

การพัฒนาสูตรหมักอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน

สุทธิพันธุ์ แดงใจ

อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Corresponding Author Email: suddiphan.uru@hotmail.com

Received: March 22, 2024; Revised: June 27, 2024; Accepted: July 10, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตหมักอบรสจากน้ำคลุกหมักอบรสมะยงชิดและเสริมมะไฟจีน คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมกับผู้เชี่ยวชาญทางอาหาร และหาคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกาย เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการวิจัยพบว่าหมักอบรสแบบสูตรที่ 1 ได้รับชอบโดยรวมสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 7.11 ± 0.57 ผลการหาระดับอัตราส่วนผสมของเนื้อมะยงชิดในตัวน้ำคลุกหมักอบรสปริมาณ 100, 150, 200, 250 และ 300 กรัม ผลการหาระดับอัตราส่วนของมะไฟจีนในหมักอบรสจากเนื้อมะยงชิดจำนวน 3 ระดับ 10, 30 และ 50 กรัม พบว่าผู้บริโภคมีความชอบสูงสุดในสูตรที่ 13 ใช้เนื้อมะยงชิดในการผลิตน้ำคลุกหมักอบรส 300 กรัมและมะไฟจีน 30 กรัม มีความชอบอยู่ในระดับชอบมาก มีค่าเฉลี่ย 8.54 ± 0.63 นำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านสีมีค่า $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 52.60, 5.42, 10.96 เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแข็งและความกรอบเท่ากับ 0.63 และ 1.19 นิวตัน ด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มีไขมัน 14.17 กรัม โปรตีน 2.94 กรัม คาร์โบไฮเดรต 68.67 กรัม โยอาหาร 3.13 กรัม น้ำตาล 43.01 กรัม โซเดียม 936.83 มิลลิกรัม วิตามินเอ 23.655 ไมโครกรัม เบต้าแคโรทีน 141.93 ไมโครกรัม วิตามินบี 1 0.030 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.025 มิลลิกรัม แคลเซียม 20.38 มิลลิกรัม เหล็ก 1.07 มิลลิกรัม เถ้า 2.75 กรัม ความชื้น 11.20 กรัม และมีพลังงาน 415.05 กิโลแคลอรีต่อปริมาณ 100 กรัม และมีค่า water activity (aw) เท่ากับ 0.52 ผลิตภัณฑ์หมักอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบกล่องใสสี่เหลี่ยมฝาล็อคปิดสนิทชนิด Polyethylene Terephthalate (PET) ได้นาน 20 วัน ผลิตภัณฑ์ยังคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลงและตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์เป็นตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทหมักอบรส (มพช.135/2546)

คำสำคัญ: หมักอบรส น้ำหมักอบรส มะยงชิด มะไฟจีน

Development Product of Mee-Krop (Crispy Rice Noodle) from The Yellow Marian Plum Sauce with Wampee Fruit

Suttiaphun Dangjai

Lecturer, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

Corresponding Author Email: suttiaphun.uru@hotmail.com

Received: March 22, 2024; Revised: June 27, 2024; Accepted: July 10, 2024

Abstract

The objective of this study was to develop the Mee-Krop (Crispy Rice Noodle) recipe, Yellow Marian Plum Sauce with Wampee Fruit recipe that was selected by the experts, and evaluate the physical, chemical, and microbiological product properties and sensory evaluation. The results showed that Mee-Krop no. 01 has the highest acceptance score (7.11 ± 0.57). The yellow Marian plum sauce in this study was prepared using 100 g, 150 g, 200 g, 250 g, and 300 g supplemented with wampee fruit 30 g and 50 g. The highest consumer acceptance score is 8.54 ± 0.63 from recipe no. 13, which used a yellow Marian plum sauce ratio of 300 g with wampee fruit 30 g. The colorimetry of Mee-Krop yellow Marian plum sauce with wampee fruit the colorimetry of Mee-Krop yellow Marian plum sauce with wampee fruit is L^* (brightness) 52.60, a^* (redness) 5.42, and b^* (yellowness) 10.96. The hardness and fracturability of this product are 0.63 and 1.19 N, respectively. The proximate analysis of Mee-Krop (Crispy Rice Noodle) from The Yellow Marian Plum Sauce with Wampee Fruit has fat 14.17 g, protein 2.94 g, carbohydrate 68.67 g, fiber 3.13 g, sugars 43.01 g, sodium 936.83 mg, vitamin A 23.655 μg , β -carotene 141.93 μg , vitamin B1 0.030 mg, vitamin B2 0.025 mg, calcium 20.38 mg, iron 1.07 mg, ash 2.75 g, moisture 11.20 g and energy 415.05 kcal per 100 g. The water activity (a_w) is 0.52. Mee-Krop (Crispy Rice Noodle) from The Yellow Marian Plum Sauce with Wampee Fruit stored in a Polyethylene Terephthalate (PET) clear square box has a shelf life of 20 days. There have been no physical or microbiological changes to the products following the criteria for Thai Community Product Standards for cookies (TCPS.135/2546).

Keywords: Mee-Krop, Mee-krob (Crispy Rice Noodle) Sauce, Yellow Marian Plum, Wampee Fruit

บทนำ

อาหารว่างจัดเป็นอาหารระหว่างมื้อส่วนใหญ่เป็นอาหารที่ทำได้ง่าย รับประทานสะดวก ปริมาณการเสิร์ฟแต่ละคนจะไม่มากก่อนถึงอาหารมื้อหลัก อาหารว่างมักจัดในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ อาหารว่างไทย อาหารว่างสากล (Phromchan, 2022) หมี่กรอบจัดเป็นอาหารว่างที่ทำจากเส้นหมี่ทอดกรอบที่คลุกเคล้าให้เข้ากันกับส่วนผสมของเครื่องปรุงรส และเครื่องปรุงที่เตรียมจากส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น เต้าหู้แข็งทอดกรอบ เนื้อหมูรวน เนื้อกุ้งรวน หอมแดงสับเจียว กระเทียมสับเจียว แล้วผัดผสมให้เข้ากับเครื่องปรุงรส เช่น เต้าเจี้ยว น้ำกระเทียมดอง น้ำมะขาม น้ำมะนาว น้ำตาลปี๊บ พริกป่น ที่เคี่ยวจนเหนียว อาจโรยหน้าด้วยผักชี กระเทียมดอง ใบกุยฉ่ายหั่นเป็นท่อน และไข่ฝอย (Community Product Standards, 2003) การทำน้ำราดหมี่กรอบ (น้ำปรุงรส) ต้องเคี่ยวให้มีความเหนียวกำลังดีและมีรสชาติเฉพาะที่ออกเปรี้ยวหวานเค็มได้อย่างกลมกล่อม การทำน้ำราดหมี่กรอบเป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่งที่สามารถเก็บไว้ได้นาน เคล็ดลับการทำให้เส้นหมี่กรอบนิ่มไม่คืนตัวต้องใช้เส้นหมี่ที่เป็นเส้นหมี่แบ่งข้าวเจ้าไม่ใช้แป้งมันและต้องเป็นเส้นหมี่ชนิดแบ่งที่ซังกลีโยขายเป็นท่อน และมีเคล็ดลับสำคัญที่การชุบเส้นหมี่ในน้ำปูนใสซึ่งจะทำให้เส้นหมี่รัดตัวเส้นจะกรอบทนได้ (Pramuansuk, 2008)

ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี มีภูมิประเทศเป็นพื้นที่ภูเขาสลับกับลุ่มแม่น้ำทำให้มีการปลูกพืชผลทางการเกษตรมานานมากเพราะมีความอุดมสมบูรณ์ดี ผลผลิตทางการเกษตรมีหลากหลายชนิด เช่น มะยงชิดและมะปราง เป็นต้น มะยงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีรสหวานอมเปรี้ยวแต่เพียงมีเปรี้ยวติดเล็กน้อยเรียกว่า มะยงชิด กลุ่มที่ 2 มีรสออกเปรี้ยวมากกว่าหวานเรียกว่า มะยงห่าง มะปรางและมะยงชิดที่เป็นพืชในกลุ่มเดียวกัน คือพืชตระกูลมะปราง มะปรางที่แก่จัดแล้วมีรสหวานอมเปรี้ยวทำให้รับประทานแล้วไม่ไอและไม่ระคายคอ (Sukkarom, 2019) การใช้เนื้อของมะยงชิดแทนมะนาวมะขามเปียกสามารถทำได้เพราะมะยงชิดมีรสชาติเปรี้ยวหวานคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำมะขามเปียกที่ให้รสชาติเปรี้ยวในอาหารไทย ซึ่งยังต้องมิกกลิ่นหอมของเครื่องเทศสมุนไพรในอาหารว่างไทย เช่น ผีเสื้อซ่า ซึ่งมะไฟจีนมีคุณสมบัติด้านกลิ่นรสที่สามารถนำมาใช้ทำอาหารว่างประเภทหมี่กรอบได้ ผลของมะไฟจีนนิยมนำมาเชื่อมแล้วตากแดดรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวมีกลิ่นหอมคล้ายเปลือกส้ม มะไฟจีนมีการปลูกมากในพื้นที่จังหวัดน่าน และจัดเป็นผลไม้ที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดน่าน เพราะมีลักษณะพื้นที่ติดกับบริเวณริมแม่น้ำน่าน ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นมะไฟจีน (Pramuansuk, 2008)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำมะยงชิดที่มีปลูกจำนวนมากในชุมชนพื้นที่จังหวัดอุดรธานี โดยใช้ผลผลิตที่มีคุณภาพที่ไม่ดีต่อความต้องการของตลาดเนื่องจากพบผลผลิตบางส่วนที่เกษตรกรไม่สามารถนำออกจากร้านจำหน่ายได้เพราะผลผลิตไม่ดี เกิดความเสียหายของการเสียดสีและการเข้าทำลายของศัตรูพืช ได้แก่ แมลงวันทอง หนอนเจาะขี้ข้าว ค้างคาว เป็นต้น (Boonwong, 2015) และใช้มะไฟจีนจากพื้นที่จังหวัดน่านที่ให้กลิ่นรสชาติอาหารว่างไทยนำมาพัฒนาเป็นหมี่กรอบจากเนื้อมะยงชิดเสริมมะไฟจีน เป็นการนำมะยงชิดผลิตเป็นน้ำคลุกหมี่กรอบให้มีรสชาติอร่อย เพิ่มคุณค่าทางสารอาหารด้านวิตามินและแร่ธาตุ อีกทั้งยังเป็นการใช้ประโยชน์ของผลผลิตทางการเกษตรที่ตกเกรดให้มีมูลค่าโดยการแปรรูปเชิงพาณิชย์

วัตถุประสงค์การวิจัย

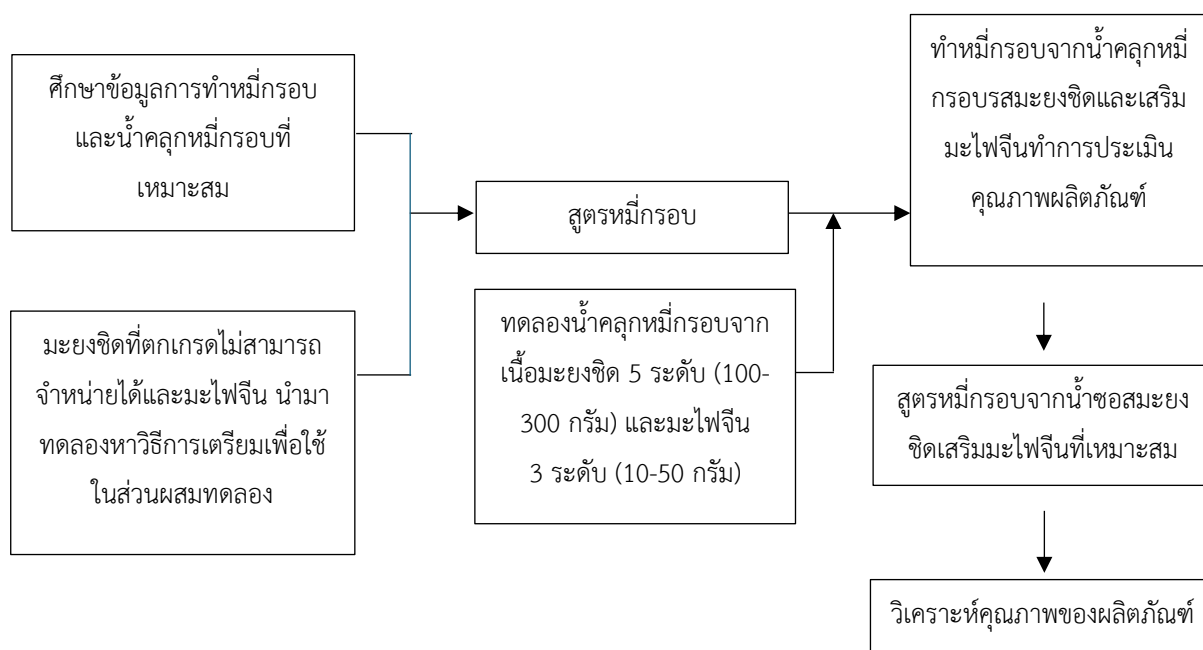
1. เพื่อศึกษาสูตรหมี่กรอบต้นแบบที่เหมาะสม
2. เพื่อศึกษาปริมาณมะยงชิดและมะไฟจีนที่เหมาะสมเติมลงในน้ำปรุงรสหมี่กรอบและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
3. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ อายุการเก็บรักษาและคุณค่าทางโภชนาการของสูตรหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน

ขอบเขตการวิจัย

1. คัดเลือกสูตรหมี่กรอบต้นแบบจำนวน 3 สูตรที่เหมาะสม

2. ศึกษาปริมาณเนื้อมะยมชนิดที่ใช้ในการผลิตน้ำปรุงรสหมีกรอบ 5 ระดับได้แก่ 100, 150, 200, 250 และ 300 กรัม และเสริมมะไฟจีน 3 ระดับได้แก่ 10, 30 และ 50 กรัม สำหรับใช้ทดลองคลุกหมีกรอบต้นแบบและนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค
3. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่าสี ค่าเนื้อสัมผัส และค่าน้ำออสระ (aw) วิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ และหาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น
4. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นที่ระดับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์กล่องพลาสติกชนิด Polyethylene terephthalate (PET)

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การทบทวนวรรณกรรม

หมีกรอบ (Crispy noodle) จัดเป็นอาหารว่างที่ทำจากเส้นหมีทอดกรอบที่คลุกเคล้าให้เข้ากันกับส่วนผสมของเครื่องปรุงและเครื่องปรุงรสที่เตรียมจากส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น เต้าหู้แข็งทอดกรอบ เนื้อหมูรวน เนื้อกุ้งรวน หอมแดงสับเจียว กระเทียมสับเจียว แล้วผัดผสมให้เข้ากับเครื่องปรุงรส เช่น เต้าเจี้ยว น้ำกระเทียมดอง น้ำมะขาม น้ำมะนาว น้ำตาลปี๊บ พริกป่น ที่เคี้ยวจนเหนียว อาจโรยหน้าด้วยผักชี กระเทียมดอง ใบกุยฉ่ายหั่นเป็นท่อน และไขฝอย (Community Product Standards, 2003)

น้ำคลุกหมีกรอบ มีลักษณะการทำต้องเคี่ยวให้มีความเหนียวกำลังดีและมีรสชาติเฉพาะที่ออกเปรี้ยวหวานเค็มได้อย่างกลมกล่อม การทำหมีกรอบเป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่งที่สามารถเก็บไว้ได้นาน เคล็ดลับการทำให้เส้นหมีกรอบนิ่มไม่คืนตัว ต้องใช้เส้นหมีที่เป็นเส้นหมีแบ่งข้าวเจ้าไม่ไข่แบ่งมันและต้องเป็นเส้นหมีชนิดแบ่งที่ซังกิโยขายเป็นท่อน และมีเคล็ดลับสำคัญคือการชุบเส้นหมีในน้ำมันใสซึ่งจะทำให้เส้นหมีรัดตัวเส้นจะกรอบทน (Pramuansuk, 2008).

มะปราง เป็นผลไม้ของประเทศไทยตั้งแต่สมัยกรุงสุโขทัย มะปรางพันธุ์ดีจึงปรากฏให้เห็นอยู่แถบเมืองเก่าที่รายล้อมเมืองสุโขทัย เช่น กำแพงเพชร อุตรดิตถ์ พิษณุโลก เป็นต้น ต่อมามีการย้ายราชธานีลงไปทางใต้ โดยเฉพาะสมัยกรุงศรีอยุธยาเป็นราชธานี สันนิษฐานว่าน่าจะมีการนำเอามะปรางจากทางเหนือลงไปปลูกและขยายไปในเขตบริเวณทล เมื่อถึงสมัย

กรุงรัตนโกสินทร์ พอจะมีหลักฐานปรากฏว่าได้มี มะยงชิดพันธุ์ดีหรือที่หลายคนในสมัยรัชกาลที่ 5 เรียกว่า มะปรางเสวย มีแหล่งปลูกอยู่แถวตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี จัดว่าเป็นมะปรางที่มีขนาดผลใหญ่ใกล้เคียงกับไข่ไก่หรือไข่เป็ด บางพันธุ์มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว น่าจะเป็นต้นกำเนิดของมะยงชิด เมื่อมะปรางได้ถูกเผยแพร่กระจายออกไป จึงมีการกลายพันธุ์ส่วนหนึ่งกลายเป็นมะยง ประกอบไปด้วย มะยงชิด มะยงห่าง กาวาง ส่วนอีกสายพันธุ์หนึ่ง กลายพันธุ์เป็นมะปรางหวาน ผลใหญ่ รสชาติหวานสนิทไม่มีรสเปรี้ยวปนและเมื่อรับประทานจะไม่มีการระคายคอเหมือนมะปรางพันธุ์ดั้งเดิม ขนาดของผลใกล้เคียงกับมะยงชิดบางพันธุ์ผลใหญ่กว่ามะยงชิด มะปรางหวานใหญ่ที่กลายพันธุ์มานี้ ยังไม่ค่อยมีคนรู้จักเหมือน มะยงชิด เมื่อวางขายในท้องตลาดจึงมีราคาแพงกว่ามะยงชิด (Hlungkaew, 2015)

มะไฟจีน (Clausena Lamium (Lour.) Skeels) เป็นพืชตระกูลส้ม มีถิ่นกำเนิดในภาคใต้ของประเทศไทย กระจายพันธุ์ในเขตร้อนและกึ่งร้อน ต้องปลูกในดินที่มีลักษณะร่วนปนทราย มีสภาพอากาศเย็นและความชื้นสูง ในประเทศไทยจะมีปลูกอยู่ทางภาคเหนือ ชาวจีนเป็นผู้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นชาติแรกที่บ้านกอก ตำบลท่าอิฐ อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน มะไฟจีนส่วนใหญ่จะนิยมปลูกกันมากตามแนวแม่น้ำน่าน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ตั้งแต่อำเภอปัวเรื่อยลงมาถึงอำเภอเมืองน่านและอำเภอเวียงสา มะไฟจีนเป็นผลไม้ที่มีความโดดเด่นและเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดน่านมาอย่างยาวนาน เพราะนอกจากจะเป็นสมุนไพร ผลยังสามารถรับประทานสดและนำไปแปรรูปเป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง มะไฟจีนเชื่อมแห้ง เป็นการถนอมอาหารอย่างหนึ่งที่มีมาตั้งแต่โบราณของชาวจีนเพราะเนื่องจากในประเทศจีนส่วนใหญ่จะนิยมบริโภคมะไฟจีนเชื่อมแห้งโดยการนำมาต้มหรือแช่น้ำร้อนบริโภคแทนน้ำอุ่นธรรมดา มีกลิ่นฉุนคล้ายยาสมุนไพรจีน คุณสมบัติแก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ หอกล้มอักเสบ ช่วยให้เจริญอาหาร เมื่อเชื่อมแห้งแล้วจะสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 2 ปี (Rattanakosal, 2015)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีกรอบจากน้ำคูลูกหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยกำหนดวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้

1. การทดลองหาสูตรหมี่กรอบต้นแบบ

ในการศึกษาเพื่อหาสูตรหมี่กรอบต้นแบบ จำนวน 3 สูตร คือ สูตรที่ 1, 2 และ 3 รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของหมี่กรอบต้นแบบ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เส้นหมี่แห้ง	150	150	100
เต้าเจี้ยว	30	-	-
น้ำตาลปีบ	80	20	60
น้ำตาลทรายขาว	80	44	25
น้ำปลา	50	40	60
น้ำมันาว	45	-	-
ซอสพริก	30	-	-
ซอสมะเขือเทศ	65	-	70
น้ำส้มสายชู	30	80	24
หอมแดง	-	15	15
กระเทียม	12	15	15

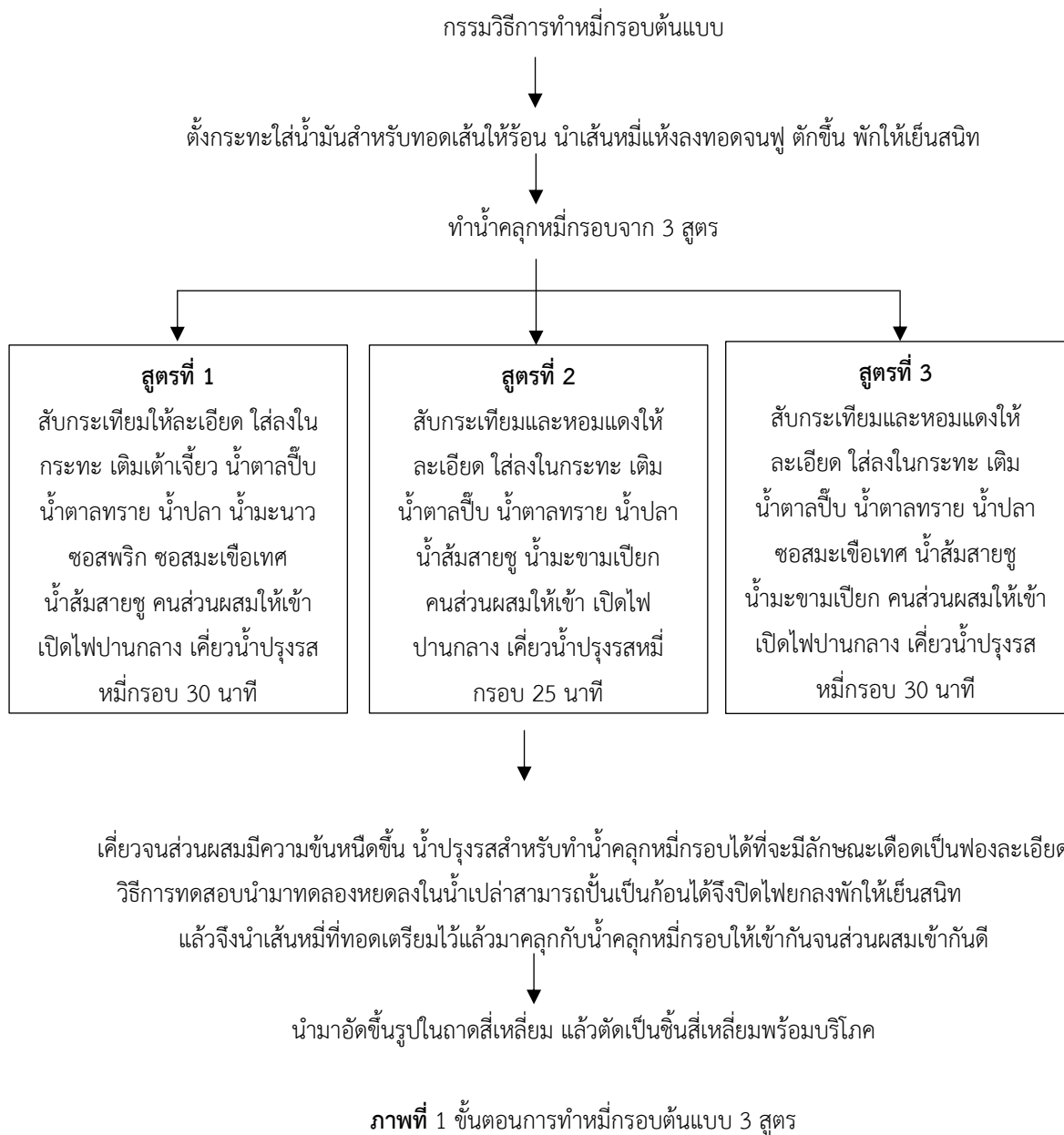
ตารางที่ 1 ส่วนผสมของหมี่กรอบต้นแบบ (ต่อ)

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำมันหอย	-	80	24
น้ำมันพืชสำหรับทอดเส้นหมี่	500	500	500

ที่มา: สูตรที่ 1 จาก Amarin Cuisine (2013)

สูตรที่ 2 จาก Suwimon WongWongSri (2014)

สูตรที่ 3 จาก SriSamon Kongphan (2012)



2. การเตรียมวัตถุดิบมะยงชิดและกรรมวิธีการผลิตน้ำคลุกหมี่กรอบจากเนื้อมะยงชิด

นำมะยงชิดตากเกร็ดในพื้นที่จังหวัดอุดรธานีที่ไม่ได้ขนาดและผิวเปลือกไม่เรียบไม่สวยงามล้างน้ำให้สะอาดแล้วมาปอกเปลือก คว้านเอาเม็ดออก นำเนื้อมะยงชิดบรรจุใส่ถุง ถุงละ 50 กรัม การทดลองโดยนำมาปั่นละเอียดทดลองหาอัตราส่วนเนื้อมะยงชิด จำนวน 5 ระดับ ดังนี้ 100 กรัม 150 กรัม 200 กรัม และ 300 กรัม กรรมวิธีผลิตดังนี้ นำส่วนผสมสูตรต้นแบบมาใช้ ตั้งไฟกลางค่อนอ่อน คนให้ส่วนผสมเข้ากัน เคี่ยวนาน 20 นาที จนส่วนผสมเข้ากันและข้นเหนียว ชั่งน้ำหนักส่วนผสมให้มีปริมาณน้ำคลุกที่ได้ลดลงร้อยละ 20 จึงปิดไฟยกลง

3. กรรมวิธีการทำน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน

การหาอัตราส่วนของมะไฟจีนในน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิด โดยนำน้ำคลุกหมี่กรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อ มะยงชิด 5 ระดับ ในปริมาณ 100, 150, 200, 250 และ 300 กรัม และทำการหาปริมาณมะไฟจีนต่อสูตรโดยหั่นสไลด์มะไฟจีนด้วยมีดให้มีเล็กประมาณกว้าง x ยาวขนาด 1 เซนติเมตร แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ปริมาณมะไฟจีน 10, 30 และ 50 กรัม กรรมวิธีการผลิต นำมะไฟจีนทั้ง 3 ระดับมาใส่ลงในน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิดในขณะที่เคี่ยวอย่างละ 5 สูตร รวมเป็นจำนวน 15 สูตร รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนผสมของเนื้อมะยงชิดและมะไฟจีนในน้ำคลุกหมี่กรอบ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)				
	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
เนื้อมะยงชิด	100	150	200	250	300
เนื้อมะไฟจีนระดับ 1	10	10	10	10	10
เนื้อมะไฟจีนระดับ 2	30	30	30	30	30
เนื้อมะไฟจีนระดับ 3	50	50	50	50	50

กรรมวิธีการผลิตน้ำคลุกหมี่กรอบจากเนื้อมะยงชิดและมะไฟจีนใช้สำหรับคลุกหมี่กรอบดังนี้ นำเนื้อมะยงชิดและมะไฟจีนไปเคี่ยวกับส่วนผสมน้ำปรุงรสให้เหนียว จึงใส่เส้นหมี่กรอบที่ทอดแล้วลงไป คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำขึ้นมาพักไว้ให้เย็นประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง ทดสอบทางประสาทสัมผัสครั้งละ 5 สูตร รวมจำนวน 15 สูตร ทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้เชี่ยวชาญระดับห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 คน และคัดเลือกตัวอย่างที่ได้คะแนนสูงสุด 5 ลำดับแรกไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค 50 คน

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสทำใน 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในแต่ละขั้นตอนโดย ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 5 คน ด้วยการให้คะแนน 9-point hedonic scale ซึ่งมีระดับคะแนน 1 - 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) โดยประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมกับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นบรรจุในกล่องพลาสติกใสสี่เหลี่ยมมีฝาปิดสนิทจำนวน 1 ชิ้น/ 30 กรัมต่อ 1 ตัวอย่างชิม ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ 9-point Hedonic scale

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่ผ่านการฝึกฝนด้านอาหารจำนวน 50 คน ด้วยการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale เช่นกัน

5. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพได้แก่ ค่าสี $L^*a^*b^*$ ด้วยเครื่อง Color Meter ใช้เครื่องวัดสีกับผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจากเนื้อมะยงชิดเสริมมะไฟจีน โดยสุ่มตัวอย่างวัดจำนวน 10 ซ้ำ การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและปริมาณน้ำอิสระ water

activity (aw) ด้วยเครื่อง Aqualab รุ่น CX2 (Decagon Device, Inc., USA) และ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (รุ่น TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture analyzer Surrey, UK) ทำการตรวจวัด 3 ซ้ำ บันทึกความแข็ง (Hardness) และความกรอบ (Fracturability) ผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางสถิติ

5.2 ด้านจุลินทรีย์ นำผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำคลุกหมักบรสมยงชิดเสริมมะไฟจินที่ได้รับความนิยมสูงสุดไปวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์เพื่อหาอายุการเก็บรักษา ได้แก่

- 1) วิเคราะห์ Staphylococcus ด้วยวิธี AOAC official Method 2003.07-11
- 2) วิเคราะห์ Bacillus cereus ด้วยวิธี BAM online, 2002 หน้า 14
- 3) วิเคราะห์ Escherichia coli ด้วยวิธี BAM online, 2002 หน้า 4
- 4) วิเคราะห์ยีสต์และรา ด้วยวิธี BAM online, 2002 หน้า 18
- 5) วิเคราะห์ Total plate count ด้วยวิธี HAB online, 2002 หน้า 3

5.3 ด้านคุณค่าทางโภชนาการ นำผลิตภัณฑ์หมักจากบรสมยงชิดเสริมมะไฟจินที่ได้รับความนิยมสูงสุดไปตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่

- 1) การวิเคราะห์พลังงาน คาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)
- 2) วิเคราะห์สารอาหาร ประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน โยอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม เหล็ก เถ้า และความชื้น ด้วยวิธี AOAC (2023)
- 3) วิเคราะห์เบต้าแคโรทีน ด้วยวิธี KHON KAEN AGR.J. 42 SUPPL. I : (2024)

6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและด้านกายภาพโดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี One-way ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ผลการหาหมักรอบสูตรต้นแบบ

ในการศึกษาเพื่อหาสูตรหมักรอบต้นแบบ จำนวน 3 สูตร คือ สูตรที่ 1, 2 และสูตรที่ 3 นำผลิตภัณฑ์หมักรอบต้นแบบไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้เชี่ยวชาญระดับห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 คน ประเมินความชอบ 6 ด้าน ประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม สูตรหมักรอบต้นแบบที่มีความชอบสูงสุดนำไปเป็นสูตรพื้นฐานในการทดลองหาอัตราส่วนของปริมาณมะยงชิดที่เหมาะสมต่อไป

สูตรที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือ สูตรที่ 1 มีความชอบอยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ย 7.11 ± 0.57 รองลงมาคือ สูตรที่ 3 อยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ย 6.94 ± 1.06 และรองลงมาสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบน้อยมีค่าเฉลี่ย 6.12 ± 1.10 ผู้วิจัยจึงนำสูตรที่ 1 มาเป็นสูตรต้นแบบที่ผ่านการคัดเลือกไปทดลองต่อ

2. ผลการทดลองหาปริมาณของมะยงชิดและปริมาณน้ำคลุกหมักบรสมยงชิดสำหรับการผลิตหมักบรสมยงชิดให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.1 ผลการพัฒนาสูตรน้ำคลุกหมักบรสมยงชิด

การศึกษาหาปริมาณน้ำคลุกหมักบรสมยงชิด โดยใช้สูตรหมักรอบต้นแบบที่ผ่านการคัดเลือกสูตรที่ 1 มีส่วนประกอบดังนี้ เตาเจียว 30 กรัม กระเทียมสับละเอียด 12 กรัม น้ำตาลปีบ 80 กรัม น้ำตาลทราย 80 กรัม น้ำปลา 50 กรัม ซอสมะเขือเทศ 65 กรัม ซอสพริก 30 กรัม และส่วนผสมของเนื้อมะยงชิดปั่นละเอียดลงในส่วนผสมตามลำดับ

เนื่องจากสูตรหมักกรอบต้นแบบสูตรที่ 1 ที่ได้รับการคัดเลือกไม่มีส่วนประกอบของน้ำมันขามเปียกมีเพียงน้ำมันงาและน้ำส้มสายชูในการให้รสชาติเปรี้ยวในหมักกรอบ ผู้วิจัยจึงหาอัตราส่วนของเนื้อมะยงชิดสำหรับทำน้ำคลุกหมักกรอบใน 5 ระดับ ได้แก่ 100 กรัม 150 กรัม 200 กรัม 250 กรัม และ 300 กรัม และกำหนดอัตราส่วนของน้ำมันงาและน้ำส้มสายชูแตกต่างกับปริมาณของเนื้อมะยงชิดในส่วนผสม โดยทำการเคี่ยวน้ำคลุกหมักกรอบจนเหนียวข้นหนืด จึงนำเส้นหมี่ที่ผ่านการทอดกรอบแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ส่วนผสมน้ำคลุกหมักกรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)				
	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
เนื้อมะยงชิด	100	150	200	250	300
น้ำมันงา	18	16	14	12	10
น้ำส้มสายชู	9	8	7	6	5
เต้าเจี้ยว	30	30	30	30	30
น้ำตาลปีบ	80	80	80	80	80
น้ำตาลทราย	80	80	80	80	80
น้ำปลา	50	50	50	50	50
ซอสพริก	30	30	30	30	30
ซอสมะเขือเทศ	65	65	65	65	65
กระเทียม	12	12	12	12	12
เส้นหมี่แห้ง	150	150	150	150	150
น้ำมันสำหรับทอดหมี่	500	500	500	500	500

จากตารางที่ 3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน นำเนื้อมะยงชิดมาเติมลงในน้ำคลุกหมักกรอบต้นแบบในปริมาณ 5 ระดับ จำนวน 5 สูตร คือ สูตรที่ 4 – สูตรที่ 8 พบว่า สูตรที่ 5 น้ำคลุกหมักกรอบที่มีเนื้อมะยงชิดปริมาณ 150 กรัม ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 7.42 ± 0.49 รองลงมา สูตรที่ 7 เนื้อมะยงชิด 250 กรัม มีค่าเฉลี่ย 7.22 ± 1.16 รองลงมาสูตรที่ 4 เนื้อมะยงชิด 100 กรัมและสูตรที่ 6 เนื้อมะยงชิด 200 กรัม มีความชอบระดับเท่ากัน มีค่าเฉลี่ย 7.14 ± 0.22 รองลงมาสูตร 08 มีค่าเฉลี่ย 7.00 ± 0.92 ตามลำดับ นำไปทดลองเสริมมะไฟจีนเพื่อหาสูตรหมักกรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนที่เหมาะสมต่อไป

2.2 ผลการทดลองหาปริมาณมะไฟจีนในหมักกรอบรสมะยงชิดให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาหาปริมาณของมะไฟจีนในหมักกรอบรสมะยงชิด โดยใช้สูตรหมักกรอบรสมะยงชิดที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 5 สูตร ด้วยการนำมาเสริมมะไฟจีนที่ผ่านการหั่นสไลด์ด้วยมีดด้านกว้าง x ยาวขนาด 1 เซนติเมตรอยู่ที่ปริมาณ 3 ระดับ คือ 10, 30 และ 50 กรัม รวมเป็นจำนวน 15 สูตรตัวอย่างทดสอบชิมทางประสาทสัมผัส ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม มีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยของปริมาณมะไฟจีนในหมี่กรอบรสมะยงชิดจากผู้เชี่ยวชาญ

(n=5)

ลักษณะอาหาร	สูตรและปริมาณของมะไฟจีนในหมี่กรอบรสมะยงชิด				
	สูตรที่ 9 (มะไฟจีน30g)	สูตรที่ 10 (มะไฟจีน30g)	สูตรที่ 11 (มะไฟจีน30g)	สูตรที่ 12 (มะไฟจีน30g)	สูตรที่ 13 (มะไฟจีน30g)
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.67±0.47	7.67±0.47	7.50±0.50	7.33±0.47	7.50±0.50
สี ^{ns}	7.83±0.68	7.83±0.68	7.50±0.50	7.50±0.50	7.17±0.37
กลิ่น ^{ns}	7.50±0.50	7.50±0.50	7.33±0.47	7.33±0.47	7.33±0.47
รสชาติ ^{ns}	7.00±0.81	7.50±0.76	7.83±0.89	7.33±1.10	6.83±0.68
เนื้อสัมผัส ^{ns}	7.67±0.74	7.50±0.50	7.50±0.76	7.17±1.06	7.17±1.06
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.50±0.95	7.67±0.94	7.50±0.76	7.67±1.10	7.50±0.76

หมายเหตุ ns=non-significant ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณอัตราส่วนของมะไฟจีนในหมี่กรอบจากเนื้อมะยงชิดโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ผลการทดลองในการใช้มะไฟจีนใส่ลงในส่วนผสมของน้ำคลุกหมี่กรอบจากการใช้มะไฟจีนที่ระดับ 10 กรัม พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้ไม่ผ่านการคัดเลือกเนื่องจากมีสัดส่วนที่น้อยทำให้ไม่เกิดกลิ่นหอมในผลิตภัณฑ์หมี่กรอบที่ทดลอง และการใช้มะไฟจีนที่ระดับ 50 กรัม ค่าคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไม่ผ่านการคัดเลือก (6.50) เนื่องจากมีระดับการเสริมที่มากเกินไปทำให้กลิ่นของหมี่กรอบรสมะยงชิดที่ทดลองมีคุณลักษณะด้านกลิ่นไม่ผ่านเนื่องจากกลิ่นฉุนจากการที่มะไฟจีนที่มากเกินไปโดนความร้อนในการเคี่ยวน้ำคลุกหมี่กรอบยังส่งกลิ่นออกในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้น สรุประดับของมะไฟจีนที่เหมาะสมผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ที่ระดับ 30 กรัม พบว่าสูตร 10 มีมะยงชิด 150 กรัมผสมมะไฟจีน 30 กรัม มีความชอบสูงสุดมีความชอบอยู่ในระดับชอบมาก มีค่าเฉลี่ย 7.67±0.94 และคุณลักษณะด้านกลิ่นมีความชอบสูงสุดค่าเฉลี่ย 7.50±0.50 รองลงมาสูตร 12 มะยงชิด 250 กรัมผสมมะไฟจีน 30 กรัม มีค่าเฉลี่ย 7.67±1.10 และ สูตร 09, 11 และ 12 มะไฟจีน 30 กรัมต่อปริมาณมะยงชิด 100, 200 และ 300 กรัมตามลำดับมีค่าเฉลี่ย 7.50 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงคัดเลือกไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค

2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน โดยนำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 5 สูตร ประกอบด้วย สูตรที่ 9 มะยงชิด 100 กรัมเสริมมะไฟจีน 30 กรัม สูตรที่ 10 มะยงชิด 150 กรัมเสริมมะไฟจีน 30 กรัม สูตรที่ 11 มะยงชิด 200 กรัมเสริมมะไฟจีน 30 กรัม สูตรที่ 12 มะยงชิด 250 กรัมเสริมมะไฟจีน 30 กรัม สูตรที่ 13 มะยงชิด 300 กรัมเสริมมะไฟจีน 30 กรัม ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสตามคุณลักษณะของอาหารกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยของหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจิ้นโดยผู้บริโภค

(n=50)

ลักษณะอาหาร	สูตรปริมาณของมะยงชิดระดับต่างๆ เสริมมะไฟจิ้น 30 กรัมในหมี่กรอบ				
	สูตรที่ 9 (100 กรัม)	สูตรที่ 10 (150 กรัม)	สูตรที่ 11 (200 กรัม)	สูตรที่ 12 (250 กรัม)	สูตรที่ 13 (300 กรัม)
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	8.38±0.68	8.42±0.66	8.42±0.66	8.36±0.84	8.28±0.84
สี ^{ns}	8.26±0.59	8.12±0.68	8.14±0.77	8.26±0.76	8.26±0.79
กลิ่น ^{ns}	8.20±0.72	8.20±0.69	8.26±0.68	8.16±0.70	8.18±0.74
รสชาติ ^{ns}	8.22±0.64	8.22±0.75	8.28±0.66	7.98±0.61	8.12±0.76
เนื้อสัมผัส ^{ns}	8.22±0.64	8.30±0.67	8.30±0.72	8.26±0.79	8.30±0.74
ความชอบโดยรวม ^{ns}	8.50±0.64	8.48±0.67	8.48±0.69	8.36±0.76	8.54±0.63

หมายเหตุ ns=non-significant ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสหาค่าส่วนผสมจากหมี่กรอบจากน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจิ้นโดยผู้บริโภค 50 คน พบว่า สูตรที่ 9 - สูตรที่ 13 ผู้บริโภคให้ความชอบต่อผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติและในสูตรที่ 13 มีความชอบสูงสุดในผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจากน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิดปริมาณ 300 กรัมเสริมมะไฟจิ้นปริมาณ 30 กรัม เมื่อพิจารณาคุณลักษณะอาหารทั้ง 6 ด้าน พบว่า ด้านการยอมรับโดยรวมมีความชอบอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 8.54±0.63 และด้านเนื้อสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 8.30±0.74, 8.28±0.84, 8.26±0.79, 8.18±0.74, 8.12±0.76 ตามลำดับ แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจากน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจิ้นซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ความชอบทั้ง 5 สูตร นำไปวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ต่อไป

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจากน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจิ้น

3.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจากน้ำคลุกหมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจิ้น

ผลิตภัณฑ์หมี่กรอบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจิ้นทั้ง 5 สูตร ที่ได้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคจำนวน 5 ตัวอย่าง ประกอบด้วยสูตรที่ 9 มะยงชิด 100 กรัมเสริมมะไฟจิ้น 30 กรัม สูตรที่ 10 มะยงชิด 150 กรัมเสริมมะไฟจิ้น 30 กรัม สูตรที่ 11 มะยงชิด 200 กรัมเสริมมะไฟจิ้น 30 กรัม สูตรที่ 12 มะยงชิด 250 กรัมเสริมมะไฟจิ้น 30 กรัม สูตรที่ 13 มะยงชิด 300 กรัมเสริมมะไฟจิ้น 30 กรัม นำไปหาคุณภาพกายภาพประกอบด้วย ค่าสี L* a* และ b* ค่าเนื้อสัมผัสและค่าน้ำอิสระ Water Activity (a_w) มีรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของหมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน

ด้านคุณภาพ	สูตรหมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน				
	สูตรที่ 9	สูตรที่ 10	สูตรที่ 11	สูตรที่ 12	สูตรที่ 13
ค่าสี					
L*	56.28±2.41 ^a	54.43±2.45 ^{a,b}	53.44±2.32 ^{a,b}	54.52±3.31 ^{a,b}	52.61±1.69 ^b
a* ^{ns}	5.18±0.71	4.97±1.12	4.95±0.53	4.55±0.95	5.22±1.18
b*	9.72±1.63 ^b	11.17±2.19 ^{a,b}	12.68±0.96 ^a	12.04±2.44 ^a	11.86±2.96 ^a
Hardness (ความแข็ง)	0.99±0.12 ^a	0.47±0.07 ^b	0.82±0.19 ^{ab}	0.59±0.40 ^{ab}	0.63±0.21 ^{ab}
Fracturability ^{ns} (ความกรอบ)	1.92±0.14	1.96±0.02	0.98±0.02	1.97±0.02	1.19±0.01
ค่าน้ำอิสระ (a _w)	0.44±0.01 ^c	0.48±0.01 ^b	0.49±0.01 ^b	0.48±0.01 ^b	0.52±0.02 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{a b c} ที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ns=non-significant ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าสีระบบ L* a* และ b* ของผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจากเนื้อมะยงชิดเสริมมะไฟจีน สูตรที่ 13 ที่ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด มีค่าสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 52.61 ค่าสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 5.22 ซึ่งผลิตภัณฑ์สูตรที่ 9 - 13 มีค่าสีไม่แตกต่างทางสถิติเนื่องจากมีส่วนผสมของเนื้อมะยงชิดและซอสมะเขือเทศเป็นส่วนผสม และค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 11.86 มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรที่ 9 - 10 เพราะส่วนผสมของมะยงชิดที่ปริมาณแตกต่างกันทำให้ค่าสีเหลืองในผลิตภัณฑ์หมี่กรอบสูตรที่ 13 (300 กรัม) มีสีเหลืองมากกว่าสูตรที่ 9 (100 กรัม) ค่าความแข็งของเนื้อสัมผัสอาหารแตกต่างทางสถิติเพราะน้ำคลุกหมี่กรอบจากมะยงชิดมีผลต่อการดูดน้ำเข้าไปในเส้นหมี่กรอบ แต่ในด้านค่าความกรอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่าน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในระดับ 0.44-0.52 ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ สูตรที่ 9 มีค่าความชื้นต่ำอยู่ที่ 0.44 เนื่องจากมีส่วนผสมของเนื้อมะยงชิดในน้ำซอสอยู่ที่ 100 กรัมและสูตรที่ 13 มีมะยงชิดในน้ำคลุกหมี่กรอบอยู่ที่ 300 กรัม จึงมีค่าความชื้นอยู่ที่ 0.52 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพของ มพข.หมี่กรอบ (153/2546) กำหนดไว้

3.2 ผลการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 7 ผลการวัดค่าจุลินทรีย์ของหมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน (อายุการเก็บรักษา 20 วัน)

รายการ	ค่าจุลินทรีย์
1. <i>Staphylococcus aureus</i> /g	น้อยกว่า 10 cfu/g
2. <i>Bacillus cereus</i> /g	น้อยกว่า 100 cfu/g
3. <i>Escherichia coli</i>	น้อยกว่า 3 cfu/g
4. Yeast/g	น้อยกว่า 100 cfu/g
5. Mold/g	น้อยกว่า 100 cfu/g
6. Total plate count	น้อยกว่า 10 cfu/g

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หมักบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน บรรจุลงในกล่องพลาสติก Polyethylene terephthalate (PET) แบบสี่เหลี่ยมฝาปิดล็อกสนิท ผลจากการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 cfu/g ยีสต์และราน้อยกว่า 10 cfu/g จุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus* *Bacillus cereus* *Escherichia coli* ซึ่งมีปริมาณไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมักบรสมะยงชิด (มผช. 153/2546) และผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน 20 วัน โดยไม่มีเสื่อมเสียและเกิดการเปลี่ยนแปลง

3.3 ผลการหาค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์หมักบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน

ผลิตภัณฑ์หมักบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนที่ได้รับความชอบสูงสุดจากผู้บริโภค (สูตรที่ 13) ทำการบรรจุลงในกล่องพลาสติก Polyethylene terephthalate (PET) ชนิดสี่เหลี่ยมฐานสี่เหลี่ยมฝาปิดล็อกสนิท 1 เสร์ฟบรรจุน้ำหนัก 100 กรัมต่อ 1 กล่อง มีคุณค่าทางโภชนาการรายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ในปริมาณ 1 เสร์ฟ (100 กรัม)

คุณค่าทางโภชนาการ	สูตรหมักบรสมะยงชิด	สูตรหมักบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน
	ปริมาณ (100 กรัม)	ปริมาณ (100 กรัม)
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	455.25	415.05
ไขมัน (กรัม)	18.85	14.17
โปรตีน (กรัม)	2.88	2.94
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	68.52	68.94
ใยอาหาร (กรัม)	-	3.13
น้ำตาล (กรัม)	43.25	43.01
โซเดียม (มิลลิกรัม)	1169.74	936.83
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	-	23.655
เบต้าแคโรทีน (ไมโครกรัม)	-	141.93
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	-	0.030
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	-	0.025
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	-	20.38
เหล็ก (มิลลิกรัม)	-	1.07
ถั่ว (กรัม)	3.01	2.75
ความชื้น (กรัม)	6.74	11.20

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์หาค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์หมักบรสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนต่อปริมาณ 1 เสร์ฟ (100 กรัม) พบว่ามีพลังงาน 415.05 กิโลแคลอรี ไขมัน 14.17 กรัม โปรตีน 2.94 กรัม คาร์โบไฮเดรต 68.94 กรัม น้ำตาล 43.01 กรัม โซเดียม 936.83 มิลลิกรัม ถั่ว 2.75 กรัม และความชื้น 11.20 กรัม โดยเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบ พบว่าสูตรที่พัฒนาขึ้นมีสารอาหารเพิ่มขึ้นได้แก่ประกอบด้วย ใยอาหาร 3.13 กรัม วิตามินเอ 23.655 ไมโครกรัม เบต้าแคโรทีน 141.93 ไมโครกรัม แคลเซียม 20.38 มิลลิกรัม เหล็ก 1.07 มิลลิกรัม และวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 0.030, 0.025 ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์หมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจากซอสสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากใช้ผลผลิตทางเกษตรในพื้นที่อุดรธานี คือ มะยงชิดตากเกรดและมะไฟจีนจากจังหวัดน่านใช้ในการทดลองผลิตเป็นน้ำคลุกหมี่กรอบ พบว่า ปริมาณมะยงชิดในน้ำคลุกหมี่กรอบที่ผู้บริโภคให้ความชอบอยู่ที่ 300 กรัม ชอบมากที่สุดและเสริมมะไฟจีน 30 กรัม สอดคล้องกับ kitchaicharoen (2014) กล่าวถึงเนื้อผลและมีกลิ่นหอมของน้ำมันหอมของน้ำมันระเหยที่เปลือกเหมือนกันเปลือกส้ม ผลการใส่มะไฟจีนลงในผลิตภัณฑ์หมี่กรอบเพื่อให้กลิ่นร่ายังคงหอมตามลักษณะอาหารว่างไทยโบราณ อีกทั้งหมี่กรอบที่มีคุณลักษณะด้านรสชาติที่ดีต้องประกอบด้วยรสหวานและเปรี้ยวด้วยการใช้มะยงชิดลงในส่วนผสมน้ำคลุกหมี่จึงได้รสหวานอมเปรี้ยว สอดคล้องกับ Seehanam, Somniyam, and Munrot (2015) กล่าวถึง ผลสุกของมะยงชิดเปลือกสีเหลือง 70 -90 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าพีเอช 3.75-4.22 ซึ่งเป็นช่วงค่าพีเอชที่เป็นกรดทำให้เกิดรสเปรี้ยวได้

2. ผลิตภัณฑ์หมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนมีความกรอบไม่แตกต่างทางสถิติแต่ด้านความแข็ง พบว่า สูตรที่ผู้บริโภคชอบสูงสุดอยู่ที่ 0.63 นิวตันเนื่องจากในน้ำคลุกหมี่กรอบมีปริมาณมะยงชิดในการผลิต 300 กรัม ทำให้เส้นหมี่ดูดน้ำได้มาก ลักษณะของผลิตภัณฑ์จึงไม่ได้แข็งกระด้างทั่วไปในท้องตลาด จึงทำให้เหมาะสมในการบริโภคทั่วไปและเปิดโอกาสในการต่อยอดเชิงพาณิชย์ ซึ่งสอดคล้องกับ Aiumpornsini (2017) ได้กล่าวถึงคุณภาพของเนื้อสัมผัสของหมี่กรอบเชิงพาณิชย์อยู่ระดับ 3.88 นิวตันหากต้องการผลิตเชิงพาณิชย์สามารถลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้อีก ด้านค่า (a_w) หมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนอยู่ใน 0.4 – 0.52 สอดคล้องกับ Chayasiripan (2013) กล่าวถึงพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวพองรสหมี่กรอบมี a_w อยู่ในช่วง 0.35-0.40 ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถรักษาด้านรสสอดคล้องกับ Muninnoppamas (2018) กล่าวถึงค่า a_w ต่ำแสดงว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำสามารถเก็บรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ได้นาน หมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนที่พัฒนาขึ้นมีอายุการเก็บรักษา 20 วันโดยมีค่าจุลินทรีย์ไม่เกินกำหนดมาตรฐาน (มผช.153/2546)

3. ค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์มะยงชิดเสริมมะไฟจีนไม่แตกต่างทางสถิติเนื่องจากมีส่วนผสมของเนื้อมะยงชิดและซอสมะเขือเทศเป็นส่วนผสมด้วย และค่าสีเหลืองแตกต่างทางสถิติสูตรที่ 13 (300 กรัม) มีสีเหลืองมากกว่าสูตรที่ 9 (100 กรัม) สอดคล้องกับ Dusit Thani College (2023) กล่าวถึงผลสุกของมะปรางมีเนื้อสีเหลืองอมส้ม เพราะน้ำคลุกหมี่กรอบมีปริมาณมะยงชิดที่ระดับแตกต่างกันในสูตรที่ใช้ปริมาณผลิตภัณฑ์หมี่กรอบจะมีสีเหลืองที่มากขึ้นด้วยเพราะในมะยงชิดมีแคโรทีนอยด์

4. หมี่กรอบสมะยงชิดเสริมมะไฟจีนมีคุณค่าทางโภชนาการโดยเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบ พบว่า มีพลังงาน ไขมัน โซเดียมที่ลดลง และมีสารอาหารที่เพิ่มขึ้น คือ โยอาหาร 3.13 กรัม วิตามินเอ 23.655 ไมโครกรัม เบต้าแคโรทีน 141.93

ไมโครกรัม วิตามินบี 1 0.030 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.025 มิลลิกรัม แคลเซียม 20.38 มิลลิกรัมและเหล็ก 2.75 กรัม สอดคล้องกับ Hlungkaew (2015) กล่าวถึงสารอาหารในมะยมประกอบด้วยแคลเซียม ฟอสฟอรัส เบต้าแคโรทีน วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอะซิน และวิตามินซี สอดคล้องกับ Biodiversity-based Economy Development Office (2013) ได้กล่าวถึงมะยมชนิดเป็นผลไม้ที่มีรสอมหวานอมเปรี้ยวมีคุณค่าทางโภชนาการในด้านวิตามินและแร่ธาตุสูง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สามารถจัดเป็นอาหารว่างไทยเพื่อสุขภาพได้เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการจากวิตามินและแร่ธาตุ และเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกแก่ผู้สนใจด้านสุขภาพ
2. สามารถใช้มะไฟเงินในการผลิตน้ำลูกหมี่กรอบได้เนื่องจากกลิ่นคล้ายคลึงกันเพราะปัจจุบันส้มซ่าที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์หมี่กรอบแบบอาหารว่างไทยโบราณไม่ค่อยนิยมปลูกทำให้หาได้ยากขึ้นสำหรับการผลิตน้ำลูกหมี่กรอบ
3. ผลผลิตมะยมชนิดตกรวดจากเกษตรกรในการจำหน่ายไม่ได้ราคา สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำลูกหมี่กรอบที่มีรสชาติเปรี้ยวอมหวานสำหรับการให้รสชาติในผลิตภัณฑ์หมี่กรอบได้

ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาสารผลิตภัณฑ์หมี่กรอบรสมะยมชนิดเสริมมะไฟเงินในบรรจุภัณฑ์พร้อมบริโภคให้มีคุณภาพสูงเพื่อให้สามารถวางจำหน่ายในรูปแบบเชิงพาณิชย์ในท้องตลาดได้นานขึ้น
2. ควรต่อยอดงานวิจัยด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้วัตถุดิบมะยมชนิดแบบตกรวดในพื้นที่ที่มีจำนวนมากเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในรูปแบบอื่นๆ ที่เหมาะสม เช่น ซอสปรุงรส ซอสหมักอาหารรสชาติต่างๆ น้ำจิ้ม เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรอาหารและโภชนาการที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับการทำวิจัย และขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย

References

- Aiumpornsinsin, C. (2017). Cutting Machine for Crispy Noodle Bar. *Kasetsart Engineering journal*. 102(30), 29-36.
- Amarin Cuisine. (2013). *Snack Thai*. (2th printing). Bangkok: Amarin Printing & Publishing.
- Biodiversity-based Economy Development Office. (2013). *Thai Traditional Knowledge Encyclopedia: Foods From Four Regions*. Bangkok: Biodiversity-based Economy Development Office.
- Boonwong, T, Chumpoolam, J and Yapwattanaphun, C. (2015). Effect of Colors of Bagging Material on Fruit Quality of 'Toon Klaow' Marian Plum (*Bouea burmanica* Griff). *Thai Journal of Science and Technology*. 6(3), 214-220.
- Community Product Standards. (2003). *Mee Krob (TCPS.135/2546)*. Retrieve from: https://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_1132.pdf

- Chayasiripan, D Jangchud, K and Jangchad, A. (2013). *Effect of main ingredients on qualities of snack bar flavored Mee-Krob*. Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics, Agro-Industry. (P 392-399)
- Dusit Thani College. (2023). *Royal Thai Cuisine*. Bangkok: Amarin Corporations.
- Hlungkaew, T. (2015). *Research and Development on Marian Plum Production for Quality*. Retrieve from: www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2173
- Kitchaicharoen, M, Sriyam, S, Kantakhoo, J, and Manosan, B. (2014). The Potential Development in Wampee Processing of the Wampee Processing Groups in The Nao Sub-district, Phu Phiang District, Nan Province. *Journal of Community Development and Life Quality*. 2(3). 333-341.
- Kongphan, S. (2012). *Business Thai Food*. Bangkok: SCAN AND PRIN.
- Muninnoppamas, V. (2018). *Food Preservation and Food Processing*. Bangkok: Sahamit Pattana Printing (1992).
- Phromchan, N. (2022). *Thai Food original*. Bachelor of Business Administration Program in Culinary Arts and Kitchen Management Faculty of Hospitality Industry Dusit Thani College, Bangkok.
- Pramuansuk, P. (2008). *Mee Krob paste*. Retrieve from: <https://dspace.rmutk.ac.th/bitstream/123456789/1154/TDC112.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rattanakosal, P, KaenHom, P, Rattanakosal, S, Hanwiriya, P and Na Nan, T. (2015). *Development in Wampee Processing*. Retrieve from: <file:///C:/Users/acer/Downloads/TDC112.pdf>
- Seehanam, P Somniam, V and Munrot, D. (2015). Physical and chemical qualities of Marian plum cv. Sawasdee (Bouea macrophylla cv. Sawasdee) at commercial maturity. *Khon Kaen Agriculture Journal*. 43(3). 463-472.
- Sukkarom, A. (2019). *Information Learning Model for Crop Production Technology idencial in Upper Northern Region*. Retrieve from: <http://www.svpipijit.com/KM.html>
- WongWongSri, S. (2014). *Jaan A-roi jak puya sud boran 100 pee*. Bangkok: Sarakadee.