

การพัฒนาไข่ขาวต้มพร้อมทานเสริมสารสกัดจากผักแพวแดงสำหรับผู้สูงอายุ Development of ready-to-eat boiled egg white supplemented with *Resine herbstii* extract for the elderly

พรหทัย พุทธรวัน*, จันทรเพ็ญ แซ่หาญ, ธัญญลักษณ์ ปิยะเลิศ

โปรแกรมนวัตกรรมอาหารและการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Pornhathai Putthawan*, Janpen Saehan, Thunyaluk Piyalert

Food Tech & Innovation Program, Faculty of Sciences and Technology, Chiang Rai Rajabhat
University

บทคัดย่อ

ผู้สูงอายุมักมีข้อจำกัดในเรื่องการบริโภคเนื่องจากสภาวะของร่างกาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาอาหารสำหรับผู้สูงอายุจากไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากพืช โดยทำการศึกษาวิธีการสกัดสารสำคัญจากผักแพวแดง ตัวทำละลายที่เหมาะสม วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์โภชนาการของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาพบว่าการสกัดด้วยไมโครเวฟ ใช้กำลังไฟ 300 วัตต์ เวลาในการสกัด 15 นาที และใช้แอลกอฮอล์ 35% เป็นตัวทำละลาย เป็นสภาวะการสกัดที่เหมาะสม มีปริมาณโพลีฟีนอลและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 81.97 ± 0.73 $\mu\text{g GAE/ml}$ และ 61.72 ± 0.87 % ตามลำดับ การทำแห้งสารสกัดโดยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง การใช้แลคโตส 15% ได้ปริมาณผลผลิตสูงสุด รองลงมาคือ มอลโตเดกซ์ตริน 15% มีผลผลิต เท่ากับ 13.83 ± 0.04 % และ 13.17 ± 0.01 % ตามลำดับ ในขณะที่มอลโตเดกซ์ตริน 15% มี a_w ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.05 ± 0.00 เมื่อนำสารสกัดผักแพวแดงมาเติมในผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มทั้งหมด 4 สูตร ในปริมาณ 5% และทดสอบกับผู้สูงอายุ (60-85) ปี พบว่า สูตรที่มีการเติมสารสกัดและปรุงรสพะโล้ได้รับความนิยมความชอบมากที่สุด จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มีพลังงานต่อ 100 กรัม เท่ากับ 105.95 ± 0.50 กิโลแคลอรี และมีปริมาณโปรตีน 9.24 ± 0.35 % ไขมัน 0.03 ± 0.01 % คาร์โบไฮเดรต 17.18 ± 0.19 % เกลือ 1.41 ± 0.01 % และความชื้น 72.14 ± 0.13 % ตามลำดับ

คำสำคัญ : ผู้สูงอายุ, ไข่ขาว, ผักแพวแดง, สารสกัด, ไมโครเวฟ

*Corresponding author : pornhathai13@yahoo.com

Received : 01/06/2023

Revised : 28/10/2024

Accepted : 25/11/2024

Abstract

Elderly people have limitations in their consumption due to their physical health. Therefore, this research was interested in develop food for the elderly from boiled egg whites supplemented with plant extracts. First, the methods for extracting important bioactive substances from Phaeo Da-eng vegetables and suitable solvent were studied. Then, antioxidant activity, sensory evaluation and nutrition of products were analyzed. The study found that microwave extraction uses a power of 300 watts, an extraction time of 15 minutes, and uses 35% alcohol as a solvent, it is an appropriate extraction condition. The polyphenol content and antioxidant activity were $81.97 \pm 0.73 \mu\text{g GAE/ml}$ and $61.72 \pm 0.87 \%$, respectively. The extract was dried by freeze drying method using 15 % lactose showed the highest yield followed by 15% maltodextrin were $13.83 \pm 0.04\%$ and $13.17 \pm 0.01\%$ respectively, whereas the lowest water activity was found in 15% maltodextrin which was 0.05 ± 0.00 . When adding plant extract into all 4 formulas of boiled egg white products at the level of 5% and tested with elderly people (60-85) years old, it was found that the formulation added extracts and stewed seasoning received the most liking score. Finally, the nutritional value of products was analyzed. It was found that the energy per 100 grams of sample was 105.95 ± 0.50 kilocalories and the protein content was $9.24 \pm 0.35\%$, fat $0.03 \pm 0.01\%$, carbohydrates $17.18 \pm 0.19\%$, ash $1.41 \pm 0.01\%$, and moisture $72.14 \pm 0.13\%$ respectively.

Keywords : Elderly, Egg white, *Resine herbstii*, Extract, Microwave

ที่มาและความสำคัญ

ผู้สูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก จากจำนวนประชากรของผู้สูงอายุที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เรื่องอาหารและโภชนาการของผู้สูงอายุเป็นเรื่องที่สำคัญ และเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสนใจ เพราะผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ดังนั้นอาหารที่เหมาะสมสำหรับวัยนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยปัญหาที่พบเมื่อเข้าสู่วัยชรา คือ การเคี้ยวอาหารจะเริ่มมีปัญหา ลิ้นรับรสชาติอาหารได้น้อยลง ร่างกายผลิตน้ำลายลดลงทำให้กลืนอาหารได้ลำบาก ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารน้อยลง ทำให้ท้องอืดท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อยและท้องผูกง่าย ดังนั้นผู้สูงอายุจึงเหมาะที่จะบริโภคอาหารอ่อน ย่อยง่าย สารอาหารครบ 5 หมู่ และให้พลังงานต่ำเนื่องจากมีความต้องการใช้พลังงานลดลงนั่นเอง

ไข่ขาว พบว่าเป็นแหล่งของโปรตีน ไม่มีไขมันรวมถึงคอเลสเตอรอลเหมือนกับไข่แดง ไข่ไก่ฟองใหญ่จะให้พลังงานประมาณ 70 แคลอรี จะมีไข่ขาวประมาณ 30 กรัม เป็นโปรตีนประมาณ 3.5 กรัม โปรตีนในไข่ขาวเป็นโปรตีนอัลบูมิน (albumin) โปรตีนในไข่ขาวจะช่วยฟื้นฟูเสริมสร้างกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่างๆ ให้แข็งแรงมากขึ้น นอกจากนี้ไข่ขาวยังอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด เช่น แมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม วิตามินบี 12 โฟเลต เป็นต้น

[1]

ผักแพวแดง เป็นพืชท้องถิ่นในจังหวัดเชียงราย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Resine herbstii* Hook. เป็นใบประกอบชนิดมีใบย่อยใบเดียว เรียงตรงข้าม ใบมีสีแดงเข้มออกม่วง มองเห็นเส้นใบสีแดงได้ชัดเจน มีรายงานพบว่า ใบและลำต้นของผักแพวแดง อุดมไปด้วยสารสำคัญที่ดีต่อสุขภาพ ได้แก่ flavonoids, glycosides, alkaloids, carbohydrates, saponins, tannins, phenols, phytosterols, proteins, resins, และ thiols เป็นต้น และมีรายงานว่า ใบถูกนำมาใช้โดยแพทย์แผนโบราณทานเป็นชาเพื่อใช้เป็นยารักษาโรคบิด และเป็นยาลดไข้ [2] มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงสารสกัดจากใบผักแพวแดงที่สกัดด้วยแอกอฮอล์มีผลในการทำลายเซลล์ไลน์มะเร็งปากมดลูก [3]

ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีในการสกัดสารสำคัญจากพืชหลายวิธี ที่และกำลังได้รับความนิยม คือ การใช้ตัวทำละลายร่วมกับเทคนิคไมโครเวฟ เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการสกัดที่สั้นกว่าวิธีการสกัดแบบดั้งเดิมที่ใช้เวลานาน โดยหลักการไมโครเวฟ จะเป็นการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปทำให้โมเลกุลของตัวทำละลายเกิดการสั่นสะเทือน ทำให้สารสำคัญหลุดออกจากเซลล์ได้มากขึ้น

จากปัญหาที่พบว่าประเทศไทยมีประชากรผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น และอาหารสำหรับผู้สูงอายุยังค่อนข้างมีจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำไข่ขาวมาเป็นวัตถุดิบหลัก เนื่องจากเป็นแหล่งของโปรตีนคุณภาพ และนำพืชท้องถิ่น ผักแพวแดงมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในไข่ขาวให้กับผู้สูงอายุ เพื่อเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร และเพื่อประโยชน์ทางด้านสุขภาพในการลดความเสี่ยงของโรค

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดจากพืช

นำใบผักแพวแดง มาล้างทำความสะอาด จากนั้นหั่นลดขนาด และนำไปลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dry) ที่อุณหภูมิ 60 °C จนมีความชื้นต่ำกว่า 10%

2. การศึกษาชนิดของตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่เหมาะสม

ทำการศึกษาตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำกลั่น และแอกอฮอล์ 35% อัตราส่วนพืชต่อตัวทำละลาย 1:15 ร่วมกับวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ สกัดด้วยวิธีดั้งเดิม และ สกัดด้วยไมโครเวฟ โดยการสกัดแบบดั้งเดิม นำตัวอย่างไปแช่ที่อุณหภูมิ 40 °C นาน 4 ชั่วโมง ส่วนการสกัดด้วยไมโครเวฟ ใช้กำลังไฟ 2 ระดับ คือ 300 และ 450 วัตต์ เป็นเวลา 10 15 และ 20 นาที นำไปวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ตามวิธีของ Singleton, V.L. et al. (1999) [4] และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ตามวิธีของ Brand-William et al. (1995) [5]

3. การศึกษาชนิดของสารห่อหุ้มสารสกัดที่เหมาะสม

ในการศึกษา ใช้สารห่อหุ้มสารสกัด 2 ชนิด และปริมาณ 2 ระดับ คือ มอลโตเดกซ์ตริน (DE 10) และแลคโตส ที่ปริมาณ 10 และ 15% โดยทำการเติมสารห่อหุ้มลงในสารสกัดแล้วนำไปโฮโมจีไนซ์ ที่ความเร็วรอบ 11,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำตัวอย่างไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -35 °C นาน 3 ชั่วโมง และนำเข้าเครื่องทำแห้งแบบ

แช่เยือกแข็ง (Freeze dryer, Labconco, USA) จนตัวอย่างแห้ง (สภาวะในการทำแห้ง อุณหภูมิ -42 °C ที่ความดัน 0.165 Torr) จากนั้นนำตัวอย่างไปคำนวณปริมาณผลผลิต และวิเคราะห์ a_w ด้วยเครื่อง Dew Point Water activity Meter 4TE และค่าสี $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่อง colorimeter (Reflection Spectrometer Avantes)

4. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากผักแพวแดง

ทำการเตรียมสูตรไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากผักแพวแดง ทั้งหมด 4 สูตร ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำบรรจุใส่ของพลาสติกชนิดทนร้อน ปิดผนึก และนำลงไปต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 35 นาทีแล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้สูงอายุ (อายุ 60-80 ปี) ทั้งหมด 32 คน ในพื้นที่ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Ranking Test) 1-4 ชอบมากที่สุดให้ลำดับที่ 1 และชอบน้อยที่สุดคือ ลำดับที่ 4

5. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

ทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต ความชื้น พลังงาน ตามวิธีวิเคราะห์ AOAC (2019) [6]

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ การวิเคราะห์หาปริมาณโพลีฟีนอล การต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับ (Ranking Test) โดยลำดับที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 3 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด วิเคราะห์ผลด้วย Friedman test กำหนดให้คะแนนลำดับความชอบที่เป็นอันดับ 1=4 คะแนน, อันดับ 2=3 คะแนน, อันดับ 3=2 คะแนน และอันดับ 4=1 คะแนน วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 24 (IBM Singapore Pte. Ltd., Changi, Singapore)

ตารางที่ 1: สูตรผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากพืช

ส่วนผสม	ปริมาณ (%)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
สารสกัดพืช	5	5	5	5
ไฟเบอร์	5	5	5	5
ไข่ขาว	87.5	84.5	84.1	82.83
ผงปรุงรส	-	3	3	4.55
แป้งมัน	2.5	2.5	2.5	2.27
เกลือ	-	-	0.4	0.35

หมายเหตุ: สูตรที่ 1 คือสูตรควบคุม, สูตรที่ 2 คือรสลาบน้ำตก, สูตรที่ 3 คือรสพะโล้ และสูตรที่ 4 คือรสสาหร่าย

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 ศึกษาชนิดของตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่เหมาะสม

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารโพลีฟีนอลจากผักแพวแดง ใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำกลั่น และแอลกอฮอล์ 35% โดยทำการสกัด 2 วิธี คือ การสกัดแบบดั้งเดิม (สกัดด้วยตัวทำละลาย เขย่าที่ 40 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง) และการสกัดด้วยตัวทำละลายร่วมกับไมโครเวฟ (MW) กำลังไฟ 300 และ 450 วัตต์ ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที ให้ผลดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2: ปริมาณโพลีฟีนอลของผักแพวแดงที่สกัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 2 วิธี และใช้ตัวทำละลายแตกต่างกัน 2 ชนิด

ตัวทำ ละลาย	ปริมาณโพลีฟีนอล (µg GAE/ml)						
	สกัด ดั้งเดิม	MW 300 วัตต์			MW 450 วัตต์		
		10	15	20	10	15	20
น้ำกลั่น	44.82 ±4.22 ^a	76.33 ±1.14 ^b	81.97 ±0.73 ^a	79.64 ±2.48 ^b	77.83 ±0.73 ^a	80.14 ±0.78 ^b	74.23 ±0.98 ^b
แอลกอฮอล์ 35%	73.92 ±0.92 ^b	71.23 ±2.32 ^a	78.85 ±1.62 ^a	73.66 ±1.19 ^a	76.09 ±1.76 ^a	62.40 ±2.23 ^a	54.59 ±1.52 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c,...,z ที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 3: ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผักแพวแดงที่สกัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 2 วิธี และใช้ตัวทำละลายแตกต่างกัน 2 ชนิด

ตัวทำ ละลาย	DPPH Radical Scavenging (%)						
	สกัด ดั้งเดิม	MW 300 วัตต์			MW 450 วัตต์		
		10	15	20	10	15	20
น้ำกลั่น	53.14 ±1.19 ^a	47.12 ±1.24 ^a	46.80 ±0.36 ^a	53.03 ±0.87 ^a	49.95 ±0.43 ^a	51.66 ±0.34 ^a	54.69 ±0.25 ^a
แอลกอฮอล์ 35%	62.18 ±0.34 ^b	56.78 ±1.68 ^b	61.72 ±0.87 ^b	60.27 ±0.84 ^b	55.45 ±0.76 ^b	62.00 ±1.81 ^b	66.70 ±1.50 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c,...,z ที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ชัดเจนว่าในการสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่น การใช้เทคนิคไมโครเวฟในการสกัด มีผลทำให้ได้ปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มสูงขึ้นกว่าวิธีดั้งเดิม เนื่องจาก คลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผ่านไปยังวัสดุหรืออาหารและถูกดูดกลืนจนเกิดการเปลี่ยนไปเป็นคลื่นความร้อน [7] ในขณะที่การสกัดด้วยวิธีดั้งเดิม อาศัยการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี ซึ่งเป็นการถ่ายโอนความร้อน ที่ใช้ระยะเวลาที่นานกว่าไมโครเวฟ เนื่องจากมีปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการถ่ายโอนความร้อนจนกว่าอุณหภูมิจะถึงตามเป้าหมาย [8] และยังพบว่าการสกัดโพลีฟีนอลด้วยวิธีดั้งเดิม คือแช่ที่อุณหภูมิห้อง 4 ชั่วโมง ด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 35% มีปริมาณโพลีฟีนอลที่สูงกว่าน้ำกลั่น โดยมีค่าเท่ากับ 73.92 และ 44.82 $\mu\text{g GAE/ml}$ ตามลำดับ เมื่อนำผักแพวแดงที่ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย มาสกัดด้วยวิธีไมโครเวฟ พบว่า ที่กำลังไฟ 300 วัตต์ ปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มขึ้นกว่าการสกัดแบบดั้งเดิม เมื่อเพิ่มเวลาการสกัดพบว่า โพลีฟีนอลมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่เมื่อเพิ่มกำลังไฟเป็น 400 วัตต์ พบว่า การเพิ่มระยะเวลาในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มขึ้น และมีปริมาณลดลงในการสกัดที่ 20 นาที ในส่วนของการใช้แอลกอฮอล์ 35% เป็นตัวทำละลายพบว่า ที่กำลังไฟ 300 วัตต์ ปริมาณโพลีฟีนอลไม่แตกต่างจากวิธีสกัดแบบดั้งเดิมมากนัก และปริมาณโพลีฟีนอลสูงสุดพบในเวลาการสกัดที่ 15 นาที ในขณะที่เพิ่มกำลังไฟเป็น 400 วัตต์ และเพิ่มเวลาในการสกัด ปริมาณโพลีฟีนอลมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา นาคประสม และคณะ [9] ที่รายงานว่าการกำลังของคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลที่สกัดได้มีปริมาณสูงขึ้นจนถึงจุดๆ หนึ่ง แล้วค่อยๆ ลดระดับลงมา เนื่องจากการเพิ่มกำลังไฟของไมโครเวฟที่สูงขึ้นและเพิ่มระยะเวลาในการสกัดที่นานขึ้นนั้น จะทำให้เกิดความร้อนสะสมและทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลมีการสูญเสียหรือสลายตัว จึงทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลมีแนวโน้มที่ลดลง การใช้ไมโครเวฟในการสกัดสารฟีนอลิก มีหลายปัจจัย เช่น องค์ประกอบของสารสำคัญ ประสิทธิภาพของเครื่องมือ เป็นต้น และยังพบว่า การสกัดด้วยไมโครเวฟ ใช้ระยะเวลาที่สั้น ใช้ตัวทำละลายน้อย ใช้อุณหภูมิต่ำและได้ผลผลิตสารสกัดที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยเทคนิคอัลตราซาวด์ (Ultrasound-assisted extraction, UAE) [10]

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า แอลกอฮอล์ 35% มีความเหมาะสมในการสกัดสารโพลีฟีนอลจากผักแพวแดง ในวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม ในขณะที่การสกัดด้วยไมโครเวฟ ตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาวิธีการสกัดที่เหมาะสมพบว่า วิธีสกัดโดยใช้ตัวทำละลายร่วมกับไมโครเวฟ ที่สภาวะการสกัด กำลังไฟ 300 วัตต์ เป็นเวลา 15 นาที มีความเหมาะสมเนื่องจากการสกัดใช้เวลาสั้นกว่าและให้ปริมาณโพลีฟีนอลที่สูง

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า การสกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 35% มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าตัวทำละลายน้ำกลั่น และการสกัดด้วยไมโครเวฟมีประสิทธิภาพดีกว่ามากกว่าการสกัดแบบดั้งเดิม และสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดผักแพวแดงที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH มากที่สุด คือการสกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 35 เปอร์เซ็นต์ และใช้วิธีการสกัดไมโครเวฟที่กำลังไฟ 450 วัตต์ เป็นเวลา 20 นาที การสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ อาจเรียกได้ว่าเป็น Green extraction โดยเป็นเทคนิคการสกัดสารที่ช่วยลดการใช้ตัวทำละลาย ลดระยะเวลาของการสกัด อีกทั้งเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก ทำให้การใช้ไมโครเวฟช่วยในการสกัดเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการเตรียมสารสกัดสมุนไพรที่มีปริมาณสูง และคุณภาพดี ทดแทนวิธีการสกัดแบบดั้งเดิมได้ [11]

ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การเพิ่มกำลังไฟจาก 300 วัตต์ เป็น 450 วัตต์ และการเพิ่ม

ระยะเวลาในการสกัดจาก 10 นาที เป็น 20 นาที ของวิธีสกัดด้วยไมโครเวฟ พบว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผักแพวแดงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น Chaudhuri & Sevanan [2] พบว่า สารสกัดผักแพวแดงที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่สูง และมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งปากมดลูก โดยพบว่ามีฤทธิ์ในการทำลายเซลล์มะเร็งทำให้มีการลดลงมากกว่า 85% ดังนั้นสารสกัดจากผักแพวแดงจึงมีคุณสมบัติเป็นทั้งสารแอนติออกซิแดนท์จากธรรมชาติ รวมถึงเป็นสาร anticancer

จากผลการทดลองตารางที่ 2 และตารางที่ 3 การสกัดด้วยตัวทำละลายร่วมกับไมโครเวฟ พบว่าผักแพวแดงที่สกัดด้วยน้ำกลั่นมีปริมาณโพลีฟีนอลสูง แต่กลับมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าผักแพวแดงที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ 35 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Wongsat et al. [12] ที่พบว่า ฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระอาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณโพลีฟีนอลที่สูงเพียงอย่างเดียว อาจขึ้นอยู่กับสาร secondary metabolites อื่นๆ ที่มีฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระ ในกรณีของผักแพวแดงที่ใช้น้ำกลั่นสกัด ซึ่งน้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูง 100% ดังนั้นอาจสกัดได้เพียงสารสำคัญกลุ่มที่มีขั้วเหมือนกันออกมา ในขณะที่การใช้แอลกอฮอล์ 35% ในการสกัด โครงสร้างของตัวทำละลายประกอบไปด้วยโมเลกุลที่มีขั้วและไม่มีขั้ว ดังนั้นจึงอาจเป็นผลให้ได้สารกลุ่มอื่นที่ไม่มีขั้วออกมาด้วย และสารกลุ่มนั้นมีผลในการจับอนุมูลอิสระ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 35% ร่วมกับไมโครเวฟใช้กำลังไฟ 300 วัตต์ เวลาในการสกัด 15 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด เนื่องจากมีปริมาณโพลีฟีนอลและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง และยังใช้กำลังไฟต่ำกว่าที่ 450 วัตต์

4.2 ศึกษาชนิดของสารห่อหุ้มที่เหมาะสม

ในการศึกษาชนิดของสารห่อหุ้มที่เหมาะสม ได้ใช้สารห่อหุ้ม 2 ชนิด คือ มอลโตเดกซ์ตรินและ แลคโตส ในปริมาณ 10% และ 15% เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมสารห่อหุ้ม) โดยใช้เทคนิคการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) ให้ผลดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณา ปริมาณผลผลิต พบว่า ปริมาณสารห่อหุ้ม 15% จะให้ค่า % ผลผลิต ที่มากกว่าปริมาณสารห่อหุ้ม 10% เนื่องจากปริมาณสารห่อหุ้มที่มากขึ้นสามารถไปจับกับอนุภาคของสารสกัดพืชได้มากขึ้น และสารห่อหุ้มแลคโตสให้ % ผลผลิตสูงสุดคือ 13.83% จะเห็นได้ว่า การใช้สารห่อหุ้มแลคโตสมี % ผลผลิต สูงกว่ามอลโตเดกซ์ตริน อาจเนื่องจาก แลคโตสมีค่า glass transition temperature (T_g) ประมาณ 101°C ซึ่งสูงกว่ามอลโตเดกซ์ตริน [13] จึงทำให้มีการเปลี่ยนรูปร่างได้ยากจึงส่งผลถึงการละลายสารสกัด ดังนั้นจึงไม่ระเหิดออกไปพร้อมกับตัวทำละลายในระหว่างขั้นตอนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และจากผลการทดลองจะเห็นว่า การใช้สารห่อหุ้มจะไปช่วยยึดเกาะอนุภาคของสารสกัดไว้ ทำให้มี % ผลผลิตที่มากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับการวิจัยของ Putthawan et al. [14] ที่พบว่า การใช้สารห่อหุ้มแลคโตสในการทำแห้งสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร มีปริมาณผลผลิตที่สูงกว่ามอลโตเดกซ์ตริน เล็กน้อย

เมื่อพิจารณาค่า a_w พบว่า การเพิ่มปริมาณสารห่อหุ้มทั้ง 2 ชนิด มีผลทำให้ค่า a_w ลดต่ำลง โดยสารห่อหุ้มมอลโตเดกซ์ตริน มีค่า a_w ที่ต่ำกว่าสารห่อหุ้มแลคโตส โดยสารห่อหุ้มที่ให้ค่า a_w ต่ำที่สุดคือ มอลโตเดกซ์ตริน 15% ($a_w = 0.05$) อาจเนื่องมาจาก แลคโตสมีความสามารถในการละลายสารสกัดที่ต่ำกว่า อาจเนื่องมาจากมีค่า T_g ที่สูง

ตารางที่ 4: % ผลผลิต ปริมาณน้ำอิสระ , และ ค่าสี L* a* b* ของสารห่อหุ้มที่แตกต่างกัน 2 ชนิดและปริมาณที่แตกต่างกัน 2 ระดับ

ชนิดสารห่อหุ้ม	ปริมาณ ผลผลิต	ปริมาณน้ำ อิสระ	ค่าสี		
	(%yield)	(a _w)	L*	a*	b*
ตัวอย่างควบคุม	0.14±0.02 ^a	0.35±0.02 ^d	39.28±0.04 ^a	17.14±0.06 ^b	11.02±0.10 ^b
มอลโตเดกซ์ตริน 10%	8.84±0.22 ^b	0.06±0.02 ^{ab}	61.63±0.19 ^b	12.72±0.10 ^{ab}	6.74±0.18 ^a
มอลโตเดกซ์ตริน 15%	13.17±0.01 ^c	0.05±0.00 ^a	61.32±0.05 ^b	8.62±0.03 ^a	8.48±0.02 ^{ab}
แลคโตส 10%	9.22±0.26 ^b	0.16±0.06 ^c	60.97±0.22 ^b	14.17±0.03 ^b	6.04±0.00 ^a
แลคโตส 15%	13.83±0.04 ^d	0.11±0.02 ^{bc}	63.11±0.09 ^b	13.52±0.06 ^{ab}	7.64±0.01 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c,...,z ที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

สังเกตได้จากการผสม จะมีการแยกชั้นของแลคโตสบางส่วน ซึ่งต่างจากมอลโตเดกซ์ตรินที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับสารสกัด ดังนั้นสารสกัดบางส่วนจึงไม่ถูกห่อหุ้ม ภายหลังการทำแห้งจึงทำให้สารสกัดมีความชื้นที่มากกว่า

และเมื่อพิจารณาค่าสี ค่า L* แสดงค่าสีความสว่าง 0-100 ยิ่งเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งสว่างมาก ค่า a* แสดงค่าสีแดงหรือสีเขียว คือ ถ้าค่า a* เป็นบวก จะแสดงค่าสีแดง แต่ถ้าค่า a* เป็นลบ จะแสดงค่าสีเขียว ค่า b* แสดงค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน คือ ถ้าค่า b* เป็นบวก จะแสดงค่าสีเหลือง แต่ถ้าค่า b* เป็นลบ จะแสดงค่าสีน้ำเงิน จากการทดลองพบว่า สารสกัดที่ถูกห่อหุ้มด้วยสารห่อหุ้มทั้งสองชนิดมีค่าสี L* ที่มากกว่าตัวอย่างควบคุมนั้นหมายความว่าสารห่อหุ้มทั้งสองชนิดมีสีที่สว่างกว่าตัวอย่างควบคุม และค่า a* มอลโตเดกซ์ตริน 15% มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับตัวอย่างควบคุม ในขณะที่ค่า b* มอลโตเดกซ์ตริน 15 เปอร์เซ็นต์ และตัวอย่างควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ดังนั้นจึงเลือกใช้สารสกัดที่ถูกห่อหุ้มด้วยมอลโตเดกซ์ตริน 15% เนื่องจากมีค่า % ผลผลิต ที่สูงใกล้เคียงกับแลคโตส 15% แต่มี a_w ต่ำกว่า มีการกระจายตัวของสีมากกว่าและยังดูความชื้นกลับได้ช้ากว่าสารสกัดที่ถูกห่อหุ้มด้วยแลคโตส

4.3 ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากผักแพวแดง

ในการศึกษาได้ทำสูตรผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากผักแพวแดงทั้งหมด 4 สูตร และได้ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบลำดับความชอบ (Ranking Test) โดยชอบมากที่สุดลำดับที่ 1 ไปจนถึงชอบน้อยที่สุดคือ ลำดับที่ 4 ทดสอบกับผู้สูงอายุทั้งหมด 32 คน พบว่า สูตรไข่ขาวต้มที่เติมผงปรุงรสพะโล้ สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบเป็นอันดับ 1 มีค่าเฉลี่ยลำดับความชอบ (Mean rank) 3.09 และสูตรที่เติมผงปรุงรสลาบสูตรที่ 2 มีความชอบน้อยที่สุดคือ โดยมีค่า เท่ากับ 2.22 เนื่องมาจากผู้สูงอายุระบุว่า สูตรพะโล้ทานง่าย รสชาติไม่เผ็ดไป เค็มไป อร่อยและหอมกลิ่นพะโล้ ส่วนรสลาบมีความเผ็ดเกินไป ผลดังตารางที่ 5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1: ก) สารสกัดผักแพวแดง ข) ผงผักแพวแดงสกัดที่ห่อหุ้มด้วยสารห่อหุ้ม 2 ชนิด ภายหลังจากการทำแห้ง

ตารางที่ 5: การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ranking Test ของผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากผักแพวแดง

คะแนนความชอบ	สูตร			
	1	2	3	4
คะแนนอันดับความชอบ*	75	71	99	75
Mean Rank	2.34	2.22	3.09	2.34

*ความชอบที่เป็นอันดับ 1=4 คะแนน, อันดับ 2= 3 คะแนน, อันดับ 3= 2 คะแนน และอันดับ 4 = 1 คะแนน

4.4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากผักแพวแดง

นำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 4.3 มาทำการวิเคราะห์ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณเส้นใย ปริมาณความชื้น และค่าพลังงาน ให้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6: คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มเสริมสารสกัดจากผักแพวแดงสูตรพะโล้เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมผงปรุงรส)

ตัวอย่าง	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)	เส้นใย (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	ความชื้น (%)	ค่าพลังงาน (kcal)
สูตร	9.65	0.24	0.63	4.5	14.06	75.42	97.00
(ควบคุม)	$\pm 0.06^a$	$\pm 0.06^a$	$\pm 0.03^a$	$\pm 0.11^a$	$\pm 0.04^a$	$\pm 0.06^b$	$\pm 0.18^a$
สูตรเต็ม	9.24	0.03	1.41	4.5	17.18	72.14	105.95
ผงปรุงรสพะโล้	$\pm 0.35^b$	$\pm 0.01^b$	$\pm 0.01^b$	$\pm 0.06^a$	$\pm 0.19^b$	$\pm 0.13^a$	$\pm 0.50^b$

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c,...,z ที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าการเพิ่มผงปรุงรสพะโล้ในผลิตภัณฑ์มีผลทำให้มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น และค่าพลังงานแตกต่างจากสูตรควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจาก ในสูตรควบคุม (ตารางที่ 1) มีปริมาณไข่ขาวที่มากกว่า ทำให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน และความชื้นสูงกว่า และการเติมผงปรุงรสพะโล้ มีผลทำให้ปริมาณเหล่านี้เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากส่วนผสมพะโล้ที่มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด

สรุปผลการวิจัย

การใช้ตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 35% และทำการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายร่วมกับโครเวฟ กำลังไฟ 300 วัตต์ เวลาในการสกัด 15 นาที มีความเหมาะสมในการสกัดสารสำคัญจากผักแพวแดงมากที่สุด และการทำแห้งสารสกัด ผักแพวแดงด้วยวิธีแช่เยือกแข็ง พบว่า การห่อหุ้มด้วยมอลโตเดกซ์ตริน ในปริมาณ 15% จะได้ปริมาณผลผลิต (% yield) ที่มาก และมีค่า a_w ต่ำที่สุด เมื่อนำสารสกัดผักแพวแดงมาเติมในผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้ม 5% และนำไปทดสอบชิมกับผู้สูงอายุ พบว่าสูตรที่มีการปรุงรสพะโล้ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด และ ผลิตภัณฑ์ไข่ขาวต้มสูตรพะโล้ มีค่าพลังงานเท่ากับ 105.95 ± 0.50 กิโลแคลอรี มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 9.24 ± 0.35 , 0.03 ± 0.01 และ $17.18 \pm 0.19\%$ ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า การพัฒนาไข่ขาวต้มพร้อมทานเสริมสารสกัดจากผักแพวแดงสำหรับผู้สูงอายุ เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีคุณประโยชน์ทางโภชนาการ โปรตีนสูง ไขมันต่ำ และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระจากผักแพวแดงที่ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคสำหรับผู้สูงอายุ และยังเป็นการประยุกต์ใช้และเพิ่มมูลค่าผักท้องถิ่นของจังหวัดเชียงราย

เอกสารอ้างอิง

- [1] วนิตา เทวฤทธิ์ ชิติสรณ์กุล. ไข่ขาวดีต่อสุขภาพอย่างไร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้น 20 เมษายน 2567 จาก Food 47-1 PAGE 1-80 final2.pdf (arda.or.th)
- [2] Capasso, A & Feo, V.A. (2002). Central nervous system pharmacological effects of plants from northern Peruvian Andes: Valeriana adscendens, Iresine herbstii and Brugmansia arborea. Pharmaceutical Biology. 40:274-293.
- [3] Chaudhuri, D & Sevanan, M. (2012). Investigation on phytochemicals and antibacterial activity of the leaf and stem extracts of Iresine herbstii. International Journal of Pharma and Bio Sciences. 3(4): 697-705.
- [4] Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. & Lester, P. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteu reagent. Method Enzymol. 229: 152-178.

- [5] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT*. 28: 25-30.
- [6] AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis*. 3rd Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- [7] Takeuchi, T., Pereira, C., Maróstica, M., Braga, M., Leal, P. & Meireles, A. (2009). Low-pressure solvent extraction (Solid-Liquid Extraction, Microwave Assisted and Ultrasound Assisted) from Condimentary Plants” Chapter 4 in *Extracting Bioactive Compounds for Food Products* 1st Edition. (Edited by Angela Meireles). CRC Press, Boca Raton, FL. ISBN- 13: 978-1-4200-6237-3.
- [8] Meredith, R. (1998). *Engineers’ handbook of Industrial Microwave Heating*, Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom.
- [9] กาญจนา นาคประสม จตุรภัทร วาฤทธิ์ อุมพร อุประ หยาตฝน ทะนงการกิจ และนักรบ นาคประสม. (2560). สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิครวม จากดอกบัวหลวง โดยใช้เทคนิคสกัดด้วยไมโครเวฟวารสารวิทยาศาสตร์ มข. 45(2): 328-342.
- [10] Aourach, M., González-de-Peredo, A. V., Vázquez-Espinosa, M., Essalmani, H., Palma, M., & Barbero, G. F. (2021). “Optimization and comparison of ultrasound and microwave-assisted extraction of phenolic compounds from cotton-lavender (*Santolina chamaecyparissus* L.),” *Agronomy* 11(1), 84. DOI: 10.3390/agronomy11010084
- [11] กรองกาญจน์ กิ่งแก้ว. การสกัดสารด้วยไมโครเวฟ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วว. สืบค้น 2 พฤษภาคม 2567 จาก [tistr-stjn_3803-04.pdf](#)
- [12] Wongsas, P., Chaiwarit, J. & Zamaludien, A. (2012). In vitro screening of phenolic compounds, potential inhibition against α -amylase and α -glucosidase of culinary herbs in Thailand. *Food Chem*. 131: 964–971.
- [13] Roos, Y. H. (2002), Importance of glass transition and water activity to spray drying and stability of dairy powders. *Lait*. 82: 475-484.
- [14] Putthawan. P., Prompanya. B. & Promnet. S. (2021). Extraction, biological activities and stability of *Hylocereus polyrhizus* peel extract as a functional food colorant and nutraceutical. *TJPR*. 20(8): 1683-1690.