

ผลของการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแจ่วบองจิ้งหรีดผง

Effects of hot air drying on the physicochemical properties of fermented fish dip (Jaew Bong) with added cricket powder

จิราภรณ์ บุราคร¹, ปรานต์ ปิ่นทอง², ทรงพร ไกรสิทธิ์³, ณัฐชา ศิริวาริน³ และ มณฑกานต์ เอี่ยมแก้ว^{4*}

Jiraporn Burakorn¹, Pran Pinthong², Songporn Kraisit³, Nattacha Siriwarin³ and Montakan Aimkaew^{4*}

Received: 3 January 2024 ; Revised: 4 April 2024 ; Accepted: 13 May 2024

บทคัดย่อ

แจ่วบองเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนประกอบของปลาร้า กระเทียม หอมแดง พริกแห้ง ข่า ตะไคร้ผ่านการผัดผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันจนเกิดกลิ่นหอม ลักษณะทั่วไปเป็นแบบข้นเหนียว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของแจ่วบองอบแห้งที่มีส่วนผสมของจิ้งหรีดผง นำแจ่วบองจิ้งหรีดมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียสไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และที่ 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการอบแห้งที่สูงที่สุด แจ่วบองจิ้งหรีดผงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสระยะเวลา 240 นาที มีความชื้นร้อยละ 13.79 ± 0.68 a_w เท่ากับ 0.56 ± 0.31 และโปรตีนสูงถึงร้อยละ 26.4 กรัม ผลิตภัณฑ์แจ่วบองจิ้งหรีดผงทั้งสามตัวอย่างมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.51-0.58 ($p\leq0.05$) ค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.63-3.99 ($p\leq0.05$) ค่าเฉลี่ยความสว่าง (L^*) ของแจ่วบองจิ้งหรีดผงที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ($p\leq0.05$) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และค่าความเข้มข้น (C^*) ของแจ่วบองจิ้งหรีดผงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด ($p\leq0.05$) แจ่วบองจิ้งหรีดผงคั้นรูปทั้งสามตัวอย่างมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.79-0.80 และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการดูดน้ำคั้นสูงที่สุด ($p\leq0.05$) ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบ (9-Point Hedonic Scale) ด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแจ่วบองจิ้งหรีดผงอุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้คะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด ($p\leq0.05$) อุณหภูมิการอบแห้งด้วยลมร้อนแจ่วบองจิ้งหรีดที่เหมาะสมคือ 70 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: จิ้งหรีด, แจ่วบอง, แจ่วบองผงอบแห้ง, อบแห้งแบบลมร้อน, อัตราการอบแห้ง

Abstract

Fermented fish dip (Jaew Bong) is a food product whose main ingredients are fermented fish, garlic, shallots, dried chilies, galangal and lemongrass. All ingredients are stir-fried and mixed until fragrant with the general characteristics being semi-solid. The objective of this study was to investigate the results of hot air drying on chemical properties, physical properties and sensory qualities of fermented fish dip (Jaew Bong) with added cricket powder. Jaew Bong crickets were dried in a hot air oven at temperatures 60°C, 70°C and 80°C. The drying rates at 60°C and 70°C were not different ($p>0.05$) but 80°C resulted in the highest drying rate. Jaew Bong cricket powder at 70°C for 240 min provided $13.79\pm0.68\%$ of moisture content, 0.56 ± 0.31 of a_w and 26.4 g of protein. All three samples of Jaew Bong cricket powder products had a_w levels in the range of 0.51 - 0.58 ($p\leq0.05$) and moisture content in the range of 3.63-

¹ นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ, กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ 02-201-7419

² นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ, กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ 02-201-7419

³ นักวิทยาศาสตร์, กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ 02-201-7419

⁴ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ, กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ 02-201-7419

¹ Scientist Expert Level, Food Products and Food Contact Materials Division, Department of Science Service

² Scientist Senior Professional Level, Food Products and Food Contact Materials Division, Department of Science Service

³ Scientist, Food Products and Food Contact Materials Division, Department of Science Service

⁴ Scientist Practitioner Level, Food Products and Food Contact Materials Division, Department of Science Service

* Corresponding author. Email: montakan.ak@gmail.com

3.99 ($p \leq 0.05$). The L^* value of dried Jaew Bong cricket powders at 60°C and 70°C were higher than that of dried Jaew Bong cricket at 80°C ($p \leq 0.05$). The a^* , b^* and C^* values of dried Jaew Bong cricket powder at 70°C had the highest ($p \leq 0.05$). All three of rehydrated Jaew Bong cricket products had the range of 0.79-0.80 in a_w and the highest rehydration ratio was presented at 80°C ($p \leq 0.05$). The 50 untrained panelists gave the liking scores (9-Point Hedonic Scale) of color, texture and overall liking of rehydrated Jaew Bong cricket at temperatures of 60°C and 80°C was not statistically different ($p > 0.05$), while at 70°C the liking scores of all attributes were the highest ($p \leq 0.05$). In conclusion, 70°C is appropriate temperature for drying the product.

Keywords: Cricket, Jaew Bong, Fermented fish dip, Dried fermented fish dip powder, Hot air drying, Drying rate

บทนำ

ปัจจุบันการบริโภคแมลงเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ การเติบโตทางการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแมลงจึงมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามภาพลักษณ์ของแมลงอาจทำให้ผู้บริโภคบางรายเกิดความรังเกียจอาหารที่มีส่วนประกอบจากแมลง (Sogari *et al.*, 2019) จึงเป็นเรื่องที่วงการอุตสาหกรรมอาหารทั่วประเทศให้ความสนใจในการสร้างการรับรู้และทัศนคติเชิงบวกเกี่ยวกับการบริโภคแมลงที่มุ่งเน้นเรื่องคุณประโยชน์เป็นสิ่งสำคัญ จนทำให้ผู้บริโภคมองข้ามความน่าเกลียดของตัวแมลงไป กระแส (Trend) ของอาหารและเครื่องดื่ม ในปี 2020 จาก Food Ingredients Asia พบว่าโปรตีนจิ้งหรีด เป็นโปรตีนที่ผู้บริโภคให้การยอมรับบริโภคเพื่อใช้ทดแทนโปรตีนเนื้อสัตว์ ซึ่งมีมูลค่าในตลาดปัจจุบันประมาณ 6,725 ล้านบาท โดยพบว่าแบ่งจากแมลง 100 กรัมจะให้ปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 50 มากกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์อื่นๆ ที่ให้ปริมาณเพียงร้อยละ 30 (ชุตินันท์, 2562)

จิ้งหรีดเป็นแมลงที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 70 (น้ำหนักแห้ง) และยังมีกรดอะมิโนที่สำคัญ อาทิ กรดกลูตามิก ลูซีน วาลีน และฟีนิลอะลานีน เป็นต้น (Yi *et al.*, 2013) อีกทั้งยังมีต้นทุนการผลิตต่ำ เลี้ยงง่ายใช้เวลาไม่นาน ทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรการเลี้ยงน้อยกว่าปศุสัตว์ งานวิจัยของ Jino *et al.* (2021) ได้สกัดโปรตีนเข้มข้นด้วยฟอสเฟตบัพเฟอร์จากจิ้งหรีด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ จิ้งหรีดทองแดงลาย จิ้งหรีดทองมาเลย์ และจิ้งโกร่ง พบว่า ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 17.51-22.20 (น้ำหนักเปียก) และจิ้งโกร่งมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hanboonsong *et al.* (2001) พบว่า จิ้งหรีดมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยร้อยละ 21.5 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนมากกว่าแมลงกินได้ชนิดอื่นๆ ที่มีเพียงร้อยละ 15.3 เช่น หนอนไหมไฟ (Yhoung-Aree & Viwatpanich, 2005) ทั้งนี้ ปริมาณโปรตีนหลังการสกัดที่แตกต่างกันมีผลมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์จิ้งหรีดอาหาร และวงจรชีวิตเช่นกัน (Chen *et al.*, 2009) ด้วยปริมาณโปรตีนที่สูงของจิ้งหรีดจึงมีการนำโปรตีนผงจากจิ้งหรีดมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาอาหารแปรรูปเสริมโปรตีน เช่น เครื่องดื่ม

สำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ลูกก๊าก ข้าวเกรียบ น้ำพริก เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนทางเลือก และเสริมคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหาร

แจ่วบอง เป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคนิยมรับประทานอย่างแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งส่วนประกอบหลักของแจ่วบองได้แก่ ปลาาร้า (ปลาาร้าผงหรือน้ำปลาาร้า) กระเทียม หอมแดง พริกแห้ง ข้าว และตะไคร้ ผ่านการผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันจนเกิดกลิ่นหอม (กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, 2558) ในปัจจุบัน กลุ่มเกษตรกรแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำขนาดเล็กและขนาดย่อมทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวนมากผลิตแจ่วบองทั้งแบบสุกและแบบดิบเพื่อจำหน่าย ซึ่งผลิตภัณฑ์แจ่วบองสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ แจ่วบองพร้อมบริโภคและแจ่วบองพร้อมปรุง ผลิตภัณฑ์แจ่วบองพร้อมปรุง หมายถึง แจ่วบองที่ผ่านการอบแห้งแล้ว ต้องเติมน้ำร้อนและคนให้เข้ากันก่อนบริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารแห้งนั้นสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน สามารถควบคุมและป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ (Fellows, 2009) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ แจ่วบองแบบแห้งยังมีวางจำหน่ายไม่มากนักและยังเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารแห้งสามารถยืดระยะเวลาการเก็บรักษาได้นานขึ้น เนื่องจากมีค่าความชื้นต่ำและค่าวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.66 (Ulloa *et al.*, 2015) และยังมีความสะดวกในการบริโภค Pongdanai and Somsamorn (2020) ศึกษาผลของอุณหภูมิการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แจ่วบองอบแห้ง 3 อุณหภูมิ ได้แก่ 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่า ที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียสเหมาะสำหรับการอบแห้งแจ่วบอง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีที่ดีกว่าและค่า L^* มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อีกทั้งผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้รับคะแนนจากผู้บริโภคมากกว่า โดยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยการให้ความร้อนจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดสี กลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนแปลงไปของผลิตภัณฑ์แจ่วบองอบแห้งต่อการยอมรับของผู้บริโภค

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของแจ่วบองอบแห้งที่มีส่วนผสมของจิ้งหรีดผงเพื่อเสริมคุณค่าอาหารทางโปรตีน รวมทั้งประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและตรงตามความชอบของผู้บริโภคและยังส่งเสริมการตลาดสร้างผลิตภัณฑ์แบบใหม่ๆ ให้แก่ผู้ประกอบการรายย่อยต่อไป

วิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ

หอมแดง กระเทียม ตะไคร้ ข่า พริกขี้หนูป่น ใบมะกรูด น้ำมันมะพร้าวจากตลาดคอกม้า เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร น้ำตาลทรายตรามิตรผล และจิ้งหรีดผงจากร้านจิ้งหรีดเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

2. การผลิตแจ่วบองจิ้งหรีด (ดัดแปลงจาก ญวรา, 2565)

นำหอมแดง กระเทียม มาลอกเปลือกออกแล้วหั่นหอมแดง (60 กรัม) กระเทียม (70 กรัม) ตะไคร้ (120 กรัม) ข่า (60 กรัม) เป็นชิ้นเล็กๆ คั่วหอมแดงและกระเทียมด้วยไฟอ่อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จนสุกมีกลิ่นหอม นำไปโขลกรวมกับตะไคร้และข่าให้ละเอียด ผสมจิ้งหรีดผง (200 กรัม) โขลกให้เข้ากันใส่พริกขี้หนูแห้งป่น (45 กรัม) ใบมะกรูดซอย (70 กรัม) ปูรงรสด้วยน้ำมันมะพร้าว (30 กรัม) และน้ำตาลทราย (45 กรัม) จะได้แจ่วบองจิ้งหรีด

3. ผลของอุณหภูมิของตู้อบลมร้อนต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแจ่วบองจิ้งหรีดผง

นำแจ่วบองจิ้งหรีดในข้อ 2 มาวิเคราะห์ความชื้น (Moisture content) ด้วยเครื่อง Moisture analyzer (ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น LP16 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์) จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำแจ่วบองจิ้งหรีดปริมาณ 100 กรัม เกลี่ยตัวอย่างให้มีความหนาของชั้นเท่ากับ 3 มิลลิเมตร อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Binder รุ่น ED56 ประเทศเยอรมัน) โดยควบคุมอุณหภูมิการอบแห้งที่ 3 ระดับ ได้แก่ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ บันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและความชื้นของตัวอย่างทุก 60 นาที จนกระทั่งพบแนวโน้มของการอบแห้งเข้าสู่สภาวะคงตัวของน้ำหนักและตัวอย่างมีความชื้น (น้ำหนักแห้ง) น้อยกว่าร้อยละ 10 (มพช.๑๓๔/๒๕๕๗ ; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2557) จึงสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างแจ่วบองจิ้งหรีดไปบดเป็นผงด้วยเครื่องบด (รุ่น JGY-2005B ยี่ห้อ JING GONG YI ประเทศจีน) บรรจุในถุงพอยด์ที่มีสารดูดออกซิเจน (oxygen absorber) ปิดถุงด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ (รุ่น DZQ-400TE ยี่ห้อ BESPACER ประเทศจีน) แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพและ

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป

4. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพแจ่วบองจิ้งหรีดผง

วิเคราะห์ความชื้น ด้วยเครื่อง Moisture analyzer (ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น LP16 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์) วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ด้วยเครื่อง a_w analyzer (ยี่ห้อ Novasina รุ่น LabTouch-aw with CM-3 Sensor ประเทศสวิสเซอร์แลนด์) วิเคราะห์สี ด้วยเครื่องวิเคราะห์สีในอาหาร (ยี่ห้อ HunterLab รุ่น Miniscan EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา) ด้วยระบบ CIE ($L^* a^* b^*$ และ $L^* C^* h^\circ$) ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 โดยค่าความสว่าง (L^*) มีค่า 0-100, $+a^*$ หมายถึงวัตถุมีสีแดง, $-a^*$ หมายถึงวัตถุมีสีเขียว และ $+b^*$ หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง, $-b^*$ หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน, C^* หมายถึงความเข้มสี และ h° หมายถึงมุมของสี จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิเคราะห์คุณค่าโภชนาการตามวิธีการของ AOAC (1993) และ AOAC (2023) ได้แก่ ค่าพลังงาน ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และโซเดียม

5. การคืนรูปแจ่วบองจิ้งหรีดผง

ในการบริโภคแจ่วบองจิ้งหรีด จะต้องนำแจ่วบองจิ้งหรีดผงมาคืนรูป โดยใช้วิธีการคืนรูปตามการทดลองการคืนรูปผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องกิ่งสำเร็จรูปของนภาพร และคณะ (2555) คือนำแจ่วบองอบแห้งผสมกับน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 1: 1 นาน 2 นาที แล้วคนผสมให้เข้ากันจะได้แจ่วบองจิ้งหรีดพร้อมบริโภค

จากนั้นวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ด้วยเครื่อง a_w analyzer (ยี่ห้อ Novasina รุ่น LabTouch-aw with CM-3 Sensor ประเทศสวิสเซอร์แลนด์) และอัตราการดูดน้ำคืน (จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) โดยเปรียบเทียบน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงจากค่าน้ำหนักแห้งก่อนคืนรูปและน้ำหนักที่คืนรูปแล้ว (Smith *et al.*, 1985) ดังนี้

$$\text{Rehydration} = \frac{\text{น้ำหนักที่คืนรูปแล้ว (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแห้ง (กรัม)}}$$

6. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแจ่วบองจิ้งหรีดผงคืนรูป

นำแจ่วบองจิ้งหรีดผงคืนรูปจำนวน 3 ตัวอย่าง ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปริมาณ 5 กรัม ใส่ถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์ ปิดฝาพลาสติกใส เก็บที่อุณหภูมิห้องก่อนการทดสอบ แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้

ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทดสอบตัวอย่าง
ทีละ 1 ตัวอย่าง ทำการพักระหว่างตัวอย่างนาน 15 นาที ใน
ระหว่างการทดสอบให้ผู้ทดสอบดื่มน้ำล้างปากก่อนการทดสอบ
ตัวอย่างถัดไป

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance
(ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's
Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดความเชื่อมั่นทาง
สถิติที่ $p \leq 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 24

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. การผลิตแฉะบองจิ้งหรีด และแฉะบองจิ้งหรีดผง และ แฉะบองจิ้งหรีดผงคินรูป

แฉะบองจิ้งหรีด (ข้อ 2) มีลักษณะทั่วไปเป็นสีน้ำตาลอ่อน
ข้นหนืด และมีค่าความชื้น (น้ำหนักเปียก) เท่ากับ 70.25 ± 0.04
(Figure 1) เมื่อทำให้เป็นผงตามวิธีข้อ 3 และนำมาคินรูปตาม
วิธีข้อ 5 พบว่า ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 240
นาที จะมีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อร่วนละเอียด (Figure 2) และเมื่อ



Figure 1 Fermented fish dip with added cricket powder



Figure 2 Dried fermented fish dip with added cricket powder



Figure 3 Rehydrated fermented fish dip
with added cricket powder

นำมาคินรูปจะมีลักษณะทั่วไปคล้ายแฉะบองจิ้งหรีด ข้นหนืด
น้อยกว่า แต่มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น (Figure 3)

2. ผลของอุณหภูมิของตู้อบลมร้อนต่อสมบัติทางเคมี กายภาพของแฉะบองจิ้งหรีดผงและแฉะบองจิ้งหรีดผงคินรูป

นำแฉะบองจิ้งหรีดมาให้ความร้อนด้วยตู้อบลมร้อนที่
อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 360 นาที
แล้ววิเคราะห์ค่าความชื้น (น้ำหนักแห้ง) ค่าสี และค่า a_w พบว่า
เมื่อเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งส่งผลให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว
โดยความชื้นเริ่มต้นของแฉะบองจิ้งหรีดเท่ากับร้อยละ 70.25
อบแห้งแฉะบองจิ้งหรีดจนความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วงร้อยละ
3.50-4.00 ซึ่งเป็นค่าความชื้นคงที่ของผลิตภัณฑ์ Figure 4
แสดงให้เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความชื้นลดลง
อย่างรวดเร็ว และใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 120
นาที ในขณะที่อุณหภูมิ 70 และ 60 องศาเซลเซียส ความชื้น
จะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งมีค่าคงที่ใกล้เคียงกันที่เวลา 360 นาที
ได้ค่าความชื้นแฉะบองจิ้งหรีดร้อยละ 3.99 ± 0.10 , 3.68 ± 0.12
และ 3.63 ± 0.39 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิ 70 องศา
เซลเซียส ระยะเวลา 240 นาที ความชื้นร้อยละ 7.29 ± 0.32 และ
 a_w เท่ากับ 0.56 ± 0.31 ได้แฉะบองจิ้งหรีดผงที่เหมาะสมสำหรับ
นำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่อไป เนื่องจากใช้ระยะ
เวลาอบแห้งไม่นาน ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 และ a_w ต่ำกว่า
0.6 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาร้าผง (มผช.
๑๓๔/๒๕๕๗ ; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,
2557) และน้ำพริกปลาร้า (มผช.๑๓๑/๒๕๖๖ ; สำนักงาน
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2566)

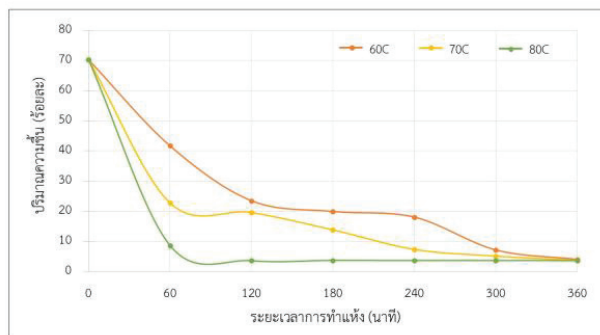


Figure 4 Relationship between moisture content and time of Dried fermented fish dip with added cricket powder using hot air oven

Table 2 แสดงสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แจ่วบองจิ้งหรีดผงที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่า ที่อุณหภูมิอบแห้ง 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการอบแห้งสูงที่สุด (0.33 ± 0.00 ; $p < 0.05$) เนื่องจากใช้ระยะเวลาการอบแห้งเพียง 120 นาที จะได้รับความชื้นไม่เกินร้อยละ 3 ในขณะที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีอัตราการอบแห้งต่ำกว่า (0.11 ± 0.00) และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่าเฉลี่ยความสว่าง (L^*) และค่ามุมของสี (h°) ของแจ่วบองจิ้งหรีดผงอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส อยู่ใน

ช่วง 30.44-30.80 และ 68.67-68.93 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าแจ่วบองจิ้งหรีดผงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งเท่ากับ 27.15 และ 65.41 ($p < 0.05$) แจ่วบองจิ้งหรีดผงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยสีแดง (a^*) สีเหลือง (b^*) และค่าความเข้มสี (C^*) สูงสุดเท่ากับ 8.85 ± 0.10 , 22.96 ± 0.38 และ 24.61 ± 0.37^a ตามลำดับ โดยแตกต่างกับแจ่วบองจิ้งหรีดผงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตส่งผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ยิ่งให้อุณหภูมิสูงขึ้นค่า L^* b^* และ C^* จะลดลงอาจเนื่องมาจากการเกิดสีน้ำตาลแบบ nonenzymatic browning (Posri, 2008) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนเรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction ; Ortiz *et al.*, 2013) สอดคล้องกับการทดลองของ Pongdanai and Somsamorn (2020) ที่ศึกษาอุณหภูมิการทำแห้งแจ่วบองด้วยตู้อบลมร้อนต่อค่าสี L^* a^* b^* พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิ (40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส) ส่งผลให้ค่า L^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แจ่วบองจิ้งหรีดผงทั้งสามตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.55-0.57 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 0.6 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิห้อง (Fellows, 2009) ดังนั้น จึงสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นี้ที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลานาน

Table 2 Physical and chemical properties of Dried fermented fish dip with added cricket powder

Items	Treatments		
	60°C	70°C	80°C
Moisture content before drying (%)	70.25±0.04 ^{ns}	70.25±0.02 ^{ns}	70.25±0.03 ^{ns}
Moisture content after drying (%)	3.99±0.24 ^a	3.68±0.29 ^b	3.63±0.21 ^b
Drying rate (g water/g dry matter h ⁻¹)	0.11±0.00 ^b	0.11±0.00 ^b	0.33±0.00 ^a
L^*	30.44±0.48 ^a	30.80±0.20 ^a	27.15±0.44 ^b
a^*	8.31±0.23 ^b	8.85±0.10 ^a	8.62±0.22 ^{ab}
b^*	21.27±0.53 ^b	22.96±0.38 ^a	18.85±0.88 ^c
C^*	22.83±0.58 ^b	24.61±0.37 ^a	20.73±0.90 ^c
h°	68.67±0.05 ^a	68.93±0.24 ^a	65.41±0.44 ^b
a_w	0.57±0.03 ^b	0.55±0.04 ^a	0.55±0.01 ^a

Means within a row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

นำแจ่วบองจิ้งหรีดผงมาคั้นรูปตามวิธีการข้อ 5 แล้ววิเคราะห์ค่า a_w และอัตราการดูดน้ำคั้น พบว่า แจ่วบองจิ้งหรีดผงคั้นรูปมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.79-0.80 ($p > 0.05$) แจ่วบองจิ้งหรีดผงคั้นรูปอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการดูดน้ำ

คั้นสูงกว่า 60 และ 70 องศาเซลเซียส ($p < 0.05$) ดังข้อมูลใน Table 3

อัตราการดูดน้ำคั้นคือความสามารถในการดูดซับน้ำหรือรักษาน้ำไว้ในโครงสร้างอาหารบ่งบอกถึงลักษณะทาง

โครงสร้างของอาหารหลังการทำแห้งว่าถูกทำลายโดยความร้อนมากเพียงใด (ไตรภพ, 2563) การทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำและใช้ระยะเวลาสั้นส่งผลให้โครงสร้างอาหารเสียหายน้อยและให้ค่าอัตราส่วนการดูดน้ำคืนต่ำ (Doymaz, 2017) แสดงว่า

โครงสร้างภายในตัวอย่างแฉับของจิ้งหรีดผงคั้นรูปอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เสียหายน้อยกว่า 80 องศาเซลเซียสเนื่องจากใช้อุณหภูมิทำแห้งต่ำกว่าและเวลานานกว่า (Figure 4)

Table 3 Physical and chemical properties of rehydrated fermented fish dip with added cricket powder

Items	Treatments		
	60°C	70°C	80°C
a_w	0.80±0.02 ^{ns}	0.80±0.03 ^{ns}	0.79±0.03 ^{ns}
Rehydration ratio	0.94±0.02 ^{bc}	0.92±0.01 ^a	0.96±0.01 ^c

Means within a row with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

^{ns} within a row is not significantly different ($p > 0.05$)

คุณค่าทางโภชนาการของแฉับของจิ้งหรีดผงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่าพลังงานทั้งหมด ไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด น้ำตาล และโซเดียม แสดงดัง Table 3

วิศรุต (2564) ศึกษาไขมัน โปรตีน และเกลือของแฉับของอบแห้ง จำนวน 2 สูตร และรายงานค่าสูตรที่ 1 มีค่าเป็นร้อยละ 15.23±0.18, 7.60±0.42 และ 15.80±0.11 สูตรที่ 2 มีค่าเป็น 18.37±0.10, 10.20±0.53 และ 17.15±0.11 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแฉับของจิ้งหรีดผงในงานวิจัยนี้ พบว่า แฉับของอบแห้งจากงานวิจัยของวิศรุต (2564) มีพลังงานและเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) มากกว่าแต่มีโปรตีนต่ำกว่า เนื่องจากจิ้งหรีด

มีปริมาณโปรตีนถึง 53.4±0.04 (น้ำหนักแห้ง) แสดงให้เห็นว่า แฉับของอบแห้งที่มีส่วนผสมของจิ้งหรีดผงสามารถเป็นอาหารทางเลือกที่เสริมคุณค่าอาหารทางโปรตีนได้ (อรนุช และคณะ, 2561)

นอกจากนี้ยังพบว่าแฉับของจิ้งหรีดผงในงานวิจัยนี้มีโซเดียมน้อยกว่าแฉับของผงอบแห้งจากงานวิจัยของ ศันันธร และคณะ (2564) และงานวิจัยของสรีต และคณะ (2549) ที่รายงานว่ามีโซเดียมเป็นร้อยละ 6.11 กรัม และ 7.5-13.3 กรัม ตามลำดับ

Table 4 Nutritional values of Dried fermented fish dip with added cricket powder

Items (Amount/100g)	Treatments at 70°C
Total Energy (Kcal)	377
Total Fat (g)	12.3
Protein (Nx6.25) (g)	26.3
Total Carbohydrate (g)	40.29
Total Sugar (g)	13.7
Sodium (mg)	5,948

3. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแฉับของจิ้งหรีดผงคั้นรูป

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแฉับของจิ้งหรีดผงคั้นรูปที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส (Table 5) พบว่า แฉับของจิ้งหรีดผงคั้นรูปอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงสุดจากผู้ทดสอบ จำนวน 50 คน ($p \leq 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบแฉับของจิ้งหรีดผงคั้นรูปอุณหภูมิ

80 องศาเซลเซียส ในทุกคุณลักษณะมีค่าน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสี และอัตราการดูดน้ำคืน กล่าวคือ แฉับของจิ้งหรีดผงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่า $L^* a^* b^*, C^*, h^\circ$ น้อยกว่าอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส และมีอัตราการดูดน้ำคืนสูงกว่า อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pongdanai and Somsamorn (2020) ที่ศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิการทำแห้งผลิตภัณฑ์แฉับของด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส แล้วประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแฉับของอบแห้งแบบคั้นรูปด้วยน้ำ พบว่า

ผู้ทดสอบจำนวน 45 คน ให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมแจ่วบองที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส

Table 5 Means of 9-Point Hedonic Scale on sensory characteristics of rehydrated dried fermented fish dip with added cricket powder

Attributes	Treatments		
	60°C	70°C	80°C
Appearance	7.00±0.67 ^a	7.60±0.52 ^a	6.50±0.71 ^b
Color	6.40±0.52 ^b	7.00±0.47 ^a	5.50±0.85 ^b
Odor	7.20±0.42 ^a	7.40±0.52 ^a	6.10±1.20 ^b
Flavor	7.20±0.42 ^b	7.80±0.42 ^a	5.60±0.84 ^c
Texture	6.80±0.42 ^b	7.40±0.70 ^a	6.70±0.48 ^b
Overall liking	6.60±0.52 ^b	7.60±0.52 ^a	6.10±0.74 ^b

Means within a row with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

แจ่วบองจึงหรีดอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 360 นาที อัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการอบแห้งสูงสุด และที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 240 นาที ความชื้นร้อยละ 13.79 ± 0.68 a_w เท่ากับ 0.56 ± 0.31 ได้แจ่วบองจึงหรีดผึ่งที่เหมาะสม เนื่องจากใช้ระยะเวลาอบแห้งไม่นาน ค่าความชื้น และค่า a_w เป็นไปตาม มพช.๑๓๔/๒๕๕๗ และ มพช.๑๓๑/๒๕๖๖ อีกทั้งยังมีโปรตีนสูงร้อยละ 26.3 กรัม แจ่วบองจึงหรีดผึ่งทั้งสามตัวอย่างมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.55-0.57 แจ่วบองจึงหรีดผึ่งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ย L* a* b*, C* และ h° มากที่สุด ในขณะที่แจ่วบองจึงหรีดผึ่งคิณรูปทั้งสามตัวอย่างมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.79-0.80 และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการดูดน้ำคิณรูปสูงสุด ($p \leq 0.05$) ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนให้คะแนนความชอบแจ่วบองจึงหรีดคิณรูปอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในทุกคุณลักษณะสูงสุด ดังนั้น อุณหภูมิการอบแห้งด้วยลมร้อนแจ่วบองจึงหรีดที่เหมาะสมคือ 70 องศาเซลเซียส

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่สนับสนุนงบประมาณตลอดโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. (2558). การแปรรูปสัตว์น้ำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชุดินันท์ สงวนประสิทธิ์. (24 มกราคม 2562). ร้อยยัง! ยา ขนมหักินวันนี้อาจมีส่วนผสมของแมลงอยู่ก็ได้ แล้วธุรกิจแมลงโตแค่ไหน? *Brand Inside*. <http://brandinside.asia/insectbusiness-future/>
- ไทรภพ พาหอม. (2563). ลักษณะเฉพาะของการทำแห้ง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตปุ๋ยมูลสัตว์. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ณรรยา เปลี่ยนบุญเลิศ. (มปป, 2565). *Recipe แจ่วบอง (ปลาร้าบอง)*. KRUA.CO. <https://krua.co/recipe/jaew-bong>
- นภาพร ดิสนาม, อรทัย บุญทะวงศ์, ชณิชา จินาการ, & วิไลวรรณ ชูเกียรติภิญโญ. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกถั่วเหลืองสำเร็จรูป. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 35(1), 93-103.
- วิศรุต ศิริพรกิตติ. (2564). ผลของกระบวนการผลิตต่ออายุการเก็บรักษาแจ่วบองอบแห้ง. *กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*.
- ศันธร พิชัย, ปาริชาติ ราชมณี และ ญาณิศา โพธิ์รัตนโส. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แจ่วบองอบแห้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 20-26.
- สริต สุป็นนุช, รินธิชา ดวงสนิท และ วสาลี พิชัย. (2549). ปลาร้าก่อนสมุนไพรบรรจุกระป๋อง [ปริญาครุศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี].

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (มปป, 2566). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำพริกปลาร้า (มพช.131/2566). ELIB. [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps131_66\(%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps131_66(%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2).pdf)
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (มปป, 2557). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาร้าผง (มพช.134/2557). ELIB. [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0134_57\(%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%9C%E0%B8%87\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0134_57(%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%9C%E0%B8%87).pdf)
- อรนุช สีหามาลา, หนูเดือน สารบุตร, พรประภา ชุนถนอม และศุภชัย ภูลายดอก. (2561). คุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 36(2), 98-105.
- AOAC International. (1993). *Methods of analysis for nutrition labeling*. Arlington, Virginia.
- AOAC International. (2023). *Official Methods of Analysis*. The Association of Official Analytical Chemists. Maryland, U.S.A.
- Chen, X., Feng, Y., & Chen, Z. (2009). Common edible insects and their utilization in China. *Entomological Research*, 39, 299-303.
- Doymaz, I. (2017). Drying kinetics, rehydration ratio and color characteristics of convective hot-air drying of carrot slices. *Heat Mass Transfer*, 53, 25-35.
- Fellows, P. J. (2009). *Food Processing Technology: Principle and Practice* (3rd ed.). Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.
- Hanboonsong, Y., Rattanapan, A., Waikakul, Y., & Liwavanich, A. (2001). Edible Insect Survey in Northeastern Thailand. *KhonKaen Agriculture Journal*, 29(1), 35-44.
- Jino, T., Surawang, S., & Wachirisiri, K. (2021). Chemical Composition and Optimum Condition of Protein Concentrate Extraction from Commercial Crickets. *Thai Journal of Science and Technology*, 10(1), 65-73.
- Ortiz, J., Lemus-Mondaca, R., Vega-Galvez, A., Ah-Hen, K., Puente-Diaz, L., Zura-Bravo, L., & Aubourg, S. (2013). Influence of air-drying temperature on drying kinetics, colour, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fillets. *Food Chemistry*, 139, 162-169.
- Pongdanai, D., & Somsamorn, G. (2020). Effect of Drying Temperature on Quality Parameters of Thai Fermented Fish Dip (Jaew Bong). *International Journal of Food Science*, 9, 251-263.
- Posri, W. (2008). The study of extrinsic and intrinsic cues in fermented fish in chili paste to develop consumer acceptance in the North-East and the South of Thailand. *TSRI e-Library*. https://elibrary.tsri.or.th/project_content.asp?PJID=MRG4680179
- Smith, D. H., Rao, R. M., Lizzao, J. M., & Champagne, E. (1985). Chemical treatment and process modification for producing improved quick-cooking rice. *Journal of Food Science*, 50(4), 926-931.
- Sogari, G., Bogueva, D., & Marinova, D. (2019). Australian Consumers' Response to Insects as Food. *Agriculture*, 9, 108-116.
- Ulloa, J. A., Ibarra-Zavala, S. J., Ramirez-Salas, S. P., Rosas-Ulloa, P., Ramirez-Ramirez, J. C., & Ulloa-Rangel, B. E. (2015). Chemical, physicochemical, nutritional, microbiological, sensory and rehydration characteristics of instant whole beans (*Phaseolus vulgaris*). *Food Technology and Biotechnology*, 53(1), 48-56.
- Yhoung-Aree, J., & Viwatpanich, K. (2005). Edible insects in the Lao PDR, Myanmar, Thailand and Vietnam. In *Ecological implications of mini-livestock*. Enfield, New Hampshire, Science Publisher, Inc.
- Yi, L., Lakemond, C. M. M., Sagis, L. M. C., Einner-Schadler, V., Huis, A. V., & Boekel, M. A. J. S. V. (2013). Extraction and characterization of protein fractions from five insect species. *Food Chemistry*, 141(4), 3341-3348.