วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.2) May – August 2022 บทความวิจัย

อิทธิพลของการใช้กรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มชนิดปรับกรดบรรจุขวดปิดสนิท

Influence of Various Organic Acids on the Quality of Acidified Northern Thai Green Chili Paste (Nam Prik Num) Product in Hermetically Sealed Bottle

รัชฎาภรณ์ ลิ้นฤาษี[1], วิจิตรา แดงปรก[1], กนกวรรณ ตาลดี[1], วชิระ ชุ่มมงคล[2],
จักรสุมา พงศ์เศรษฐ์กุล[3], ลลิตา โชติพฤฒิพงศ์[4] และ ธีระพล เสนพันธุ์[1*]

Ratchadaporn Linruesee[1], Wichittra Daengprok[1], Kanokwan Tandee[1], Vachira Choommongkol[2],
Jaksuma Pongsetkul[3], Lalita Chotphruethipong[4] and Theeraphol Senphan[1*]

[1] *สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้*

[2]*สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้*

[3]*ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*

[4]*ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

[1]*Program in Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University*

[2] *Chemistry Program, Faculty of Science, Maejo University*

[3]*School of Animal Technology and Innovation, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology*

[4]*Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University*

Received : 4 October 2021
Revised : 2 November 2021
Accepted : 15 November 2021

บทคัดย่อ

น้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารล้านนาที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน แต่มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นและเน่าเสียง่าย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อต้องการพัฒนาและศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มปรับกรด ($pH \leq 4.6$) บรรจุขวดปิดสนิท การปรับค่าพีเอชของน้ำพริกหนุ่มด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ก่อนบรรจุขวดแล้วฆ่าเชื้อในระดับพาสเจอไรส์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา พบว่า น้ำพริกหนุ่มที่ปรับค่าพีเอชด้วยกรดกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก จะมีลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัสที่เนียน ละเอียด นุ่ม เละ และมีน้ำแยกออกจากผลิตภัณฑ์มากกว่าน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม อย่างไรก็ตามการปรับค่าพีเอชน้ำพริกหนุ่มด้วยกรดทั้งสี่ชนิดไม่มีผลต่อปริมาณร้อยละผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น โปรตีน เถ้า ไขมัน และเยื่อใย) และค่าสี (ความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE^*)) ค่าพีเอช ค่ากิจกรรมของน้ำอิสระ (a_w) ค่าร้อยละปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออกมา (%water release) และค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ตกค้าง ($p \leq 0.05$) แต่น้ำพริกหนุ่มที่ปรับกรดซิตริก จะมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสสูงกว่าน้ำพริกหนุ่มที่ปรับด้วยกรดชนิดอื่น ($p \leq 0.05$) ดังนั้นกรดซิตริกเป็นกรดที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้เป็นสารที่ควบคุมความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มก่อนบรรจุขวดฆ่าเชื้อในระดับพาสเจอไรส์ โดยจะทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์จะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย

คำสำคัญ : กรดอินทรีย์ ; กระบวนการพาสเจอไรส์ ; น้ำพริกหนุ่ม ; อาหารปรับกรด

Abstract

Northern Thai green chili (Nam Prik Num) is a Lanna Northern Thai food that is very popular food, but it contains a short shelf life and perishable foods. Therefore, the objective of this research was to develop the pH adjustment of Nam Prik Num with citric acid, malic acid, ascorbic acid, and lactic acid as acidified food (pH ≤ 4.6) prior containing in hermetically sealed bottle and pasteurized for shelf-life extension and to analyze product qualities. The pH-adjusted of Nam Prik Num with citric acid, malic acid, ascorbic acid, and lactic acid had higher a fine, soft, and messy texture and syneresis more than the control samples. Moreover, the pH adjustment of Nam Prik Num with both types of acids had not different on the % yield, chemical compositions (moisture, protein, ash, fat and fiber contents) and color values (lightness value (L^*), redness value (a^*), yellowness value (b^*) and ΔE^*) pH values, water activity (a_w), %syneresis and sulphur dioxide content ($p \leq 0.05$) but pH-adjusted of Nam Prik Num with citric acid had higher sensory acceptance scores by panelist in appearance, color, taste and texture characteristics than other acidified foods ($p \leq 0.05$). Therefore, citric acid is the most suitable acid to be used as acidified food in Nam Prik Num product prior containing in hermetically sealed bottle and pasteurized which can extend the shelf life of the product, but the product had slightly sour taste.

Keywords : organic acids, pasteurization, Nam Prik Num, acidified food

*Corresponding author. E-mail: theeraphol_s@mju.ac.th

บทนำ

น้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารพื้นบ้านล้านนาที่ได้รับความนิยมรับประทาน และซื้อขายเป็นของฝากทั่วไปในหลายจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย น้ำพริกหนุ่มทำมาจากวัตถุดิบที่สำคัญคือ พริกหนุ่ม หัวหอม และกระเทียม โดยวิธีการผลิตจะนำวัตถุดิบข้างต้นมาให้ความร้อนด้วยวิธีการย่างไฟหรืออบด้วยเครื่องอบที่อุณหภูมิสูง 150-180 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาแกะลอกเปลือกและบดผสมกับเครื่องปรุงรสต่างๆ ได้เป็นน้ำพริกหนุ่ม (Puripunyavanich, 2019) อย่างไรก็ตามน้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักสูงถึงร้อยละ 90 (Ruanma *et al.,* 2010) ทำให้จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (spoilage microorganism) เจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสียง่ายมาก และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น (อายุประมาณ 1-2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง) ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ (Penwarat, 2021) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่ทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มเน่าเสียเร็ว ได้แก่ สุขลักษณะการผลิตที่ไม่ดี จุลินทรีย์จำนวนมากที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อาหารและสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม (Pichai and Khanteekul, 2015) ทำให้ในปัจจุบันมีการใช้เทคนิคหรือหลักการถนอมอาหารต่างๆ ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มให้มีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดปิดสนิทที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงอุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียสในระดับทางการค้า (commercial sterilization) ได้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดปิดสนิทที่มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน 1-2 ปี เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดปิดสนิทจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีกรดต่ำ (pH $\geq$ 4.6 และ $a_w \geq$ 0.85) ทำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ที่สำคัญคือ *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคโบทูลิซึม (botulism) ที่มีอันตรายร้ายแรง สามารถสร้างสารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท (neurotoxin) ซึ่งหากรับประทานสารพิษชนิดนี้ในปริมาณน้อยมากเพียง 0.1 ไมโครกรัมก็อาจทำให้เสียชีวิตได้ (Lorn *et al.,* 2021) เพื่อป้องกันอันตรายดังกล่าวที่อาจจะเกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้ความร้อนในปริมาณที่สูงในการทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว แต่การใช้ความร้อนในปริมาณที่สูงจะผลต่อคุณภาพด้านลบต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดปิดสนิท คือทำให้ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่ดี ผลิตภัณฑ์ไม่คงตัวมีน้ำเยิ้มออกจากผลิตภัณฑ์ และทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอาหาร ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยการพัฒนากระบวนการปรับกรดผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มให้มีค่าพีเอชต่ำกว่าพีเอช 4.6 หรือเรียกว่าอาหารปรับกรด (acidified food) ซึ่งเป็นสภาวะที่สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์จุลินทรีย์ *Clostridium botulinum* ได้ ก่อนนำมาบรรจุขวดร่วมกับการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มให้มีอายุการเก็บรักษายาวนาน 1-2 ปี เช่นกันที่อุณหภูมิห้อง แต่มีข้อดีคือจะทำให้ได้น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่มีคุณภาพผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงน้ำพริกหนุ่มสดมากกว่าและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า Saowakon และคณะ (2011) รายงานผลของความร้อนและค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการยับยั้งสปอร์ของเชื้อ *Clostridium sporogeneses* ในผลิตภัณฑ์หน่อไม้ลวกต้มบรรจุถุงปิดสนิท พบว่าการปรับด้วยกรดซิตริกร้อยละ 0.3 จะทำให้ผลิตภัณฑ์หน่อไม้ลวกต้มมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.5 และพบสปอร์ของ *C. sporogenes* มีแนวโน้มลดลงหลังการให้ความร้อน และการใช้ความร้อนร่วมกับการปรับกรดจะทำ ให้ค่า D (Decimal Reduction Time) และ TDT (Thermal death time) ลดลงถึงร้อยละ 40-50 ซึ่งกรดอินทรีย์ ที่นิยมใช้สำหรับปรับให้อาหารเป็นกรด

ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดแลคติก (lactic acid) กรดมาลิค (malic acid) และ กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปรับพีเอชน้ำพริกหนุ่มให้เป็นกรดชนิดต่างๆ ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติกต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มชนิดปรับกรดบรรจุขวด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำพริกหนุ่มพันธุ์หยกสยาม ขนาด 14-16 เซนติเมตร อายุประมาณ 70 วัน จากตลาดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการแปรรูปผักและผลไม้ ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ภายใน 2 ชั่วโมง จากนั้นล้างทำความสะอาด ก่อนนำพริกหนุ่มแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในอัตราส่วนพริกหนุ่มต่อสารละลายเท่ากับ 1: 5 เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำพริกหนุ่มมาตั้งทิ้งไว้บนตะแกรงเพื่อให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำพริกหนุ่มที่ผ่านการแช่สารละลาย $Na_2S_2O_5$ มาอบย่างไฟในหม้ออบลมร้อน (Model CO-708, OTTO, Bangkok) ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที แล้วนำพริกหนุ่มย่างมาลอกเปลือกนอกออก ก่อนนำพริกหนุ่ม 100 กรัม มาบดผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ ซีอิ๊วขาว 1.8 กรัม ผงปรุงรส 1.2 กรัม ผงชูรส 0.2 กรัม และเกลือป่น 0.5 กรัม ด้วยเครื่องบดผสม (Model FDP302SI, Kenwood, Tokyo) ปรับค่าพีเอชของน้ำพริกหนุ่มด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.6 (น้ำพริกหนุ่มมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.7) และเตรียมน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมตามวิธีการข้างต้นแต่ไม่ปรับค่าพีเอช จากนั้นนำน้ำพริกหนุ่มทั้ง 3 ชุดการทดลองน้ำหนัก 180 กรัม บรรจุในขวดแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปนึ่งในลังถึงปิดฝาที่อิ่มตัวไปด้วยไอน้ำร้อน (100 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที ก่อนปิดฝาขวดชนิดฝาลัก (Twist off Lug cap) อย่างรวดเร็ว และคว่ำขวดลงบนพื้นโต๊ะนาน 15 นาที จากนั้นนำน้ำพริกหนุ่มปรับกรดบรรจุขวดไปต้มน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 นาที ก่อนทำให้เย็น จากนั้นนำน้ำพริกหนุ่มที่ได้ไปวิเคราะห์ลักษณะปรากฏ ร้อยละผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

2. วิเคราะห์ลักษณะปรากฏ

วิเคราะห์ลักษณะปรากฏของน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่าน (ชุดควบคุม) และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ก่อนการบรรจุขวดโดยบันทึกภาพถ่ายด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Model α5000, Sony, Tokyo)

3. วิเคราะห์ร้อยละผลผลิต (%Yield)

คำนวณหาร้อยละผลผลิตของน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ก่อนการบรรจุขวดโดยการเปรียบเทียบกับน้ำหนักน้ำพริกหนุ่ม และน้ำหนักพริกหนุ่มเริ่มต้นกับน้ำหนักส่วนผสมต่างๆ ตามสมการที่ 1

$$\text{ร้อยละผลผลิต (\%Yield)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำพริกหนุ่ม}}{\text{น้ำหนักพริกหนุ่มเริ่มต้น+น้ำหนักส่วนผสมต่างๆ}} \times 100 \qquad (1)$$

4. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก โดยวิเคราะห์ค่าร้อยละปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า ไขมัน และเยื่อใย ตามวิธีของ AOAC วิธีการที่ 927.05, 920.38B, 942.05, 984.13 และ 935.5 ตามลำดับ (AOAC, 2000)

5. วิเคราะห์ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter (Hunter Lab , ColorFlex® EZ. USA) ในระบบ CIE โดยวิเคราะห์ค่า L^* value (ค่าความสว่าง) a^* value (สีแดง/เขียว) b^* value (สีเหลือง/สีน้ำเงิน) และวัดค่าความแตกต่างของสี ΔE^* โดยคำนวนด้วยสมการที่ 2

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta E^*)^2} \qquad (2)$$

โดยที่ ΔL^*, Δa^* และ Δb^* คือ ความต่างระหว่างพารามิเตอร์สีของตัวอย่าง และพารามิเตอร์สีของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม

6. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง

วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ตามวิธีของ Simpson และคณะ (2012) โดยนำน้ำพริกหนุ่มมา 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปโฮโมจีไนส์ด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (IKA T-25 Ultra Turrax Homogenizer, Dispersers, Germany) แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (FiveEasy plus, Mettler-Toledo, Switzerland)

7. วิเคราะห์ค่ากิจกรรมของน้ำอิสระ (Water activity, a_w)

นำตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก มาหาค่ากิจกรรมของน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ Water activity (AquaLab, AQUA LAB Series 3 TE, USA) ใช้ตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม 1 กรัม ใส่ลงในเซลล์ของเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตีที่อุณหภูมิ 25 ºC

8. วิเคราะห์ค่าร้อยละปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออกมา (%water release)

นำตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาวิเคราะห์ค่าร้อยละปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออกมาตามวิธีของ Puvanenthiran และคณะ (2002) โดยการเทตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม 50 กรัมในกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman International Ltd., Maidstone, UK) เพื่อกรองแยกส่วนที่เป็นน้ำโดยตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง และนำส่วนน้ำที่แยกได้มาชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าร้อยละปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออกมา โดยคำนวนด้วยสมการที่ 3

$$\text{ค่าร้อยละปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออกมา (\%water release)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่แยกได้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \quad (3)$$

9. วิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

วิเคราะห์หาค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ Ferrarini และคณะ (2020) ในตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ด้วยวิธีการกลั่น ชั่งตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มประมาณ 2 กรัม ในขวดก้นกลม เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร เติมเอทานอล 1 มิลลิลิตร ต่อเข้าชุดกลั่นทันทีซึ่งชุดกลั่นมีสารละลาย 0.3 % ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 10 มิลลิลิตร และเติม methylene blue indicator 1 หยดได้สารละลายสีเขียว กลั่นโดยใช้ความร้อนจากตะเกียงเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายที่เก็บได้ที่มีการเปลี่ยนเป็นสีม่วงไปไตเตรทกับ 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน แล้วจึงนำปริมาตรของ NaOH ที่ได้ไปคำนวณหาค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม โดยคำนวณด้วยสมการที่ 4

$$\text{ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (mg/kg)} = \frac{\text{ปริมาตรของ NaOH (ml) X ความเข้มข้นของ NaOH (N) X 32.03 X 1000}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}} \quad (4)$$

10. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก โดยใช้วิธีการทดสอบความชอบแบบ 9 ระดับคะแนน (9-point hedonic scale) ใช้เกณฑ์ 1 คะแนน หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 คะแนน หมายถึงชอบมากที่สุด โดยจะมีการประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน ช่วงอายุประมาณ 18-60 ปี จำนวน 60 คน

11. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ในแต่ละปัจจัยที่ศึกษา มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance: ANOVA) และความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range

Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อประมวลผลทางสถิติ SPSS (SPSS 19.0 for windows, SPSS Inc, Chicago IL USA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดชุดควบคุมที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรด (pH ≤ 4.6) ด้วยกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ แสดงดังภาพที่ 1 พบว่าน้ำพริกหนุ่มที่ปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก (ภาพที่ 1B 1C 1D และ 1E) มีเนื้อลักษณะสัมผัสที่เนียน ละเอียด นุ่ม เละ และมีน้ำเยิ้มที่ออกมาปริมาณมากที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม (ภาพที่ 1A) ซึ่งน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่หยาบ มีความคงตัว และไม่มีน้ำเยิ้มออกมาจากผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 1 ลักษณะปรากฏของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่านการปรับกรด (A) ผ่านการปรับกรดด้วยกรดซิตริก (B) กรดมาลิค (C) กรดแอสคอร์บิก (D) และกรดแลคติก (E)

2. ร้อยละผลผลิต

ค่าร้อยละผลผลิตของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดชุดควบคุมที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติกแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าค่าร้อยละผลผลิตของน้ำพริกหนุ่มทุกชุดการทดลองมีค่าร้อยละผลผลิตอยู่ในช่วง 66.99 – 68.83% ซึ่งค่าร้อยละผลผลิตของน้ำพริกหนุ่มแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

3. องค์ประกอบทางเคมี

ค่าร้อยละองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและเยื่อใยของน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติกแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าค่าร้อยละปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า ไขมัน และเยื่อใยของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตามค่าร้อยละปริมาณความชื้น โปรตีนไขมัน และเยื่อใยของน้ำพริกหนุ่มทั้งห้าชุดการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 82.04 – 82.93, 0.98 – 1.12, 0.29 – 0.32 และ 0.14 – 0.16 ตามลำดับ ขณะที่ค่าร้อยละปริมาณเถ้าของน้ำพริกหนุ่มทุกสูตรมีค่าร้อยละปริมาณเถ้าเท่ากันคือร้อยละ 0.02

ตารางที่ 1 ร้อยละผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก

องค์ประกอบทางเคมี (%น้ำหนักสด)	ชุดควบคุม	กรดซิตริก	กรดมาลิค	กรดแอสคอร์บิก	กรดแลคติก
ร้อยละผลผลิต	66.99±3.30* ns**	67.96±0.99	67.72±0.92	68.05±1.10	68.83±0.30
ความชื้น	82.54±0.41 ns	82.04±0.68	82.55±0.13	82.18±0.72	82.93±0.23
โปรตีน	0.98±0.07 ns	1.08±0.16	1.12±0.10	1.01±0.04	1.07±0.09
เถ้า	0.02±0.01 ns	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01
ไขมัน	0.30±0.03 ns	0.29±0.02	0.30±0.01	0.32±0.02	0.30±0.01
เยื่อใย	0.16±0.01 ns	0.17±0.01	0.16±0.02	0.14±0.02	0.16±0.03

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน (n=3)

** ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแถวเดียวกัน

4. ลักษณะทางเคมีกายภาพ

ลักษณะทางเคมีกายภาพได้แก่ ค่าสี ค่าพีเอช ค่ากิจกรรมของน้ำอิสระ (a_w) ค่าร้อยละการแยกชั้นของน้ำ (%Syneresis) และค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดชุดควบคุมไม่ผ่านและผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติกแสดงดังตารางที่ 2 พบว่าน้ำพริกปรับกรดทุกชุดการทดลองมีค่าสี ค่ากิจกรรมของน้ำอิสระ ค่าร้อยละการแยกชั้นของน้ำ และค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งน้ำพริกหนุ่มทุกชุดการทดลองจะมีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 40.83 – 40.87 ค่าสีเขียว (a^*) อยู่ในช่วง -1.65 – -1.66 ค่าสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 33.69 – 33.94 และค่าความต่างสี (ΔE^*) อยู่ในช่วง 0.31– 0.43 อย่างไรก็ตามค่าพีเอชของน้ำพริกหนุ่มที่ปรับพีเอชด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติกมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.50 – 4.56 ซึ่งมีค่าพีเอชต่ำกว่าน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุมที่ไม่ได้ปรับกรดซึ่งมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.76 ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าน้ำพริกหนุ่มปรับกรดทุกชุดการทดลองมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.98 – 0.99 ค่าร้อยละปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออกมาอยู่ในช่วงร้อยละ 6.93 – 7.28 และค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างอยู่ในช่วง 257.21 – 288.88 ppm

ตารางที่ 2 ลักษณะทางเคมีกายภาพของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก

ลักษณะทางกายภาพ	ชุดควบคุม	กรดซิตริก	กรดมาลิค	กรดแอสคอร์บิก	กรดแลคติก
ค่าสี					
L^*	40.86±0.13* ns***	40.83±0.06 ns	40.87±0.07 ns	40.87±0.06 ns	40.87±0.05 ns
a^*	-1.66±0.03 ns	-1.66±0.03 ns	-1.66±0.03 ns	-1.66±0.03 ns	-1.65±0.04 ns
b^*	33.73±0.26 ns	33.69±0.23 ns	33.82±0.16 ns	33.88±0.22 ns	33.94±0.18 ns
ΔE^*	-	0.35±0.19 ns	0.37±0.21 ns	0.31±0.23 ns	0.43±0.27 na
pH	5.76±0.03 b**	4.50±0.02 a	4.55±0.03 a	4.56±0.03 a	4.55±0.02 a
a_w	0.98±0.00 ns	0.98±0.00 ns	0.99±0.00 ns	0.99±0.00 ns	0.99±0.00 ns
% Syneresis	7.28±2.94 ns	7.10±2.86 ns	6.93±2.89 ns	7.17±2.69 ns	7.24±2.78 ns
SO_2 (ppm)	278.68±2.16 ns	257.21±17.14 ns	280.92±2.28 ns	288.88±21.98 ns	260.37±22.36 ns

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน (n=3)

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

*** ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5. คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดชุดควบคุมที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าน้ำพริกหนุ่มที่มีการปรับกรดด้วยกรดซิตริกมีคะแนนความชอบลักษณะปรากฏมากที่สุด (6.3 คะแนน) (ภาพที่1) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสีของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการปรัดกรดด้วยกรดซิตริกมีสีเขียวสว่างที่ดูน่ารับประทานมากที่สุด ส่วนน้ำพริกหนุ่มที่ปรับกรดด้วยแอสคอร์บิกมีคะแนนความชอบลักษณะปรากฏน้อยที่สุด (3.4 คะแนน) และน้ำพริกหนุ่มที่ปรับกรดด้วยกรดซิตริกมีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด (6.6 คะแนน) แต่น้ำพริกหนุ่มที่ปรับกรดด้วยแอสคอร์บิกมีคะแนนความชอบด้านสีน้อยที่สุด (4.0 คะแนน) ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนลักษณะปรากฏ เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านกลิ่นพบว่าน้ำพริกหนุ่มปรับกรดด้วยกรดซิตริกและกรดมาลิคมีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ($p \geq 0.05$) ส่วนน้ำพริกหนุ่มที่ปรับกรดด้วยกรดแอสคอร์บิกและกรดแลคติกมีความชอบด้านกลิ่นน้อยกว่าชุดควบคุม ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านรสชาติพบว่าน้ำพริกหนุ่มทุกสูตรมีคะแนนความชอบด้านรสชาติต่ำกว่าชุดควบคุม ($p \geq 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสพบว่าน้ำพริกหนุ่มที่ปรับกรดด้วยกรดซิตริกและกรดมาลิคมีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ($p \geq 0.05$) ส่วนน้ำพริกหนุ่มที่ปรับกรดด้วยแอสคอร์บิกมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่ำที่สุดเท่ากับ 5.1 คะแนน และคะแนนความชอบโดยรวมของน้ำพริกหนุ่มสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.0 คะแนน

ส่วนสูตรที่มีความชอบใกล้เคียงกับชุดควบคุมคือสูตรที่ปรับกรดด้วยกรดมาลิคซึ่งมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.5 ส่วนสูตรที่มีคะแนนความชอบน้อยที่สุดคือน้ำพริกหนุ่มสูตรที่มีการปรับกรดด้วยกรดแอสคอร์บิกและกรดแลคติกมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 5.3 และ 5.2 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก

ตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม	คุณลักษณะ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ชุดควบคุม	5.9±0.8*[b**]	5.9±0.7[b]	6.4±0.8[a]	7.5± 0.6[a]	6.5± 0.8[a]	7.0± 0.7[a]
กรดซิตริก	6.3±0.9[a]	6.6±0.9[a]	6.4±1.0[a]	6.6±0.5[b]	6.9± 0.8[a]	6.2± 0.7[bc]
กรดมาลิค	5.7±0.8[b]	5.9±0.8[b]	6.8±0.7[a]	6.3± 0.7[b]	6.5± 0.8[a]	6.5± 0.8[b]
กรดแอสคอร์บิก	3.4±0.8[c]	4.0±0.7[c]	5.3±0.9[b]	6.2± 0.7[b]	5.1± 0.7[c]	5.2± 0.7[e]
กรดแลคติก	5.6±0.7[b]	6.0±0.7[b]	5.1±0.7[b]	6.2± 0.6[b]	5.9± 0.7[b]	5.2± 0.8[c]

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน (n=60)

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p≤0.05)

วิจารณ์ผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะปรากฏของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดชุดควบคุม และน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก แสดงดังภาพที่ 1 พบว่าน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านกระบวนการปรับกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก มีลักษณะลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัสเนียน ละเอียด นุ่ม เละกว่าน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม เนื่องจากการปรับกรดจะทำให้เพกติน และสารประกอบโพลีแซคคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของพริกหนุ่มเกิดปฏิกิริยาการสลายด้วยน้ำโดยกรดเป็นตัวเร่ง (acid hydrolysis) ทำให้เกิดการสลายพอลิเมอร์ (Vu *et al*., 2004) จึงทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการปรับกรดมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเละเนียนละเอียด และมีน้ำเยิ้มมากกว่าชุดควบคุมควบคุม

ร้อยละผลผลิตของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าค่าผลผลิตร้อยละอยู่ในช่วง 66.99-68.83 เนื่องจากในกระบวนการแปรรูปน้ำพริกหนุ่มมีขั้นตอนในการอบย่างไฟ ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำในระหว่างการให้ความร้อน (Getahun et al., 2021) นอกจากนี้การลอกเปลือกและตัดขั้วพริกพริกหนุ่มออกภายหลังขั้นตอนการอบย่างไฟ ซึ่งเป็นของเสีย (waste) จากกระบวนการผลิตทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักไปในขั้นตอนนี้ค่อนข้างสูง และเมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่าน และผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก พบว่าการเติมกรดในปริมาณน้อยไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกหนุ่ม แต่อาจจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากกรดอินทรีย์ที่เติมเป็นกรดอ่อนและเติมในปริมาณน้อยจึงทำให้ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ (Roskhrua and Kitchaicharoen, 2020)

ค่าสีของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ไม่ผ่าน และผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก (ตารางที่ 2) พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE^*) ของน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการปรับกรดมีสีที่สว่างสดใสไม่แตกต่างจากน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม เนื่องจากขั้นตอนเริ่มต้นของการผลิตน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลด์บรรจุขวดมีการใช้สารละลาย $Na_2S_2O_5$ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในการแช่พริกหนุ่มก่อนนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มปรับกรด เนื่องจาก $Na_2S_2O_5$ ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ไปรีดิวซ์ *o*-quinone กลับไปเป็น diphenol ซึ่งไม่มีสี หรือทำปฏิกิริยากับ *o*-quinone เปลี่ยนไปเป็นสารอื่นซึ่งไม่มีสีและค่อนข้างเสถียร นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการฟอกสีในผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่คงตัวอีกด้วย (Arrigoni and De Tullio, 2002) ดังนั้นการปรับกรดจะไม่มีผลต่อคุณภาพสีในน้ำพริกหนุ่มปรับกรดพาสเจอไรส์บรรจุขวด (Yang et al., 2000) นอกจากนี้ค่าพีเอชของน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่าน และผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก (ตารางที่ 2) พบว่าน้ำพริกหนุ่มสูตรที่มีการปรับพีเอชมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากมีการปรับกรดให้มีค่าพีเอชต่ำกว่า 4.6 เนื่องจากค่าพีเอชต่ำสุด (Minimum pH) สามารถยับยั้งเชื้อและสปอร์ของเชื้อแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่สามารถเจริญได้ที่ที่สภาวะไม่มีอากาศ (Anaerobe) สามารถเจริญอยู่ได้และสามารถผลิตสารพิษนิวโรทอกซิน (Neurotoxin) ออกมาปนเปื้อนในอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท (Odlaug and Pflug, 1978) อย่างไรก็ตามค่าร้อยละปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออกมามีค่าสูง เนื่องจากขั้นตอนแปรรูปด้วยการปรัดกรดน้ำพริกหนุ่มมีการเติมกรดอินทรีย์ลงในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายด้วยกรด (acid hydrolysis) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้น้ำเยิ้มออกมาจากผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มปรับกรดบรรจุขวดปิดสนิท (Ferrari and Hubinger, 2008)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดด้วยกรดซิตริก กรดมาลิค กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการปรับค่าพีเอชให้เป็นกรดมีลักษณะปรากฏ และความชอบด้านสีที่ค่อนข้างดีกว่าน้ำพริกหนุ่มชุดควบคุม เนื่องจากมีการเติมกรด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดซิตริกมีคุณสมบัติเป็นสารที่ควบคุมความเป็นกรด (acidulant) ที่ดีสามารถละลายที่ค่าพีเอชต่ำ เนื่องจากกรดซิตริกสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ช่วยลดค่าพีเอช และมีความสามารถในการจับกับทองแดง (copper chelating agent) บริเวณที่เร่ง (active site) ของเอนไซม์ PPO (Yue-*Ming et al.,* 1997) ซึ่งทำให้สีของน้ำพริกหนุ่มมีสีที่น่ารับประทานยิ่งขึ้น ส่วนน้ำพริกหนุ่มปรับกรดมาลิคมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมสูงที่สุดขณะที่น้ำพริกหนุ่มปรับกรดซิตริกมีคะแนนความชอบด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสสูงที่สุด อาจมีกลิ่นรสเปรี้ยวจากกรดชนิดต่างๆ ความรู้สึกเปรี้ยวของกรดอินทรีย์อ่อนสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ กรดทาร์ทาริก กรดแลคติก กริดอะซิติก กรดซิตริก ตามลำดับ (Siwawej, 1992) จึงทำให้น้ำพริกหนุ่มสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การใช้กรดกรดมาลิคเป็นกรดที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้เป็นสารที่ควบคุมความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด และสามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ไม่มีผลต่อ

องค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางเคมีกายภาพของน้ำพริกหนุ่ม แต่จะมีผลต่อการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากสำนักงานสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ระดับปริญญาโท 2/2561 เลขที่สัญญา MSD62I0083 และห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านครัวไทย และขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

Autthanop, B. (2009). Long term shelf life extension of Nam Prik Noom from *Capsicum annuun L. var. Maeping* using high pressure technique. *Master of Science (Food Science and Technology), 23*(2),12-23.

Chipley, J. R. (2005). Sodium benzoate and benzoic acid. *Food Science and Technology New York Marcel Dekker*, *145*(11), 458-497.

Ferrari, C. C. & Hubinger, M. D. (2008). Evaluation of the mechanical properties and diffusion coefficients of osmodehydrated melon cubes. *International Journal of Food Science & Technology*, *43*(11), 2065-2074.

Ferrarini, R., Celotti, E., Versari, A. & Galassi, S. (2000). The determination of total SO_2 in grape juice. A comparison among five methods. *Food Additives & Contaminants, 17*(12), 973-977.

Getahun, E., Delele, M. A., Gabbiye, N., Fanta, S. W. & Vanierschot, M. (2021).Studying the drying characteristics and quality attributes of chili pepper at different maturity stages: Experimental and mechanistic model. *Case Studies in Thermal Engineering, 26*(10), 10-52.

Guerrero-beltran, J. A.,Barbosa-canovas, G. V., Moraga-Ballesteros, G. E. M. M. A., Moraga-BallesTeros, M. J., & Swanson, B. G. (2006). Effect of pH and ascorbic acid on high hydrostatic pressure-processed mango puree. *Journal of Food Processing and Preservation, 30*(5), 582-596.

Jiang, Y., Pen, L. & Li, J. (2004). Use of citric acid for shelf life and quality maintenance of fresh-cut Chinese water chestnut. *Journal of Food Engineering*, *63*(3), 325-328.

Kanjana, M. & Wachira, K. (2011). Shelf life extension of fresh noodle. *Journal of Food Technology, 6*(1), 27-34.

Lorn, D., Ho, P.H., Tan, R., Licandro, H. & Waché, Y. (2021). Screening of lactic acid bacteria for their potential use as aromatic starters in fermented vegetables. *International Journal of Food Microbiology*, *350*(1), 109-242.

Metin, S., Erkan, N., Varlik, C. & Aran, N. (2001). Extension of shelf-life of chub mackerel (*Scomber japonicus Houttuyn 1780*) treated with lactic acid. *European Food Research and Technology, 213*(3), 174-177.

Odlaug, T. E. & Pflug, I. J. (1978). *Clostridium botulinum* and acid foods. *Journal of Food Protection*, *41*(7), 566-573.

Pichai, P. & Khanteekul, N. (2015). Exposure assessment of benzoic acid in nam prig noom sold in Chiang Mai since 2010 - 2013. *Bulletin of the Department of Medical Sciences, 57*(2), 198-207.

Puripunyavanich, V., Suwan, N., Nan, T. N. & Sutthanukul, P. (2019). Discover of giant chili in Nan Province, Thailand. *Food Technology*, 567-582.

Pussadee, T. (2010). Effect of ascorbic acid and temperatures on survival of heat stressed *Salmonella sp*. in pure culture and pork. *Science in Animal Science*, *15*(1), 1-15.

Puvanenthiran, A., Stevovitch-Rykner, C., McCann, T. H. & Day, L. (2014). Synergistic effect of milk solids and carrot cell wall particles on the rheology and texture of yoghurt gels. *Food Research International*, *62*(1), 701-708.

Roskhrua, P. & Kitchaicharoen, M. (2020). Effects of sugar, citric acid and pectin content on quality of mulberry fruit leather product. *Food Science and Technology*,58-69

Ruanma, K., Shank, L. & Chairote, G. (2010). Phenolic content and antioxidant properties of green chilli paste and its ingredients. Maejo International Journal of Science and Technology, *4*(2), 193-200.

Salakjit, N. (2007). Development of Lychee juice with butterfly pea flower extract. *Food Science and Technology*, *16*(2) 1-14.

Saowakon, T., Pravet, T., Karanee, T. (2002). Thermal and pH Inactivation of Clostridium sporogenes Spores in Boiled Bamboo Shoots in Plastic Bag. *Food Science and Technology*, 749-754.

Simpson, B. K., Nollet, L. M., Toldrá, F., Benjakul, S., Paliyath, G. & Hui, Y. (2012). Food biochemistry and food processing. *Food Technology*, *40*(1), 238-246.

Siwawej, S. (1992). Food Additives. *Food and Agriculture Organization of the United Nations,16*(1), 158-164.

Sujarit, C., Lohalausanadech, S. & Kachenpukdee, N. (2019). Supplementation of synthesized organic acids in soybeanpaste fermentation for safety consumption of Ban Kwai Community Enterprise Group, Na Yong District Trang Province. *Science and Fisheries Technology*, *20*(1), 124-153.

Vu, T., Smout, C., Sila, D. N., LyNguyen, B., Van Loey, A. & Hendrickx, M. (2004). Effect of preheating on thermal degradation kinetics of carrot texture. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 5*(1), 37-44.

Yang, W., Yu, A., Dai, Y. & Chen, H. (2000). Separation and determination of di-and tricarboxylic acids in fruits by capillary zone electrophoresis with amperometric detection. *Analytica Chimica Acta, 415* (1-2), 75-81.

Yue-Ming, J., Zauberman, G. & Fuchs, Y. (1997). Partial purification and some properties of polyphenol oxidase extracted from litchi fruit pericarp. *Postharvest Biology and Technology, 10*(3), 221-228.

Zhang, H., Xu, J., Chen, Q., Wang, H. & Kong, B. (2021). Physiological, morphological and antioxidant responses of *Pediococcus pentosaceus R1* and *Lactobacillus fermentum R6* isolated from harbin dry sausages to oxidative stress. *Foods, 10*(6), 1-13.

Zhong, Z., Li, G., Zhu, B., Luo, Z., Huang, L. & Wu, X. (2012). A rapid distillation method coupled with ion chromatography for the determination of total sulphur dioxide in foods. *Food Chemistry, 131*(3), 1044-1050.