการใช้สัดส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์และเกลือ โพแทสเซียมคลอไรด์ คือ 4:2 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด โดยคัดเลือกมาจากผลการทดลองในหัวข้อที่ 1) นำมา หมักตามขั้นตอน โดยมีการแบ่งเป็น 2 รูปแบบในการ เตรียมกุ้งฝอยก่อนหมัก คือ รูปแบบที่ 1 ใช้กุ้งฝอยสดใน การหมัก (unblanched ใช้เป็นสูตรควบคุม) และ รูปแบบที่ 2 นำกุ้งฝอยสดมาลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (blanched) จากนั้น นำกุ้งฝอยที่เตรียมจากแต่ละรูปแบบมาหมักกุ้งจ่อมสูตร ลดเกลือโซเดียมคลอไรด์สูตรที่ 2 โดยหมักเป็นระยะเวลา 10 วัน ทำการเก็บตัวอย่างกุ้งจ่อมในแต่ละวัน นำมาวัด ค่าพีเอช วิเคราะห์มีปริมาณกรดแลคติก และทดสอบ การยอมรับในผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ผลการทดลอง แสดงใน Figure 3 Figure 4 และ Table 3 ตามลำดับ ทั้งนี้กุ้งจ่อมจากรูปแบบ blanched มีแนวโน้มให้ค่า

พีเอชสูงกว่าและมีปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่ากุ้งจ่อม จากรูปแบบ blanched อาจเนื่องมาจากการลวกกุ้ง ฝอยสดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำมาหมักเป็นขั้นตอนที่ช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ บางส่วนที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ซึ่งอาจเป็นจุลินทรีย์ใน กลุ่มแบคทีเรียแลคติกที่มีบทบาทในกระบวนการหมัก จึงทำให้กุ้งจ่อมจากรูปแบบ blanched เกิดการหมักได้ น้อยกว่ารูปแบบ unblanched ส่งผลทำให้มีค่าพีเอชที่ สูงกว่า และมีปริมาณกรดทั้งหมดน้อยกว่ากุ้งจ่อมจาก รูปแบบ blanched และพบว่าผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมจาก รูปแบบ blanched ได้รับคะแนนความชอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม มากกว่ากุ้งจ่อมจากรูปแบบ unblanched อาจเนื่องจาก ในกุ้งมีรงควัตถุสำคัญที่ให้สีส้ม คือ แอสทาแซนทีน (astaxanthin) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีสีส้ม- ส้มแดง [22] แอสทาแซนทีนอยู่ในรูปที่รวมตัวกับโปรตีน และไขมัน เมื่อโปรตีนเสียสภาพ มีผลทำให้แอสทาแซนทีน ถูกปลดปล่อยออกมา กุ้งจึงมีสีส้มแดง [23] การลวกกุ้ง ฝอยก่อนนำมาหมักถือเป็นการทำให้โปรตีนการเสียสภาพ ผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมดังกล่าวจึงมีสีส้มสวยงามน่ารับประทาน อาจส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิม

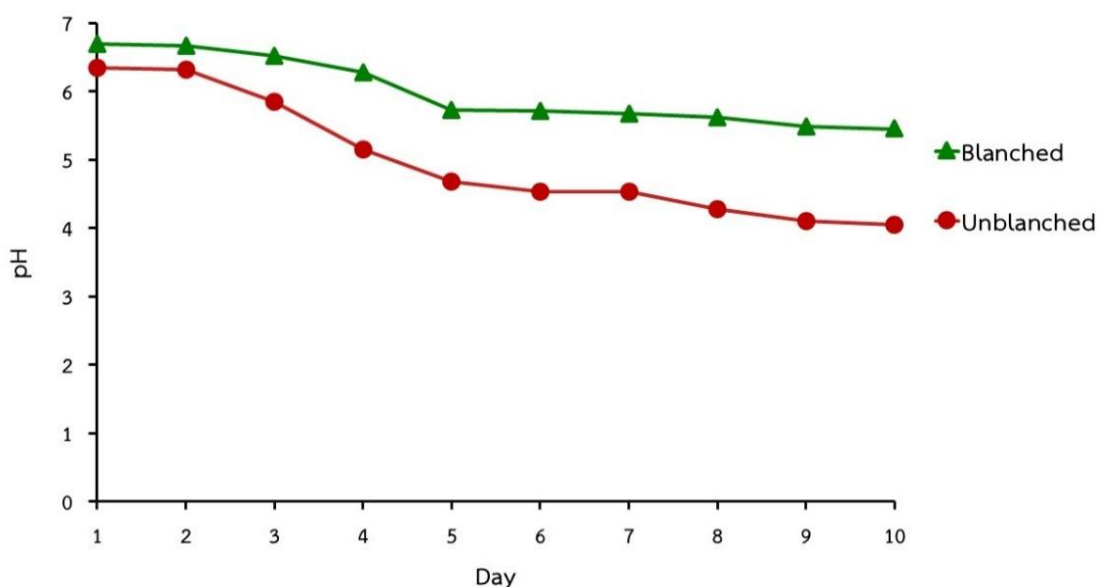


Figure 3 The pH of different fermented shrimp “Kung-Jom” Formula 2 changed during fermentation for 10 days: A comparison between blanched and unblanched shrimp.

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

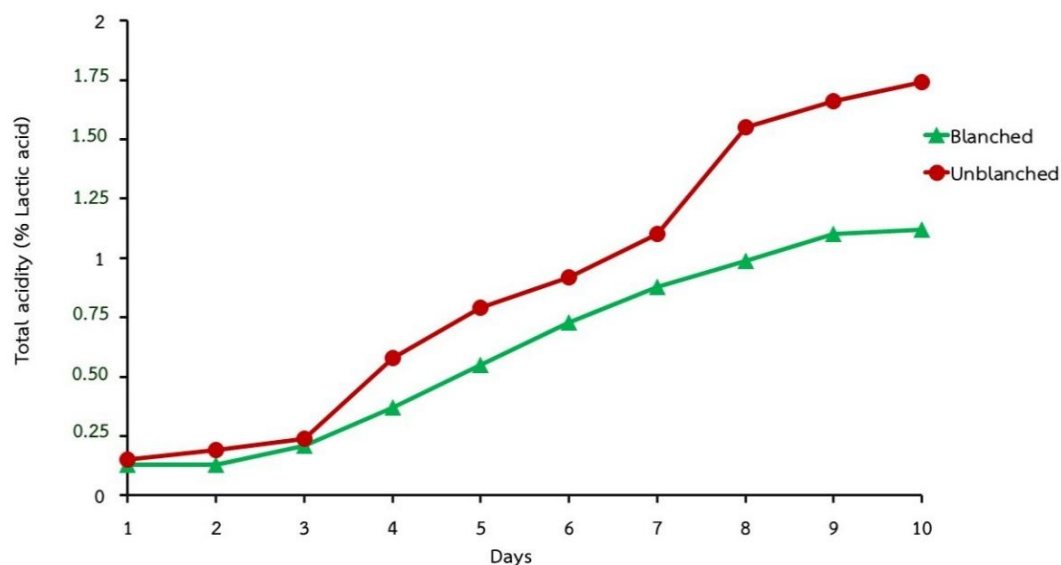


Figure 4 The changes in total acidity during the fermentation of fermented shrimp “Kung-Jom” Formula 2 during fermentation for 10 days: A comparison between blanched and unblanched shrimp.

Table 3 The sensory evaluation of fermented shrimp “Kung-Jom” Formula 2: A comparison between blanched and unblanched shrimp

Properties	Average Score	
	Formula 2 (Unblanched)	Formula 2 (Blanched)
Appearance	6.80 ^b ±0.30	7.30 ^a ±0.23
Color	6.43 ^b ±0.39	6.77 ^a ±0.30
Taste	5.87 ^b ±0.48	6.30 ^a ±0.30
Texture	6.50 ^a ±0.44	6.33 ^a ±0.37
Overall acceptability	6.27 ^b ±0.42	6.53 ^a ±0.27

Mean±SD from triplicate determinations.

Different superscripts in the same row indicate significant differences (p<0.05)

2.2 ผลของการใช้สมุนไพรบางชนิดในการหมักกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์

จากการหมักกุ้งจ่อม สูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ ตามขั้นตอนและสูตรที่เหมาะสมที่สุดจากหัวข้อที่ 2.1 คือ กุ้งจ่อมสูตรที่ 2 ที่มีการลวกกุ้งฝอยก่อนการหมัก แล้วแบ่งกุ้งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยทำการเติมสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขิง กระเทียม หรือตะไคร้ ในสัดส่วนกุ้งฝอย 3 ส่วน : สมุนไพร 1 ส่วน ทำการหมักเป็นระยะเวลา 10 วัน เก็บตัวอย่างกุ้งจ่อมในแต่ละวัน

นำมาวัดค่าพีเอช วิเคราะห์หมีปริมาณกรดแลคติก และทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมหลังการหมักในวันที่ 7 กับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ผลการทดลองแสดงใน Figure 5 Figure 6 และ Table 4 จากผลการทดลองกุ้งจ่อมทั้งสามสูตรที่เติมสมุนไพรได้แก่ ขิง กระเทียม หรือตะไคร้ร่วมในการหมัก พบว่าทั้งสามสูตรมีแนวโน้มที่ลดลงของค่าพีเอชและมีปริมาณกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากในสมุนไพรที่ใช้มีสารที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้จุลินทรีย์

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

ที่มีประโยชน์ เช่น แบคทีเรียกรดแลคติก สามารถเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ซึ่งช่วยในการผลิตกรดแลคติก และลดพีเอชของอาหารหมัก เมื่อสิ้นสุดการหมักในวันที่ 7 พบว่ากุ่มจ่อม 3 สูตร ได้แก่ สูตรเติมกระเทียม สูตรเติม

ขิง และสูตรเติมตะไคร้ มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.60 4.37 และ 4.27 ตามลำดับ และมีปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 1.57 1.65 และ 0.82 ตามลำดับ

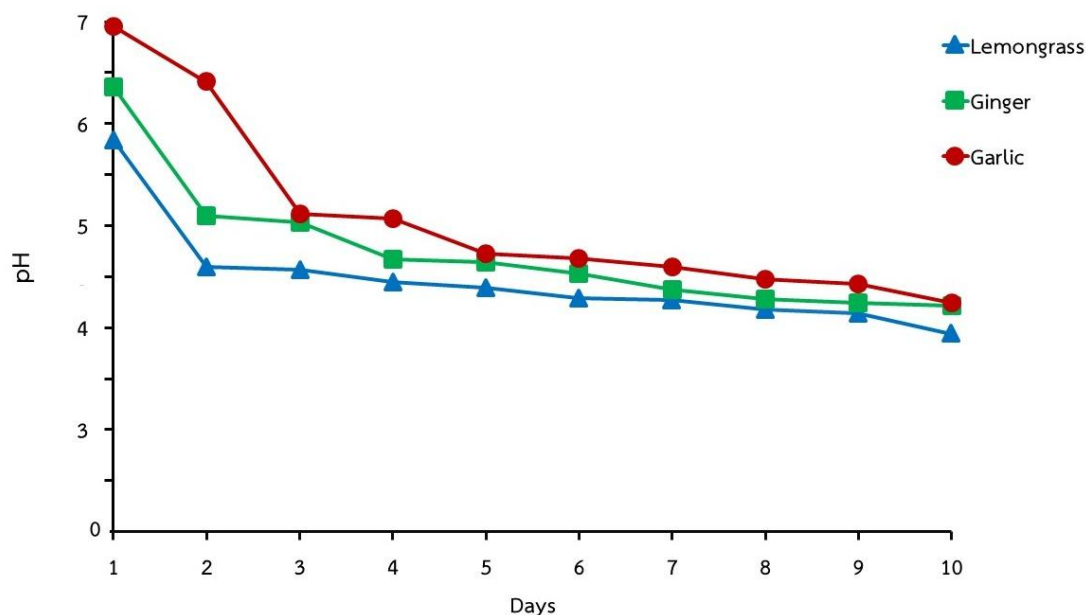


Figure 5 The pH changes in different herb-enriched fermented shrimp “Kung-Jom” Formula 2 with blanched shrimp during fermentation for 10 days.

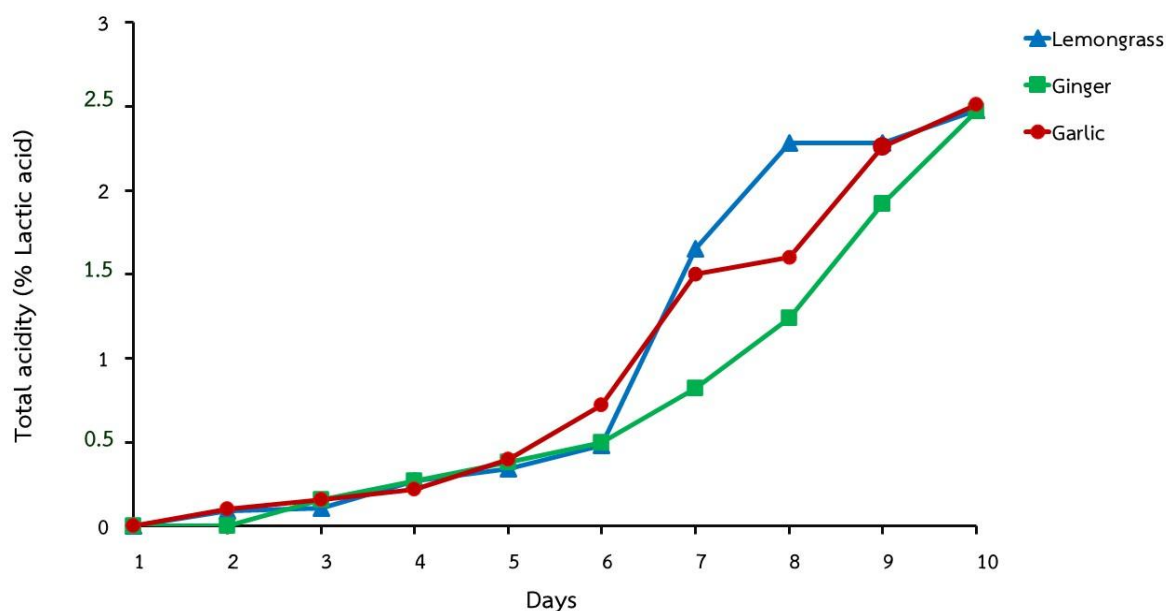


Figure 6 Lactic acid content during the fermentation process of herb-enriched fermented shrimp “Kung-Jom” Formula 2 with blanched shrimp for 10 days.

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

Table 4 The sensory evaluation of different herb-enriched fermented shrimp “Kung-Jom” Formula 2

Properties	Average Score		
	Ginger formula	Garlic formula	Lemongrass formula
Appearance	6.23 ^b ±0.25	7.97 ^a ±0.13	5.53 ^c ±0.23
Color	6.13 ^b ±0.21	7.95 ^a ±0.15	5.30 ^c ±0.25
Taste	3.53 ^c ±0.19	7.87 ^a ±0.19	3.97 ^b ±0.18
Texture	4.80 ^b ±0.21	7.40 ^a ±0.21	4.87 ^b ±0.17
Overall acceptability	4.53 ^b ±0.26	7.87 ^a ±0.16	4.53 ^b ±0.22

Mean±SD from triplicate determinations.

Different superscripts in the same row indicate significant differences (p<0.05)

กุ้งจ่อม สูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีการศึกษาการนำสมุนไพร ได้แก่ ขิง กระเทียม หรือตะไคร้ มาเติมร่วมในการหมัก ทั้งนี้การเลือกสมุนไพรดังกล่าวมาศึกษาในงานวิจัยนี้ เนื่องจากในการรับประทานกุ้งจ่อมแบบดั้งเดิมนิยมรับประทานดิบแบบไม่ผ่านการปรุงด้วยความร้อน จึงมักรับประทานร่วมเครื่องเคียงเพื่อเพิ่มรสชาติให้ดีขึ้น ช่วยลดกลิ่นคาว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์นำสมุนไพรดังกล่าวมาหมักร่วมกันกับกุ้งจ่อม ทั้งนี้สมุนไพรทั้งสามชนิดที่เลือกนำมาศึกษาต่างเป็นเครื่องเทศที่นิยมนำมาเป็นส่วนประกอบในอาหารไทย โดยสมุนไพรเหล่านี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพและเภสัชวิทยาที่เป็นประโยชน์ [24-25] จากผลการทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์พบว่ากุ้งจ่อมสูตรที่มีการเติมกระเทียมได้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งจ่อมสูตรขิงและตะไคร้ โดยกุ้งจ่อมสูตรที่มีการเติมกระเทียมมีการยอมรับมากที่สุดที่ระดับคะแนน 7.87±0.16 ซึ่งแตกต่างจากสูตรที่มีการเติมขิงหรือตะไคร้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ดังแสดงใน Table 4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระเทียมมีกลิ่นรสที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมในการนำมาหมักร่วมกับกุ้งจ่อม จึงช่วยทำให้เกิดรสชาติที่ผู้ทดสอบชิมพึงพอใจ อีกทั้งการหมักกุ้งจ่อมร่วมกับกระเทียมมีรายงานที่พบว่าช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยกระเทียมเป็นสมุนไพรที่มีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสียที่ได้จากธรรมชาติสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้

[13] สำหรับกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีการเติมตะไคร้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสูตรนี้มีสีคล้ำทำให้ได้คะแนนการยอมรับน้อย ทั้งนี้สีที่คล้ำที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากน้ำมันหอมระเหยในตะไคร้ที่ประกอบด้วยสารต่างๆ เช่น ซิทรัล (citral) ไลโมนีน (limonene) และสารเทอร์ปีนอื่นๆ (terpenes) ซึ่งเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในสภาวะที่มีความเป็นกรด (จากการหมักที่มีกรดแลคติก) สารเหล่านี้อาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและอาจส่งผลให้สีของกุ้งจ่อมคล้ำลงในด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติของกุ้งจ่อมสูตรที่เติมตะไคร้และสูตรเติมขิงพบว่ามีความสามารถในการยอมรับที่น้อยกว่าสูตรเติมกระเทียมเช่นกัน อาจเนื่องมาจากตะไคร้ที่เติมลงไปเป็นส่วนผสมในการหมักมีลักษณะเป็นชิ้นที่หั่นเป็นแว่นและมีความแข็งตามลักษณะเฉพาะของตะไคร้ จึงให้เนื้อสัมผัสและรสชาติที่ไม่เป็นที่พึงพอใจ สำหรับกุ้งจ่อมสูตรเติมขิงอาจมีรสชาติรสเผ็ดร้อนและมีความฉุนอาจทำให้ยังมีรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงพิจารณาเลือกกุ้งจ่อมสูตรเติมกระเทียมไปพัฒนาต่อไป

3. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์สูตรที่พัฒนาได้

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ สูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรที่คัดเลือกจากผลการทดลองในหัวข้อที่ 1) และ 2)

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrnu.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

โดยนำมาผลิตเป็นกึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ สูตรที่เหมาะสม จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา โดยวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคทางอาหารต่างๆ ได้แก่ Yeasts and Molds, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้แก่ พลังงานทั้งหมด ไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด น้ำตาล โซเดียม โพแทสเซียม เถ้า และความชื้น ผลการทดลองแสดงใน Table 5 และ Table 6 รวมทั้งได้จัดทำฉลากโภชนาการแบบย่อและฉลากโภชนาการแบบ GDA (Guideline Daily Amount) ดังแสดงใน Figure 7 ซึ่งเป็นฉลากที่จัดทำสำหรับบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบกระป๋องขนาด 50 กรัม จากผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์กึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้ซึ่งมีการใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิล โดยลวกกุ้งฝอยก่อนนำมาหมักและเติมกระเทียมรวมในการหมักมีคุณภาพด้านจุลชีววิทยาผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อาจเป็นผลมาจากการให้ความร้อนในระยะเวลาสั้นๆ จากการลวกกุ้งฝอยก่อนหมักช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์อาจเป็นทั้งที่จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักและจุลินทรีย์ก่อโรคทางอาหาร รวมทั้งการเติมกระเทียมรวมในการหมักอาจเป็นช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคทางอาหาร เนื่องจากมีข้อมูลการวิจัยพรีคลินิกพบว่ากระเทียมสดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้ [26-27] มีรายงานที่พบว่ากระเทียมมีสารออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ซึ่งอยู่ในกลุ่ม organosulfur, phenolic และ glycosides เป็นต้น [28-30] สารกลุ่ม organosulfur มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีสารสำคัญ ได้แก่ diallyl thiosulfinate หรือ allicin [31-32] ซึ่งสามารถควบคุมการเจริญของแบคทีเรีย เช่น *Staphylococcus*

aureus และ *Salmonella enteritidis* และเชื้อรา เช่น *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum* และ *Penicillium cyclopium* เป็นต้น [33]

Table 5 The microbiological properties of the developed less-sodium fermented shrimp “Kung-Jom” product

Analysis items (unit)	Result
Yeasts and Molds (CFU/g)	< 10
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	< 3
<i>Salmonella</i> spp. (/25 g)	Not detect
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	< 10
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	< 10
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	< 10

Table 6 The chemical composition of the developed less-sodium fermented shrimp “Kung-Jom” product

Analysis items (unit)	Result (per 100 g)
Total energy (Kcal)	111.36
Total fat (g)	0.92
Protein (g)	10.37
Total carbohydrate (g)	15.40
Sugar (g)	Not detect
Sodium (mg)	977.62
Potassium (mg)	882.32
Ash (g)	5.62
Moisture (g)	67.69

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

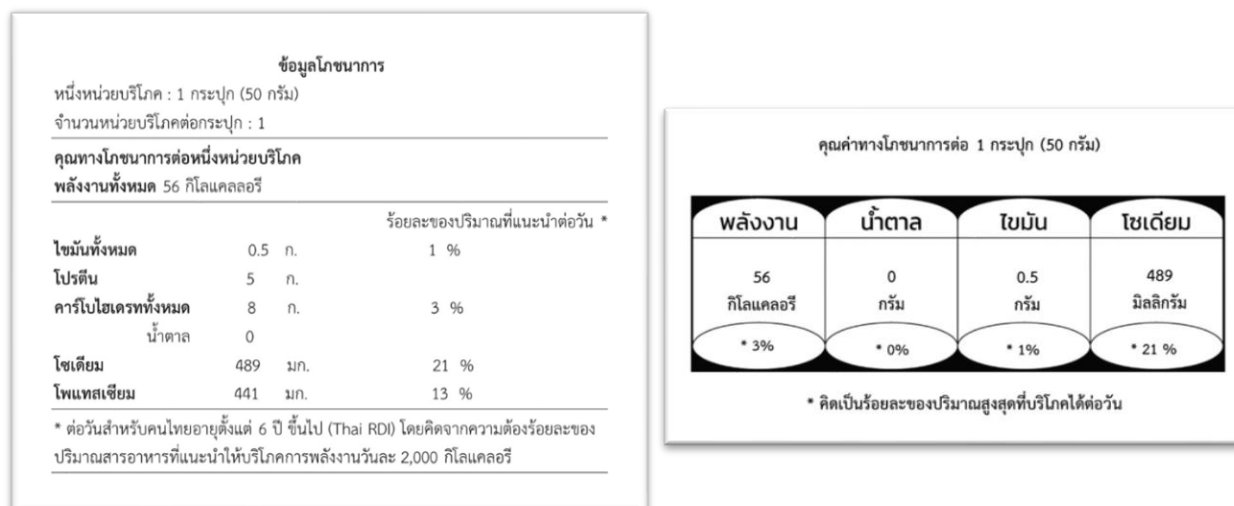


Figure 7 The nutritional facts label and the nutritional information (Guideline Daily Amounts: GDA) of the developed less-sodium fermented shrimp “Kung-Jom” product

สรุปผล

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ พบว่าสูตรที่ 2 ที่มีการใช้อัตราส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์และเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ร้อยละ NaCl:KCl เท่ากับ 4:2 ได้รับคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์สูงสุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ทั้งนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 ระบุว่าผลิตภัณฑ์จะกล่าวอ้างได้ว่าการลดสารอาหารนั้นจะต้องลดปริมาณสารอาหารนั้นได้อย่างน้อยร้อยละ 25 จากสูตรเดิม ซึ่งผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรที่พัฒนาได้นั้นมีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ลง เท่ากับร้อยละ 33.33 จากสูตรดั้งเดิมที่ใช้เป็นสูตรควบคุม สอดคล้องตามเกณฑ์ประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าวข้างต้น [34] และจากการศึกษาการใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดล ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการถนอมอาหารแบบผสมผสานมาใช้ในกระบวนการหมักกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์พบว่าการใช้เทคนิคการลวกกุ้งฝอยด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนนำไปหมักเป็นเวลา 7 วัน โดยใช้สูตรที่ 2 ช่วยเพิ่มคะแนนการยอมรับโดยรวมมากที่สุด รวมทั้งการเติมสมุนไพรในกระบวนการหมักกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์สูตรที่ 2 พบว่าการเติมกระเทียมลงในสูตรการหมักดังกล่าว ทำให้ได้รับ

คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่พัฒนาได้มีปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.57 ค่าพีเอชเท่ากับ 4.60 มีคุณภาพด้านจุลชีววิทยาผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มีปริมาณโซเดียมเท่ากับ 977.62 มิลลิกรัม/100 กรัม มีความชื้นร้อยละ 67.69 โปรตีนร้อยละ 10.37 และพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 111.36 กิโลแคลอรี/100 กรัม อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมที่พัฒนาได้ยังมีเกลือโซเดียมและเกลือโพแทสเซียมเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นผู้บริโภคควรตระหนักและเห็นความสำคัญในการอ่านฉลากและข้อมูลโภชนาการเพื่อเลือกบริโภคให้เหมาะสมกับสุขภาพของผู้บริโภค งานวิจัยนี้เน้นเป็นการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารหมักพื้นบ้านมาประยุกต์ต่อยอด องค์ความรู้ที่ได้นี้จะเป็นแนวทางพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกสำหรับผู้ดูแลสุขภาพ ช่วยยกระดับเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นต้นแบบของผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยมีการใช้เทคนิคการถนอมอาหารแบบผสมผสาน ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ในการพัฒนาอาหารหมักจากภูมิปัญญาท้องถิ่น สามารถนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrnu.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครราชสีมา ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Iamkampang, P. (2016). Effect of salt on fermentation and sensory characteristic Kung-Jom. The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok. 26(1): 105-112. (in Thai).
- [2] Apinya, T. (2016). Strategies to reduce salt and sodium-salt consumption in Thailand 2016-2025 (1st ed.). Nonthaburi: The Printing office of the war veterans welfare organization of Thailand under royal patronage his majesty the king. (in Thai).
- [3] Wutthitham, N., Chontong, R. and Sompradit, C. (2019). The Effects of self-efficacy enhancement on blood pressure level controlled among hypertension risk group. Journal of The Royal Thai Army Nurses. 21(1): 309-318. (in Thai).
- [4] Sriwattana, S., Chokumnoyporn, N. and Prinyawiwatkul, W. (2021). Reduced-sodium vienna sausage: selected quality characteristics, optimized salt mixture, and commercial scale-up production. Journal of Food Science. 86(9): 3939–3950.
- [5] Puttame, K. and Ninlanon, W. (2020). Effect of sodium chloride replacement with potassium chloriden on qualities of oyster crispy. Varaya Alongkorn Rajabhat University Research and Development Journal Science and Technology. 15(2): 45-57. (in Thai).
- [6] Wiboonchat, C. (2020). Food safety forum: reducing sodium in processed food products. Project report. The Food Science and Technology Association of Thailand. (in Thai).
- [7] Boonmalert, S. and Lertworasirikul, S. (2018). Effect of salt substitution with potassium chloride and glycine on quality of surimi cracker. The proceeding of the 56th Kasetsart university annual conference. 601-608. February 6-9, 2018. Bangkok. Thailand. (in Thai).
- [8] Bangtrakoolnonnopparat, A., Poolsriganchapathom, C., Panyalert, S. and Sawatwiwat, A. (2004). Foodborne pathogens in ready-to-eat fermented local foods (Kung Chom, Pu Dong, Pla Ra, Pla Chom). Food Journal. 34: 90-99. (in Thai).
- [9] Prachasitthisak, Y., Eamsiri, J., Sajjabut, S. and Rojekittikhun W. (2009). Improving the hygiene of fermented shrimp (Kung Chom) using gamma irradiation. The Journal of Tropical Medicine and Parasitology. 32: 9-16. (in Thai).
- [10] Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. International Journal of Food Microbiology. 55: 181-186.
- [11] Leistner, L. and Gorris, L. G. M. (1995). Food preservation by hurdle technology. Trends in Food Science and Technology. 6: 41-46.
- [12] Mossel, D.A.A. and Ingram, M. (1955). The physiology of the microbial spoilage of

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

- foods. *Journal of Applied Microbiology*. 18: 232-268.
- [13] Saensuk, T. (2017). Study and development of microbiological quality in fermented shrimp with herb. *Journal of Science and Technology (Buriram Rajabhat University)*. 1: 21-26. (in Thai).
- [14] Benjakul, S. and Morrissey, M.T. (1997). Protein hydrolysate from pacific whitening solid wastes. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 45: 3423-3430.
- [15] AOAC. (2000). Official methods of analysis. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- [16] Chamber, E. and Woft, M.B. (1996). Sensory testing methods (2nd ed.). American society for testing and materials (ASTM) press, Philadelphia.
- [17] Thai industrial standards institute (TISI), Ministry of industry. (2014). Community product standard for fermented shrimp, edition 147/2557. Bangkok. (in Thai).
- [18] U.S. food and drug administration. (2001). Bacteriological analytical manual (BAM). Chapter 4, 12, 14, 16, 18. [Online] Available from <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm>.
- [19] Abee, T., Krockel, L. and Hill, C. (1995). Bacteriocins: mode of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. *International Journal of Food Microbiology*. 28: 169-185.
- [20] Swetwathana, A., Leutz, U. and Fischer, A. (1999). Role of garlic on growth and lactic acid production of starter culture. *Fleischwirtschaft International*. 1: 26-29.
- [21] Gerhard, F. (2006). Meat products handbook. Woodhead publishing limited, England.
- [22] Katayama, T., Toshiro, M., Makoto, S. and Chichester, C.O. (1972). The biosynthesis of astaxanthin. X. the carotenoids in red carp, *Cyprinus carpio* linne, and the interconversion of β -[15, 15'-³H₂] carotene into their body astaxanthin. *International Journal of Biochemistry*. 3: 569-572.
- [23] Kim, S.J., Shahidi, F. and Heu, S.M. (2003). Characteristics of salt-fermented sauces from shrimp processing byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 784-792.
- [24] Uiyuenyoung, R. and Muanghod, S. (2020). Inhibition of pathogenic bacteria contaminating in lettuce by thai herb extracts. *Rajabhat Agriculture Journal*. 19(2): 67-76. (in Thai).
- [25] Phengphro, R., Silakade, P., Bunrung, S., and Kusolkammabot, P. (2019). Effect of antioxidant and crude extract of *Strobilanthes nivea* with traditional herbs on inhibition of some pathogenic bacteria. *Journal of Science and Technology (Ubon Ratchathani University)*. 19(2): 208-224. (in Thai).
- [26] World health organization. (1999). WHO monographs on selected medicinal plants. 1: 16-32. Geneva.
- [27] Herbal information center, faculty of pharmacy, Mahidol university, royal forest department, self-reliance herbal

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

- project. (Year of publication not specified). Moving forward with herbs volume 1. Tharakamon Printing, Bangkok. (in Thai).
- [28] Kyung, K.H. (2012). Antimicrobial properties of *Allium* species, current opinion. Biotechnology. 23: 142-147.
- [29] Antas, J., Almajano, M.P. and Carbo, R. (2010). Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa* L.) extracts. International Journal of Food Science & Technology. 45: 403-409.
- [30] Lanzotti, V., Romano, A., Lanzuise, S., Bonanomi, G. and Scala, F. (2012). Antifungal saponins from bulbs of white onion, *Allium cepa* L. Phytochemistry. 74: 133-139.
- [31] Corzo-Martinez, M. and Villamiel, M. (2007). Biological properties of onions and garlic. Food Science & Technology. 18: 609-625.
- [32] Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B. and Smith, B. (2002). Onions a global benefit to health. Phytotherapy Research. 16: 603-615.
- [33] Benkeblia, N. and Lanzotti, V. (2007). Allium thiosulfinates: chemistry, biological properties and their potential utilization. Food Preservation. 1(2): 193-201.
- [34] Office of the food and drug administration, ministry of public health. (1998). Ministry of public health announcement no. 182 on nutrition labels, royal gazette, general edition, volume 115 part 47. Bangkok. (in Thai).

*Corresponding author email: piyasuda.t@nrru.ac.th

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University