



การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำปลาโซเดียมต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาโบราณ

Design and Development Low Sodium Fish Sauce Distillation Machine for Traditional Fish Sauce Product

ภัทรพร สัญชาตเจตน์¹, อมรรัตน์ โมราราช², สุธัญญา พรหมสมบุญ³, มาโนช รัตนคุณ^{3*}

Pattaraporn Sanchatjate¹, Amonrut Morarach², Sutunya Promsomboon³, Manoch Ratanacoon^{3*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร, สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี 20110

¹Department of Agricultural Engineering, School of Engineering and Innovation, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chon Buri 20110

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี 20110

²Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chon Buri 20110

³สาขาวิชาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี 20110

³Department of Products for Health and Beauty, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chon Buri 20110

*Corresponding author: Tel.: +66-8-6316-5463, E-mail: manoch_ra@mutto.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำปลา เป็นทางเลือกในการผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำด้วยวิธีทางกายภาพ โดยใช้เครื่องมือที่มีราคาไม่แพง และมีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน สำหรับใช้กลั่นน้ำปลาโบราณป่าติ จากกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารทะเลบ้านตลาดล่าง ตำบลบางพระ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยคุณลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำปลา ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 3 ส่วน คือ ถังต้มน้ำปลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 280 mm สูง 240 mm หัวแยกไอน้ำทรงกรวย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฐานกรวย 33.4 mm ปิดด้วยแผ่นสแตนเลสสตีล และต่อท่อแยกไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.3 mm ยาว 50 mm จำนวน 4 ท่อ และท่อควบแน่นทรงกระบอกปลายปิดทั้งสองด้าน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 114.3 mm ยาว 1300 mm ภายในท่อควบแน่นติดตั้งท่อนำไอน้ำ 4 ท่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.3 mm ยาว 1400 mm ต่อทะลุผ่านท่อควบแน่นทั้งสองด้าน ทดสอบสมรรถนะเครื่องกลั่น โดยกลั่นน้ำปลาปริมาตร 2,500 ml ที่เตาให้ความร้อนควบคุมให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 150°C เครื่องกลั่นน้ำปลาที่ออกแบบและสร้างขึ้นใช้เวลาในการกลั่นเฉลี่ย 286.67 min สามารถลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในน้ำปลาได้ น้ำปลาที่ผ่านการกลั่นมีลักษณะสีน้ำตาลแกมแดง ค่าความสว่างของสี (L^*) เท่ากับ 0.49 ± 0.06 ค่าความเป็นสีแดง-เหลือง (a^*) เท่ากับ 2.89 ± 0.20 และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) เท่ากับ -0.67 ± 0.13 มีสีเข้มกว่าน้ำปลาที่ไม่ผ่านการกลั่น ซึ่งมีค่าความสว่างของสี (L^*) เท่ากับ 26.45 ± 0.11 ค่าความเป็นสีแดง-เหลือง (a^*) เท่ากับ 39.54 ± 0.04 และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) เท่ากับ -45.27 ± 0.14 น้ำปลาที่ผ่านการกลั่นมีความเค็มเฉลี่ยสูงสุด $17.57 \pm 0.25\% \text{ w w}^{-1}$ มีความเค็มน้อยกว่าน้ำปลาที่ไม่ผ่านการกลั่นเท่ากับ $8.17\% \text{ w w}^{-1}$ สำหรับน้ำที่กลั่นได้มีลักษณะสีใสคล้ายน้ำเปล่า และความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ $0.26 \pm 0.00\% \text{ w w}^{-1}$ และเกลือที่ตกผลึกหลังผ่านกระบวนการกลั่นมีลักษณะเป็นตะกอนสีน้ำตาล มีความเค็มเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $62.56 \pm 3.49\% \text{ w w}^{-1}$

คำสำคัญ: น้ำปลา, การกลั่น, โซเดียมคลอไรด์

Abstract

The objective of this research is to design and construct a fish sauce distillation apparatus as an alternative for low-sodium fish sauce production using a physical method, employing inexpensive tools and a straightforward working principle. We intend to use the apparatus to distill traditional fish sauce from the seafood processing group at Ban Talat Lang, Bang Phra, Sriracha, and Chonburi. The fish sauce distillation apparatus consists of three main components. Firstly, there is a fish sauce boiling tank with a diameter of 280 mm and a height of 240 mm. Secondly,

Received: August 8, 2023

Revised: November 30, 2023

Accepted: October 29, 2023

Available online: April 29, 2024

there is a conical steam separator with a diameter of 33.4 mm at the base of the cone, as well as a stainless-steel lid. Lastly, there are four pipes for steam separation, each with a diameter of 10.3 mm and a length of 50 mm. The apparatus also includes two double-ended capped pipes with a diameter of 114.3 mm and a length of 1300 mm, and inside these pipes are four steam-carrying pipes with a diameter of 10.3 mm and a length of 1400 mm, passing through both ends of the capped pipes. We tested the distillation efficiency by distilling 2,500 ml of fish sauce at a controlled heating temperature of 150°C. The average time required for the distillation process using the designed and constructed fish sauce distillation apparatus was 286.67 min. The distilled fish sauce has a darker reddish-brown color compared to the non-distilled fish sauce. The color characteristics are as follows: The color brightness (L^*) has a value of 0.49 ± 0.06 , the redness-yellowness (a^*) has a value of 2.89 ± 0.20 , and the yellowness-blueness (b^*) has a value of -0.67 ± 0.13 . This is in contrast to the non-distilled fish sauce, which has the following color characteristics: The color brightness (L^*) has a value of 26.45 ± 0.11 , the redness-yellowness (a^*) has a value of 39.54 ± 0.04 , and the yellowness-blueness (b^*) has a value of -45.27 ± 0.14 . The distilled fish sauce had a maximum average salt content of $17.57 \pm 0.25\% \text{ w w}^{-1}$, which is lower than the salt content of the non-distilled fish sauce, which is $8.17\% \text{ w w}^{-1}$. The distilled water obtained had a clear appearance similar to regular water, with an average salt content of $0.26 \pm 0.00\% \text{ w w}^{-1}$. Furthermore, the residue left after distilling the saltwater solution had a clumpy brown appearance and a maximum average salt content of $62.56 \pm 3.49\% \text{ w w}^{-1}$.

Keywords: fish sauce, distillation, sodium chloride

1 บทนำ

น้ำปลา หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวรสเค็มใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร เป็นเครื่องปรุงรสที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 203 พ.ศ.2543 เรื่องน้ำปลา สามารถแบ่งคุณภาพของน้ำปลาที่ผลิตเพื่อการจำหน่าย ออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ น้ำปลาแท้ น้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่น และน้ำปลาผสม โดยลักษณะของน้ำปลาจะต้องใส ไม่มีตะกอน และในน้ำปลาจะต้องมีส่วนผสมของโซเดียมคลอไรด์ ไม่ต่ำกว่า 200 g l^{-1} ซึ่งเปรียบเทียบกับได้เท่ากับ $20\% \text{ w v}^{-1}$ (กระทรวงสาธารณสุข, 2543) จากการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์น้ำปลาไทย พบว่า มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำปลาแท้ประมาณ $20-39.5\% \text{ w v}^{-1}$ ส่วนน้ำปลาผสมมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในตัวอย่างประมาณ $26-45\% \text{ w v}^{-1}$ (เมธาพร และคณะ, 2563) สำหรับน้ำปลาพื้นบ้าน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักปลาหรือส่วนของปลากับเกลือ หรือหมักจากปลาที่เกลือกับน้ำเกลือตามกรรมวิธีการทำน้ำปลา อาจเติมส่วนผสมอื่นเพื่อเร่งการหมัก เช่น สับปะรด และอาจปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยอ้อย น้ำตาล หรือได้จากการนำน้ำปลาที่ได้จากการหมักมาเจือจางและปรุงแต่งกลิ่นรส จะใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำปลาพื้นบ้าน มผช.673/2547 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.), 2547) น้ำปลาโบราณป่าบัต เป็นสินค้าโอท็อป (OTOP) ของกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารทะเลบ้านตลาดล่าง ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ทำจากปลาเกลือ และปลากะตัก โดยกรรมวิธีการผลิตน้ำปลาเริ่มจากนำปลามาคลุกเคล้ากับเกลือให้มีสัดส่วนของน้ำหนักปลากับเกลือเท่ากับ 3:1 หมักในบ่อหมักเป็นระยะเวลา 1 year ในระหว่างการหมักจะมีการกวนส่วนผสมทุก ๆ 2 month เพื่อให้ปฏิกิริยาใน

การหมักเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นนำมากรองเพื่อให้ได้น้ำปลาที่ใสและบรรจุใส่ขวดต่อไป (สุธัญญา และคณะ, 2563) ทั้งนี้รสชาติของน้ำปลาจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา กรรมวิธีการหมัก สิ่งที่เคยลงไปเพื่อช่วยให้น้ำปลาน้ำมีสี กลิ่น และรสชาติดีขึ้น (อรรธรณ, 2553)

จากการสำรวจข้อมูลการบริโภคโซเดียมคลอไรด์ (*Sodium chloride, NaCl*) หรือเกลือของประชากรไทยในปี 2550 โดยกรมอนามัยร่วมกับมหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าประชากรไทยได้รับโซเดียมจากอาหารที่บริโภคสูงถึง $4,351.7 \text{ mg day}^{-1}$ ซึ่งมากกว่าปริมาณที่องค์การอนามัยโลกกำหนดถึง 2 เท่า (ปริมาณแนะนำ $2,000 \text{ mg day}^{-1}$) นอกจากนี้รายงานการสำรวจสุขภาพประชากรไทยโดยสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข พบว่า ค่าเฉลี่ยของการบริโภคโซเดียมอยู่ที่ $3,264 \text{ mg day}^{-1}$ (กระทรวงสาธารณสุข กรมควบคุมโรค สำนักโรคไม่ติดต่อ, 2556) แสดงให้เห็นว่าประชากรไทยได้รับโซเดียมในปริมาณที่สูงกว่าความต้องการต่อวัน ซึ่งการบริโภคเกลือในระดับที่มากเกินไปก่อให้เกิดความต้องการของร่างกายเป็นสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรังหลายประเภท ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคไต ฯลฯ โดยในปัจจุบันมีความพยายามในการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์หลายวิธี ภัทร (2549) ได้ทดลองแยกเกลือในน้ำปลาด้วยกระบวนการไดอะลิซิสโดยใช้เมมเบรนระดับนาโนฟิลเตรชัน สุธัญญา และคณะ (2563) ได้นำน้ำปลาผ่านคอลัมน์โครมาโทกราฟีที่บรรจุเรซินผสมชนิดประจุบวกและประจุลบ Amberlite mixed bed-20 H/OH นอกจากนี้ยังมีเทคนิคอิเล็กโทรไดอะลิซิส หรือการแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า เป็นการแยกไอออนออกจากสารละลาย โดยใช้หลักการแยกด้วยประจุแทนการแยกด้วยขนาดของรูพรุน (สักรณ, 2554) แต่เทคนิคอิเล็กโทรไดอะลิซิสนี้ไม่เพียงแต่ลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ออกจาก

น้ำปลาเท่านั้นแต่ยังทำให้สูญเสียสารประกอบกลิ่นหอมและอะมิโนที่สำคัญอีกด้วยเมื่อลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำปลาจนเหลือ 18% w w⁻¹ (Nathamol et al. 2011) อย่างไรก็ตามก็มีการดัดแปลงโซเดียมคลอไรด์ออกจากน้ำปลาด้วยวิธีที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากมีต้นทุนทั้งด้านเครื่องจักรและต้นทุนด้านสารต่าง ๆ ที่ต้องนำมาใช้ในกระบวนการแยกสาร Etouney, H. (2009); ธีรรัตน์ (2559) ได้กล่าวถึงกระบวนการกลั่นน้ำทะเล ซึ่งเป็นการทำให้น้ำทะเลเกิดการระเหยด้วยความร้อน จากนั้นไอน้ำจะไหลผ่านท่อหล่อเย็น และจะถูกควบแน่นออกมาเป็นน้ำบริสุทธิ์ เมื่อกระบวนการกลั่นเกิดขึ้น น้ำทะเลจะมีความเข้มข้นสูงขึ้นและเริ่มตกตะกอนออกมา

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำปลา เป็นทางเลือกในการผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำด้วยวิธีทางกายภาพ โดยใช้เครื่องมือที่มีราคาไม่แพง และมีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน สมาชิกในกลุ่มสามารถมีส่วนร่วมในระหว่างกระบวนการผลิตได้ นำไปสู่แนวทางการพัฒนาสินค้าน้ำปลาโบราณบำบัด ของกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารทะเลบ้านตลาดล่าง ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

2 อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในน้ำปลาด้วยการกลั่น ใช้ตัวอย่างน้ำปลาโบราณบำบัด จากกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารทะเลบ้านตลาดล่าง ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี สำหรับการออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำปลามีวิธีการดังนี้

2.1 การทดสอบกลั่นน้ำปลาเบื้องต้น

ทดสอบกลั่นน้ำปลาโดยใช้ชุดกลั่นมาตรฐาน ดัง Figure 1 กลั่นน้ำปลาปริมาตร 250 ml โดยควบคุมอุณหภูมิที่เตาให้ความร้อนให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 150°C ทำการทดลองกลั่นที่เวลา 30 40 50 และ 60 min ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกผลการทดลองทุก ๆ 5 min โดยเก็บข้อมูลปริมาตรของน้ำที่กลั่นได้ ปริมาตรของน้ำปลาเข้มข้น และน้ำหนักของเกลือที่ตกตะกอนเมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำปลา



Figure 1 Distillation of fish sauce using a standard distillation set.

2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำปลา

คุณลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำปลา ดัง Figure 2 ผลิตจากสแตนเลสสตีล (stainless steel 304) สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ง่าย ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 3 ส่วน คือ ถังต้มน้ำปลา หัวแยกไอน้ำ และท่อควบแน่น

ถังต้มน้ำปลา เป็นถังที่สามารถเปิดฝาด้านบนเพื่อเติมน้ำปลาได้ มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 280 mm สูง 240 mm ที่ฝาด้านบนมีท่อระบายไอน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 33.4 mm สำหรับต่อสายยางซิลิโคนทนความร้อนเข้ากับหัวแยกไอน้ำ และติดตั้งเกจวัดอุณหภูมิสำหรับวัดอุณหภูมิภายในถังต้มน้ำปลาที่ฝาด้านบนปิดประกั้นซิลิโคนทนความร้อน และมีตัวล็อคระหว่างถังต้มน้ำปลาและฝาด้านบน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของไอน้ำระหว่างกระบวนการกลั่น

หัวแยกไอน้ำ มีลักษณะเป็นทรงกรวยปิดที่ยอดกรวยมีท่อสำหรับรับไอน้ำจากถังต้มน้ำปลา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางฐานกรวย 33.4 mm ปิดด้วยแผ่นสแตนเลสสตีล และต่อท่อแยกไอน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10.3 mm ยาว 50 mm จำนวน 4 ท่อ เพื่อส่งไอน้ำไปยังท่อควบแน่นผ่านสายยางซิลิโคนทนความร้อน

ท่อควบแน่น ดัดแปลงจากท่อควบแน่นของชุดกลั่นมาตรฐานที่ภายในเป็นท่อตรง ซึ่งเหมาะสมกับการนำมากลั่นน้ำปลา เนื่องจากสามารถทำความสะอาดคราบโปรตีนภายในท่อน้ำไอน้ำได้ง่าย แต่ปรับเปลี่ยนรูปทรงภายในโดยการเพิ่มจำนวนท่อน้ำไอน้ำเป็น 4 เส้น เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวหล่อเย็นสำหรับการควบแน่น โดยจะมีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกปลายปิดทั้งสองด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 114.3 mm ยาว 1300 mm ภายในท่อควบแน่นติดตั้งท่อน้ำไอน้ำ 4 ท่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10.3 mm ยาว 1400 mm ต่อทะลุผ่านท่อควบแน่นทั้งสองด้านออกมาด้านละ 50 mm ที่ผิวท่อควบแน่นด้านล่างถูกเชื่อมต่อกับขาตั้งสแตนเลสสตีล โดยให้ความสูงของจุดศูนย์กลางท่อทั้ง 2 ด้าน ต่างกัน 50 mm และที่ผนังท่อควบแน่นด้านบนทั้ง 2 ด้าน ต่อท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 21.3 mm สำหรับต่อสายยางน้ำหล่อเย็น โดยให้ทางเข้าน้ำหล่อเย็นอยู่ด้านล่าง และออกทางด้านสูงของท่อหล่อเย็น

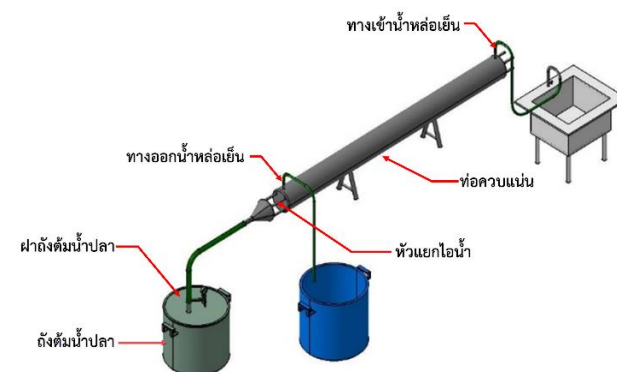


Figure 2 Schematic of fish sauce distillation machine.

2.3 การทดสอบสมรรถนะเครื่องกลั่นน้ำปลา

การทดสอบสมรรถนะเครื่องกลั่นน้ำปลา ดัง Figure 3 โดยกลั่นน้ำปลาปริมาตร 2,500 ml โดยควบคุมอุณหภูมิที่เตาให้ความร้อนให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 150°C (หยุดการกลั่นเมื่อน้ำที่กลั่นได้มีปริมาตรเท่ากับ 34.30% ของปริมาณน้ำปลาเริ่มต้น จากการทดลองเบื้องต้น) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองทุก 15 min โดยเก็บข้อมูลปริมาตรของน้ำที่กลั่นได้ ปริมาตรของน้ำปลาเข้มข้น และน้ำหนักของเกลือที่ตกตะกอน เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำปลา



Figure 3 Distillation of fish sauce using a fish sauce distillation machine.

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำปลา

การวิเคราะห์ปริมาณเกลือโดยวิธีของ Mohr เป็นการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต (เมธาพร และคณะ, 2563) เริ่มจากการหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต จากนั้นหาปริมาณเกลือในตัวอย่างน้ำปลา เกลือ และน้ำที่กลั่นได้ ดัง Figure 4 นำตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด อย่างละ 5 g ใส่ลงในปิกรอร์ขนาด 100 ml เติมน้ำร้อน 30 ml จากนั้นคนให้เข้ากันแล้วถ่ายตัวอย่างใส่ในขวดปริมาตรขนาด 250 ml ทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง และเติมให้ถึงจุดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น



Figure 4 Examples obtained from distillation (a) fish sauce, (b) distilled water, and (c) salt.

หลังจากนั้นปิเปตสารละลายที่ได้มา 10 ml เติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้น 5% ลงไป 1 ml ไตรเตรทสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ความเข้มข้น 0.05% จนถึงจุดยุติจะได้สารละลายสีแดงส้ม ซึ่งคงตัวอยู่นาน 30 s (สุริยงญา และคณะ, 2563) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกค่าความเข้มข้น

และปริมาตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการไตรเตรตนำคำนวณหาปริมาณเกลือได้จากสมการ (1)

$$\% \text{Salt NaOH} = \frac{N_{\text{AgNO}_3} \times V_{\text{AgNO}_3} \times 5.85 \times 25}{\text{g of Sample}} \quad (1)$$

โดยที่ %Salt NaOH คือ ปริมาณเกลือ

N_{AgNO_3} คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต

V_{AgNO_3} คือ ปริมาตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต

g of Sample คือ มวลของตัวอย่าง

วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างตัวอย่างน้ำปลา เกลือ และน้ำที่กลั่นได้ ด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CM-3500d ดัง Figure 5 บันทึกค่า L^* , a^* และ b^* ของทั้ง 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

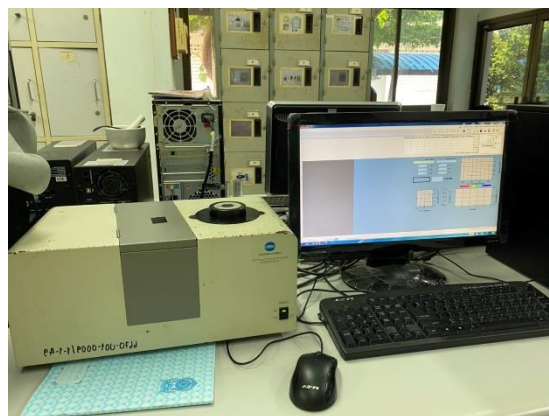


Figure 5 Color measurement of sample using a Spectrophotometer.

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการทดสอบกลั่นน้ำปลาเบื้องต้น

ผลการทดลองกลั่นน้ำปลาเบื้องต้น พบว่าที่เวลาการกลั่น 30 40 50 และ 60 min มีปริมาณน้ำที่กลั่นได้เท่ากับ 45.64 59.50 85.76 และ 92.07 ml ตามลำดับ ปริมาณผลึกเกลือที่กรองได้เท่ากับ 51.20 56.43 70.20 และ 88.47 g ตามลำดับ และเหลือปริมาณน้ำปลาเข้มข้นอยู่ที่ 116, 124. 33 และ 43 ml ตามลำดับ แต่น้ำปลาเข้มข้นที่การกลั่นด้วยเวลา 60 min เกิดการไหม้ติดกันภาชนะไม่สามารถนำไปใช้งานต่อได้ เมื่อนำน้ำปลาเข้มข้นมาหาความเค็มโดยการวิเคราะห์ปริมาณเกลือด้วยวิธีของ Mohr พบว่าที่เวลาการกลั่น 30, 40, 50 และ 60 min มีค่าความเค็ม เท่ากับ 29.40 26.85 25.05 และ 25.25% w w⁻¹ ตามลำดับ การกลั่นน้ำปลาที่อุณหภูมิเตาให้ความร้อน 150°C เป็นเวลา 50 min มีค่าความเค็มน้อยที่สุด ดังนั้นจึงใช้ผลการทดลองกลั่นน้ำปลาเบื้องต้นคำนวณหาเวลาในการหยุดกลั่นโดยการเทียบ

สัดส่วนของปริมาณน้ำปลาเริ่มต้นกับปริมาณน้ำที่กลั่นได้ โดยจะต้องหยุดการกลั่นเมื่อปริมาณน้ำที่กลั่นได้มีค่าเท่ากับ 34.30 ml

3.2 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องกลั่นน้ำปลา

ผลการกลั่นน้ำปลาปริมาตร 2,500 ml ที่อุณหภูมิเตาให้ความร้อน 150°C และหยุดกลั่นน้ำปลาเมื่อปริมาตรน้ำที่กลั่นได้เท่ากับ 857.5 ml โดยอ้างอิงจากผลการทดลองเบื้องต้น พบว่าเวลาที่ใช้ในการกลั่นครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เท่ากับ 300 300 และ 260 min ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของเวลากลั่นน้ำปลา เท่ากับ 286.67 min ปริมาณผลึกเกลือที่กรองได้เท่ากับ 551.77 510.56 และ 568.69 g ค่าเฉลี่ยของปริมาณผลึกเกลือ เท่ากับ 543.67 g และเหลือปริมาณน้ำปลาเหลืออยู่ที่ 1,150 1,260 และ 1,135 ml มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำปลาที่เหลือ เท่ากับ 1,181 ml

เมื่อนำน้ำปลาที่เหลือจากการกลั่น เกลือ และน้ำที่กลั่นได้ไปวัดสีด้วยเครื่องวัด Spectrophotometer มีค่า L^* , a^* และ b^* และหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์โดยการวิเคราะห์ปริมาณเกลือด้วยวิธีของ Mohr เปรียบเทียบกับน้ำปลาที่ไม่ผ่านการกลั่น ผลแสดงดัง Table 1

จากตารางแสดงผลการวัดสีและหาความเค็มของผลการทดลอง น้ำปลาที่ไม่ผ่านการกลั่นวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ค่าสีใกล้เคียงกันมีลักษณะสีน้ำตาลแดงใส น้ำปลาที่ไม่ผ่านการกลั่นมีความเค็มเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $25.74 \pm 0.26\% \text{ w w}^{-1}$ ส่วนน้ำปลาที่ผ่านการกลั่นมีลักษณะสีน้ำตาลแกมแดงสีเข้มกว่าน้ำปลาที่ไม่ผ่านการกลั่น มีความเค็มเฉลี่ยสูงสุด $17.57 \pm 0.25\% \text{ w w}^{-1}$ ดังนั้นการเปรียบเทียบระหว่างน้ำปลาที่ไม่ผ่านการกลั่นกับน้ำปลาที่ผ่านการกลั่นแล้วมีลักษณะสีที่แตกต่างกันและมีความเค็มมากกว่าน้ำปลาที่ผ่านการกลั่นเท่ากับ $8.17\% \text{ w w}^{-1}$ สำหรับน้ำที่กลั่นได้

Table 1 The results of color measurement and salt content determination of distilled and non-distilled fish sauce.

Sample	Parameter (unit)			salt content (% w w ⁻¹)
	L*	a*	b*	
non-distilled fish sauce	26.45±0.11	39.54±0.04	45.27±0.14	25.74±0.26
distilled fish sauce	0.49±0.06	2.89±0.20	0.67±0.13	17.57±0.25
distilled water	99.69±0.10	-0.53±0.07	2.94±0.35	0.26±0.00
salt	40.43±2.25	5.87±0.66	11.98±1.34	62.56±3.49

มีลักษณะสีใสคล้ายน้ำเปล่า และความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ $0.26 \pm 0.00\% \text{ w w}^{-1}$ และเกลือที่ตกผลึกหลังผ่านกระบวนการกลั่นหลังกรองเพื่อแยกน้ำปลาออกแล้ว พบว่าสีของเกลือที่ตกผลึกจะมีลักษณะคล้ายกัน เป็นตะกอนสีน้ำตาล จึงทำให้เกลือที่ตกผลึกมีความเค็มเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $62.56 \pm 3.49\% \text{ w w}^{-1}$

4 สรุป

จากการศึกษาการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในน้ำปลาโบราณป่าบัตี เครื่องกลั่นน้ำปลาที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในน้ำปลาได้ $8.17\% \text{ w w}^{-1}$ จากการกลั่นน้ำปลาปริมาตร 2,500 ml ใช้เวลาในการกลั่นเฉลี่ย 286.67 min นอกจากนี้วัสดุอุปกรณ์ที่สัมผัสกับน้ำปลา ได้ออกแบบโดยใช้หลักสุขอนามัย (hygienic design) สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ง่าย มีขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน ตัวถังต้มสามารถใช้กับเตาในครัวเรือนได้ทุกชนิด เป็นทางเลือกในการผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำด้วยวิธีทางกายภาพ โดยใช้เครื่องมือที่มีราคาไม่แพง สมาชิกในกลุ่มสามารถมีส่วนร่วมในระหว่างกระบวนการผลิตได้นำไปสู่แนวทางการพัฒนาสินค้าน้ำปลาโบราณป่าบัตี ของกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารทะเลบ้านตลาดล่าง ตำบลบางพระ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มงคลตะวันออก ที่กรุณาสับสนุนงบประมาณและสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

6 เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข กรมควบคุมโรค สำนักโรคไม่ติดต่อ. 2556. รายงานผลการทบทวน รูปแบบการดำเนินงานป้องกันการเกิดโรคไม่ติดต่อในวิถีชีวิตด้วยการลดการบริโภคเกลือ. แหล่งข้อมูล: <http://thaincd.com/2016/media-detail.php?id=8624&tid=30,1-001-003&gid=1-026>. เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2562.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 203 (พ.ศ. 2543) เรื่องน้ำปลา. แหล่งข้อมูล: http://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_97.pdf. เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2562.
- ธิดารัตน์ บุญศรี. 2559. การแยกเกลือออกจากน้ำด้วยกระบวนการดูดซับไฟฟ้าร่วมกับกระบวนการลดความกระด้าง. แหล่งข้อมูล: <https://www.nstda.or.th/nac/2016/wp-content/uploads/2016/02/Thidarath.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2562.
- ภัทร ศักดิ์เพชร. 2549. การแยกเกลือในน้ำปลาด้วยกระบวนการนาโนฟิลเตรชัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีอาหาร). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.). 2547. น้ำปลาพื้นเมือง (มผช. ๖๗๓/๒๕๔๗). สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

เมธาวร ขจรจรัสกุล, ขนิษฐา หาญวงษ์, วิทยาลัย ศรีทองกลาง, กอบเกียรติ สอนใจ, กมลทิพย์ เสรีนันทชัย. 2563. การวิเคราะห์ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์น้ำปลาไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 28(2), 208-218.

ลักกมณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2554. การพัฒนาและศึกษากระบวนการผลิตน้ำปลาโซเดียมต่ำโดยวิธีการแยกสารผ่านเยื่อด้วยไฟฟ้า (รายงานวิจัย). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุธัญญา พรหมสมบูรณ์, ภัทราพร สัตยชาติเจตน์, มาโนช รัตนคุณ, เพียงขวัญ เครือภู, วรวิมล รัตนสสัย, พัทธนี บุญธกานนท์, อมรรัตน์ โมรราราช, จินตนา เพชรมณีโชติ, ภาณุมาศ บุญผดุง, ปราณี นิมิบุตร, สุธีรา อานามวงษ์, ปภากร ศรีสอน, อนงค์ นาฏ โสภณางกูร, สุภัทลยา ชาญสมร, อรรถนิตติ วงศ์จักร, พงษ์พัฒน์ สิงห์ศรี, ศรีชล ภิรมย์ลาภ. 2563. เทคโนโลยีการผลิตน้ำปลาเกลือต่ำชนิดผงเพื่อสุขภาพสู่การจำหน่ายในระบบตลาดออนไลน์ (รายงานวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

อรรวรรณ คงพันธุ์. 2553. การผลิตน้ำปลาด้วยวิธีการหมักแบบธรรมชาติ. นนทบุรี: บริษัท คุณาไทย จำกัด.

Chindapan, N., Devahastin, S., Chiewchan, N., Sablani, S. S. 2011. Desalination of fish sauce by electrodialysis: effect on selected aroma compounds and amino acid compositions. Journal of food science 76(7), S451-S457.

Ettouney, H. 2009. Conventional Thermal Processes. In: Micale, G., Rizzuti, L., Cipollina, A. (Eds.), Seawater Desalination (p. 17-40). Green Energy and Technology: Springer.