

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์เคปลายปลาโคเดียมต่ำของชุมชนป่าพรุควนเคร็ง อำเภอยะเอนก
จังหวัดนครศรีธรรมราช

Innovative development of low-sodium Grey featherback fish pastes of Kuan Kreng swamp forest
community, Cha-uat district in Nakhon Si Thammarat Province

ฉัตรชัย สังข์ผุด*, สุริยะ จันทน์แก้ว, จีราภรณ์ สังข์ผุด, อนุสรณ์ บรรลือพิช, นุชวรา องค์กรา และโชคชัย หมั่นถนอม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Chatchai Sungpud*, Suriya Chankhew, Jeeraporn Sungpud, Anusorn Banluepuech, Nutwara

Ongsara and Chockchai Manthanome

Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

*Corresponding author, E-mail: Chatchai-sung@hotmail.com

Received: December 8, 2023 / Revised: January 18, 2024 / Accepted: January 22, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเคปลายปลาโคเดียมต่ำ เพื่อสร้างอัตลักษณ์ของผลิตภัณฑ์และส่งเสริมสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ป่าพรุควนเคร็ง อำเภอยะเอนก จังหวัดนครศรีธรรมราช วางแผนทดลองผลิตเคปลายปลาโคเดียมต่ำโดยการทดแทนเกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์, NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตราที่แตกต่างกัน 3 สูตร คือ สูตร 1 NaCl 100% สูตร 2 NaCl 75%+ KCl 25% และสูตร 3 NaCl 50%+KCl 50% ผลการทดลองพบว่า เคปลายปลาสูตรที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ 50% มีค่าปริมาณน้ำอิสระ และคุณภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเลขที่ มผช.61/2561 และสูตรที่ 3 สามารถลดปริมาณโซเดียมลงเท่ากับ 151.00 ± 3.6 mg/100g หรือปริมาณ 2 เท่าจากสูตรดั้งเดิม(100% NaCl) เมื่อนำผลิตภัณฑ์เคปลาตำหรับน้ำยาหมักจีนปักษ์ใต้สูตรพรุควนเคร็งมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนยอมรับด้านความเค็มสูงสุดมีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ และสีที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เคปลายปลาสามารถใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ได้ในอัตราส่วนสูงสุด 50%

คำสำคัญ: เคปลา ปลาฉลาด โซเดียมต่ำ ป่าพรุควนเคร็ง โพแทสเซียมคลอไรด์ โซเดียมคลอไรด์

Abstract

This research aimed to develop low-sodium Grey featherback fish paste to create a product identity and promote the people's health in the Kuan Kreng swamp forest community, Cha-uat district, Nakhon Si Thammarat province. Production of low-sodium paste was conducted by substituting NaCl salt with potassium chloride (KCl) at 3 different levels including; scenario 1: NaCl 100%, scenario 2: 75%+KCl 25% and scenario 3: NaCl 50%+KCl 50%. The results found that the paste formula using KCl 50% had water activity (aw) and the overall quality within the Thai

Community Product Standard No. TCPS.61/2018 and sodium content in scenario 3 was reduced at 151.00 ± 3.6 mg/100g with an approximately 2-fold compared to the original formula (scenario 1). Additionally, consumer acceptance tests revealed that consumers gave the highest acceptance score for saltiness, which was statistically different from other formulas. It also gave an average score for appearance and colors that showed no statistically different. The study demonstrated that substituting NaCl salt with KCl in fish paste products at a maximum ratio of 50%

Keywords: Kapi, Grey featherback fish, Low sodium, Kuan Kreng swamp forest, Potassium chloride, Sodium chloride

บทนำ

กะปิเป็นเอกลักษณ์ทางด้านวัฒนธรรมอาหารอีกชนิดหนึ่งของท้องถิ่นภาคใต้ของไทยที่มีศักยภาพในด้านการเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารให้แก่ชุมชนเพื่อเป็นเสบียงโปรตีนในภาวะขาดแคลนหรือเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ผลพวงจากการท่องเที่ยวและเผยแพร่วัฒนธรรมทางด้านอาหารและการส่งเสริมของภาครัฐทำให้กะปิกลายเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนอีกชนิดหนึ่งที่มีมาตรฐานรองรับ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) และมีศักยภาพสูงในการสร้างรายได้เพิ่ม คนใต้จะนิยมเรียกกะปิว่า “เคย” ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด ชนิดแรกคือเคยกุ้ง เป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักเคยหรือกุ้งกับเกลือ ชนิดที่สองคือเคยกุ้งหวาน ทำเหมือนกับเคยกุ้งเพียงแต่มีการตำรวมกับน้ำตาลปึก ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลจาก หรือน้ำตาลโตนดในขั้นตอนสุดท้ายหลังการหมัก ชนิดสุดท้ายคือเคยปลา เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักปลาน้ำจืดในท้องถิ่น (สิทธิศักดิ์ เบตสกุล, 2556) ซึ่งจะมีความแตกต่างหลากหลายไปตามชนิดของปลาและภูมิปัญญาท้องถิ่น

ผู้วิจัยมีสมมุติฐานว่า ความหอมอร่อยและรสชาติกลมกล่อมของเคยปลาพริบเคยเกิดจากความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของปลาบางชนิดที่ใช้ ซึ่งส่วนใหญ่มักนิยมใช้ปลารวมตามโอกาสที่มีหรือจับได้ เคยปลาที่จำหน่ายในทางตลาดล้วนมีโซเดียมเป็นส่วนประกอบ แหล่งที่มาของโซเดียมในเคยปลาเกิดจากการใช้เกลือแกงเป็นสารช่วยถนอมอาหารและเพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ปัจจุบันพบว่าการใช้บริโภคโซเดียมมากเกินไปมีความต้องการของร่างกายเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคไต โรคหลอดเลือด หัวใจ หลอดเลือดสมอง โรคกระดูกพรุน และโรคเมตาบอลิกโรคอาหาร นอกจากนี้องค์การอนามัยโลกพบว่า 77% ของการบริโภคโซเดียมส่วนใหญ่มาจากอาหารแปรรูป ซึ่งรวมถึงเครื่องปรุงรสต่าง ๆ ด้วย หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งองค์กรระดับชาติและนานาชาติได้พยายามรณรงค์ให้ประชาชนหันมาบริโภคอาหารโซเดียมต่ำหรือปราศจากโซเดียม โดยเน้นการให้ความรู้เพื่อทำให้ผู้บริโภคตระหนักถึงภัยเงียบเกี่ยวกับการบริโภคอาหารที่มีโซเดียมสูง คณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของกระแสการบริโภคในอนาคต แต่ยังตระหนักถึงสุขภาพของผู้บริโภค จึงมีแนวคิดในการพัฒนาสูตรเคยปลาโซเดียมต่ำ โดยใช้สารทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ คือเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ สามารถละลายน้ำได้ดี ละลายในแอลกอฮอล์ได้เล็กน้อย แต่เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์เมื่อเติมในปริมาณมากจะเกิดรสขม จึงทำให้สามารถทดแทนได้เพียงบางส่วนเท่านั้น (กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ และคณะ, 2562) เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ชื่นชอบแกงเคยปลาซึ่งเป็นอาหารท้องถิ่นปักษ์ใต้ที่มีรสชาติโดดเด่น คงไว้ซึ่งเอกลักษณ์อาหารไทย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการสำรวจและศึกษาวิเคราะห์คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของปลาลาดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเคยปลา จากนั้นทำทดลองผลิตเปรียบเทียบคุณภาพและระดับการยอมรับเคยปลาที่ผลิตจากปลาลาดและปลาท้องถิ่นรวม และพัฒนานวัตกรรมเคยปลาโซเดียมต่ำเพื่อสุขภาพ เพื่อเพิ่มโอกาสในการสร้างอัต

ลักษณะของเคยปลาประจำถิ่น และสามารถช่วยส่งเสริมสุขภาพของประชนในพื้นที่ ส่งเสริมการตลาดเคยปลาและการท่องเที่ยวพาร์ควนเคริ่ง ตำบลเคริ่ง อำเภอยะหวัด จังหวัดนครศรีธรรมราชได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปลาฉลาดในพื้นที่พาร์ควนเคริ่ง อำเภอยะหวัด จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเคยปลาฉลาด โดยเก็บตัวอย่างปลาฉลาดจากกลุ่มผู้ผลิตเคยปลา ตั้งแต่เดือนเมษายน-มิถุนายน พ.ศ. 2565 ทำการบันทึกขนาดความยาว และน้ำหนักตัวปลาฉลาดที่ใช้ในการผลิตเคยปลา นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและแร่ธาตุของวัตถุดิบปลาฉลาดในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (2016) วิเคราะห์แร่ธาตุ แคลเซียม เหล็ก โซเดียม และฟอสฟอรัส ด้วยเครื่อง AAS-Flame ตามวิธี AOAC (2016) และวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ คือจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella spp.* ตามวิธีของ BAM online (2023) Chapter 5, *Staphylococcus aureus* ตามวิธีของ BAM online (2019) Chapter 12 เชื้อ *Coliform* และ *Escherichia coli* ตามวิธีการของ BAM online (2020) Chapter 4

การศึกษาการผลิตเคยปลาโซเดียมต่ำ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการผลิตเคยปลาฉลาดตามกรรมวิธีการผลิตของชุมชนพื้นที่พาร์ควนเคริ่ง อำเภอยะหวัด จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราที่แตกต่างกัน 3 ระดับ จำนวน 3 ซ้ำ

การผลิตเคยปลาของชุมชนพื้นที่พาร์ควนเคริ่ง

กรรมวิธีการผลิตเคยปลาฉลาดอาศัยภูมิปัญญาและหลักการเช่นเดียวกับการทำเคยกุ้ง คือ ใช้วิธีการหมักด้วยเกลือแกงในปริมาณที่พอเหมาะต่อการยับยั้งการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ก่อโรคร่วมกับการ “เช” หรือทำให้ละเอียดและการทำแห้งโดยการตากแดดเพื่อช่วยในการลดความชื้นและส่งเสริมให้เกิดกลิ่นรสที่ดี ซึ่งมีขั้นตอนการทำดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำปลาฉลาดขอดเกล็ด ควักเครื่องในออก ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง จากนั้นนำปลาใส่ภาชนะ เติมน้ำสะอาดให้ท่วมตัวปลา ปิดฝาทิ้งไว้อย่างน้อยครึ่งวันเพื่อให้เนื้อปลาเกิดการย่อยสลายตัวเอง โดยสามารถสังเกตได้จากการคดดูเนื้อปลาจะนุ่มลง (ภาพที่ 1ก)

ขั้นตอนที่ 2 นำปลาคลุกเคล้ากับเกลือแกงในอัตราส่วนเกลือ 1.25 กิโลกรัมต่อเนื้อปลา 10 กิโลกรัม นำไปหมักไว้โดยใส่กะละมังประมาณ 1-2 คิน (ภาพที่ 1ข)

ขั้นตอนที่ 3 นำปลาที่ผ่านการหมักกับเกลือแล้วไปตากแดดจัด โดยใช้ตะแกรงตาถี่ ๆ หรืออวนรองใต้ปลา เพื่อให้ น้ำหยดลงด้านล่าง หมั่นกลับเอาข้างบนลงล่าง ตากแดดจัดประมาณ 2-3 วัน เนื้อปลาจะเริ่มแห้ง มีความชื้นประมาณ 60% (ภาพที่ 1ค)

ขั้นตอนที่ 4 นำปลาที่ตากแดดได้ที่แล้วไป “เช” หรือตำด้วยครกไม้ให้เนื้อและก้างปลาบดละเอียด (ภาพที่ 1ง)

ขั้นตอนที่ 5 นำปลาที่ตำละเอียดมาปั้นเป็นก้อน น้ำหนักประมาณ 2.5 กิโลกรัม โดยใช้ไม้พายลูบอัดให้แน่น จากนั้นนำก้อนเคยปลาทากแดดจนกว่าจะแห้ง (มีความชื้นประมาณ 40%) หมั่นทำการพลิกกลับก้อนเพื่อให้แห้งสม่ำเสมอ ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลา 2-4 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ในขั้นตอนนั้น หากเนื้อเคยปลายังไม่ละเอียดพอให้นำกลับมาเชใหม่ควบคู่กับการปั้นก้อนและตากแดดอีกครั้ง จะได้เคยปลาที่มีละเอียดและมีกลิ่นหอมมากยิ่งขึ้น (ภาพที่ 1จ)

ขั้นตอนที่ 6 นำก้อนเคยที่ตากแดดแห้งได้ที่แล้วเซให้เนื้อละเอียด อัดใส่ภาชนะหมัก เช่น ไห โอง่งดินเผาหรือถังพลาสติก อัดให้แน่นพยายามไม่ให้มีช่องว่างอากาศระหว่างเนื้อเคยปลา (ภาพที่ 1ฉ) เพราะอาจจะทำให้เนื้อเคยปลาทำปฏิกิริยากับอากาศและเกิดกลิ่นหืนที่ไม่พึงประสงค์ หลังจากอัดแล้วปิดฝาภาชนะให้แน่นหนา กันแมลงและหนอนใช้ระยะเวลาในการหมัก 1-3 เดือน จะได้เคยปลาที่มีกลิ่นหอมมารับประทานเคยปลาที่ได้เมื่อนำมาบรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทสามารถจำหน่ายและเก็บไว้ใช้ได้นานเป็นปี



ก. ขั้นตอนที่ 1 ขอดเกล็ดปลา



ข. ขั้นตอนที่ 2 คลุกเกลือ



ค. ขั้นตอนที่ 3 นำเนื้อปลาหมักเกลือตากแดด



ง. ขั้นตอนที่ 4 การเซเนื้อปลาดกแดดให้ละเอียด



จ. ขั้นตอนที่ 5 การปั้นเป็นก้อนและตากแดด



ฉ. ขั้นตอนที่ 6 การบรรจุอัดใส่ไห

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตเคยปลาของชุมชนพื้นที่พุดฉวนเคร็ง

การศึกษาการผลิตเคปปลาฉลาดโซเดียมต่ำ

การผลิตเคปปลาฉลาดโซเดียมต่ำที่มีส่วนผสมของสารทดแทนเกลือแกง คือ โพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเมื่อเทียบกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ (Jittrepotch et al., 2020) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ ในอัตราที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0, 25 และ 50% เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพและระดับการยอมรับเคปปลาฉลาดที่ลดปริมาณโซเดียมต่ำ

การวิเคราะห์คุณภาพเคปปลา

คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลาดมาตรวจสอบลักษณะทั่วไปทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกะปิ เลขที่ 61/2561 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2561) ตรวจวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; aw) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ Novasina รุ่น LabMaster-aw “Neo” โดยวางตลับที่บรรจุตัวอย่างใน Chamber ของเครื่องวัด ตั้งทิ้งไว้จนสภาพภายในของ chamber สมดุล เมื่อมีสัญญาณเตือนจึงอ่านค่าที่วัดได้ วัดค่าความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (2016) Method 930.15 วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ (L^* , a^* , b^*) โดยวัดค่าด้วยเครื่องวัดค่าสี (Colorimeter) ด้วยเครื่อง Hunter LAB รายงานเป็นค่าความสว่าง (L^*) มีค่า ระหว่าง 0–100 หรือสีดำถึงสีขาว ค่าสีแดง-เขียว (a^*) แสดงค่า (+) สีแดง หรือ (-) สีเขียว ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) แสดงค่า (+) สีเหลือง หรือ (-) สีน้ำเงิน วัดปริมาณเกลือ (คำนวณในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์) ซึ่งเป็นวิธีไทเทรตสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท (AgNO_3) เพื่อเกิดการตกตะกอนกับคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ด้วย Mohr method (Galvis-Sanchez et al., 2011; Chen et al., 2005) และปริมาณโซเดียม ด้วยเครื่อง AAS-Flame ตามวิธี AOAC (2016) 969.23

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

ทำการทดสอบจำนวนจุลินทรีย์มีชีวิตทั้งหมด (Total Viable Count) ตามวิธี BAM online, 2021 chapter 3 จำนวนเชื้อยีสต์ และรา ตามวิธี BAM online, 2022 chapter 18 เปรียบเทียบผลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกะปิ เลขที่ 61/2561 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2561)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

นำตัวอย่างเคปปลาฉลาดมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการนำมาปรุงเป็นแกงน้ำเคียวกับขนมจีน แล้วทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เคปปลาโซเดียมต่ำ ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9 Scales) ตามวิธี Chamber and Wolf (1996) โดยแบ่งคุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์ที่จะประเมินเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ความเค็ม สี กลิ่นรส และความชอบรวม คะแนน 1–9 คะแนน (9 คะแนน ชอบมากที่สุด 8 คะแนน ชอบมาก 7 คะแนน ชอบปานกลาง 6 คะแนน ชอบน้อย 5 คะแนน เฉย ๆ 4 คะแนน ไม่ชอบเล็กน้อย 3 คะแนน ไม่ชอบปานกลาง 2 คะแนน ไม่ชอบมากและ 1 คะแนน ไม่ชอบมากที่สุด) โดยใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปในจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีความคุ้นชินกับเคปปลาและแกงเคปปลา จำนวน 30 คน เพื่อใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของแต่ละชุด การทดลองชนิดของวัตถุดิบ และสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละชุด

การทดลอง โดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

น้ำหนักและความยาวของวัตถุดิบปลาฉลาด

การนำปลาฉลาดที่จับได้มาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดในรูปความยาวมาตรฐานและความยาวเหี้ยม ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าน้ำหนัก ความยาวมาตรฐาน และความยาวเหี้ยมของปลาฉลาดที่จับจากพื้นที่พรุควนเคร็งตั้งแต่เดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ. 2565 ด้วยเครื่องมือข่ายขนาดตาอวน 5 – 7 เซนติเมตร เพื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์เคยปลาฉลาด ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กล่าวคือน้ำหนักตั้งแต่ 64.67 – 87.20 กรัมต่อตัว ความยาวมาตรฐาน 17.70 – 19.74 เซนติเมตร และความยาวเหี้ยม 19.05 – 21.24 เซนติเมตร ตามลำดับ

คุณค่าทางโภชนาการและแร่ธาตุของวัตถุดิบปลาฉลาด

สุ่มตัวอย่างปลาฉลาดวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าปลาฉลาดที่ขอดเกล็ดออกทั้งตัวเป็นปลาน้ำจืดที่อุดมไปด้วยสารอาหารประเภทโปรตีนสูง $71.14 \pm 3.2\%$ และ ไขมันต่ำ $11.4 \pm 1.3\%$ ซึ่งสอดคล้องกับรายวิจัยของ Mandal et al. (2021) ที่ทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของปลาฉลาดที่เลี้ยงในประเทศอินเดีย พบว่า มีโปรตีนสูงถึง $71.32 \pm 0.49\%$ นอกจากนี้ยังมีเถ้าหรือแร่ธาตุปริมาณสูง $14.4 \pm 1.1\%$ ซึ่งแร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก 8.5 ± 0.7 , 2.4 ± 0.07 และ 1.7 ± 0.08 mg/100g ตามลำดับ

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของวัตถุดิบปลาฉลาด

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่า วัตถุดิบปลาฉลาดที่จับมาทำเคยปลาที่มีปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Viable Count, TVC) เท่ากับ 2.5×10^3 CFU/g และเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform) น้อยกว่า 3.0 MPN/100g และไม่พบเชื้อก่อโรคชนิด *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. และ *Escherichia coli* แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำที่ปลาอยู่อาศัยคุณภาพดี ส่งผลให้วัตถุดิบปลาฉลาดไม่พบเชื้อก่อโรค ซึ่งปลอดภัยในการนำมาเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร

คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีผลิตภัณฑ์เคยปลาโซเดียมต่ำเพื่อสุขภาพ

ผลิตเคยปลาฉลาดที่มีส่วนผสมของสารทดแทนเกลือแกง คือ โพลีแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้ในอาหารได้และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเมื่อใช้ในปริมาณที่กำหนดหรือเหมาะสม (Jittrepotch et al., 2020) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 สูตร คือ สูตร 1 NaCl 100% สูตร 2 NaCl 75%+KCl 25% และสูตร 3 NaCl 50%+KCl 50% พบว่าเคยปลาฉลาดทั้ง 3 สูตร มีค่าปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยเคยปลาฉลาดสูตรที่มีการทดแทนด้วยเกลือโพลีแซคคาไรด์ 50% มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.84 ± 0.03 และ $42.21 \pm 1.01\%$ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กรอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกะปิ เลขที่มผช.61/2561 ที่กำหนดให้ค่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์กะปิมีค่าไม่เกิน 0.85 ซึ่งเป็นมาตรฐานกำหนดต่ำสุดในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และสูตรเกลือโซเดียมคลอไรด์ 100% มีค่าความชื้นต่ำสุด $39.77 \pm 0.80\%$ (ตารางที่ 3) อาจเนื่องมาจากเกลือโซเดียมคลอไรด์มีคุณสมบัติในการดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์เคยปลาได้ดีกว่าเกลือโพลีแซคคาไรด์ จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระและความชื้นต่ำ (กมลวรรณ วิจารณ์สุนทรภักดี และคณะ, 2562) และการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือ

โพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลาดเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของกุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์ (2563) ได้ศึกษาการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบหอยนางรม พบว่า การทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่มากขึ้น จะส่งผลทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 50% สามารถลดปริมาณเกลือโซเดียมในผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลาดได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งถือว่าเป็นการช่วยลดปริมาณเกลือโซเดียมในอาหารสำหรับผู้บริโภคได้และส่งผลดีต่อสุขภาพซึ่งมีค่าตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กะปิ เลขที่ มผช.61/2561 สอดคล้องกับงานวิจัยของรัฐกรณ์ จ่านอง และพัชรภรณ์ ถิ่นจันทร์ (2561) ศึกษาการลดเกลือโซเดียมในผลิตภัณฑ์มะม่วงดอง

ตารางที่ 1 การวัดขนาดของปลาฉลาดที่จับจากพื้นที่พรุควนเคร็งตั้งแต่เดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ. 2565

เดือนที่เก็บตัวอย่าง	น้ำหนัก ^{ns} (g)	ความยาวมาตรฐาน ^{ns} (cm)	ความยาวเหยียด ^{ns} (cm)
เมษายน	85.11±33.54	19.74±2.76	21.24±2.76
พฤษภาคม	64.67±30.54	17.70±2.33	19.05±2.46
มิถุนายน	87.20±20.25	19.67±1.64	21.17±1.65

หมายเหตุ: ns แสดงถึงความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของปลาฉลาดจากพื้นที่พรุควนเคร็ง

คุณภาพ	องค์ประกอบที่วิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ทางโภชนาการ	ความชื้นของเนื้อปลาสด (Moisture; g/100g)	74.5±2.5
	โปรตีน (Crude Protein; g/100g)	71.14±3.2
	เถ้า (Ash; g/100g)	14.4±1.1
	ไขมัน (Crude Fat; g/100g)	11.4±1.3
	เยื่อใยอาหาร (Crude Fiber; g/100g)	0.1±0.05
	คาร์โบไฮเดรต (Crude Carbohydrate; g/100g)	1.3±0.2
	พลังงานทั้งหมด (Total Energy; Cal/g)	1,270±102
	แคลเซียม (Ca; mg/100g)	8.5±0.7
	เหล็ก (Fe; mg/100g)	1.7±0.08
	โซเดียม (Na; mg/100g)	0.7±0.05
	ฟอสฟอรัส (P; mg/100g)	2.4±0.07
ทางจุลินทรีย์	ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (TVFC; CFU/g)	2.5×10^3
	เชื้อสแตปไฟโลคอคคัส ออเรียส (<i>Staphylococcus aureus</i> ; CFU/g)	ไม่พบ
	โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform; MPN/100g)	น้อยกว่า 3.0
	เชื้อซาลโมเนลลา (<i>Salmonella</i> spp.; CFU/25 g)	ไม่พบ
	เชื้ออี. โคไล (<i>Escherichia coli</i> ; MPN/100 g)	ไม่พบ

ปริมาณโซเดียมในเคปปลาฉลามสูตรปกติเท่ากับ 278.33 ± 7.64 mg/100g ในขณะที่เคปปลาฉลามสูตรทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ 50% มีปริมาณโซเดียมต่ำกว่าถึง 2 เท่า มีค่าเท่ากับ 151.00 ± 3.6 mg/100g ซึ่งสามารถลดปริมาณโซเดียมได้สูงกว่าถึงประมาณ 2 เท่า

ผลการวิเคราะห์ค่าสี ด้วยระบบ CIE L^* , a^* และ b^* ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L^* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า $+L^*$ แสดงถึงสีขาว จนถึง $-L^*$ แสดงถึงสีดำ แกน a^* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว ($-a^*$) ไปจนถึงแดง ($+a^*$) ส่วนแกน b^* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน ($-b^*$) ไปเหลือง ($+b^*$) พบว่า เคปปลาฉลามที่มีการทดแทนด้วยเกลือ KCl 25-50% ค่าความสว่างหรือความขาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเคปปลาสูตรปกติ (ตารางที่ 4) สำหรับค่า a^* และ b^* ก็เช่นเดียวกัน พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเคปปลาสูตรปกติและสูตรโซเดียมต่ำทั้ง 2 สูตรจะมีลักษณะสีของผลิตภัณฑ์อยู่ในโทนสีเหลืองปนแดง ดังนั้นการใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลามลดโซเดียมเลย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยวิฑูรย์ ปริญาวิวัฒน์กุล และสุจินดา ศรีวัฒนะ (2556) ศึกษาการทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเวียนนาลดโซเดียม พบว่าการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อสีไส้กรอกเวียนนา

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำอิสระ ความชื้น ปริมาณเกลือและโซเดียมของเคปปลาฉลามสูตรโซเดียมต่ำ

ปริมาณต่อ 100 กรัม	สูตรอัตราส่วนผสมระหว่างเกลือ NaCl กับ KCl		
	100:0	75:25	50:50
ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; aw)	0.79 ± 0.08^b	0.80 ± 0.05^b	0.84 ± 0.03^a
ความชื้น (Moisture; g/100g)	39.77 ± 0.80^b	40.38 ± 0.65^b	42.21 ± 1.01^a
ปริมาณเกลือ (Sodium Chloride; g/100g)	24.40 ± 0.56^{ns}	23.60 ± 0.79^{ns}	23.10 ± 0.56^{ns}
โซเดียม (Na; mg/100g)	278.33 ± 7.64^a	207.33 ± 6.43^b	151.00 ± 3.61^c

หมายเหตุ: เครื่องหมาย a, b และ c ในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$, Mean $\pm$ SD)

ตารางที่ 4 คุณภาพสีของเคปปลาฉลามสูตรโซเดียมต่ำ

ค่าสีระบบ CIE	สูตรอัตราส่วนผสมระหว่างเกลือ NaCl กับ KCl		
	100:0	75:25	50:50
CIE L^*	46.85 ± 3.29^{ns}	48.85 ± 1.81^{ns}	49.20 ± 0.86^{ns}
CIE a^*	2.13 ± 0.77^{ns}	1.86 ± 0.65^{ns}	1.84 ± 0.56^{ns}
CIE b^*	14.89 ± 1.50^{ns}	13.79 ± 1.50^{ns}	14.49 ± 1.68^{ns}

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ns ในแต่ละแถวแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Mean $\pm$ SD)

คุณภาพทางจุลินทรีย์ผลิตภัณฑ์เคปปลาโซเดียมต่ำเพื่อสุขภาพ

เคปปลาฉลามสูตรทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0 และ 25% อยู่ในเกณฑ์กรอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กะปิ มาตรฐานเลขที่ มผช.61/2561 โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (TVC) ยีสต์และรา โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและไม่พบเชื้อก่อโรคชนิด *Staphylococcus aureus*,

Salmonella spp. และ *Escherichia coli* (ตารางที่ 5) สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของเคยปลาฉลาดสูตรทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 50% พบว่า มีเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด เชื้อยีสต์และเชื้อราปนเปื้อนอยู่แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน กล่าวคือ มาตรฐานเลขที่ มผช.61/2561 กำหนดให้ยีสต์และราไม่เกิน 1.0×10^3 CFU/g แต่ตรวจพบ 1.6×10^2 CFU/g ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเคยปลาฉลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการตากแดดหลายรอบในระหว่างกระบวนการผลิต และมีปริมาณน้ำอิสระต่ำ จึงจัดเป็นอาหารแห้งทำให้เกิดการเน่าเสียได้ยาก จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้จึงสามารถเก็บรักษาได้นาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของศันธร พิชัย และคณะ (2561) ที่กล่าวว่าในผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่เป็นอันตรายของผู้บริโภคต้องมีเชื้อน้อยกว่า 1.0×10^3 CFU/g แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เคยปลาฉลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยเป็นอีกหนึ่งทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

ตารางที่ 5 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเคยปลาฉลาดสูตรโซเดียมต่ำ

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน	สูตรอัตราส่วนระหว่างเกลียว NaCl กับ KCl		
	100:0	75:25	50:50
เชื้อสแตปไฟโลคอคคัส ออเรียส (<i>Staphylococcus aureus</i> , CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform; MPN/100g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
เชื้อซาลโมเนลลา (<i>Salmonella</i> spp.; CFU/25 g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
เชื้ออี.โคไล (<i>Escherichia coli</i> , MPN/100 g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ยีสต์และรา (Yeast and Mold; CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	1.6×10^2
จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Viable Count; CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	3.9×10^2

คุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เคยปลาสำหรับนํ้ายาขนมจีนปักช้ได้สูตรพรุควนเคร็ง

การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เคยปลาฉลาดสูตรโซเดียมต่ำ ด้วยการนำเคยปลาฉลาดสูตรปกติและเคยปลาฉลาดสูตรโซเดียมต่ำมาเป็นวัตถุดิบในการปรุงตำหรับนํ้ายาขนมจีนปักช้ได้สูตรพรุควนเคร็ง จากนั้นนำมาทดสอบชิมโดยการทานร่วมกับเส้นขนมจีนเส้นสดและตอบในแบบสอบถามแบบ Hedonic scaling (9 Scales) พิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ ความเค็ม สี กลิ่นรส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์จากค่า 1-9 (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9= ชอบมากที่สุด) (Chamber & Wolf, 1996) พบว่าการทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมในด้านลักษณะปรากฏ และสี แต่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมในด้านความเค็ม กลิ่นรส และความชอบรวม ดังนี้

ความชอบด้านลักษณะปรากฏ พบว่า นํ้ายาขนมจีนปักช้ได้สูตรพรุควนเคร็งที่ผลิตจากเคยปลาฉลาดที่ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 25% ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กับสูตรอื่น

ความชอบด้านสี พบว่า นํ้ายาขนมจีนปักช้ได้สูตรพรุควนเคร็งที่ผลิตจากเคยปลาฉลาดที่ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์ทุกสูตรได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีในระดับชอบมาก แสดงให้เห็นว่าผลการทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์เคยปลาไม่มีผลทำให้ลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์

ความชอบด้านกลิ่นรส พบว่า น้ำยาขมนมจีนปักษ์ได้สูตรพริกวนเครื่องที่ผลิตจากเคปปลาฉลาดที่ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์ 25% และ 50% ซึ่งมีความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลาดที่ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0% (ตารางที่ 6)

ความชอบด้านความเค็ม พบว่า น้ำยาขมนมจีนปักษ์ได้สูตรพริกวนเครื่องที่ผลิตจากเคปปลาฉลาดที่ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์ 50% ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เคปปลาฉลาดที่ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0 และ 25% มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทดแทนด้วยเกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความชอบด้านความเค็มของน้ำยาขมนมจีนปักษ์ได้สูตรพริกวนเครื่องที่ผลิตจากเคปปลาฉลาดเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิฑูรย์ ปริญาวิวัฒน์กุล และสุจินดา ศรีวิณะ (2556) ที่ศึกษาผลของการใช้เกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก พบว่า การทดแทนด้วยเกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์ในระดับที่มากขึ้นทำให้คุณลักษณะทางด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่คุณลักษณะทางด้านรสขมของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

ดังนั้นการนำผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลาดสูตรทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์ 50% มาทำน้ำยาขมนมจีนปักษ์ได้สูตรพริกวนเครื่อง ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดด้านความชอบรวมและด้านความเค็ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq 0.05$) ซึ่งเป็นระดับที่จะสามารถลดปริมาณโซเดียมลงได้ตามค่าที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนดในการกล่าวอ้างว่า "ลดโซเดียม" ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 เรื่อง ฉลากโภชนาการ (กระทรวงสาธารณสุข, 2541)

ตารางที่ 6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำยาขมนมจีนปักษ์ได้สูตรพริกวนเครื่องจากเคปปลาฉลาดที่ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลียวโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส	สูตรอัตราส่วนผสมระหว่างเกลียว NaCl กับ KCl		
	100:0	75:25	50:50
ลักษณะปรากฏ	7.09 ± 1.44 ^{ns}	7.30 ± 1.55 ^{ns}	7.09 ± 1.59 ^{ns}
ความเค็ม	6.21 ± 1.65 ^b	6.12 ± 1.67 ^b	7.00 ± 1.37 ^a
สี	7.27 ± 1.13 ^{ns}	7.36 ± 1.25 ^{ns}	7.61 ± 1.00 ^{ns}
กลิ่นรส	7.42 ± 1.37 ^a	6.97 ± 1.45 ^b	6.88 ± 1.49 ^b
ความชอบรวม	6.94 ± 1.25 ^b	6.88 ± 1.54 ^b	7.52 ± 1.09 ^a

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ns ในแต่ละแถวแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$); เครื่องหมาย a และ b ในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$, Mean±SD)

สรุปผล

ผลจากทดลองผลิตเคปปลาฉลาดที่มีส่วนผสมของสารทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ ในอัตราที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ NaCl 100% + KCl 0%, NaCl 75% + KCl 25% และ NaCl 50% + KCl 50% พบว่า เคปปลาฉลาดสูตรที่ใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนเกลียวโซเดียมคลอไรด์ 50% มีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.84 ± 0.03 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กรอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กะปิ มาตรฐานเลขที่ มผช.61/2561 แต่สามารถลดปริมาณโซเดียมได้ถึง 2 เท่า มีปริมาณโซเดียมเพียง 151.00 ± 3.6 mg/100g แต่พบเชื้อยีสต์และราปนเปื้อนเพียงเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด กล่าวคือ มาตรฐานเลขที่ มผช.61/2561 กำหนดให้ยีสต์และราไม่เกิน 1.0×10^3 CFU/g

แต่ตรวจพบได้ 1.6×10^2 CFU/g และผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยการนำเป็นวัตถุดิบในการปรุงตำหรับน้ำยาขมจีนปักษ์ใต้สูตรพริกขี้หนู ทดสอบชิมร่วมกับเส้นขมจีนเส้นสด พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะของน้ำยาขมจีนที่ปรุงจากเคยปลาทั้ง 3 ชนิด ดังนี้ คือผู้บริโภคให้คะแนนยอมรับด้านความเค็มสูตร KCl 50% สูงสุด แตกต่างทางสถิติกับสูตรอื่น นอกจากนี้ยังให้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ และสีที่ไม่แตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าผลการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์เคยปลาสดได้อัตราส่วนสูงสุด 50%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี พ.ศ. 2565 และขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ, ธีรพร กงบังเกิด, และนิติพงศ์ จิตร์โชนัน. (2562). ผลการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในกะปิ. คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร. 65 หน้า.
- กุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์. (2563). ผลของการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบหอยนางรม. *วารสารวิจัยและพัฒนาวิทยาลัยเกษตรกรรมในพระบรมราชูปถัมภ์*, 15(2), 45-57.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2541). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 เรื่อง ฉลากโภชนาการ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2566, เข้าถึงได้จาก <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2541/D/047/23.PDF>.
- รัฐกรณ์ จานงค์ผล และพัชราภรณ์ ถิ่นจันทร์. (2561). การลดเกลือโซเดียมในผลิตภัณฑ์มะม่วงดอง. *แก่นเกษตร*, 46(1), 1354-1361.
- วิฑูรย์ ปริญญาวิวัฒน์กุล และสุจินดา ศรีวัฒนะ. (2556). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเวียนนาลดโซเดียม*. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศันธร พิชัย, ญาณิศา โพธิ์รัตนโส และปาริชาติ ราชมณี. (2561). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาร้าหลนและแกงปลาร้าโซเดียมต่ำ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 38 หน้า.
- สิทธิศักดิ์ เขตสกุล. (2561). กะปิ ตำรับอาหารของอาเซียน. *วัฒนธรรม*, 52(1), 99-102.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2561). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง กะปิ มผช. 61/2561*. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2566, เข้าถึงได้จาก [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0061_61\(%e0%b8%81%e0%b8%b0%e0%b8%9b%e0%b8%b4\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0061_61(%e0%b8%81%e0%b8%b0%e0%b8%9b%e0%b8%b4).pdf).
- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 20th Edition. Gaithersburg, Maryland Gaithersburg, MD, USA: AOAC International.
- BAM U.S. Food and Drug Administration (USFDA). (2021). *Bacteriological Analytical Manual Chapter 3 Aerobic Plate Count*. Accessed October 14, 2023, Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>, 14 October 2023.

- BAM U.S. Food and Drug Administration (USFDA). (2022). *Bacteriological Analytical Manual Chapter 18 Yeasts, Molds and Mycotoxins*. Accessed October 14, 2023, Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>,
- BAM U.S. Food and Drug Administration (USFDA). (2023). *Bacteriological Analytical Manual Chapter 5 Salmonella*. Accessed October 14, 2023, Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>.
- BAM U.S. Food and Drug Administration (USFDA). (2020). *Bacteriological Analytical Manual Chapter 4 Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria*. Accessed October 14, 2023, Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>.
- Chambers IV, E., & Wolf, M.B. (1996). *Sensory Testing Methods*. 2nd Edition. American Society for Testing and Materials. USA, Philadelphia.
- Chen, M.J., Hsieh, Y.T., Weng, Y.M., & Chiou, R.Y.Y. (2005). Flame photometric determination of salinity in processed foods. *Food Chemistry*, 91, 765-770.
- Galvis-Sanchez, A.C., Toth, I.V., Portela, A., Delgadillo, I., & Rangel, A.O.S.S. (2011). Monitoring sodium chloride during cod fish desalting process by flow injection spectrometry and infrared spectroscopy. *Food Control*, 22, 277-282.
- Jittrepotch, N., Rojsunthornkitti, K. & Kongbangkerd, T. (2020). Effects of low sodium chloride substitutes on physic-chemical and sensory properties of Kapi, A fermented shrimp paste, during fermentation. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9(4), 695-699.
- Mandal, A., Biswas, T., Mondal, N.S., Dey, S., Patra, A., Das, S., Mondal, A.K., Dey, A.K., & Ghosh, A.R. (2021). Assessment of the nutritional quality of fish cultured in Samdihi, an open cast coalpit at the Raniganj Coal Field areas, West Bengal, India. *Lakes & Reservoirs*, 26(1), 3-12.