วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.3) September – December 2023 บทความวิจัย

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผง

# Product Development of Bitter Spicy Dipping Sauce Powder

ชุลีพร ชำนาญค้า, สิรินาฏ เนติศรี และ บุศราวรรณ ไชยะ*

Chuleeporn Chumnanka, Sirinat Natisri and Busarawan Chaiya*

*ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร*

*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย*

*Food Technology and Nutrition Department, Faculty of Natural Resources and Agro-Industry,*

*Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus, Thailand*

Received : 9 May 2023

Revised : 12 June 2023

Accepted : 19 July 2023

## บทคัดย่อ

น้ำจิ้มแจ่วขมเป็นอาหารท้องถิ่นที่นิยมรับประทานอย่างกว้างขวางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย น้ำจิ้มแจ่วขมมีส่วนประกอบของดีวัว และขี้เพี้ยวัว มักรับประทานคู่กับเนื้อย่างเพื่อเพิ่มรสชาติขม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมให้มีลักษณะเป็นผงและสะดวกในการบริโภค โดยศึกษาสูตรน้ำจิ้มแจ่วขมที่เหมาะสม เปรียบเทียบวิธีการทำแห้งระหว่างการทำแห้งแบบลูกกลิ้งและการทำแห้งแบบถาด จากนั้นทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 50 คนด้วยวิธี 9-Points Hedonic Scale พบว่า สูตรน้ำจิ้มแจ่วขมที่เหมาะสมและผู้ทดสอบให้การยอมรับ คือ สูตรที่มีส่วนผสมหลัก ได้แก่ น้ำดีร้อยละ 0.13 น้ำมะนาวร้อยละ 6.38 น้ำปลาร้อยละ 6.38 น้ำเพี้ยร้อยละ 36.43 ข้าวคั่วป่นร้อยละ 12.75 พริกป่นร้อยละ 7.29 เกลือร้อยละ 7.29 น้ำตาลทรายร้อยละ 13.66 และผักสมุนไพรร้อยละ 9.69 วิธีการทำแห้งน้ำจิ้มแจ่วขมที่เหมาะสม คือ การอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เมื่อวิเคราะห์ค่าคุณภาพของน้ำแจ่วขมแบบผง พบว่า มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.93±0.06 ปริมาณน้ำอิสระ ($a_w$) เท่ากับ 0.210±0.019 และไม่พบการปนเปื้อนของ Coliform, *E. coli*, ยีสต์และรา จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบสนใจจะเลือกซื้อน้ำจิ้มแจ่วขมผงสูตรนี้มากถึงร้อยละ 90 และให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.0±1.4

**คำสำคัญ** : น้ำจิ้มแจ่วขม ; การทำแห้ง ; การพัฒนาผลิตภัณฑ์

## Abstract

The bitter spicy dipping sauce is a traditional dish that is widely consumed in Northeastern Thailand. This dipping sauce consists of cow's bile and cattle small intestinal digesta, locally called 'Pia'. It is usually eaten with grilled meat for added bitterness. The objective of this research was to develop a product of bitter spicy dipping sauce powder and be convenient to consume. The optimum formula of bitter spicy dipping sauce powder and drying process namely drum drying, and tray drying were investigated. The sensory evaluation of fifty panels was carried out based on the 9-points hedonic scale. The results revealed that the main ingredients composed of 0.13% cow's bile, 6.38% lime juice, 6.38% fish sauce, 36.43% Pia, 12.75% roasted rice powder, 7.29% chili powder, 7.29% salt, 13.66% sugar, and 9.69% herbs were optimum formula and the panels accepted for bitter spicy dipping sauce powder production. The optimum drying condition was tray drying at 60 °C. The quality of bitter spicy dipping sauce powder was then analyzed. It was found that the powder had 0.93±0.06 % moisture content. The level of water activity ($a_w$) was 0.210±0.019 and there was no contamination of coliform, *E. coli*, yeast, and mold. The sensory evaluation results showed that 90% of panels were purchase intent this bitter spicy dipping sauce powder and rated the overall liking score at a moderate level with an average of 7.0±1.4.

**Keywords** : bitter spicy dipping sauce ; drying ; product development

***Corresponding author. E-mail** : busarawan.ch@ku.th

**บทนำ**

น้ำจิ้มแจ่วเป็นอาหารท้องถิ่นของภาคอีสาน มักนิยมรับประทานคู่กับอาหารประเภทย่างที่หลากหลาย เช่น เนื้อย่าง ไก่ย่าง เป็นต้น น้ำจิ้มแจ่วจะมีรสชาติเฉพาะตัว คือ รสเปรี้ยวจากมะนาวหรือมะขาม และรสเค็มจากน้ำปลาหรือเกลือ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะที่ทำให้มีรสชาติกลมกล่อม (Thongtan,1996; Boonlert, 2020) โดยการทำน้ำจิ้มแจ่วขมจะมีการผสมน้ำดีเพื่อให้เกิดรสขม และมักมีการผสมขี้เพี้ย ซึ่งเป็นขี้อ่อนที่อยู่ในลำไส้วัวที่มีรสขมแต่ไม่มาก และนำมาผสมกับน้ำตาลทราย พริกป่น ข้าวคั่ว และพืชผักสมุนไพร เพื่อเพิ่มรสชาติให้กับอาหาร แม้ว่าน้ำจิ้มแจ่วขมจะได้รับความนิยมอย่างมากในภาคอีสาน และมีการจำหน่ายในรูปแบบของน้ำจิ้มเหลวปรุงสดใหม่ที่พร้อมรับประทานหรือการจำหน่ายโดยการบรรจุในขวดพลาสติก ซึ่งมีข้อจำกัดในการเก็บรักษาและการขนส่ง อาจเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์หากไม่ควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษาและในการขนส่ง ทำให้อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สั้นลง

วิธีการทำแห้ง (Drying) เป็นวิธีการถนอมอาหาร (Food preservation) โดยลดความชื้น (Moisture content) ของอาหารด้วยการระเหยน้ำส่วนใหญ่ในอาหารออก ด้วยวิธีการอบแห้ง (Dehydration) การทอด (Frying) หรือการระเหิดน้ำ การทำแห้งมีวัตถุประสงค์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ลดปริมาณน้ำในอาหาร ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา (Mold) ยีสต์ (Yeast) แบคทีเรีย (Bacteria) ช่วยในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme) หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมี ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบและเป็นสาเหตุทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสีย (Food spoilage) การลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้ง ทำให้อาหารมีปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) รวมทั้งสามารถยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อรา (Mycotoxin) เช่น Aflatoxin ได้ (Vibulsresth & Trevanich, 2003; Kluczkovski & Kluczkovski Junior, 2013) การทำแห้งอาหารที่มีประสิทธิภาพจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของอาหารที่ได้หลังจากการทำแห้ง เช่น การคืนรูป (Rehydration) คุณค่าทางโภชนาการ คุณลักษณะทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และรูปทรง นอกจากนั้นการทำแห้งยังทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการขนส่ง ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการทำแห้ง และการคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้อาหารที่ผ่านการทำแห้งยังคงมีคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษา จากการศึกษาของ Boonkam & Hiwang (2018) พบว่า กระบวนการผลิตน้ำจิ้มแจ่วขมชนิดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณน้ำอิสระ ทำให้น้ำจิ้มแจ่วขมผงมีปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด และมีสมบัติในการคืนสภาพได้ดี แต่มีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลาทำแห้งนาน การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer) ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ ลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum) เป็นแบบลูกกลิ้งคู่ (Double-drum drier หรือ Twin-drier) ความร้อนจากลูกกลิ้งจะถ่ายเทไปให้อาหารข้นเหลวที่เคลือบอยู่บนผิวลูกกลิ้ง อาศัยหลักการนำความร้อนเป็นหลัก จุดเด่นของการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่คือ น้ำสามารถระเหยออกจากอาหารได้รวดเร็ว เนื่องจากอาหารได้รับความร้อนโดยตรง ในขณะที่แนบติดอยู่กับผิวหน้าลูกกลิ้ง การระเหยน้ำออกจากอาหารจึงรวดเร็ว อาหารสามารถแห้งได้ภายใน 5 นาที เนื่องจากอาหารสัมผัสอยู่กับความร้อนในช่วงเวลาสั้น จึงทำให้คุณค่าทางอาหารถูกทำลายด้วยความร้อนไม่มาก เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) เป็นตู้อบที่ใช้ลมร้อน การทำแห้งอาศัยอากาศร้อนไหลหมุนเวียนอยู่ในตู้ นิยมใช้เครื่องอบแห้งแบบถาด ในการผลิตอาหารในปริมาณต่ำ (Monatrakul *et al*., 2018) โดยการใช้อุณหภูมิในการทำแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส

พบว่า เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน โดยไม่สูญเสียคุณค่าทางสารอาหารและคงกลิ่นรสดี (Sirijariyawat *et al.*, 2015) ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรน้ำจิ้มแจ่วขมและศึกษาวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งและการทำแห้งแบบถาดและให้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำจิ้มแจ่วขมซึ่งเป็นอาหารพื้นถิ่นของภาคอีสาน ให้สามารถขยายผลเชิงพาณิชย์ต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

*1. <u>การศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขม</u>*

ทำการคัดเลือกสูตรน้ำจิ้มแจ่วขม โดยใช้เทคนิคการทดลองแบบผสม (Mixture design) ซึ่งเป็นเทคนิคในการกำหนดสูตรการทดลองบนพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีส่วนผสม 3 ชนิด ภายใต้ขอบเขตที่กำหนด ด้วยโปรแกรม Design Expert (Trial Version) ทำการเลือกส่วนผสมที่ให้รสเฉพาะตัวกับน้ำจิ้มแจ่มขม ได้แก่ น้ำดี น้ำมะนาวและน้ำปลา เนื่องจากเป็นส่วนผสมที่ให้รสขม เปรี้ยวและเค็ม ตามลำดับ โดยทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของน้ำดี (ร้อยละ 0.05 - 0.20) น้ำมะนาว (ร้อยละ 5.50 - 7.34) และ น้ำปลา (ร้อยละ 5.50 - 7.34) ดัดแปลงจาก Boonkam & Hiwang (2018) จากนั้นทำการคัดเลือกจุดมุมและจุดตรงกลางของภาพสามเหลี่ยม ได้ทั้งหมด 4 สูตร โดยมีปริมาณส่วนผสมทั้ง 3 ชนิดรวมทั้งหมด ร้อยละ 12.89 ดังแสดงใน Table 1 และมีส่วนผสมอื่นๆในปริมาณคงที่ (ร้อยละ 87.11) ดังแสดงใน Table 2

***Table 1*** Composition of cow's bile : lime juice : fish sauce

| Formula | Cow's bile | Lime juice | Fish sauce |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.05 | 7.34 | 5.50 |
| 2 | 0.05 | 5.50 | 7.34 |
| 3 | 0.13 | 6.38 | 6.38 |
| 4 | 0.20 | 5.89 | 6.80 |

นำส่วนผสมของน้ำดี น้ำมะนาว และน้ำปลาแต่ละสูตร ผสมรวมกับส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ น้ำเพี้ย ข้าวคั่วป่น พริกป่น เกลือ น้ำตาลทราย ใบมะกรูด ตะไคร้ ผักชี หอมแดง ต้นหอม และผักชีฝรั่ง ในสัดส่วนที่แสดงในตารางที่ 2 ปั่นส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องปั่นที่ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำไปตุ๋นในน้ำเดือดจนกระทั่งส่วนผสมมีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อรอการทดสอบขั้นตอนต่อไป

*Table 2* Percentage of the ingredients in bitter spicy dipping sauce

| Ingredients | Percentage |
|---|---|
| Cow's bile : Lime juice : Fish sauce (from Table 1) | 12.89 |
| Pia | 36.43 |
| Roasted rice powder | 12.75 |
| Chili powder | 7.29 |
| Salt | 7.29 |
| Sugar | 13.66 |
| Kaffir lime leaves | 1.82 |
| Lemon grass | 1.74 |
| Coriander | 1.74 |
| Shallots | 1.74 |
| Spring Onion | 1.74 |
| Parsley | 0.91 |
| Total | 100 |

- การทดสอบความชอบของน้ำจิ้มแจ่วขม

ทำการทดสอบความชอบของน้ำจิ้มแจ่วขม ด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking test) เมื่อกำหนดให้ 1 = ชอบมากที่สุด จนถึง 6 = ชอบน้อยที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดสอบความชอบโดยรวมของน้ำจิ้มแจ่วขมทั้ง 4 สูตร เปรียบเทียบกับน้ำจิ้มแจ่วขมทางการค้า 2 ตัวอย่าง คัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดและนำไปทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. *ศึกษาวิธีการทำแห้งที่มีต่อคุณภาพของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผง*

*1) การทำแห้งน้ำจิ้มแจ่วขม*

ทำแห้งน้ำจิ้มแจ่วขมจากสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจาก ข้อ 1 ด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ และการทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Double drum dryer) ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.15 มิลลิเมตร ความเร็วรอบในการทำแห้ง 1 รอบต่อ 2:20 นาที โดยดัดแปลงจากวิธีของ Boonkam & Hiwang (2018) นำน้ำจิ้มแจ่วขมที่ผ่านการทำแห้งมาปั่นให้ละเอียด ด้วยเครื่องปั่นความเร็วระดับ 5 เป็นเวลา 20 วินาที จากนั้นบรรจุน้ำจิ้มแจ่วขมผงในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอทำการวัดค่าคุณภาพต่อไป

*2) การวิเคราะห์ค่าคุณภาพของน้ำจิ้มแจ่มขมแบบผง*

- ค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab Colorimeter (รุ่น ColorFlex EZ) แหล่งกำเนิดแสง D65 Observers $10^{o}$ รายงานค่า L* (ค่าความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว) b* (ค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน) Chroma (ค่าความเข้มของสี) คำนวณจากสูตร $( (a^{*2}) + (b^{*2}) )^{1/2}$ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

- ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ Minor *et al.*, (1983) **ด้วยเครื่อง** Moisture analyzer (Sartorius รุ่น MA 45) ตักตัวอย่าง 0.5-1.0 กรัม ใส่ลงถาดอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบแล้ว ปิดฝาเครื่อง อุณหภูมิเครื่องจะเพิ่มขึ้น จนถึง 105 องศาเซลเซียส รอจนเครื่องวัดค่าเสร็จ แล้วอ่านผลที่ได้ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

- ปริมาณน้ำอิสระ ตามวิธีของ AOAC (2016) ด้วยเครื่อง Water activity analyzer (AW SPRINT, Novasina รุ่น TH-500) ตักตัวอย่างใส่ในตลับตัวอย่างประมาณ ½ ของตลับ ทำการวัดที่อุณหภูมิวิเคราะห์ 25 องศาเซลเซียส รอจนเครื่องวัดค่าเสร็จ แล้วอ่านผลที่ได้ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

*3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส*

ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 Points-Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการประเมินความชอบของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงก่อนเติมน้ำทางด้านลักษณะปรากฏและสี และทำการประเมินความชอบของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงหลังเติมน้ำทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวม ร้อยละการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผลิตภัณฑ์

*3. <u>การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตรที่เหมาะสม</u>*

เลือกสูตรน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตรที่เหมาะสมที่สุดจาก ข้อ 2 นำมาชั่งน้ำหนัก 25 กรัม เติมสารละลาย 0.85% (w/v) NaCl ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องตีปั่นอาหาร (Stomacher) ปิเปตส่วนที่เป็นของเหลวปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปเจือจางต่อใน 0.85% (w/v) NaCl ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จนกระทั่งได้ความเจือจางที่เหมาะสม ($10^{-1}$-$10^{-3}$) จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจาง ความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร หยดตัวอย่างลงตรงกลางจานเพาะเชื้อ ทุกความเจือจางทำ 2 ซ้ำ รอให้ตัวอย่างกระจายทั่วจาน ปิดฝา คว่ำจานเพาะเชื้อ และนำเข้าตู้บ่ม

- การทดสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) ดัดแปลงจากวิธีของ BAM (2001) โดยใช้ Compact Dry “Nissui” TC บ่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง

- การวิเคราะห์จำนวน *E. coli* และ Coliform bacteria ตามวิธีของ Chancharoonpong *et al.*, (2023) โดยใช้ Compact Dry “Nissui” EC บ่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่ปรากฏจากด้านหลังจานเพาะเชื้อ หากพบโคโลนีสีน้ำเงิน รายงานผลเป็น *E. coli* โคโลนีสีม่วงแดง รายงานผลเป็น Coliform

- การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา ดัดแปลงจากวิธีของ BAM (2001) โดยใช้ CompactDry “Nissui” YM บ่มที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง หากพบโคโลนีสีฟ้าหรือขาวครีม รายงานผลเป็นจำนวนยีสต์ หากพบโคโลนีมีลักษณะเป็นเส้นใย รายงานผลเป็นจำนวนเชื้อรา

*4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ*

การทดสอบความชอบของน้ำจิ้มแจ่วขม ด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking test) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยวิธีของ Friedman และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี Analog Fisher's LSD การวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของน้ำจิ้มแจ่มขมแบบผง วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## ผลการวิจัย

*ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขม*

จากการทดสอบความชอบด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking test) ของน้ำจิ้มแจ่วขมจากการทดลองเปรียบเทียบกับน้ำจิ้มแจ่วขมทางการค้า โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 83 และ เพศชาย ร้อยละ 17 ซึ่งผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 22-25 ปี ร้อยละ 36.7 รองลงมาอายุระหว่าง 41-50 ปี ร้อยละ 33.3 ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีและมีรายได้ต่อเดือน 5,001-10,000 บาท เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวอย่างโดยใช้วิธี Friedman พบว่า ตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขม มีค่า T เท่ากับ 64.51 ซึ่งมีค่ามากกว่า $\chi^2$ (11.07) ส่งผลให้ผู้ทดสอบชอบตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมที่ชอบมากที่สุด ได้แก่ น้ำจิ้มแจ่วขมสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 1 ตัวอย่างทางการค้า 1 และตัวอย่างทางการค้า 2 ตามลำดับ (Table 3) และ เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมแต่ละสูตรโดยใช้ Analog Fisher's LSD พบว่า ตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้ความชอบโดยรวมสูงที่สุด ในขณะที่ตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมสูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และน้ำจิ้มแจ่วขมทั้ง 4 สูตร มีความชอบโดยรวมมากกว่าน้ำจิ้มแจ่วขมทางการค้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Table 3

***Table 3*** Friedman test of bitter spicy dipping sauce

| Sample | Rank sum | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Formular 2 | Formular 3 | Formular 4 | Formular 1 | Commercial 1 | Commercial 2 |
| Bitter spicy dipping sauce | 69[a] | 75[ab] | 91[ab] | 99[b] | 130[c] | 166[d] |

Different letters are significantly different ($p \leq 0.05$) by Analog Fisher's LSD test.

*2. ผลของวิธีการทำแห้งที่มีต่อคุณภาพของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผง*

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธีเรียงลำดับความชอบ จึงเลือกน้ำจิ้มแจ่วขมสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด นำมาทำแห้งเพื่อผลิตเป็นน้ำจิ้มขมแบบผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer) และเครื่องทำแห้งแบบถาด (Tray dryer) หลังจากนั้นวิเคราะห์ค่าคุณภาพของน้ำจิ้มแจ่มขมแบบผง

*1) ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผง*

การวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab ปริมาณน้ำอิสระ ($a_w$) ด้วยเครื่อง Water activity analyzer และปริมาณความชื้นด้วยเครื่อง Moisture analyzer ผลการทดลอง พบว่า น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ใช้วิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer) มีปริมาณ $a_w$ อยู่ในช่วง 0.202-0.227 และมีปริมาณความชื้นระหว่าง 1.34-1.71 % น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตร D3 ที่ทำแห้งด้วยวิธีแบบลูกกลิ้ง มีปริมาณ $a_w$ ต่ำสุดเท่ากับ 0.202 ซึ่งแตกต่างจากน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตร D2 และ D4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขณะที่ปริมาณความชื้นของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตร D2, D3 และ D4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4) สำหรับน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ใช้วิธีการทำแห้งแบบถาด (Tray dryer) มีปริมาณ $a_w$ ใกล้เคียงกับน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ใช้วิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.210-0.219 และค่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มต่ำกว่าน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ทำแห้งด้วยวิธีแบบลูกกลิ้ง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.93-1.09% ดังแสดงใน Table 4

***Table 4*** The qualities of bitter spicy dipping sauce from drum dryer and tray dryer

| Drying Method | Formular | Water activity (Aw) | Moisture content (%) | Color parameter | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | L* | a* | b* | Chroma |
| Drum dryer | D2 | $0.218^{ab}$±0.004 | $1.71^{a}$±0.49 | $50.19^{a}$±1.41 | $12.90^{a}$±0.90 | $22.06^{a}$±0.80 | $25.56^{a}$±1.06 |
| | D3 | $0.202^{c}$±0.003 | $1.46^{ab}$±0.50 | $49.81^{ab}$±1.18 | $11.93^{a}$±1.34 | $19.85^{b}$±1.92 | $23.16^{b}$±2.27 |
| | D4 | $0.227^{a}$±0.003 | $1.34^{abc}$±0.23 | $48.43^{c}$±0.35 | $12.85^{a}$±0.85 | $20.61^{ab}$±1.09 | $24.28^{ab}$±1.35 |
| Tray dryer | T2 | $0.215^{b}$±0.008 | $1.04^{cd}$±0.08 | $48.35^{c}$±0.34 | $10.29^{b}$±0.62 | $16.16^{d}$±1.00 | $19.16^{cd}$±1.14 |
| | T3 | $0.210^{bc}$±0.019 | $0.93^{d}$±0.06 | $48.96^{bc}$±0.76 | $9.65^{b}$±0.83 | $15.57^{d}$±1.88 | $18.35^{d}$±1.66 |
| | T4 | $0.219^{ab}$±0.001 | $1.09^{bcd}$±0.13 | $49.00^{bc}$±0.17 | $10.31^{b}$±0.29 | $18.09^{c}$±0.84 | $20.82^{c}$±0.85 |

Mean ± standard deviation values followed by a different letter within the same column are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

ผลการวัดค่าสีของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีแบบลูกกลิ้งและวิธีการทำแห้งแบบถาด ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยค่า L* คือ ค่าความสว่าง a* คือ ค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว b* คือ ความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน Chroma คือค่าความเข้มของสี พบว่า น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงทุกสูตรมีค่าความสว่าง อยู่ระหว่าง 48.35-50.19 โดยน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตร D2 ที่ทำแห้งด้วยวิธีแบบลูกกลิ้ง มีค่าความสว่างมากที่สุด (L* = 50.19) ขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีแบบลูกกลิ้งทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านการวิธีการทำแห้งแบบถาด โดยน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงทุกสูตรมี a* อยู่ระหว่าง 9.65-12.90 ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง จะมีค่า b* สูงกว่าน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านการวิธีการทำแห้งแบบถาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยค่า b* ของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงทุกสูตรมีค่าอยู่ระหว่าง 15.57-22.06 ส่วนค่าความเข้มของสี (Chroma) ของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีแบบลูกกลิ้ง จะมีค่า Chroma สูงกว่าน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านวิธีการทำแห้งแบบถาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยค่า Chroma ของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงทุกสูตรมีค่าอยู่ระหว่าง 18.35-25.56 สีของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงก่อนการเติมน้ำ ดังแสดงใน Figure 1

*2) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผง*

ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 Points-Hedonic Scale ของน้ำจิ้มแจ่วขมผงทั้ง 6 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำจิ้มแจ่วขมสูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 ที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีแบบลูกกลิ้งและวิธีทำแห้งแบบถาด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 88 และ เพศชาย ร้อยละ 12 ซึ่งผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 41-50 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาและมีอาชีพเป็นแม่บ้าน รายได้ต่อเดือน 5,001-10,000 บาท ซึ่งผู้ทดสอบส่วนใหญ่เคยรับประทานน้ำจิ้มแจ่วขมแบบน้ำ และพิจารณาเรื่องรสชาติในการเลือกรับประทาน โดยผู้ทดสอบจะทำการประเมินคุณลักษณะของตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมผงก่อนเติมน้ำในด้านลักษณะปรากฏและสี และประเมินคุณลักษณะของตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมผงหลังเติมน้ำในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวม ร้อยละการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมผงก่อนเติมน้ำด้านลักษณะปรากฏและสีอยู่ในระดับชอบปานกลาง (~7) ยกเว้นสูตร T3 ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (~6) เมื่อทำการเติมน้ำในอัตราส่วนน้ำจิ้มแจ่วขมผงต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 2 และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำจิ้มแจ่วขมผงหลังเติมน้ำทั้ง 6 ตัวอย่าง ได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยแต่ละด้านมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (Table 5)

ร้อยละการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผลิตภัณฑ์ พบว่า น้ำจิ้มแจ่วขมผงทั้ง 6 สูตร ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ยกเว้นสูตร D3 ที่ได้การยอมรับต่ำสุด (ร้อยละ 84) แต่เมื่อพิจารณาร้อยละในการตัดสินใจซื้อของผลิตภัณฑ์ พบว่า น้ำจิ้มแจ่วขมผงสูตร T3 ผู้ทดสอบให้การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สูงที่สุด (ร้อยละ 90)

ดังนั้นจากค่าคุณภาพทั้งหมด ได้แก่ ปริมาณ $a_w$ ปริมาณความชื้น (Moisture content) ค่าสี (L*, a*, b*, Chroma) และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จึงเลือกน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตร T3 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของน้ำดี : น้ำมะนาว :

น้ำปลา ในอัตราส่วน 0.13 : 6.38 : 6.38 และผ่านวิธีการทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด และนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาในขั้นต่อไป

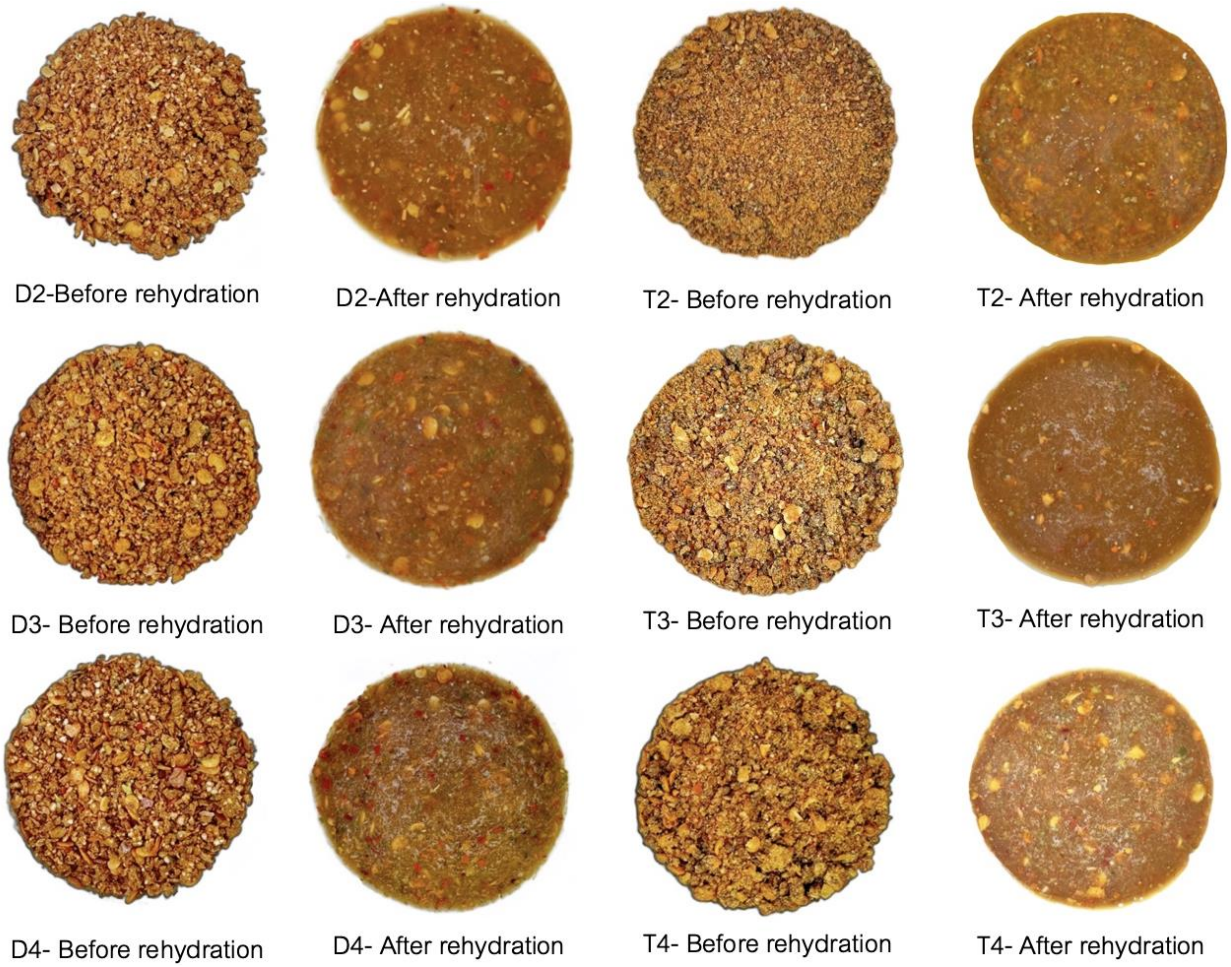


***Figure 1*** Images of bitter spicy dipping sauce from drum dryer (D) and tray dryer (T) before and after rehydration

***Table 5*** The sensory evaluation of bitter spicy dipping sauce from drum dryer (D) and tray dryer (T)

| Attributes | Liking Score | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | D2 | T2 | D3 | T3 | D4 | T4 |
| Before rehydration | | | | | | |
| Appearance | $6.8^{ab}$±1.4 | $6.5^{ab}$±1.8 | $6.5^{ab}$±1.8 | $6.4^{b}$±1.6 | $7.0^{a}$±1.5 | $6.6^{ab}$±1.4 |
| Color | $7.1^{a}$±1.4 | $6.6^{a}$±1.4 | $6.7^{a}$±1.8 | $6.0^{b}$±2.1 | $6.8^{a}$±1.5 | $6.5^{ab}$±1.5 |
| After rehydration | | | | | | |
| Appearance $^{ns}$ | 7.0±1.5 | 6.8±1.4 | 7.1±1.9 | 6.6±1.6 | 6.7±1.7 | 6.8±1.5 |
| Color$^{ns}$ | 7.0±1.2 | 7.2±1.2 | 6.9±1.5 | 6.9±1.4 | 6.9±1.3 | 6.8±1.4 |
| Odor$^{ns}$ | 6.4±1.6 | 6.5±1.5 | 6.8±1.7 | 6.8±1.6 | 6.7±1.5 | 6.7±1.6 |
| Taste$^{ns}$ | 6.4±2.1 | 6.8±1.8 | 6.8±1.8 | 6.7±1.5 | 6.8±1.5 | 6.5±1.9 |
| Overall Liking$^{ns}$ | 7.3±1.0 | 7.1±1.4 | 7.3±1.4 | 7.0±1.4 | 7.1±1.3 | 7.0±1.4 |
| Acceptance (%) | 90 | 94 | 84 | 92 | 92 | 92 |
| Purchase intent (%) | 84 | 84 | 80 | 90 | 84 | 84 |

Mean ± standard deviation values followed by a different letter within the same row are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

$^{ns}$ significantly different ($p > 0.05$) by Duncan's multiple range test.

*3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตรที่เหมาะสม*

จากการคัดเลือกน้ำจิ้มแจ่วขมผงสูตร T3 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) โดยใช้ CompactDry "Nissui" TC วิเคราะห์จำนวน *Escherichia coli* และ Coliform bacteria และวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา โดยใช้ CompactDry "Nissui" EC และ CompactDry "Nissui" YM ตามลำดับ จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแจ่วอบแห้ง (Thai Industrial Standards Institute, 2004) ได้กำหนดคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลินทรีย์ให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน $1 \times 10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากผลการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตร T3 พบว่า จุลินทรีย์ที่ตรวจพบมีจำนวนน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแจ่วอบแห้ง (Thai Industrial Standards Institute, 2004) โดยมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ $2.05 \times 10^3$ จำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และตรวจไม่พบ Coliform bacteria และ *Escherichia coli* (Table 6)

*Table 6* Microbiological properties of bitter spicy dipping sauce (T3)

| Microorganisms | CFU/g |
|---|---|
| Total viable count | $2.05 \times 10^3$ |
| Yeast and Mold | < 10 |
| Coliform bacteria | < 10 |
| *Escherichia coli* | < 10 |

**วิจารณ์ผลการวิจัย**

จากการนำน้ำจิ้มแจ่วขมมาทดสอบความชอบโดยรวม ด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking test) เปรียบเทียบกับน้ำจิ้มแจ่วขมทางการค้า โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งผู้ทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุอยู่ระหว่าง 22-25 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรีและมีรายได้ต่อเดือน 5,001-10,000 บาท เมื่อนำผลการทดสอบความชอบโดยรวมของตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขม ทั้งหมด 6 สูตร พบว่า ผู้ทดสอบชอบตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมทั้ง 4 สูตรมากกว่าน้ำจิ้มแจ่วขมทางการค้า โดยตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ผู้ทดสอบให้ความชอบโดยรวมสูงที่สุดและสูงกว่าน้ำจิ้มแจ่วขมสูตรที่ 1 เนื่องจากน้ำจิ้มแจ่วขมสูตรที่ 1 มีรสชาติที่เปรี้ยวนำรสชาติเค็ม ทำให้รสชาติโดยรวมไม่กลมกล่อมเหมือนน้ำจิ้มแจ่วขมอีก 3 สูตร ดังนั้นจึงได้นำน้ำจิ้มแจ่วขมทั้ง 3 สูตรไปทำการทดลองต่อไป

จากการศึกษาวิธีการทำแห้งทั้ง 2 วิธี ได้แก่ การทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum dryer) และ การทำแห้งแบบถาด (Tray dryer) ด้วยหลักการทำแห้งของแต่ละเครื่องมือที่ต่างกัน โดยการทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก ความร้อนจากลูกกลิ้งจะถ่ายเทไปให้อาหารที่เคลือบอยู่บนผิวลูกกลิ้งโดยอาศัยหลักการนำความร้อน น้ำจึงสามารถระเหยออกจากอาหารได้รวดเร็ว ในขณะที่การทำแห้งแบบถาด อาศัยอากาศร้อนไหลหมุนเวียนอยู่ภายในตู้ การระเหยน้ำออกจากอาหารช้ากว่า จึงใช้เวลาในการทำแห้งที่นานกว่าการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Monatrakul *et al*., 2018) ด้วยกระบวนการทำแห้งที่แตกต่างกันดังกล่าว จึงส่งผลให้คุณภาพของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ได้แตกต่างกัน ปริมาณ $a_w$ และปริมาณความชื้น ของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 2 วิธี มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.202-0.227 และ 0.93-1.71% ตามลำดับ และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน (Thai Industrial Standards Institute, 2004) โดยกระบวนการทำแห้งทั้ง 2 วิธี สามารถลดปริมาณ $a_w$ ในอาหารให้ลดลงได้น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยอาหารและเป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษา ดังนั้นการลดปริมาณ $a_w$ ให้เหลือน้อยที่สุด จึงทำให้อาหารเก็บรักษาได้นาน (Khuenpet *et al.,* 2020) ค่าสีของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 2 วิธี มีค่าใกล้เคียงกัน โดยสีของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงมีเฉดสีแดง (a* เป็นบวก) และสีเหลือง (b* เป็นบวก) ค่าสี L* , a*, b* และ Chroma อยู่ระหว่าง 48.35-50.19, 9.65-12.90, 15.57-22.06 และ 18.35-25.56 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงในระหว่างกระบวนการทำแห้งมาจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning) ที่เรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นเมื่อหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลรีดิวซ์ในอาหารทำปฏิกิริยาเคมีกับหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนในอาหาร โดยมีความ

ร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้อาหารมีสีน้ำตาลเข้ม (Murata, 2021) และจากงานวิจัยของ Chancharoonpong *et al*. (2023) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของขี้เพี้ย พบว่า ขี้เพี้ยมีความชื้นร้อยละ 92.74±1.61 โปรตีนร้อยละ 2.24±0.96 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.14±1.76 กรดอะมิโนจำเป็น 34.39 mg/g กรดอะมิโนไม่จำเป็น 39.60 mg/g ซึ่งจากส่วนผสมของน้ำจิ้มแจ่วขมก่อนการทำแห้งมีปริมาณของขี้เพี้ยและน้ำตาลทรายสูง เมื่อนำมาทำแห้งด้วยความร้อนจึงส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wiriyawattana *et al*. (2018) ที่ศึกษาผลกระทบของการทำแห้งแบบลูกกลิ้งต่อคุณสมบัติทางกายภาพและการต้านอนุมูลอิสระของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำแห้งแบบลูกกลิ้งสูงขึ้นส่งผลให้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสีเข้มขึ้น โดยมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ค่า a* และ b* มีค่าสูงขึ้น

จากการนำน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 Points-Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 88 และ เพศชาย ร้อยละ 12 ซึ่งผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 41-50 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาและมีอาชีพเป็นแม่บ้าน รายได้ต่อเดือน 5,001-10,000 บาท ซึ่งผู้ทดสอบส่วนใหญ่เคยรับประทานน้ำจิ้มแจ่วขมแบบน้ำ และพิจารณาเรื่องรสชาติในการเลือกรับประทานน้ำจิ้มแจ่วขม เมื่อทำการประเมินความชอบของน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงก่อนและหลังเติมน้ำ จะเห็นว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมผงก่อนเติมน้ำด้านลักษณะปรากฏและสีอยู่ในระดับชอบปานกลาง (~7) ยกเว้นสูตร T3 ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำจิ้มแจ่วขมผงที่ผ่านวิธีการทำแห้งแบบถาด ซึ่งมีปริมาณความชื้น ค่าความเป็นสีแดง (a*) ความเป็นสีเหลือง (b*) และค่าความเข้มสี (Chroma) ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ (ตารางที่ 4) ส่งผลให้ผู้ทดสอบไม่ค่อยชอบลักษณะปรากฏที่แห้งและมีสีที่อ่อนเกินไปจนดูไม่น่ารับประทาน (ภาพที่ 1) ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย แต่เมื่อทำการเติมน้ำในอัตราส่วนน้ำจิ้มแจ่วขมผงต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 2 พบว่า น้ำจิ้มแจ่วขมผงทั้ง 6 ตัวอย่าง ได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยแต่ละด้านมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (ตารางที่ 5) และเมื่อทำการสอบถามเกี่ยวกับร้อยละการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผลิตภัณฑ์ พบว่า ทุกสูตรได้รับการยอมรับและการตัดสินใจซื้อสูง ( $\geq$ ร้อยละ 80) โดยน้ำจิ้มแจ่วขมผงสูตร T3 ซึ่งเป็นสูตรที่ผ่านวิธีการทำแห้งแบบถาด (Tray dryer) ผู้ทดสอบให้การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สูงที่สุด (ร้อยละ 90) และมีการยอมรับสูงถึงร้อยละ 92

จากการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำจิ้มแจ่วขมผงสูตร T3 ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด โดยมีอัตราส่วนผสมของน้ำดี : น้ำมะนาว : น้ำปลา ในอัตราส่วน 0.13 : 6.38 : 6.38 และผ่านวิธีการทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) โดยใช้ CompactDry “Nissui” TC วิเคราะห์จำนวน *Escherichia coli* และ Coliform bacteria และวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา โดยใช้ CompactDry “Nissui” EC และ CompactDry “Nissui” YM ตามลำดับ จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแจ่วอบแห้ง (Thai Industrial Standards Institute, 2004) ได้กำหนดคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลินทรีย์ให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน $1 \times 10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากผลวิเคราะห์จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตร T3 พบว่า จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์มีจำนวนน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแจ่วอบแห้ง (Thai

Industrial Standards Institute, 2004) จากผลการตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการทำแห้งสามารถลดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร ทำให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น รา ยีสต์ หรือแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเสื่อมเสีย ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ หรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งทางเคมี และทางชีวเคมี นอกจากนี้การลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้ง ทำให้อาหารมีปริมาณ $a_w$ น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค รวมทั้งยับยั้งการสร้างสารพิษจากเชื้อราได้ (Vibulsresth & Trevanich, 2003; Kluczkovski & Kluczkovski Junior, 2013)

## สรุปผลการวิจัย

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผง ได้สูตรน้ำจิ้มแจ่วขมที่เหมาะสม คือ สูตร T3 ที่มีส่วนผสม ได้แก่ น้ำดี ร้อยละ 0.13 น้ำมะนาวร้อยละ 6.38 น้ำปลาร้อยละ 6.38 น้ำเพี้ยร้อยละ 36.43 ข้าวคั่วป่นร้อยละ 12.75 พริกป่นร้อยละ 7.29 เกลือร้อยละ 7.29 น้ำตาลทรายร้อยละ 13.66 และผักสมุนไพรร้อยละ 9.69 โดยใช้วิธีการทำแห้งแบบถาด (Tray dryer) ทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงที่ได้มีปริมาณ $a_w$ ต่ำกว่า 0.6 และมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนด นอกจากนี้ยังได้รับคะแนนความชอบจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง และมีผู้ทดสอบสนใจจะเลือกซื้อน้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงสูตรนี้มากถึงร้อยละ 90 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มแจ่วขมแบบผงนี้จะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบในท้องถิ่นและยังสามารถขยายผลในการผลิตระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

AOAC. (2016). Official method of analysis of analysis of Association of Official Analytical Chemists. (20th ed). Association of Official Analytical Chemists Internation. Gaithersburg, USA.

BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Online Edition 2001(US-FDA), Yeast, Mold and Mycotoxins Chapter 18.

BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Online Edition 2001(US-FDA), Total Plate Count or Aerobic Chapter 3.

Boonkam, W., & Hiwang, S. (2018). Study on production process of spicy dipping sauce powder. Research Technique. Bachelor of Science in Food safety and Nutrition. Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus. (in Thai)

Boonlert, P. (2020). Chili pastes, full of spicy flavors, paired with Thai set. Daily news variety. January 16, 2020. (in Thai)

Chancharoonpong, C., Chumnanka, C., Wongpanit, K., Jittapalapong, S. & Boonpawa, R. (2023). Determination of biological safety profile and nutritional composition of cattle small intestinal digesta ("Pia"), a traditional food ingredient in Northeastern Thailand. *Agriculture and Natural Resources*. *57*, 21–30.

Khuenpet, K., Polpued, R., Leevanichayakul, K., & Kaveekiew. S. (2020). Effect of different rice varieties and drying methods on the quality of instant riceberry porridge fortified with Jerusalem artichoke. *Thai Science and Technology Journal (TSTJ), 28*(10), 1813-1833.

Kluczkovski, A.M. & Kluczkovski Junior, A. (2013). Aflatoxin in fish flour from the Amazon region. In M., Razzaghi-Abhyaneh. (Ed), *Aflatoxins-Recent Advances and future prospects*. Iran: Pasteur Institute of Iran.

Minor, B. A., Sims, K. A., Bassette, R. & Fung, D.Y.C. (1983). Comparison of Infra-Dry and AOAC Methods for Moisture in Food Products. *Journal of Food Protection*, *47*(8), 611-614.

Monatrakul, W., Passago, S., Vengsungnle, P., & Siripiyasing, P. (2018). Design and development of rotating tray hot air oven for dried-foods commercial production. *FEAT JOURNAL, 4*(2), 49-59.

Murata, M. (2021). Browning and pigmentation in food through the Maillard reaction. *Glycoconjugate Journal*, *38*, 283–292. https://doi.org/10.1007/s10719-020-09943-x.

Sirijariyawat, A. Polvilai, C. & Peuchsing, S. (2015). Effect of Drying Temperature on Quality of Spirogyra sp. *KKU Science* Journal, *43*(3), 459-468.

Thai Industrial Standards Institute. (2004). Community product standards (463/2547) Dried chaew (Dried Northeastern spice dip). (in Thai)

Thongtan, P. (1996). The culture of chili pastes consumption of Thai people, Silpakorn. *39*(1), 82-90. (in Thai)

Vibulsresth, P. & Trevanich, S. (2003). Microorganism in Food. In. *Food Science and Technology*. (pp. 48-64) Bangkok: Kasetsart University Publishing. (in Thai)

Wiriyawattana, P., Suwonsichon, S., & Suwonsichon, T. (2018). Effects of drum drying on physical and antioxidant properties of riceberry flour. *Agriculture and Natural Resources, 52,* 445-450.