

Received: May 3, 2025; Revised: July 15, 2025; Accepted: November 4, 2025

การศึกษาคุณลักษณะทางคุณภาพของผงปรุงรสและซูปก้อนลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า Study of quality properties of reduced-sodium seasoning powder and bouillon cube made from oyster mushroom

วิจิตรา เหลียวตระกูล^{1*} รวิพล ศิริพฤกษ์พงษ์¹ พิมลธรรม รุ่งสว่าง¹ และวชิรญา เหลียวตระกูล¹
Wijitra Liaotrakoon^{1*}, Raviphon Siriprukphong¹, Pimontam Rungsawang¹
and Vachiraya Liaotrakoon¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

¹Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

*Corresponding Author E-mail Address : Wijitra.L@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงและซูปก้อนปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า โดยการพัฒนาสูตรและวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัส เมื่อนำสูตรพื้นฐานผงปรุงรสที่เหมาะสมที่สุดมาศึกษาอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้า (ร้อยละ 20, 25, 30 และ 35) และเกลือ (ร้อยละ 10, 15, 20 และ 25) พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ ผงเห็ดนางฟ้า ร้อยละ 25 และเกลือ ร้อยละ 20 มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ และโซเดียม (ร้อยละ 23.14 และ 9.10 ตามลำดับ) ซึ่งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า (ร้อยละ 37.40 และ 14.71 ตามลำดับ) ($p \leq 0.05$) และมีค่าดัชนีการละลายน้ำ (ร้อยละ 86.66) ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุม ($p > 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านรสชาติสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) เมื่อนำมาพัฒนาเป็นซูปก้อน พบว่า ปริมาณกลีเซอริน (ร้อยละ 4, 6 และ 8) ไม่มีผลต่อดัชนีการละลายและดัชนีการดูดซับน้ำของซูปก้อน ($p > 0.05$) และปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 4 เหมาะสมที่สุดสำหรับซูปก้อนปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า เนื่องจากผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุม ($p > 0.05$) และมีความชื้นต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: เห็ดนางฟ้า โซเดียมต่ำ ผงปรุงรส ซูปก้อน

Abstract

The objective of this research was to develop low-sodium seasoning powder and bouillon cube products made from oyster mushroom (*Pleurotus sajorcaju*) by developing formulas and analyzing physicochemical and sensory qualities. The ratio of oyster mushroom powder (20, 25, 30 and 35%) and salt (10, 15, 20 and 25%) was studied and found that the optimal ratio was 25% mushroom powder and 20% salt, containing sodium chloride and sodium contents (23.14 and 9.10%) less than the control (37.40 and 14.71%) ($p \leq 0.05$), no significant different of water solubility index (86.66%) compared to the control ($p > 0.05$), and providing the higher sensory score than the control ($p \leq 0.05$). This formula was further developed into bouillon cube, and found that the amount of glycerin (4, 6 and 8%) had no significant effect on the water solubility index

and water absorption index of the bouillon cube ($p>0.05$). In addition, 4% of glycerin was the most suitable for low-sodium seasoning bouillon cube because its sensory score was comparable values to the control ($p>0.05$), and having the lowest moisture content ($p\leq 0.05$).

Keywords: Oyster mushroom, Low-sodium, Seasoning powder, Bouillon cube

บทนำ

เห็ดนางฟ้า (*Pleurotus sajorcaju*) เป็นเห็ดเศรษฐกิจที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 3.38 ของตัวอย่างสด ร้อยละ 34.74 ของตัวอย่างแห้ง มีน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 90 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 3-28 เยื่อใย ร้อยละ 3-32 เห็ดมีไขมันต่ำ ประมาณร้อยละ 2-8 มีเกลือแร่ และวิตามินบี เช่น Thiamine (B1), Riboflavin (B2), Niacin (B3) และมีวิตามินซี นอกจากนี้ เห็ดยังมีเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการ เช่น แคลเซียม โปแตสเซียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น ปริมาณโปรตีนในเห็ดขึ้นอยู่กับขนาดของหมวกเห็ด ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และชนิดของเห็ด (Zrodowski, 1995; Bernas et al., 2006) โปรตีนในเห็ดมีกรดอะมิโนที่จำเป็นทั้ง 9 ชนิด ได้แก่ ไลซีน วาลีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ทรีโอนีน ทรีปโตเฟน เมไทโอนีน ฟีนิลอะลานีน และฮิสติดีน กรดอะมิโนจำเป็นที่พบมากที่สุด คือ ลิวซีน และไลซีน ส่วนกรดอะมิโนจำเป็นที่พบน้อยที่สุด คือ ทรีปโตเฟน และเมไทโอนีน (Chang & Miles, 2004) นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกายอีกด้วย ได้แก่ อะลานีน อาร์จินีน ไกลซีน กรดแอสพาร์ติก กรดกลูตามิก โพรลีน และซีรีน เป็นต้น โดยกรดอะมิโนที่ให้กลิ่นรสที่ดีและพบในปริมาณมาก ได้แก่ กรดกลูตามิก ทำให้เกิดรสชาติและกลิ่นที่ผู้บริโภคต้องการ โดยกรดอะมิโนชนิดนี้จะทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นประสาทการรับรู้รสชาติของลิ้นให้ไวกว่าปกติ และทำให้มีรสชาติคล้ายกับเนื้อสัตว์ (Bernas et al., 2006) เห็ดยังมีสารประกอบกลิ่นในเห็ดที่ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นความรู้สึกอยากอาหารและทำให้อาหารที่มีเห็ดเป็นส่วนประกอบมีกลิ่นเฉพาะตัว พบว่า สารประกอบที่ให้กลิ่นในเห็ดมีอยู่ประมาณ 150 ชนิด ซึ่งสารประกอบกลิ่นในเห็ดแต่ละชนิดมีองค์ประกอบและชนิดของสารที่ต่างกัน แต่สารหอมระเหย (Volatiles) หลักที่พบมากในเห็ด คือ สารประกอบ Aliphatic ที่มีคาร์บอน 8 อะตอม เช่น 1-octen-3-ol, 3-octanone, 1-octen-3-one และ Octanoic acid เป็นต้น (Cho et al., 2006) โดยเฉพาะ 1-octen-3-ol มีลักษณะกลิ่นคล้ายกลิ่นเห็ดหรือเห็ดดิบ และเป็นสารหลักที่พบมากในเห็ดกินได้หลายชนิด ซึ่งรูปแบบของสารประกอบกลิ่นในเห็ดนั้นขึ้นกับสายพันธุ์ ชนิด เกรด อายุ ของเห็ด และสภาพแวดล้อมในการปลูก นอกจากนี้การให้ความร้อนในรูปแบบต่าง ๆ มีผลต่อสารประกอบกลิ่นเช่นกัน (Picardi & Issenberg, 1973; Rapior et al., 1997; Cho et al., 2006)

การผลิตผงปรุงรสอาหารส่วนมากจะมีเกลือแกงเป็นส่วนประกอบที่มีปริมาณสูงถึง ร้อยละ 48.1 ของปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ (กรัมต่อ 100 กรัมผลิตภัณฑ์) เพื่อเพิ่มรสชาติและยืดอายุการเก็บ (Chotivichien et al., 2021) นอกจากนี้การใช้เห็ดนางฟ้าทดแทนในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากเนื้อปลา พบว่า การใช้เห็ดนางฟ้าในอัตราส่วนร้อยละ 30 ทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงร้อยละ 8.47 และได้รับการยอมรับของผู้บริโภค (Phungam et al., 2023) ซุปก้อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่อำนวยความสะดวกให้ผู้บริโภคทั่วไป ไม่ต้องเสียเวลาในการปรุงและความยุ่งยากในการเตรียมวัตถุดิบ และยังมีประโยชน์ในการขนส่ง สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง โดยในการผลิตซุปก้อนจำเป็นต้องมีส่วนผสมของสารจับตัวเพื่อช่วยให้คงคุณภาพของก้อนซุปไว้ได้ มีรายงานการใช้กลีเซอรินเป็นส่วนผสมในการผลิตน้ำยาก้อนจากก้างปลาเสริมแคลเซียม (Sompoptrakul, 2003) และในการผลิตซุปก้อนน้ำก้วยเตี่ยวหมูเลี้ยง (Nilno & Buddhame, 2018) ด้วยประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้นของเห็ดนางฟ้า จึงเกิดแนวคิดที่จะนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ปรุงรสเพื่อเพิ่มความหลากหลายของกลุ่มผู้รับประทานมังสวิรัต และเป็นผงปรุงรสและซุปก้อนที่มีการลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การเตรียมผงเห็ดนางฟ้า

เห็ดนางฟ้าจากเกษตรกรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง ฉีกให้มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร และเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ตัวอย่างเห็ดนางฟ้าอบแห้งที่ได้มี

ปริมาณความชื้นสุดท้าย ร้อยละ 5.02 ± 0.45 จากนั้นนำมาบดละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นบดละเอียด (MF10 Model, IKA, Germany) ที่ความเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที นาน 2 นาที และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.2 มิลลิเมตร และเก็บไว้ในถุงสุญญากาศ

2. การศึกษาสูตรพื้นฐานของผงปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า

ในการศึกษาสูตรพื้นฐานทั้ง 4 สูตร โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกแบบสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) แสดงดัง Table 1 และนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เพื่อนำไปศึกษาอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้าและเกลือในผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลดโซเดียมจากผงเห็ดนางฟ้าต่อไป

Table 1 Basic formula of seasoning powder from oyster mushroom.

Ingredients	Content (%)			
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Oyster mushroom powder	20	32	50	80
Salt	25	20	3	5
Sugar	22	28	17	10
Maltodextrin	33	-	-	-
Pepper	-	2	-	5
Garlic powder	-	2	-	-
Fish powder	-	16	-	-
Job's tear powder	-	-	30	-

Note: Formula 1 adapted from commercial shiitake mushroom seasoning powder, Formula 2 adapted from Charoenphun & Phaephiromra (2018), Formula 3 adapted from commercial shiitake mushroom seasoning powder, vegetarian formula, and Formula 4 adapted from Susi et al. (2023).

3. การศึกษาอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้าและเกลือในผงปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า

นำสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาศึกษาอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้าและเกลือ แสดงดัง Table 2 จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสเทียบกับผงปรุงรสทางการค้า (ชุดควบคุม) ได้แก่ ผงปรุงรสเห็ดหอม นำผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดไปพัฒนาชุปก้อนปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้าต่อไป

Table 2 The ratio of oyster mushroom powder and salt for seasoning powder development.

Ingredients	Content (%)			
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Oyster mushroom powder	35	30	25	20
Salt	10	15	20	25
Sugar	22	22	22	22
Maltodextrin	33	33	33	33

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุบก้อนปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า

ศึกษาปริมาณกลีเซอรินที่ใช้เป็นสารจับตัวในผลิตภัณฑ์ชุบก้อน ร้อยละ 4, 6 และ 8 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสเทียบกับชุบก้อนปรุงรสทางการค้า (ชุดควบคุม) ได้แก่ ชุปก้อนรสเห็ดหอม

5. การทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

5.1 การเตรียมตัวอย่างหลังการละลายน้ำ

การเตรียมตัวอย่างหลังการละลายน้ำ โดยนำตัวอย่างมาต้มกับน้ำในอัตราส่วนผงปรุงรส หรือซูปก้อน 25 กรัมต่อปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มเดือดนาน 3 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในอุณหภูมิห้อง จะได้ตัวอย่างหลังการละลายน้ำ (Rehydration)

5.2 ทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยนำตัวอย่างหลังการละลายน้ำ นำมาใส่ถ้วยชิม ปริมาณ 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปให้ผู้ทดสอบชิม

5.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

การวิเคราะห์ค่าสี โดยนำตัวอย่างมาวัดด้วยเครื่องวัดค่าสี Colorimeter (NH310, China) บันทึกค่า L^* , a^* และ b^* ทำซ้ำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยนำตัวอย่างมาบดเป็นผงละเอียด และใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (OHAUS MB27, USA) และวิเคราะห์กิจกรรมของน้ำ (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter (รุ่น WA-60A) วิเคราะห์ค่า pH ด้วยเครื่องวัดค่า pH (LAQUAtwin รุ่น pH Series, Japan) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids) ด้วยเครื่อง Pocket Refractometer (Atago รุ่น PAL-1, Japan) ทำซ้ำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ดัชนีการละลายน้ำ โดยนำตัวอย่าง 1 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 30 นาที นำมาใส่ในเครื่องเขย่าสาร (Scientific industries รุ่น Ginie2, USA) ความเร็วรอบที่ 2,500 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (รุ่น Universal 320R, Germany) นำส่วนใสมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำมาคำนวณตาม (Eq.1) ส่วนการวิเคราะห์ดัชนีการดูดซับน้ำ นำตัวอย่าง 1 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำมาใส่ในเครื่องเขย่าสาร (Scientific industries รุ่น Ginie2, USA) ความเร็วรอบที่ 2,500 รอบต่อนาที นาน 10 นาที นำเอาตะกอนมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณตาม (Eq.2) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

$$\text{ดัชนีการละลาย (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังการอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่าง}) \times 100}{(\text{น้ำหนักตัวอย่าง})} \quad (\text{Eq.1})$$

$$\text{ดัชนีการดูดซับน้ำ (เท่า)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างตะกอน} - \text{น้ำหนักหลอดทดลอง})}{(\text{น้ำหนักตัวอย่าง})} \quad (\text{Eq.2})$$

การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียม (ดัดแปลงจาก Kajhonjaratkul et al., 2020) โดยการนำตัวอย่างผสมกับน้ำในอัตราส่วน 25 กรัมต่อปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร นำมาต้มเดือดนาน 3 นาที นำตัวอย่างมาปรับค่า pH ของสารละลายโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจเนคาร์บอเนต ที่มีความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนกระทั่งสารละลาย มี pH 7.00 ± 0.10 นำตัวอย่างที่ปรับค่า pH แล้ว ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมทอินดิเคเตอร์ ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรไทเทรตด้วยสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบบล็อกแบบสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และกายภาพ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยรายงานเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานผงปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด จากทั้งหมด 4 สูตรพื้นฐาน ได้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดัง Table 3 พบว่า สูตรพื้นฐานผงปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.66-6.70 ซึ่งมีคะแนนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรที่ 3 ($p\leq 0.05$) ผงปรุงรสสูตรที่ 3 หลังจากละลายน้ำมีความขุ่น เนื่องจากมีส่วนผสมของผงลูกเดือย (ร้อยละ 30) ที่มีลักษณะเป็นแป้งที่เป็นผงสีขาวออกเหลือง และผงลูกเดือยมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำมาก (ร้อยละ 3.30-5.29) (Liaotrakoon et al., 2014)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Table 3) พบว่า สูตรพื้นฐานสูตรที่ 1 ได้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นจากผู้บริโภคสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 อยู่ในช่วงคะแนน 6.46-6.60 และสูตรที่ 2 มีคะแนนต่ำที่สุด ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้ โดยเฉพาะเห็ดนางฟ้ามีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ เมื่อใส่ผงเห็ดนางฟ้าในปริมาณมาก อาจทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมได้โดยสูตรที่ 1 มีปริมาณผงเห็ดนางฟ้าเพียง ร้อยละ 20 ในขณะที่สูตรที่ 2, 3 และ 4 มีปริมาณผงเห็ดนางฟ้ามากถึง ร้อยละ 32, 50 และ 80 ตามลำดับ และนอกจากนี้ในสูตรที่ 2 ยังมีส่วนผสมเป็นเนื้อปลาผงอีก ร้อยละ 16 จึงมีผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์อีกด้วย ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางด้านรสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวมของสูตรพื้นฐานทั้ง 4 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.50-5.93, 5.86-6.21 และ 6.10-6.70 อยู่ในช่วงขอบเล็กน้อยถึงขอบปานกลาง ดังนั้นสูตรที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด คือ สูตรที่ 1 ที่ผู้บริโภคมอบรับในด้านสีและกลิ่นมากที่สุด ($p\leq 0.05$) จึงนำมาใช้เป็นสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาขั้นต่อไป ซึ่งสูตรพื้นฐานที่ 1 ประกอบด้วยผงเห็ดนางฟ้า เกลือ น้ำตาล และมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 20, 25, 22 และ 33 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า ผู้บริโภคให้ความสนใจในผลิตภัณฑ์ปรุงรสจากเห็ดเนื่องจากมีรสชาติที่ดีและนำมาทดแทนผงชูรสได้ ถือเป็นทางเลือกจากธรรมชาติที่มีศักยภาพเทียบเคียงผงชูรสหรือโมโนโซเดียมกลูตาเมต (Monosodium glutamate; MSG) ให้รสชาติอูมามิและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Haron et al., 2024)

Table 3 Sensory evaluation for basic formula of seasoning powder from oyster mushroom.

Sensory attributes	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Color	6.66±1.77 ^a	6.66±1.94 ^a	5.56±1.63 ^b	6.70±1.56 ^a
Odor	7.00±1.60 ^a	5.76±1.45 ^b	6.46±1.31 ^{ab}	6.60±1.69 ^{ab}
Taste ^{ns}	5.50±1.21	5.93±1.50	5.90±1.40	5.76±1.63
Viscous ^{ns}	6.13±1.83	6.03±1.14	5.86±1.68	6.21±1.88
Overall liking ^{ns}	6.70±0.88	6.10±1.35	6.10±1.47	6.40±1.48

Note: The different letters within each row are significantly different ($p\leq 0.05$), and ^{ns} stands for not significant ($p>0.05$).

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้าและเกลือในผงปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า

นำสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 1 มาศึกษาอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้า (ร้อยละ 20-35) และเกลือ (ร้อยละ 10-25) ทั้งหมด 4 สูตร พบว่า ผงปรุงรสที่พัฒนาได้เป็นผงละเอียด มีสีน้ำตาลอ่อน และได้ผลคุณภาพทางเคมีกายภาพเทียบกับผงปรุงรสทางการค้า (ชุดควบคุม) แสดงดัง Table 4 พบว่า ชุดควบคุมมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์และโซเดียมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยมีปริมาณ ร้อยละ 37.40 และ 14.71 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 4 ร้อยละ 25.18 และ 10.02 สูตรที่ 3 ร้อยละ 23.14 และ 9.10 สูตรที่ 2 ร้อยละ 12.39 และ 4.87 ตามลำดับ และสูตรที่ 1 ร้อยละ 8.65 และ 3.40 ตามลำดับ สอดคล้องกับปริมาณเกลือในส่วนผสมในสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 4 ที่มีปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 10 เป็น ร้อยละ 25 ตามลำดับ โดยทั่วไปผงปรุงรสใช้เกลือแกล่งเป็นการเพิ่มรสชาติและยืดอายุการเก็บ

รักษาของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณเกลือหรือโซเดียมที่แนะนำให้บริโภคต่อวันน้อยกว่า 2,000 มิลลิกรัม (World Health Organization, 2012) หากบริโภคโซเดียมในปริมาณมากเกินไปโซเดียมอาจจะก่อให้เกิดการเสื่อมของไตเพราะไตทำหน้าที่ขับโซเดียม เมื่อไตทำงานได้ลดลงจะทำให้มีการคั่งของเกลือมีการบวม น้ำส่งผลกระทบต่อความดันโลหิตสูง และเกิดโรคไต โรคหัวใจ และหลอดเลือดตามมาได้ (Ruaisungnoen et al., 2018) เห็ดนางฟ้ามีโปรตีนสูงถึง ร้อยละ 17.06 (Effiong et al., 2024) ดังนั้นเมื่อปริมาณผงเห็ดเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ส่วนค่าสีของผงปรุงรสก่อนการละลายพบว่า ชุดควบคุม (ผงปรุงรสทางการค้า) มีค่าสี L^* ต่ำที่สุด และสูตรที่ 4 มีค่าสี L^* สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเกิดจากสูตรที่ 4 มีส่วนผสมของเห็ดน้อยที่สุด (ร้อยละ 20) และมีส่วนผสมของมอลโทเดกซ์ทรินที่เป็นผงสีขาว (ร้อยละ 33) จึงทำให้สีของมอลโทเดกซ์ทรินเด่นชัดกว่าสีของผงเห็ด ส่วนสูตรที่ 1-3 ค่าสี L^* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 81.51-82.63 และพบว่า ชุดควบคุมมีค่าสี a^* และ b^* สูงที่สุด และสูตรที่ 4 มีค่าสี a^* และ b^* ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามสีของผงเห็ดเป็นโทนสีเหลืองแดง จึงส่งผลต่อค่าสีของผงปรุงรสจากเห็ดนางฟ้าที่พัฒนาได้มีสีเหลืองแดง

จาก Table 4 พบว่า สูตรที่ 1 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ร้อยละ 4.54 เนื่องจากสูตรที่ 1 มีอัตราส่วนของผงเห็ดสูงที่สุด (ร้อยละ 35) จึงส่งผลต่อปริมาณความชื้น รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 2-3 มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) อยู่ในช่วง ร้อยละ 3.60-3.87 สูตรที่ 4 มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 3.42 และชุดควบคุมมีปริมาณความชื้นต่ำสุด ร้อยละ 0.79 เนื่องจากผงเห็ดนางฟ้าซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของผงปรุงรสมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 5.02 และพบว่า ปริมาณความชื้นของผงปรุงรสสอดคล้องกับกิจกรรมของน้ำ โดยสูตรที่ 3 และ 4 มีกิจกรรมของน้ำสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) อยู่ในช่วง 0.53-0.54 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร (Thai Industrial Standards Institute, 2004; Community Product Standard No. 494/2547) กำหนดให้ปริมาณความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก และกิจกรรมของน้ำหรือวอเตอร์แอกทิวิตีต้องไม่เกิน 0.65 นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นส่งผลต่อปริมาณความชื้น เนื่องจากเกลือส่งผลต่อการลดปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในอาหาร (Indiarto et al., 2021)

ค่าดัชนีการละลายเป็นค่าที่ใช้ในการบ่งชี้ความสามารถในการละลายของตัวอย่างในน้ำได้ จาก Table 4 พบว่า ค่าดัชนีการละลายของชุดควบคุมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 95) รองลงมาได้แก่สูตรที่ 4 สูตรที่ 3 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ เนื่องจากอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้าที่ใช้ลดลงจาก ร้อยละ 35 เป็น ร้อยละ 20 และปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 10 เป็น ร้อยละ 25 ตามลำดับ จึงส่งผลต่อดัชนีการละลายที่สูงขึ้น ส่วนค่าการดูดซับน้ำพบว่า สูตรที่ 1 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ 4.50 เท่า เนื่องจากอัตราส่วนของผงเห็ดนางฟ้าในสูตรที่ 1 มากที่สุด (ร้อยละ 35) จึงส่งผลต่อค่าการดูดซับน้ำที่สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 2-4 ในช่วง 4.36-4.46 เท่า และชุดควบคุมมีค่าการดูดซับน้ำต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอัตราส่วนของผงเห็ดชุดควบคุมน้อยที่สุด (ร้อยละ 20) รวมถึงชนิดของผงเห็ดที่ใช้แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อค่าการดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างด้วย

Table 4 The physicochemical quality of reduced-sodium seasoning powder made from oyster mushroom.

Quality	Control (Commercial)	Formula 1 (Salt 10%)	Formula 2 (Salt 15%)	Formula 3 (Salt 20%)	Formula 4 (Salt 25%)
Before rehydration					
Sodium chloride (%)	37.40±0.95 ^a	8.65±0.57 ^e	12.39±0.57 ^d	23.14±0.51 ^c	25.18±0.87 ^b
Sodium (%)	14.71±0.38 ^a	3.40±0.23 ^e	4.87±0.23 ^d	9.10±0.18 ^c	10.02±0.34 ^b
L^*	67.84±0.50 ^c	82.36±1.13 ^b	81.51±0.50 ^b	82.63±0.79 ^b	85.07±0.77 ^a
a^*	7.25±0.03 ^a	3.52±0.15 ^b	3.58±0.07 ^b	3.50±0.11 ^b	3.12±0.12 ^c
b^*	18.05±0.14 ^a	13.77±0.06 ^b	13.64±0.31 ^b	13.70±0.23 ^b	11.70±0.34 ^c
Moisture (%)	0.79±0.11 ^c	4.54±0.66 ^a	3.87±0.10 ^{ab}	3.60±0.93 ^{ab}	3.42±0.35 ^b
Water activity (a_w)	0.49±0.00 ^c	0.52±0.00 ^b	0.51±0.00 ^b	0.53±0.00 ^a	0.54±0.00 ^a
Solubility index (%)	95.00±5.00 ^a	63.33±15.20 ^c	70.00±10.00 ^{bc}	86.66±5.77 ^{abc}	90.00±10.00 ^{ab}
WAI (g gel/g)	4.16±0.51 ^b	4.50±0.20 ^a	4.46±0.20 ^{ab}	4.43±0.11 ^{ab}	4.36±0.11 ^{ab}

Quality	Control (Commercial)	Formula 1 (Salt 10%)	Formula 2 (Salt 15%)	Formula 3 (Salt 20%)	Formula 4 (Salt 25%)
After rehydration					
pH	5.68±0.06 ^a	5.00±0.03 ^c	5.17±0.03 ^c	5.38±0.01 ^b	5.39±0.04 ^b
L*	84.34±1.04 ^a	81.32±1.93 ^b	84.28±0.63 ^a	86.37±0.59 ^a	86.57±0.76 ^a
a* ^{ns}	0.70±0.05	0.71±0.11	0.76±0.23	0.75±0.04	0.73±0.03
b*	0.40±0.05 ^b	1.49±0.58 ^a	0.91±0.23 ^{ab}	0.58±0.10 ^b	0.41±0.09 ^b
TSS (°Brix)	5.46±0.25 ^a	3.46±0.11 ^d	4.16±0.05 ^c	4.43±0.05 ^b	4.53±0.11 ^b

Note: WAI refers to water absorption index (g gel/g), and TSS means total soluble solids (°Brix). The different letters within each row are significantly different ($p \leq 0.05$), and ^{ns} stands for not significant ($p > 0.05$).

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสจากเห็ดนางฟ้ามาละลายและต้มในน้ำเดือดในอัตราส่วน 25 กรัมต่อน้ำเดือด 500 กรัม พบว่าชุดควบคุมมีค่า pH สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 3-4 และสูตรที่ 1-2 มีค่า pH ต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) อาจเกิดจากอัตราส่วนของเห็ดนางฟ้าที่ใช้ลดลง จึงส่งผลให้ตัวอย่างมีค่า pH ที่เพิ่มขึ้น และพบว่า สูตรที่ 1 มีค่า L* ที่ต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอัตราส่วนของผงเห็ดในสูตรที่ 1 มีปริมาณผงเห็ดนางฟ้าสูงที่สุด ค่า L* ของทั้ง 5 ตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) อยู่ในช่วง 0.67-0.91 ส่วนค่า b* ของสูตรที่ 1 มีค่า b* สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และชุดควบคุมมีค่า b* อยู่ในช่วง 0.40-0.58 เมื่อตัวอย่างมีปริมาณผงเห็ดนางฟ้าน้อยลง และมีปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 25 ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมดของตัวอย่างชุดควบคุมสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) อยู่ที่ 5.46 °Brix รองลงมา ได้แก่ สูตรที่ 4 สูตรที่ 3 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ อยู่ในช่วง 3.46-4.53 °Brix

Table 5 Sensory qualities of reduced-sodium seasoning powder made from oyster mushroom

Quality	Control (Commercial)	Formula 1 (Salt 10%)	Formula 2 (Salt 15%)	Formula 3 (Salt 20%)	Formula 4 (Salt 25%)
Color ^{ns}	5.46±1.47	6.00±1.41	6.03±1.71	5.86±1.45	5.30±1.10
Odor ^{ns}	5.50±1.54	4.83±1.57	4.70±1.74	5.50±1.69	5.30±1.07
Taste	3.10±1.47 ^b	4.86±1.77 ^a	4.60±1.90 ^a	5.06±1.79 ^a	4.80±1.10 ^a
Viscous ^{ns}	5.33±1.44	5.63±1.75	5.40±1.71	5.63±1.71	4.93±1.91
Overall liking ^{ns}	5.10±1.00	5.03±1.65	5.10±1.90	5.70±1.55	5.23±1.40

Note: The different letters within each row are significantly different ($p \leq 0.05$), and ^{ns} stands for not significant ($p > 0.05$).

เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเทียบกับผงปรุงรสทางการค้า (ชุดควบคุม) แสดงดัง Table 5 พบว่า ทั้ง 5 ตัวอย่างมีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น ความหนืด และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีคะแนนอยู่ในช่วง 5.30-6.03, 4.70-5.50, 4.93-5.63 และ 5.03-5.70 ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 1-4 มีคะแนนด้านรสชาติสูงกว่าชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) เนื่องจากรสชาติของชุดควบคุมมีรสชาติที่เค็มกว่าทั้ง 4 สูตร จึงส่งผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ดังนั้นสูตรที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ สูตรที่ 3 เนื่องจากมีค่าดัชนีการละลายใกล้เคียงกับชุดควบคุมและสูตรที่ 4 แต่มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์น้อยกว่าสูตรที่ 4 จึงเลือกสูตรที่ 3 ที่มีส่วนผสม ได้แก่ ผงเห็ดนางฟ้า ร้อยละ 25 เกลือร้อยละ 20 น้ำตาล ร้อยละ 22 กรัม และมอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 33 มาพัฒนาต่อไป นอกจากจะสามารถลดปริมาณโซเดียมจากร้อยละ 14.71 เป็น 9.10 เทียบกับผงปรุงรสทางการค้าแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาจากผงเห็ดนางฟ้า ยังจะมีโปรตีนในปริมาณมากอีกด้วย เนื่องจากเห็ดนางฟ้าอบแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงถึง ร้อยละ 24.99 เยื่อใย ร้อยละ 10.21 และมีปริมาณ

ไขมันเพียง ร้อยละ 2.12 (Tolera & Solomon, 2017) และจากรายงานของ Liaotrakoon et al. (2024) พบว่า เห็ดนางฟ้าอบแห้งยังมีสารประกอบฟีนอลและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เป็น 148.44 และ 17.75 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม จากการพัฒนาผงปรุงรสแห้งรสต้มยำโดยใช้เห็ดนางฟ้า พบว่า ผงปรุงรสมีความชื้น ถ้าคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเส้นใยหยาบเท่ากับ ร้อยละ 7.72, 16.98, 61.77, 7.08, 2.12 และ 4.33 ตามลำดับ และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม แต่มีข้อเสนอแนะการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ควรลดความเค็มลง (Phornphisutthimas, 2009) ส่วนอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบเห็ดนางฟ้า มีผลต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างในด้านรสชาติ (Sangkarnjanawanich et al., 2005)

3. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซูปก้อนปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้า

เมื่อนำสูตรผงปรุงรสเห็ดนางฟ้าที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ซูปก้อนปรุงรสลดโซเดียมจากผงเห็ดนางฟ้า โดยศึกษาปริมาณกลีเซอริน (ร้อยละ 4, 6 และ 8) จากนั้นนำซูปก้อนมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัส ตาม Table 6 พบว่า เมื่อปริมาณกลีเซอรินเพิ่มขึ้น จะทำให้ซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้ามีปริมาณความชื้นสูงขึ้นตามลำดับ ตัวอย่างซูปก้อนที่พัฒนาที่มีความชื้นอยู่ในช่วง ร้อยละ 3.67-4.48 เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ซูปกึ่งสำเร็จรูป (Thai Industrial Standards Institute, 2005; Thai Industrial Standard No. 462-2548) กำหนดปริมาณความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 7 และจาก Table 6 พบว่า ชดควบคุมมีกิจกรรมของน้ำสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) และตัวอย่างซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้ามีดัชนีการละลายอยู่ในช่วงร้อยละ 70-90 และมีดัชนีการดูดซับน้ำอยู่ในช่วง 4.20-4.53 เท่า

Table 6 The physicochemical quality of reduced-sodium bouillon cube made from oyster mushroom.

Quality	Control (Commercial)	Glycerin content (%)		
		4	6	8
Before rehydration				
L*	60.28±0.69 ^c	69.95±0.25 ^a	68.30±0.45 ^b	60.45±0.53 ^c
a*	5.94±0.12 ^c	7.19±0.81 ^a	6.47±0.15 ^b	7.28±0.07 ^a
b*	13.91±0.07 ^d	17.37±0.22 ^a	16.34±0.81 ^b	14.98±0.12 ^c
Moisture (%)	3.24±0.03 ^d	3.67±0.15 ^c	4.14±0.06 ^b	4.48±0.23 ^a
Water activity (a _w)	0.55±0.00 ^a	0.40±0.00 ^b	0.45±0.00 ^{ab}	0.46±0.00 ^{ab}
Solubility index (%)	90.00±10.00	70.00±10.00	70.00±10.00	76.66±15.27
WAI (g gel/g)	4.20±0.26	4.46±0.05	4.40±0.17	4.53±0.15
After rehydration				
L*	70.22±1.16 ^b	72.43±0.80 ^a	72.08±0.19 ^a	72.82±1.30 ^a
a*	1.73±0.11 ^a	1.22±0.31 ^b	1.48±0.96 ^{ab}	1.52±0.19 ^{ab}
b* ^{ns}	4.69±0.65	4.44±0.20	4.38±0.16	4.79±0.75
pH	5.71±0.03 ^a	5.56±0.05 ^{ab}	5.55±0.04 ^{ab}	5.57±0.02 ^{ab}

Note: WAI refers to water absorption index (g gel/g), and TSS means total soluble solids (°Brix), The different letters within each row are significantly different ($p \leq 0.05$), and ^{ns} stands for not significant ($p > 0.05$).

ค่าสี L* ของซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าก่อนการละลายโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 4 สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอัตราส่วนของกลีเซอรินของสูตรที่ 1 น้อยที่สุด (ร้อยละ 4) จึงทำให้สีของผงที่นำมาขึ้นรูปมีค่าความสว่างสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 6 และร้อยละ 8 และชดควบคุม เมื่อเพิ่มปริมาณกลีเซอรินทำให้ค่าสี L* ค่าลดลง สอดคล้องกับการผลิตปลาหมึกอบสุกก่อนกึ่งสำเร็จรูปรายงานโดย Tongcom et al. (2022) ส่วนค่าสี a* ของชดควบคุมและซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 4-8 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) อยู่ในช่วง

5.94-7.19 ค่า b^* ของซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 4 สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) รองลงมา ได้แก่ ซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอรินร้อยละ 6 ร้อยละ 8 และชุดควบคุม ซูปก้อนที่ใช้กลีเซอรินเป็นสารในการจับตัวจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีสีของน้ำซูปที่เข้มข้น เนื่องจากตะกอนของซูปก้อนจะเกิดตะกอนนอนก้น ทำให้น้ำซูปที่ได้มีลักษณะใส ตะกอนไม่หยาบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Nilno & Buddhame (2018) ที่ศึกษาการใช้ชนิดและปริมาณของสารจับตัวที่เหมาะสมในการผลิตซูปก้อนน้ำก้วยเตี่ยวหมูเลี้ยง โดยใช้สารจับตัว 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์ม ซอร์บิทอล และกลีเซอริน ในปริมาณ ร้อยละ 2-10 โดยน้ำหนัก และพบว่า สารจับตัวที่เหมาะสมในการผลิตซูปก้อนน้ำก้วยเตี่ยวหมูเลี้ยง คือ กลีเซอรินในปริมาณ ร้อยละ 6 ให้คุณลักษณะปรากฏทางกายภาพของก้อนซูปที่ดี คือ มีสีน้ำตาล มีความสามารถในการขึ้นรูป และไม่มีการแตกหัก รวมทั้งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับซูปก้อนที่ใช้กลีเซอรินเป็นสารจับตัวในการทำซูปก้อนมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม เมื่อเทียบกับซูปก้อนที่ใช้ไขมันปาล์ม และซอร์บิทอล เนื่องจากกลีเซอรินมีความสามารถในการยึดเกาะส่วนผสมให้เกาะกันเป็นก้อน นอกจากนี้จากรายงานของ Tongcom et al. (2022) พบว่า ปริมาณกลีเซอรินมีผลต่อการรักษาความชื้น ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์ซูปก้อนไม่แห้งแข็ง โดยช่วยเพิ่มความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าพลังงานที่ใช้ในการบดเคี้ยว (Chewiness) และค่าความเหนียว (Gumminess) แต่ทำให้ค่าความสามารถในการเกาะยึดติดผิววัสดุ (Adhesiveness) ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกลีเซอริน

เมื่อนำซูปก้อนมาละลายน้ำในอัตราส่วน 25 กรัมต่อน้ำเดือด 500 กรัม พบว่า ชุดควบคุมมีค่า pH สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) และซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 4, 6 และ 8 มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.44-5.57 เนื่องจากทั้ง 3 ตัวอย่างมีอัตราส่วนของผงเห็ดเท่ากัน จึงไม่มีผลต่อค่า pH ส่วนซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าหลังละลายน้ำมีค่า L^* สูงกว่าชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่า a^* ของชุดควบคุมมีค่าสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า b^* ของชุดควบคุมและซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าที่ใช้กลีเซอรินร้อยละ 4-8 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งอยู่ในช่วง 4.38-4.79

Table 7 Sensory quality of reduced-sodium bouillon cube made from oyster mushroom

Quality	Control (Commercial)	Glycerin content (%)		
		4	6	8
Color ^{ns}	6.26±1.83	6.56±1.61	6.23±1.45	6.70±1.29
Odor	6.70±1.66 ^a	6.50±1.13 ^a	5.86±1.56 ^{ab}	5.70±1.60 ^b
Taste	7.03±1.54 ^a	6.33±1.37 ^{ab}	6.03±1.40 ^{ab}	5.60±1.11 ^b
Viscous ^{ns}	6.53±1.43	6.20±1.84	6.20±1.24	5.73±1.65
Overall liking	7.36±1.37 ^a	6.56±1.74 ^{ab}	6.63±0.85 ^{ab}	6.23±1.63 ^b

Note: The different letters within each row are significantly different ($p \leq 0.05$), and ^{ns} stands for not significant ($p > 0.05$).

การเพิ่มปริมาณกลีเซอรินมีผลต่อกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมของผู้บริโภค แต่ไม่ส่งผลต่อความชอบด้านสีและความหนืด (Table 7) โดยพบว่า ชุดควบคุมและซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 4 มีคะแนนด้านกลิ่นสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 6 และ 8 ตามลำดับ เนื่องจากคุณสมบัติของการหลอมละลายของกลีเซอรินค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับสารจับตัวเป็นก้อนชนิดอื่น เช่น ไขมันปาล์ม และซอร์บิทอล จึงมีผลทำให้ความสามารถในการกักเก็บกลิ่นของเครื่องเทศมีน้อยกว่าสารจับตัวชนิดอื่น (Nilno & Buddhame, 2018) การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติพบว่า ชุดควบคุมมีคะแนนมากที่สุด ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากชุดควบคุมมีส่วนผสมของโมโนโซเดียมกลูตาเมต จึงส่งผลต่อคะแนนด้านรสชาติ รองลงมาได้แก่ ซูปก้อนปรุงรสเห็ดนางฟ้าโดยใช้ปริมาณกลีเซอริน ร้อยละ 4, 6 และ 8 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมเป็นทิศทางที่สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

บทสรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้าพบว่า เมื่อปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 10 เป็น ร้อยละ 25 และปริมาณเห็ดนางฟ้าลดลงจาก ร้อยละ 35 เป็น ร้อยละ 20 ทำให้ผงปรุงรสมีโซเดียมคลอไรด์และดัชนีการละลายเพิ่มขึ้น แต่มีผลทำให้ปริมาณความชื้นและดัชนีการดูดซับน้ำลดลง สูตรผงปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้าที่เหมาะสมที่สุด ประกอบด้วย ผงเห็ดนางฟ้า ร้อยละ 25 และเกลือ ร้อยละ 20 โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด และมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์และโซเดียมน้อยกว่าผงปรุงรสทางการค้า ($p \leq 0.05$) เมื่อเติมกลีเซอริน ร้อยละ 4 ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับชุปก่อนปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้าไม่แตกต่างจากชุปก่อนปรุงรสทางการค้า ($p > 0.05$) และมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าชุปก่อนที่ใช้กลีเซอริน ร้อยละ 6 และ 8 ($p \leq 0.05$) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ปรุงรสลดโซเดียมจากเห็ดนางฟ้าจึงเหมาะสำหรับผู้บริโภคทั่วไป และเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคโซเดียมในอาหารได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนโดยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ภายใต้คำรับรองเลขที่ FRB650085/0173-2

เอกสารอ้างอิง

- Bernas, E., Jaworska, G., & Lisiewska Z. (2006). Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 5(1), 5-20.
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (2004). Mushroom cultivation, nutritional values, medicinal effect, and environmental impact (2nd ed.). CRC Press.
- Charoenphun, N., & Phaephiromrat, C. (2018). Development of seasoning powder product from longan. *Journal of Science and Technology*, 26(4), 631-640. (In Thai)
- Cho, I. H., Choi, H.-K., & Kim Y.-S. (2006). Difference in the volatile composition of pine-mushrooms (*Tricholoma matsutake* Sing.) according to their grades. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4820-4825. <https://doi.org/10.1021/jf0601416>
- Chotivichien, S., Chongchaithet, N., Aksornchu, P., Boonmongkol, N., Duangmusik, P., Knowles, J., & Sinawat, S. (2021). Assessment of the contribution of industrially processed foods to salt and iodine intake in Thailand. *Public Library of Science ONE*, 16(7), e0253590. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253590>
- Effiong, M. E., Umeokwochi, C. P., Afolabi, I. S., & Chinedu, S. N. (2024). Assessing the nutritional quality of *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom). *Frontiers in Nutrition*, 10, 1279208. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1279208>
- Haron, H., & Low, W. T. (2024). The potential of mushroom seasoning as an alternative to monosodium glutamate: Market survey, consumer survey, and sensory evaluation. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 11(4), 253-262. <https://doi.org/10.18502/jfqhc.11.4.17443>
- Indiarto, R., Jeanette, G., Mulkya, H., & Yusra, N. A. (2021). A mini-review of salting techniques to improve food quality. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 10, 285-289.
- Kajhonjaratkul, M., Hanvaganawong, K., Srithonglang, W., Sonchai, K., & Sereenonchai, K. (2020). Determination of sodium chloride contents in Thai fish sauce products. *Journal of Science and Technology*, 28(2), 208-218. (In Thai)

- Liaotrakoon, W., Jaikeang, P., & Lertwimonkarn, W. (2024). Effect of herp seasoning on physicochemical, antioxidative and sensory properties of seasoned crispy oyster mushroom. *Journal of Applied Science and Emerging Technology*, 23(1), e247611. (In Thai)
- Liaotrakoon, W., Liaotrakoon, V., Wongsangtham, W., & Rodsiri, S. (2014). Influence of dry- and wet-milling processes on physicochemical properties, syneresis, pasting profile and microbial count of job's tear flour. *International Food Research Journal*, 21(5), 1745-1749.
- Nilnon, V., & Buddhamee, K. (2018). The using of optimum binding agent in soup cube production from Moo-Liang noodle soup. *Ramphaiphanee Research Journal*, 12(3), 108-113. (In Thai)
- Phornphissutthimas, S. (2009). Quality development of dried Tom Yam seasoning from gray oyster mushroom. *Naresuan University Journal*, 17(2), 116-122. (In Thai)
- Phungam, N., Sukari, S., Kattakdad, S., Utto, W., Phakawan, J., & Settapramote, N. (2023). Study of physico-chemical characteristics of rice seasoning products made from fairy mushrooms for enhanced antioxidant content. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 18(3), 165-179. (In Thai)
- Picardi, S. M., & Issenberg, P. (1973). Investigation of some volatile constituents of mushrooms (*Agaricus bisporus*): Changes which occur during heating. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21, 959-962. <https://doi.org/10.1021/jf60190a033>
- Rapior, S., Marion, C., Pelissier, Y., & Bessiere, J. M. (1997). Volatile composition of fourteen species of fresh wild mushrooms (Boletales). *Journal of Essential Oil Research*, 9, 231-234. <https://doi.org/10.1080/10412905.1997.9699468>
- Ruaisungnoen, W., Saensom, D., Methakanjanasa, N., Daenseekaew, S., Chaiyapoom, N., Khanthamoon, R., & Damnok, K. (2018). High sodium consumption situation and perception relevant to high sodium consumption associated with chronic kidney disease among people with chronic non-communicable disease. *Journal of Nursing and Health Care*, 36(3), 242-250. (In Thai)
- Sangkarnjanawanich, J., Boonbrahm, N., Khatlalo, P., & Julrach, P. (2005). Product development of crispy Sajor-caju mushroom (*Pleurotus sojour-caju*). Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University. (In Thai)
- Sompotrakul, C. (2003). Calcium supplement bouillon cube made from fish bones. Department of Home Economics, Kasetsart University. (In Thai)
- Susi, S., Hakim, H. M. A., & Gendrosari, S. (2023). Characteristics of seasoning powders from nagara bean tempeh and oyster mushroom for umami enhancer to reduce salt-use. *Asian Food Science Journal*, 22(6), 28-39. <https://doi.org/10.9734/afsj/2023/v22i6640>
- Thai Industrial Standards Institute. (2004). Community Product Standard No. 494/2547 Seasoning powder. (In Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2005). Thai Industrial Standard No. 462-2548 Instant soup. (In Thai)
- Tolera, D. K., & Solomon, A. (2017). Nutritional quality of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as affected by osmotic pretreatments and drying methods. *Food Science & Nutrition*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.1002/fsn3.484>
- Tongcom, N., Boonwittaya, W., Rittilert, P., Wiangwalai, H., Suklim, A., Tamsmak, N., & Khotama, P. (2022). A production of Pla Ra Mon sub instant cube from local wisdom Mon fermented fish in north Sala Daeng village Samkhok district Pathumthani province. *VRU Agricultural and Food Journal*, 1(1), 32-41. (In Thai)
- World Health Organization. (2012). Guideline sodium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization.

Zrodowski, Z. (1995). The influence of washing and peeling of mushrooms *Agaricus bisporus* on the level of heavy metal. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 4, 26-33.