ผลของก้างปลานิลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร

กฤตภาส จินาภาค[1*] สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง[2]
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ต.ขุนทะเล อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84100
ธวัชชัย จิตวารินทร์[3]
วิทยาลัยชุมชนพังงา ต.บ่อแสน อ.ทับปุด จ.พังงา 82180
และ ลภัสรดา จิตวารินทร์[4]
มหาวิทยาลัยมหิดล ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

** Corresponding Author: krittabhart.chi@sru.ac.th*
[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
[2] อาจารย์สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
[3] รองผู้อำนวยการ วิทยาลัยชุมชนพังงา
[4] อาจารย์สาขาประชากรศึกษา คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ :
รับเพื่อพิจารณา : 5 สิงหาคม 2564
แก้ไข : 3 สิงหาคม 2565
ตอบรับ : 8 สิงหาคม 2565
DOI : 10.14456/kmuttrd.2022.19

คำสำคัญ : ก้างปลา / คุณภาพ / น้ำพริก / สมุนไพร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณก้างปลานิลที่มีต่อคุณภาพน้ำพริกสมุนไพร จากการศึกษาการทดแทนเนื้อปลาด้วยก้างปลานิลในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่ระดับต่าง ๆ (ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนักของเนื้อปลา) พบว่า ปริมาณก้างปลานิลที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นลดลงที่ทุกระดับปริมาณก้างปลาที่ใช้ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) และค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร ($P\geq0.05$) ในแง่ของสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร พบว่า เมื่อปริมาณก้างปลานิลที่ใช้เพิ่มขึ้น ค่า L^* a^* และ b^* ลดลง ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร พบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับน้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลร้อยละ 75 สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองทั้งหมด ($P<0.05$) เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลร้อยละ 75 ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 354.52 กิโลแคลอรี มีปริมาณแคลเซียม 822.55 มิลลิกรัม ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต 9.66 10.58 16.67 7.89 21.72 และ 55.21 กรัม ตามลำดับ ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลร้อยละ 75 โดยน้ำหนัก ในแง่ของลักษณะปรากฏต่าง ๆ ดังนี้ ด้านสี ระดับชอบปานกลาง ด้านกลิ่นรส ด้านรสชาติ และด้านความชอบรวม ระดับชอบมาก เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ค่าสี ค่าความชื้น ค่า a_w ค่าความเป็นกรด-ด่างและคุณภาพด้านจุลินทรีย์

Effect of Nile tilapia *(Oreochromis niloticus)* Bone on Quality of Dried Herbal Chili Paste

Krittabhart Chinabhark[1*] , Supannikar Sribuathong[2],
Suratthani Rajabhat University, Khuntale, Muang, Suratthani 84100
Tawatchai Jitwarin[3]
Phang nga Community College, Bor Saen, Thap put, Phang nga 82180
and Lapasrada Jitwarin[4]
Mahidol University, Salaya, Phuttamonthon, Nakorn Pathom 73170

** Corresponding Author: krittabhart.chi@sru.ac.th*

[1] Assistant Professor, Food Innovation and Nutrition Program. Faculty of Science and Technology.

[2] Lecturer, Food Innovation and Nutrition Program. Faculty of Science and Technology.

[3] Deputy Director. Phang nga Community College.

[4] Lecturer, Population Education. Faculty of Social Sciences and Humanities.

Article Info

Article History:
Received: August 5, 2021
Revised: August 3, 2022
Accepted: August 8, 2022
DOI : 10.14456/kmuttrd.2022.19

Keywords : Fish Bone / Qualities/ Dried Chili Paste / Herb

Abstract

The objective of this research was to study the effect of tilapia fish bones on the quality of herbal chili paste. By studying the substitution of fish fillets with Nile tilapia bones (NB) in herbal chili paste product at different levels (0, 25, 50, 75 and 100% w/w of fish fillets), it was found that an increase in the amount of NB resulted in a decrease in the moisture content at all levels of NB ($P<0.05$); no effect on water activity (a_w) and pH of ($P\geq0.05$) was noted, however. In terms of color of the herbal chili paste product, when the amount of NB used in the product increased, *L* a** and *b** values decreased. Total viable count, molds and yeasts counts were noted to be lower than 10 CFU/g. Panelists accepted the herbal chili paste product with 75% NB at the highest level ($P<0.05$). In terms of the nutritional value, 100 g of the herbal chili paste product with 75% NB provided 354.52 kcal of energy and 822.55 mg of calcium; its fat, moisture, ash, fiber and carbohydrate contents were 9.66%, 10.58%, 16.67%, 7.89%, 21.72% and 55.21%, respectively. Customers accepted the herbal chili paste product with 75% NB in terms of appearance and color at the moderate level, while accepted the taste, odor, and overall likeness at the like very much level. When storing the product for 1 month, there were no changes in the various quality aspects, namely, color, moisture content, a_w, pH and microbial count.

1. บทนำ

น้ำพริกเป็นอาหารไทยที่อยู่คู่กับคนไทยมานาน น้ำพริกของแต่ละภาคจะมีเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันไป โดยนิยมนำน้ำพริกมารับประทานร่วมกับอาหารมื้อหลัก อาจทานกับผักลวก หรือนำมาคลุกกับข้าวสวย น้ำพริกมีส่วนผสมที่แตกต่างกันไป โดยมีส่วนผสมหลัก ได้แก่ พริก หัวหอมแดง กระเทียม เป็นต้น อาจมีการเติมส่วนผสมที่เนื้อสัตว์ เช่น ปลา กุ้ง ปลาดุกร้า [1] สมุนไพร เช่น ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า ลงไปแล้วนำมาผัด ปรุงรสด้วยมะนาว น้ำปลา น้ำมะขามเปียก สิ่งสำคัญในการทำน้ำพริกคือ การคัดเลือกชนิดของสมุนไพร และการปรับสัดส่วนของส่วนผสมต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมลงตัวทั้งด้านลักษณะปรากฏ สีและรสชาติ [2-3]

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่นิยมรับประทานกันมาก การแปรรูปปลานิลจะมีเศษเหลือประมาณร้อยละ 65 โดยคิดเป็นครีบปลาร้อยละ 10 ก้างปลาร้อยละ 15 ส่วนหัวร้อยละ 20 เครื่องในและส่วนอื่น ๆ ร้อยละ 20 ส่วนใหญ่เศษเหลือทิ้งเหล่านี้มักจะนำไปเป็นอาหารสัตว์นำไปทำเป็นปุ๋ย ซึ่งการใช้ประโยชน์ในการนำมาเป็นส่วนผสม หรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารยังมีอยู่น้อย เนื่องจากก้างปลานิลมีลักษณะที่ใหญ่และแข็งจึงมักเป็นปัญหาอย่างหนึ่งในการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากนี้ ก้างปลายังเป็นแหล่งของแคลเซียมที่สำคัญ [4] ในปัจจุบัน ได้มีการนำเอาก้างปลาซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น การนำก้างปลาทูน่าที่เป็นผลพลอยได้ของเศษเหลือจากกระบวนการแปรรูปปลาทูน่ากระป๋องมาผลิตผงไบโอแคลเซียม พบว่าก้างปลาโอดำและก้างปลาทูน่าครีบเหลืองมีองค์ประกอบทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณโปรตีนร้อยละ 27.93 และ 26.29 ไขมันร้อยละ 0.26 และ 0.19 และเถ้าร้อยละ 69.68 และ 69.54 ตามลำดับ [5] การสกัดแคลเซียมจากก้างปลาโดยการนำเอาก้างปลาทูน่ามาผลิตผงไบโอแคลเซียมแล้วนำมาเสริมในข้าวเกรียบข้าวสาลีเพื่อเป็นแหล่งอาหารเพื่อสุขภาพที่อุดมไปด้วยแคลเซียม [6] การนำก้างปลานิลมาเสริมในน้ำพริกผัดเสริมแคลเซียมจากก้างปลานิลทอด พบว่า ก้างปลานิลทอดมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 44.44 ไขมันร้อยละ 14.15 และเถ้าร้อยละ 42.92 มีปริมาณแคลเซียม 22.34 กรัมต่อ 100 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) [4] การพัฒนาก้างปลานิลปรุงรสให้มีลักษณะคล้ายขนมขบเคี้ยวโดยทำให้ก้างปลานิลอ่อนนุ่มก่อนนำไปทำผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้อุณหภูมิ 121-125 องศาเซลเซียส ความดันไอน้ำที่ 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ 8,878 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม [7] เป็นต้น การเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสลาดในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่า ผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสลาดที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวนวล โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.93±0.10 โปรตีนร้อยละ 21.84±0.15 ไขมันร้อยละ 1.56±0.11 เถ้าร้อยละ 65.81±0.08 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.86±0.09 และแคลเซียม 28,330 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม [8] แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อร่างกาย โดยร่างกายจะมีแคลเซียมปริมาณมากที่สุด คือ 1,200 - 2,000 กรัม พบอยู่ในกระดูกและฟันร้อยละ 99 ส่วนแคลเซียมอีกร้อยละ 1 พบอยู่ในเลือด เนื้อเยื่อและของเหลวต่าง ๆ ในร่างกาย [9, 11] นอกจากนี้แคลเซียมยังมีผลต่อการทำงานของเส้นประสาท เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ [10] แหล่งแคลเซียมจากธรรมชาติที่นิยมนำมาใช้เสริมในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ก้างปลา กระดูกไก่ ซึ่งจะมีองค์ประกอบคล้ายกับโครงสร้างกระดูกของคน ก้างปลาเป็นแหล่งของแคลเซียมฟอสเฟตที่มีความคล้ายคลึงกับส่วนประกอบของกระดูกมนุษย์ และร่างกายสามารถดูดซึมแคลเซียมจากก้างปลาได้ดี [11-13] หากมีการนำก้างปลานิลมาใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจะสามารถช่วยลดของเสียที่เกิดขึ้นได้และเป็นการใช้วัสดุเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า การใช้หม้ออัดแรงดันเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถทำให้ก้างปลานิลนิ่มขึ้น โดยเป็นเครื่องมือที่มีราคาไม่แพงมาก สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทำให้ก้างปลานิลนิ่มสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารได้เข้ากับยุคสมัยปัจจุบัน

ปัจจุบัน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนออมทรัพย์กลุ่มแม่บ้านควนทองทำการผลิตเครื่องแกงและน้ำพริกต่าง ๆ จำหน่าย ได้แก่ เครื่องแกงส้ม แกงคั่ว แกงคั่วยาไก่สมุนไพร น้ำพริกตาแดง น้ำพริกนรกปลาย่างและน้ำพริกกุ้งเสียบ เป็นต้น ในกระบวนการผลิตนั้นมีวัสดุเศษเหลือ ได้แก่ ก้างปลาจากการทำน้ำพริก และในท้องถิ่นมีก้างปลานิลซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือการการนำมาบริโภค การนำก้างปลาซึ่งเป็นแหล่งของแคลเซียมมาใช้ผลิตเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์น้ำพริกจัดว่าเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์และ

สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเหลือทิ้ง ดังนั้นการนำก้างปลานิลซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือในท้องถิ่น มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรเสริมแคลเซียมจากก้างปลานิล จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้วัสดุเศษเหลือให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นแนวทางสำหรับผู้รักสุขภาพอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถเป็นช่องทางในการสร้างรายได้เสริมให้กับกลุ่มวิสาหกิจได้อีกทางหนึ่ง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณก้างปลานิลที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมก้างปลา

ปลานิลขนาด 2 ตัวต่อกิโลกรัม ได้จากตลาดสดเทศบาลสุราษฎร์ธานี อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำการแล่เนื้อ แยกส่วนของก้างปลาและทำการขูดเนื้อออกจากก้างแล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด บรรจุในถุงโพลิโพรพิลีน ปิดผนึกนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อถึงเวลาใช้นำมาละลายน้ำแข็งโดยการแช่น้ำไหลผ่าน จากนั้นนำก้างปลานิลทำให้นิ่มด้วยหม้ออัดแรงดัน รุ่น P2530842 ยี่ห้อ Tefal ที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส ความดัน 170 kPa เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องบดสับ ยี่ห้อ CUIZIMATE รุ่น RBS6617 ด้วยความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 1 นาที จะได้ก้างปลานิลเพื่อใช้เติมทดแทนเนื้อปลานิลในการผลิตน้ำพริกสมุนไพร [4] นำก้าง ปลานิลที่ได้มาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (Chroma meter) รุ่น CR-400 ยี่ห้อ Konica Minolta แสดงค่าในรูปค่า *L** (Lightness) *a** (redness/ greenness) และ *b** (yellowness/ blueness) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้าและความชื้น [14]

2.2 การผลิตน้ำพริกสมุนไพร

ชั่งส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อปลานิล ก้างปลานิล พริกแห้ง หัวหอมแดง กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด และกะปิ เป็นต้น นำพริกแห้ง กระเทียม หัวหอมแดง มาคั่วให้หอม จากนั้นนำตะไคร้ ใบมะกรูด พริกแห้ง หัวหอมแดง กระเทียม ที่คั่วแล้วมาบดให้ละเอียด แล้วนำมาผัดในกระทะโดยใส่น้ำมันลงไป เติมส่วนผสมต่าง ๆ ที่เตรียมไว้แล้ว เช่น เนื้อปลานิล ก้างปลานิล กระเทียม หัวหอมแดง ลงไปผัดให้เข้ากัน ใส่ส่วนผสมที่เหลือทั้งหมดลงไป ปรุงรสด้วยน้ำปลา น้ำมะขามเปียก ใช้อุณหภูมิในการผัดน้ำพริกสมุนไพรที่ 70±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ดัดแปลงวิธีการของ [2]) นำน้ำพริกสมุนไพรมาบรรจุในถุงรีทอร์ท เพาช์ ขนาด 9x14 เซนติเมตร บรรจุถุงละ 40 กรัม ปิดผนึกแล้วนำไปเรียงใส่ในลังถึงนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาฆ่าเชื้อนำน้ำพริกที่บรรจุในถงรีทอร์ท เพาช์ มาทำให้เย็นตัวโดยเร็วด้วยการแช่น้ำประปา ผึ่งให้แห้ง เก็บที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปใช้สำหรับศึกษาในขั้นตอนต่อไป [15]

2.3 การศึกษาปริมาณก้างปลาที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร

ศึกษาปริมาณก้างปลานิลที่เหมาะสมต่อน้ำพริกสมุนไพรที่ระดับต่าง ๆ 5 ระดับ ทำการผลิตน้ำพริกสมุนไพรสูตรต่าง ๆ โดยการทดแทนเนื้อปลาด้วยก้างปลานิลที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนักของเนื้อปลานิลทั้งหมด นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่ได้มาทดสอบคุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น [14] ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่า a_w รุ่น Lab Touch-aw ยี่ห้อ Novasina ค่าความเป็นกรด - ด่าง โดยนำตัวอย่างน้ำพริกสมุนไพรมา 4 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วทำการโฮโมจีไนส์ (homogenization) ให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ รุ่น OV5 ยี่ห้อ VELP scientifica นำมาวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น cond 720 ยี่ห้อ WTW [16]

2.3.2 คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (Chroma meter) รุ่น CR-400 ยี่ห้อ Konica Minolta แสดงค่าในรูปค่า *L** (Lightness) *a** (redness/ greenness) และ *b** (yellowness/ blueness)

2.3.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด [17] *Salmonella* [18] *Staphylococcus aureus* [19] *Bacillus cereus* [20] *Clostridium*

perfringens [21] *Escherichia coli* [22-23] และปริมาณยีสต์และรา [24]

2.3.4 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยนำน้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลาระดับต่าง ๆ มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ 9 ระดับคะแนน (9 point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่นรส (Flavor) รสชาติ (Taste) และความชอบโดยรวม (Overall Acceptability) โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึง เฉย ๆ 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 7 หมายถึง ชอบปานกลาง 8 หมายถึง ชอบมาก 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบชิมประเภทผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panels) จำนวน 30 คน คัดเลือกน้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่ได้การยอมรับสูงสุด เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

2.4 การศึกษาปริมาณสารอาหารในน้ำพริกสมุนไพร

นำน้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2.3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกสมุนไพรดังนี้ ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใยแคลเซียม [14] และพลังงานทั้งหมด [25]

2.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

นำน้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2.3 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร ทำการทดสอบแบบ Central Location Test (CLT) กับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป (Consumer) จำนวน 100 คน โดยทำการทดสอบตัวอย่างพร้อมกรอกข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคและให้คะแนนความชอบตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรด้วยวิธีทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ 9 ระดับคะแนน (9 point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่นรส (Flavor) รสชาติ (Taste) และความชอบโดยรวม (Overall Acceptability) โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึง เฉย ๆ 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 7 หมายถึง ชอบปานกลาง 8 หมายถึง ชอบมาก 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด [26]

2.6 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร

นำน้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่มีการทดแทนก้างปลานิลร้อยละ 75 มาบรรจุในถุงรีทอร์ท เพาช์ ขนาด 9x14 เซนติเมตร บรรจุถุงละ 40 กรัม ปิดผนึกแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 เดือน โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 7 วัน นำมาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.6.1 ความชื้น [15] ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่า a_w รุ่น Lab Touch-aw ยี่ห้อ Novasina ค่าความเป็นกรด - ด่าง โดยนำตัวอย่างน้ำพริกสมุนไพรมา 4 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วทำการโฮโมจีไนส์ (homogenization) ให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ รุ่น OV5 ยี่ห้อ VELP scientifica นำมาวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น cond 720 ยี่ห้อ WTW [16]

2.6.2 คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (Chroma meter) รุ่น CR-400 ยี่ห้อ Konica Minolta แสดงค่าในรูปค่า *L** (Lightness) *a** (redness/greenness) และ *b** (yellowness/blueness)

2.6.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด [17] *Salmonella* [18] *Staphylococcus aureus* [19] *Bacillus cereus* [20] *Clostridium perfringens* [21] *Escherichia coli* [22-23] และปริมาณยีสต์และรา [24]

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA: Analysis of Variance) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ค่าเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของปริมาณก้างปลาที่เหมาะสมที่มีต่อคุณภาพของน้ำพริกสมุนไพร

ก้างปลานิลที่เตรียมโดยวิธีการนำมานึ่งด้วยหม้ออัดแรงดันอุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส ความดัน 170 kPa เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้เป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ก้างปลานิลมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.68 ปริมาณไขมันร้อยละ 4.53 ปริมาณความชื้นร้อยละ 45.78 และปริมาณเถ้าร้อยละ 37.27 ก้างปลานิลที่เตรียมได้มีสีคล้ำ ค่า L^* เท่ากับ 50.83±0.15 ค่า a^* เท่ากับ 2.85±0.08 ค่า b^* เท่ากับ 17.74±0.48 (ไม่ปรากฏข้อมูล) ก้างปลานิลมีสีคล้ำเนื่องจากเนื่องจากมีการปนเปื้อนโปรตีน ไขมัน และเลือดปลา ในก้างปลาจะมีโปรตีนกรดอะมิโน ไขมันและเลือดปลาเป็นส่วนประกอบ ทำให้เกิดการผลิตสารประกอบคาร์บอนิลจากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์โดยเกิดขึ้นกับกรดอะมิโน [6] โดยองค์ประกอบทางเคมีและค่าสีของก้างปลานิลที่เตรียมได้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาคุณภาพของก้างปลานิลที่เตรียมด้วยวิธีการนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันนาน 150 นาที พบว่า ก้างปลานิลมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.75 ปริมาณไขมันร้อยละ 5.85 ปริมาณความชื้นร้อยละ 47.47 และปริมาณเถ้าร้อยละ 33.16 [4] มีรายงานว่า ก้างปลาโมงมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.52 ปริมาณไขมันร้อยละ 17.03 ปริมาณความชื้นร้อยละ 55.61 และปริมาณเถ้าร้อยละ 14.28 [27] ก้างปลาโฮกิผงมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 28.0 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.94 และปริมาณเถ้าร้อยละ 69.46 [28] ก้างปลากรายมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 18.74 ปริมาณไขมันร้อยละ 2.10 ปริมาณความชื้นร้อยละ 65.00 ปริมาณเถ้าร้อยละ 10.61 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.68 [29] ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของก้างปลานั้นจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของปลาและวิธีการเตรียมก้างปลา [5, 8] เมื่อนำก้างปลานิลมาใช้ศึกษาปริมาณก้างปลานิลที่เหมาะสมในการผลิตน้ำพริกสมุนไพร โดยการนำก้างปลานิลที่เตรียมตามข้อ 2.1 มาผลิตน้ำพริกสมุนไพรในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกัน 5 ระดับ โดยเติมก้างปลานิลที่ผ่านการทำให้นิ่มด้วยหม้ออัดแรงดันมาทดแทนเนื้อที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก แล้วนำผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัส จากการทดลองผลการวิเคราะห์ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเติมก้างปลานิลที่ 5 ระดับ (ตารางที่ 1) พบว่า ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลอยู่ในช่วงร้อยละ 16.76-20.30 ซึ่งค่าความชื้นของน้ำพริกแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำพริก เช่น น้ำพริกอ่องกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้นร้อยละ 8.72 ค่า a_w เท่ากับ 0.54 [30] น้ำพริกผัดเสริมแคลเซียมจากก้างปลานิลโดยการนำก้างปลานิลมาทอดก่อนนำมาเติมในส่วนผสมของน้ำพริกแล้วนำมาผัดจนแห้งมีความชื้นร้อยละ 14.24 [4] ปริมาณของก้างปลานิลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมีค่าความชื้นแตกต่างกัน โดยปริมาณก้างปลานิลที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมีความชื้นลดลง ($P<0.05$) เนื่องจากความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อปลามีปริมาณสูงกว่าก้างปลานิลที่ใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร เมื่ออัตราส่วนของเนื้อปลาลดลงในขณะที่ปริมาณก้างปลาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความชื้นเริ่มต้นน้อยกว่าการใช้เนื้อปลาในปริมาณที่มากกว่าก้างปลา เมื่อนำน้ำพริกสมุนไพรมาผัดจนครบเวลาทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมีค่าความชื้นลดลงเมื่อปริมาณก้างปลานิลเพิ่มขึ้น ค่า a_w ของน้ำพริกสมุนไพรที่มีการเติมก้างปลานิลที่ระดับต่าง ๆ อยู่ในช่วง 0.56-0.57 มีค่าใกล้เคียงกับค่า a_w ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกผัดเสริมแคลเซียมจากก้างปลานิลที่เตรียมก้างปลาด้วยวิธีการทอด บดเป็นผงและนึ่งความดันมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.63-0.74 [4] ในด้านค่า a_w ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรพบว่า ปริมาณก้างปลานิลที่เติมลงไปทดแทนเนื้อปลานิลไม่มีผลต่อค่า a_w และค่าความเป็นกรด - ด่าง (5.51-5.53) ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร ($P\geq0.05$) ปริมาณก้างปลานิลที่เติมลงไปทดแทนเนื้อปลานิลไม่มีผลต่อค่า a_w ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรเนื่องจากก้างปลานิลที่เติมลงไปนั้นผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณภูมิและความดันสูงทำให้เกิดการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน โปรตีนและไขมันที่เป็นส่วนประกอบภายในของก้างปลา ทำให้โครงสร้างก้างปลานิลเกิดเป็นรูพรุนทำให้โครงสร้างก้างปลามีลักษณะหนาแน่นน้อยลง มีรูพรุนขนาดใหญ่ ซึ่งมีจำนวนรูพรุนอยู่จำนวนมาก ทำให้สูญเสียความสามารถในการจับกับน้ำ [31] ทำให้เมื่อทดแทนเนื้อปลาด้วยก้างปลานิลในระดับที่เพิ่มขึ้น

จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w เมื่อเปรียบเทียบกับการเสริมแคลเซียมจากก้างปลาที่มีการเตรียมก้างปลาด้วยวิธีการอบ หรือทอดแล้วทำมาบดให้ละเอียดนั้น ก้างปลาจะมีลักษณะเป็นผงมีความชื้นต่ำ เมื่อเติมในผลิตภัณฑ์อาหารมีผลทำให้ปริมาณของแข็งในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยส่วนของก้างปลาผงที่เติมลงไปจะไปจับกับส่วนที่เป็นน้ำอิสระทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลงส่งผลให้ค่าความชื้นและค่า a_w ลดลง [32] สอดคล้องกับการศึกษาการผลิต บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า เมื่อเพิ่มปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าทำให้ค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ลดลง [33] สอดคล้องกับการเสริมแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบเมื่อใช้ปริมาณก้างปลาป่นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10-30 [34]

เมื่อพิจารณาค่าสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมปริมาณก้างปลานิลที่ระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 2) พบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ (ค่า *L**) น้ำพริกสมุนไพรทั้ง 5 ชุดการทดลองแตกต่างกัน โดยค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณก้างปลาในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ค่า *L** และค่า *a** ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมก้างปลานิล (ชุดควบคุม) มีค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองทั้งหมด ($P<0.05$) สีของผลิตภัณฑ์ออกเหลืองแดงคล้ำ โดยชุดการทดลองที่มีการเติมก้างปลาร้อยละ 100 มีค่า *L** *a** และ *b** ต่ำสุด ($P<0.05$) ชุดการทดลองที่เติมก้างปลาร้อยละ 100 นั้นสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรจะเข้มที่สุด ปริมาณก้างปลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากก้างปลาที่ผ่านกระบวนการทำให้นิ่มด้วยหม้ออัดแรงดันสูงเมื่อบดแล้วจะมีสีเทา ๆ เมื่อนำก้างปลามาเติมในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่ระดับต่าง ๆ ปริมาณก้างปลาที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมีสีเข้มขึ้นด้วย เนื่องจากในกระบวนการผลิตน้ำพริกสมุนไพรมีการให้ความร้อนส่งผลให้คาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรเกิดการสลายตัวเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลรีดิวซิงเมื่อได้รับความร้อนในสภาวะที่มีน้ำกับเอมีนจะทำให้เกิดสารประกอบต่าง ๆ มากมายหลายชนิด ซึ่งมีผลต่อสีกลิ่นและรสชาติของอาหารอบ ปิ้ง ย่าง หรือระหว่างเก็บรักษา น้ำตาลรีดิวซิงจะทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโนและโปรตีนได้เป็น ไกลโคซิล เอมีน

ตารางที่ 1 คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลระดับต่าง ๆ

NB (%w/w).	Moisture (%)	a_w^{ns}	pH^{ns}
0	20.30±0.05^a	0.56±0.01	5.53±0.01
25	19.80±0.03^b	0.57±0.02	5.53±0.02
50	18.70±0.02^c	0.56±0.02	5.52±0.03
75	16.79±0.09^d	0.57±0.01	5.51±0.01
100	16.76±0.08^d	0.56±0.04	5.51±0.02
หมายเหตุ : *อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\geq0.05$)			

ตารางที่ 2 ค่าสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลระดับต่าง ๆ

NB (%w/w).	*L**	*a**	*b**
0	30.84±0.50^a	13.14±0.51^a	26.97±0.58^a
25	26.58±0.56^b	11.18±0.07^b	22.68±0.94^b
50	21.93±0.81^c	10.58±0.23^c	20.64±0.08^c
75	21.74±0.38^c	10.53±0.34^c	17.19±0.34^d
100	17.31±0.66^d	7.97±0.16^d	13.21±0.40^d
หมายเหตุ : *อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)			

0% 25% 50% 75% 100%

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

รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลระดับต่าง ๆ , (a) 0% (b) 25% (c) 50% (d) 75% และ (e) 100%

(N-substituted glycosylamine) และจะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล เรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) หรือ non-enzymatic browning [32, 35] ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมีสีคล้ำขึ้นเมื่อสัดส่วนของก้างปลาเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1) ค่า *L* a* b** ลดลง เนื่องจากการทดแทนเนื้อปลาด้วยก้างปลา ส่งผลต่อการลดลงของหมู่เอมีน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจึงทำให้ค่า *b** มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อมีสัดส่วนของก้างปลาเพิ่มขึ้น [32] เมื่อมีการทดแทนเนื้อปลานิลด้วยก้างปลานิลในระดับที่สูงขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมีสีคล้ำขึ้น ทำให้ค่า *L* a** และ *b** ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม ($P<0.05$) เมื่อปริมาณก้างปลาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า *L* a** และ *b** ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรลดลง เนื่องจากในก้างปลาจะมีเลือดปนอยู่ [5, 31] โดยก้างปลาจะมีเส้นเลือดสอดแทรกเป็นเครือข่ายร่างแหอยู่ภายใน [36] เมื่อเลือดที่อยู่ในก้างปลาได้รับความร้อนและแรงดันสูงจากหม้ออัดแรงดันในขั้นตอนการเตรียมก้างปลา เม็ดสีไมโอโกลบินที่เป็นรงควัตถุในเลือดจะเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) และทำให้เมทไมโอโกลบินเสียสภาพธรรมชาติ (denatured metmyoglobin) เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ [32, 37-38] เมื่อนำก้างปลานิลที่ได้จากการนึ่งด้วยหม้ออัดแรงดันมาบดให้เป็นเนื้อเดียวกันในขั้นตอนเตรียมก้างจึงทำให้ก้างปลาบดมีสีเทาคล้ำ ส่งผลให้ค่า *L* a** และ *b** ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรลดลงเมื่อปริมาณก้างปลาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ค่า *L* a** และ *b** ที่ลดลงเนื่องจากกรดอะมิโนและไขมันบางชนิดเป็นส่วนประกอบในก้างปลา ทำให้เกิดการผลิตสารประกอบคาร์บอนิลจากการเกิดออกซิเดชันของไขมันซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์โดยเกิดขึ้นกับกรดอะมิโนและโปรตีนที่อยู่ในก้างปลาโดยมีความร้อนจากการผัดน้ำพริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา [6] สอดคล้องกับการเสริมแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบด้วยก้างปลาป่นคือเมื่อใช้ปริมาณก้างปลาป่นเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น [34] เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลาระดับต่าง ๆ มาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *Salmonella* ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม Bacillus cereus น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *Clostridium perfringens* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/ กรัม และปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำพริกป่นแห้ง. มผช.130/2556.

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน (ตารางที่ 3) จากผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ ในระดับชอบปานกลางเมื่อมีการเติมก้างปลานิลทดแทนเนื้อปลาที่ร้อยละ 0 25 50 และ 75 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ($P\geq0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลร้อยละ 100 ในด้านสีต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองทั้งหมด ($P<0.05$) ค่าการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรในด้านสีลดลงเมื่อเติมปริมาณก้างปลานิลมากกว่าร้อยละ 75 สอดคล้องกับค่า *L* a** และ *b** ที่ลดลงเมื่อปริมาณก้างปลานิลเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร ส่งผลให้ผู้ทดสอบชิม

ให้ค่าคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรลดลงในด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี เมื่อเติมก้างปลานิลมากกว่าร้อยละ 75 ($P<0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลาระดับต่าง ๆ ในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสและรสชาติระดับชอบปานกลาง จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณก้างปลานิลที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ไม่มีผลต่อระดับคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสและรสชาติ ($P\geq0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนคุณลักษณะในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่มีการเติมก้างปลาร้อยละ 75 สูงกว่าชุดการทดลองที่เติมก้างปลานิลร้อยละ 25 และ 50 ($P<0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านความชอบรวมในชุดการทดลองที่ใช้ก้างปลาทดแทนเนื้อปลาร้อยละ 100 ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรต่ำสุด ($P<0.05$) ดังนั้นจึงเลือกชุดการทดลองที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยก้างปลานิลร้อยละ 75 เนื่องจากเป็นชุดการทดลองที่สามารถเติมก้างปลานิลในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรได้สูงที่สุดและผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูงที่สุดใกล้เคียงกับชุดการทดลองควบคุม เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

มีการเติมก้างปลานิลเพื่อทดแทนเนื้อปลาร้อยละ 75 พบว่าในผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.66 ไขมันร้อยละ 10.56 ความชื้นร้อยละ 16.67 เถ้าร้อยละ 7.89 ใยอาหารร้อยละ 21.72 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55.21 พลังงานทั้งหมด 354.52 kcal ปริมาณแคลเซียม 822.551 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณของแคลเซียมในผลิตภัณฑ์อาหารจะมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของก้างปลาที่นำมาใช้ เช่น ก้างปลาทูน่ามีปริมาณแคลเซียมร้อยละ 24.48 [39] ก้างปลาโมงมีปริมาณแคลเซียมร้อยละ 26.67 [27] ก้างปลาโฮกิและปลากระพงขาวมีปริมาณแคลเซียมร้อยละ 31.8 และ 28.1 ตามลำดับ [13] น้ำพริกผัดเสริมแคลเซียมจากก้างปลานิลเตรียมโดยการนำก้างปลานิลมาทอดก่อนนำมาเติมในส่วนผสมของน้ำพริกแล้วนำมาผัดจนแห้ง พบว่า มีปริมาณแคลเซียม 8,942 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม นอกจากนี้รูปแบบการเตรียมก้างปลาและปริมาณที่นำมาใช้จะมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์สุดท้าย [4]

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลานิลระดับต่าง ๆ

NB (%w/w).	Attribute				
	Appearance	Color	Flavor^{ns}	tastens	Overall Acceptability
0	7.43±0.63^{a}	7.43±0.68^{a}	7.40±0.62	7.50±0.68	7.83±0.83^{a}
25	7.53±0.73^{a}	7.50±0.73^{a}	7.60±0.72	7.30±0.88	7.10±1.32^{b}
50	7.50±0.73^{a}	7.57±0.68^{a}	7.70±0.75	7.23±1.01	7.03±1.10^{b}
75	7.53±0.86^{a}	7.37±0.61^{a}	7.77±0.94	7.67±1.07	7.80±1.21^{a}
100	7.03±0.85^{b}	7.00±0.59^{b}	7.47±0.73	7.43±0.82	6.43±1.14^{c}

หมายเหตุ : *อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\geq0.05$)

3.2 ศึกษาปริมาณสารอาหารในน้ำพริกสมุนไพร

นำน้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2.3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่

3.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากผลการทดลองเมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2.3

คือ ชุดการทดลองที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยก้างปลาร้อยละ 75 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับคะแนน ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส สี และความชอบรวมกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป (Consumer) จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 84 คน (ร้อยละ 84) เพศชายจำนวน 16 คน (ร้อยละ 16) และมีอายุอยู่ในช่วง 19-23 ปี (ร้อยละ 36) อายุอยู่ในช่วง 24-29 ปี (ร้อยละ 21) อายุอยู่ในช่วง 30-35 (ร้อยละ 27) อายุมากกว่า 36 ปี (ร้อยละ 16) โดยกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่เติมก้างปลาร้อยละ 75 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ในด้านลักษณะปรากฏที่ระดับชอบปานกลาง (7.56±0.78) ด้านสีที่ระดับชอบปานกลาง (7.66±0.72) ด้านกลิ่นรสในระดับชอบมาก (8.07±0.88) ด้านรสชาติในระดับชอบมาก (8.03±0.96) และด้านความชอบรวมในระดับชอบมาก (8.04±0.93)

3.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพร

นำน้ำพริกสมุนไพรชุดการทดลองที่มีการทดแทนก้างปลาร้อยละ 75 มาบรรจุในถุงรีทอร์ท เพาช์ ขนาด 9 x 14 เซนติเมตร บรรจุถุงละ 40 กรัม ปิดผนึกแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ค่าความชื้น ค่า a_w ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ($P \geq 0.05$) โดยค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *Salmonella* ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *Bacillus cereus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *Clostridium perfringens* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/ กรัม และปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำพริกปนแห้ง. มผช. 130/2556 ผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรพบจุลินทรีย์ในปริมาณน้อย เนื่องจากในน้ำพริกสมุนไพรประกอบด้วยเครื่องเทศต่าง ๆ ได้แก่ พริก หัวหอมแดง กระเทียม เป็นต้น ซึ่งในสมุนไพรเหล่านี้มีสารออกฤทธิ์ตามธรรมชาติที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ [40, 41] การยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหาร โดยการใช้เครื่องเทศเป็นส่วนผสมในน้ำพริกสมุนไพร ได้แก่ หัวหอม กระเทียม พริก ผสมกันทำให้ความสามารถในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเสริมฤทธิ์กัน [42] สอดคล้องกับการเก็บรักษาน้ำพริกสวรรค์หอยนางรมและน้ำพริกตะลิงปลิงบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาช์ปิดผนึกถุงด้วยระบบสุญญากาศ แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกในด้านสี รสชาติ ความชื้น ค่า a_w และค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณจุลินทรีย์พบไม่เกินตามเกณฑ์มาตรฐาน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ [15] สอดคล้องกับการเก็บรักษาน้ำพริกผัดเสริมแคลเซียมจากก้างปลานิลทอดร้อยละ 40 บรรจุในภาชนะ 2 ชนิด คือ ขวดแก้วและกระปุกชนิดพอลิโพรพิลีน เป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่า ค่า a_w ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามเกณฑ์ มผช.น้ำพริกผัด [4]

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อนำก้างปลานิลมาเติมในน้ำพริกสมุนไพรที่ระดับต่าง ๆ (0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนักของเนื้อปลา) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมระดับก้างปลาสูงสุดที่ระดับร้อยละ 75 น้ำหนักต่อน้ำหนัก เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.66 ไขมันร้อยละ 10.56 ความชื้นร้อยละ 16.67 เถ้าร้อยละ 7.89 ใยอาหารร้อยละ 21.27 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55.21 พลังงานทั้งหมด 354.52 kcal ต่อ 100 กรัม ปริมาณแคลเซียม 822.551 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรที่มีการเติมก้างปลานิลร้อยละ 75 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ในด้านลักษณะปรากฏ สีในระดับชอบปานกลาง ด้านกลิ่นรส รสชาติและความชอบรวมในระดับชอบมาก เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกสมุนไพรเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในระหว่างการเก็บรักษา

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ในการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนออมทรัพย์กลุ่มแม่บ้านควนทอง ตำบลพรุไทย อำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยด้วยดีตลอดมา

6. เอกสารอ้างอิง

1. Chumsree, P., 2016, "The Product Development of Tamarind Chili Paste Supplementary," *Journal of APHEIT*, 5 (2), pp. 48-55. (In Thai)

2. Jitbunjerdkul, S., Kijroongrojana, K., Chanthachum, S. and Buatum, T., 2007, Improvement of Quality and Product Diversity of Thai Herbs Namprilk [Online], Available: https://www. hatyai.psu.ac.th/index. [7 November 2020] (In Thai)

3. Punaaterkoon, K., Plaitho, Y. and Manthon, A., 2016, "Develment of Dry Nam Prik from Lotus Seeds," *Journal of Research and Development of Valaya Alongkorn Rajabhat*, 11 (1), pp. 109-117. (In Thai)

4. Saengthongpinit, W., 2013, "Development Ready-to-Eat High Calcium Chilli Paste Supplemented with Fish Bone of Nile Tilapia for Bangrakum Community," *Journal of Area Based Development Research*, 5 (3), pp. 69-83. (In Thai)

5. Benjakul, S., Mad-Ali, S. and Sookchoo, P., 2017, "Characteristics of Bio-Calcium Powders from Pre-cooked Tongol (*Thunnus tonggol*) and Yellowfin (*Thunnus albacores*) Tuna Bones," Food Biophysics, 12, pp. 412-421.

6. Benjakul, S. and Karnjanapratum, S., 2018, "Characteristics and Nutritional Value of Whole Wheat Cracker Fortified with Tuna Bone Bio-calcium Powder," *Food Chemistry*, 259, pp. 181-187.

7. Chanchai, N. and Chanchai, W., 2018, "Adding Value of Tilapia Fish Bone to Alternative Food for Calcium Supplement," *Journal of Innovative Technology Research*, 2 (2), pp. 54-61. (In Thai)

8. Phugan, P., 2016, "Effect of Calcium Fortification from Grey Feather Back Fish Bone on The Acceptance of Cookies," *Rajabhat Journal of Sciences, Humanities and Social Sciences*, 17 (1), pp. 54-61. (In Thai)

9. Rattanapanone, N. and Rattanapanone, V., 2010, Introduction to Nutrition, Odeonstore, Bangkok. (In Thai)

10. Beto, J.A., 2015, "The Role of Calcium in Human Aging," *Clinical Nutrition Research*, 4 (1), pp. 1-8.

11. Nemati, M., Huda, N. and Ariffin, F., 2017, "Development of Calcium Supplement from Fish Bone Wastes of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) and Characterization of Nutritional Quality," *International Food Research Journal*, 24 (6), pp. 2419-2426.

12. Larsen, T., Thilsted, S.H., Kongsbak, K. and Hansen, M., 2000, "Whole Small Fish as A Rich Calcium Source," *British Journal of Nutrition*, 83, pp. 191-196.

13. Phiraphinyo, P., Teapakpurenat, S., Lakkanatinaporn, P., Suntornsuk, W. and Suntornsuk, L., 2006, "Physical and Chemical Properties of Fish and Chicken Bones as Calcium Source for Mineral Supplements," *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28 (2), pp. 327-335. (In Thai)

14. AOAC., 2002, Official Method of Analysis, 14th ed., The Association Analytical Chemist, Washington D.C.

15. Apirattananusorn, S. and Chinabhark, K., 2013, "Development of Packages for Ready-to-Eat Paste Products," *KMUTT Research and Development Journal*, 36 (4), pp. 451-464.

16. Benjakul, S., Seymour, A.T., Morrissey, M.T. and An, H., 1997, "Physicochemical Changes in Pacific Whiting Muscle Proteins During Iced Storage," *Journal of Food Science*, 62, pp. 729-733.

17. Bacteriological Analytical Manual Online, 2001, Chapter 3, Aerobic Plate Count, USFDA [Online], Available: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3 aerobic-plate-count. [7 November 2020]

18. Bacteriological Analytical Manual Online, 2007, Chapter 5, Salmonella, USFDA [Online], Available: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella. [7 November 2020]

19. Bacteriological Analytical Manual Online, 2001, Chapter 12, Staphylococcus Aureus, USFDA [Online]. Available: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus. [7 November 2020]

20. Bacteriological Analytical Manual Online, 2001, Chapter 14, Bacillus Cereus, USFDA [Online], Available: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-14-bacillus-cereus. [7 November 2020]

21. Bacteriological Analytical Manual Online. 2001, Chapter 16, Clostridium Perfringens, USFDA [Online], Available: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-16-clostridium-perfringens. [7 November 2020]

22. Bacteriological Analytical Manual Online, 2002, Chapter 4, Enumeration of Escherichia Coli and the Coliform Bacteria, USFDA [Online], Available: https://www. fda.gov /food/ laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria. [7 November 2020]

23. Bacteriological Analytical Manual Online, 2010, Appendix 2, Most Probable Number from Serial Dilutions, USFDA [Online], Available: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-appendix-2-most-probable-number-serial-dilutions. [7 November 2020]

24. Bacteriological Analytical Manual Online, 2001, Chapter 18, Yeasts, Molds and Mycotoxins, USFDA, [Online], Available: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins. [7 November 2020]

25. Bureau of Nutrition, 2018, Food Composition Table of Thai Foods, Department of Health: Ministry of Public Health. (in Thai)

26. Lawless, H.T. and Heymann, H., 1998, Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices, Chapman and Hall, New York, 827 p.

27. Suwansakornkul, P. and Jongrittiporn, S., 2012, Value-Added Products from Processing Waste of Pla Mong (Pangasius bocourti), Fishery Technological Development Division, Development of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (In Thai)

28. Jung, W.K., Park, P.J., Byun, H.G., Moon, S.H. and Kim, S.K., 2005, "Preparation of Hoki (*Johnius belengerii*) Bone Oligophosphopeptide with A High Affinity to Calcium by Carnivorous Intestine Crude Proteinase," Food Chemistry, 91, pp. 333-340.

29. Makdan, A. and Iamkampang, P., 2014, "Product Development of Cookies Supplemental with Calcium from Spotted Featherdack Fish," *Proceeding of the 4th Research for Community Development through BCG Model for Sustainable Development Goal (SDG) Conference*, Phetchaburi, pp. 336-340. (In Thai)

30. Deesanam, N., Bunthawong, O., Jinakarn, C. and Chukeadphinyo, W., 2012, "Development of Instant Northern Thai Style Tomato Spicy

(Nam-prik-ong)," *KMUTT Research and Development Journal*, 35 (1), pp. 93-103.

31. Techochatchawal, K., 2010, Development of Supplementary Calcium from The Bone of Nile Tilapia (*Tilapia nilotica*), Philosophy of Doctoral Thesis, Department of Product Development, Faculty of Agro-Industrial, Kasetsart University. (In Thai)

32. Rattanapanone, N., 2010, Food Chemistry, Odeonstore, Bangkok. (In Thai)

33. Jintananaruemit, P., Techakriengkrai, T., Jamphon, A., Duangnum, S., Maneerattanasuporn, T. and Pasukamonset, P., 2020, "Product Development of Crispy Brownies Fortified with Bio Calcium from Tuna Bone Powder," *Journal of Science Khon Kaen University*, 48 (4), pp. 492-501. (In Thai)

34. Juemanee, P., 2009, Calcium Fortification in Crispy Snack with Fishbone Powder, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University. (In Thai).

35. Toribio, J.T. and Lozano, J.E., 1986, "Heat Induced Browning of Clarified Apple Juice at High Temperatures," *Journal of Food Science*, 57 (1), pp. 172-175.

36. Suksileung, S., 2007, Ichthyology, Department of Biology, Srinakarinwirot University, Bangkok. (In Thai)

37. Trout, G.R., 2008, "Variation in Myoglobin Denaturation and Color of Cooked Beef, Pork, and Turkey Meat as Influenced by pH, Sodium Chloride, Sodium Tripolyphosphate, and Cooking Temperature," *Journal of Food Science*, 54 (3), pp. 536 - 540.

38. Zipp, A. and Kauzmann, W., 1973, "Pressure Denaturation of Metmyoglobin," *Biochemistry*, 12 (21), pp. 4217-4228.

39. Jarunatvilat, A., 2000, Utilization of Skipjack Tuna Katsuwonus Pelamis Bone as Calcium in Snacks, Master of Science Thesis, Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University. (In Thai)

40. Pundir, R.K., Jain, P. and Sharma, C., 2010, "Antimicrobial Activity of Ethanolic Extracts of Syzygium Aromaticum and Allium Sativum Against Food Wssociated Bacteria and Fungi," *Ethnobotanical Leaflets*, 14, pp. 344-360.

41. Sunisa, S. and Worapong, U., 2011, "Stability of Antioxidant and Antibacterial Properties in Heated Turmeric-Chili Paste and Its Ingredients," *Journal of International Food Research*, 18, pp. 397-404.

42. Shobana, S. and Naidu, K., 2000, "Antioxidant Activity of Selected Indian Spices," *Journal of Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 62, pp. 107-110.