

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรจากรำข้าวสาลีและเปลือกส้มเขียวหวาน
Development of Herbal Infusion Produced from Wheat Bran and
Tangerine Peel

กิตติศาสตร์ กระบวน
Kitisart Kraboun

สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 10120
Division of Food Safety Management and Technology, Faculty of Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Krungthep, 10120

*Corresponding Author: Kitisart.k@mail.rmutk.ac.th

Received 23 เมษายน 2567; Revised 23 พฤษภาคม 2567; Accepted 28 พฤษภาคม 2567

บทคัดย่อ

รำข้าวสาลีและเปลือกส้มเขียวหวานเป็นผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือทิ้งและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงมีแนวคิดในการนำรำข้าวสาลีและเปลือกส้มเขียวหวานมาพัฒนาเป็นสมุนไพรเพื่อสุขภาพ เนื่องจากในปัจจุบันคนไทยให้ความสนใจด้านสุขภาพมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาอัตราส่วนรำข้าวสาลีต่อเปลือกส้มเขียวหวาน ได้แก่ 100:0, 75:25, 50:50 และ 0:100 โดยน้ำหนัก ที่มีผลต่อคุณภาพของสมุนไพรจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวาน พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานมีผลทำให้ปริมาณความชื้น a_w สารประกอบฟีนอลิกและเมลานอยดินของสมุนไพรสูงขึ้น โดยสมุนไพรที่ผลิตจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียว ในอัตราส่วน 25:75 และ 0:100 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและเมลานอยดินสูงสุด อีกทั้งคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมของสมุนไพรจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 25:75 สูงสุด

คำสำคัญ: ชา; ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ; สี; เมลานอยดิน

Abstract

It is well known that wheat bran and tangerine peel are by-products, which their nutrition constituents are abundant. Therefore, the idea of using wheat bran and tangerine peel to develop into a herbal infusion because nowadays Thai people are more interested in health issue. This research aimed to study the ratios of wheat bran to tangerine peel, i.e., 100:0, 75:25, 50:50, and 0:100 by weight on the qualities of herbal infusion. It was found that the increased contents of tangerine peel increased the moisture content, a_w , total phenolic compounds, and melanoidins of the herbal infusion. The herbal infusion samples produced from wheat bran and tangerine peel in the ratios of 25:75 and 0:100 affected the highest levels of total phenolic compounds, and melanoidins. Moreover, the herbal infusion produced from wheat bran and tangerine peel in the ratios of 25:75 gave the highest liking scores of color, odor, taste, and overall liking attributes.

Keywords: Tea; Antioxidant activity; Color; Melanoidins

1. บทนำ

ข้าวสาลี (*Triticum aestivum*) เป็นธัญพืชที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ซึ่งส่วนใหญ่ใช้สำหรับการบริโภคของมนุษย์และเป็นอาหารสัตว์ เมล็ดข้าวสาลีประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ รำ จมูกข้าว และเอนโดสเปิร์ม ในส่วนของรำข้าวสาลีเป็นผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือทิ้งประมาณร้อยละ 5-8 จากกระบวนการสีข้าวหรือคิดเป็น 29.3 ล้านตันต่อปี จากการผลิตทั่วโลก ทำให้สามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูก มีองค์ประกอบทางเคมี เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เส้นใยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ แร่ธาตุและวิตามิน มีผลต่อการยับยั้งการเกิดโรคต่าง ๆ อีกทั้งยังมีการดัดแปลงพันธุกรรมและกรดเพอรูลิก สูงถึงร้อยละ 60 ของปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในรำข้าวสาลี [1] และสารแกมมาโอไรซานอล (γ -Oryzanol) ซึ่งมีการศึกษาพบว่าสามารถต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ การลดไขมันในเลือด ลดการเกิดโรคเบาหวาน ต้านการเกิดมะเร็ง ช่วยกระตุ้นและพัฒนาระบบภูมิคุ้มกัน [2] ด้วยคุณประโยชน์และราคาที่ต่ำของรำข้าวสาลี จึงควรนำมาแปรรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีมูลค่าสูงและคาดว่าจะการนำข้าวสาลีมาพัฒนาเป็นสมุนไพรเป็นการแก้ปัญหาได้ โดยมีงานวิจัยก่อนหน้านี้มีการนำผลพลอยได้จากข้าว เช่น ปลายข้าวมาแปรรูปให้มีมูลค่าสูงขึ้นในรูปแบบเครื่องดื่มสมุนไพรที่ผลิตจากปลายข้าวคั่ว [1]

ปัจจุบันคนไทยให้ความสนใจด้านสุขภาพมากขึ้น สมุนไพรเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ทุกคนทั่วโลกรู้จัก โดยสมุนไพรเป็นเครื่องดื่มที่ได้จากการนำส่วนของพืช เช่น ใบ ดอก ผลและราก มาทำให้แห้งแล้วขี้ดคั่ว [3] โดยการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรต้องควบคุมไปกับมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชาจากพืช [2], [3] จึงทำให้สมุนไพรที่ผลิตได้มีมาตรฐานเพื่อให้ผู้บริโภคเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์และยังเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงสนใจในการพัฒนาสมุนไพรจากรำข้าวสาลี

เปลือกสับเขียวหวานเป็นวัสดุเหลือทิ้งและก่อให้เกิดขยะจากการแปรรูปถึง 3-5 ตันต่อวัน [4] แต่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ วิตามินซี ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ และสารสำคัญอื่น ๆ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูล

อิสระสูง ต้านการอักเสบ ต้านสารก่อมะเร็ง และหลอดเลือด [4-6] อีกทั้ง Chen et al. [4] ได้รายงานว่ามีน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกสับเขียวหวานที่ความเข้มข้น 0, 150, 300 และ 450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella enterica* จึงทำให้มีความสนใจในการนำเปลือกสับเขียวหวานมาผสม ซึ่งทำให้เครื่องดื่มมีลักษณะเฉพาะ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและคาดว่าจะดึงดูดความสนใจให้แก่ผู้บริโภค

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรซึ่งผลิตจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกสับเขียวหวานที่มีต่อแอคติวิตีของน้ำ (a_w) ปริมาณความชื้น ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด เมลานอยดิน และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

2.1 วัตถุดิบ

รำข้าวสาลีและเปลือกสับเขียวหวานอบแห้ง ได้มาจากกลุ่มหมู่บ้านเกษตรกรรมหนองหว้า ต.บ้านซ่อง อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

2.2 การผลิตสมุนไพรจากรำข้าวสาลีและเปลือกสับเขียวหวาน

นำรำข้าวสาลีมาผสมกับเปลือกสับเขียวหวานอบแห้งในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 1) บดละเอียด บรรจุซองขนาด 5 x 7 เซนติเมตร จำนวน 120 ถุง โดยแต่ละซองบรรจุตัวอย่างปริมาณ 1 กรัม เก็บในโถดูดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ปริมาณความชื้น เมลานอยดิน แอคติวิตีของน้ำ (a_w) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ปริมาณสารฟีนอลทั้งหมด และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของรำข้าวสาลีต่อเปลือกส้มเขียวหวาน

อัตราส่วนของรำข้าวสาลีต่อเปลือกส้มเขียวหวาน	ร้อยละรำข้าวสาลีอบ (กรัม)	ร้อยละเปลือกส้มเขียวหวาน (กรัม)
100:0	100 (1 กรัม)	0 (0 กรัม)
75:25	75 (0.75 กรัม)	25 (0.25 กรัม)
50:50	50 (0.5 กรัม)	50 (0.5 กรัม)
25:75	25 (0.25 กรัม)	75 (0.75 กรัม)
0:100	0 (0 กรัม)	100 (1 กรัม)

2.3 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) แอคติวิตีของน้ำ (a_w) และความชื้น

นำตัวอย่างละ 1 กรัม วัดค่าสีโดยใช้ Colorimeter (YS3020 3NH, จีน) ตามหลักการ CIELAB color scale ในระบบ L^* , a^* และ b^* ซึ่งแสดงค่าสีในค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ค่าความเป็นสีแดง (Redness, a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness, b^*)

นำตัวอย่างละ 2 กรัม วัดค่า a_w โดยใช้เครื่องวัด a_w (EZ 200 Freund, ญี่ปุ่น) โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 2 องศาเซลเซียส

วัดปริมาณความชื้นตามวิธี Kraboun *et al.* [1]

2.4 การสกัดตัวอย่างเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและเมลานอยดิน (melanoidin)

นำตัวอย่าง 1 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่เติมเมทานอล 100 มิลลิลิตร จากนั้นห่อด้วยฟอยล์ นำเข้าเครื่องเขย่าสารความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องนาน 60 นาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman no.4 จากนั้นนำไประเหยด้วยเครื่องกลั่นระเหยแห้งแบบสุญญากาศ (R 205 Buchi, ญี่ปุ่น) จนตัวทำละลายระเหยออกจนหมดโดยสังเกตว่าจะไม่มีการควบแน่นของตัวทำละลายที่คอยล์เย็น จะได้สารสกัดหยาบที่ไม่มีตัวทำละลาย [7]

2.5 ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ดัดแปลงจาก Kraboun *et al.* [7] นำสารสกัดหยาบละลายลงในเมทานอลเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยปิเปตตัวอย่างมา 4 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง ผสมสารละลาย DPPH 2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เพื่อทำปฏิกิริยาในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที หลังจาก

นั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer (GENESYS 20 Thermo Fisher Scientific, สหรัฐอเมริกา) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (แทนที่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น) และนำไปคำนวณประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแสดงเป็น ร้อยละในการยับยั้งอนุมูล DPPH

ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดดัดแปลงจาก Kraboun *et al.* [7] โดยใช้สารสกัดความเข้มข้นของตัวอย่าง 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับ 2 มิลลิลิตรของสารละลาย Folin-ciocalteu ร้อยละ 10v/v บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 ร้อยละ 7.5w/v ปริมาตร 1.6 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer (GENESYS 20 Thermo Fisher Scientific, สหรัฐอเมริกา) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างแสดงเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง ได้มาจากการเปรียบเทียบกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกที่ 0-2 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร

2.6 เมลานอยดิน (melanoidin)

การวัดปริมาณสารเมลานอยดินตามวิธีของ Kraboun *et al.* [1] การเตรียมตัวอย่างโดยนำสารสกัดหยาบ 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร กรองโดยกระดาษกรอง Whatman no.4

การเตรียมตัวอย่างเพื่อสร้างกราฟมาตรฐานของเมลานอยดิน นำสารสกัดหยาบในชุดทดลองที่มีสีเข้มที่สุดนำมาเจือจางกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:9 เป็นการเจือจางในครั้งที่ 1 หลังจากนั้นนำสารละลายในหลอดที่ 1 มาเจือจางกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:9 เป็นการเจือจางในครั้งที่ 2 และทำการเจือจางอีก 3 ครั้ง นำสารสกัดที่เจือจางทั้งหมดมาวัดค่าการดูดกลืนแสง spectrophotometer (GENESYS 20 Thermo Fisher Scientific, สหรัฐอเมริกา) ที่ 420 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนคลิ่นแสงมาคำนวณปริมาณเมลานอยดินสัมพัทธ์ (กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) ตามสูตรดังนี้

$$C = \frac{A}{ba}$$

โดยที่ C = ปริมาณเมลานอยดิน (กรัมต่อกรัมตัวอย่าง)
A = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัด

b = ความยาวของเซลล์ spectrophotometer (เซนติเมตร)
a = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (1.1289 ลิตรต่อกรัม. เซนติเมตร)

2.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กำหนดให้มีคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 9 โดย 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด โดยผู้ทดสอบเป็นกลุ่มที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เตรียมตัวอย่าง ในอัตราส่วนสมุนไพรวง 1 ของ (ขนาด 50x70 มิลลิเมตร) : น้ำร้อนอุณหภูมิเดือด 50 มิลลิกรัม แช่ถุงชาเป็นเวลา 5 นาที และเทน้ำสมุนไพรวงลงในถ้วยพลาสติกที่มีรหัสกำกับตัวอย่าง โดยใช้เลขสุ่ม 3 หลัก หลังจากนั้นยกเสิร์ฟตัวอย่างให้ผู้บริโภคทำแบบทดสอบความชอบในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม

2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ไดจากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized, CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) ผลการทดลองทั้งหมดแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 17.0 (IBM, SPSS Inc.)

3. ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

3.1 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*)

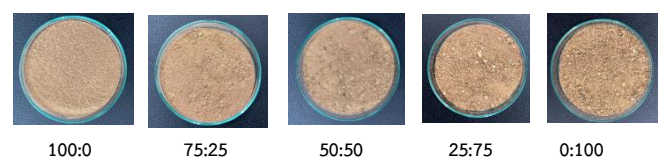
ค่าสีของสมุนไพรวงจากร้าข้าวสาธิตผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แสดงในตารางที่ 2 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานร้อยละ 25 ขึ้นไป มีผลให้ค่า L^* (ความสว่าง) มากกว่าสมุนไพรวงที่ไม่ผสมเปลือกส้มเขียวหวาน (100:0) และสมุนไพรวงที่ไม่ผสมร้าข้าวสาธิต

(0:100) มีค่า L^* มีค่าสูงสุด (61.34) แสดงให้เห็นว่าค่า L^* ของเปลือกส้มเขียวหวานมากกว่าร้าข้าวสาธิต (42.90) (ตารางที่ 2 และรูปที่ 1) ดังนั้นการผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วนที่สูงขึ้นมีผลให้ค่า L^* ในสมุนไพรวงสูงขึ้นตามปริมาณของเปลือกส้มเขียวหวาน ในขณะที่การเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานมีผลให้ค่า a^* (ค่าสีแดง) ของสมุนไพรวง ลดลงและสมุนไพรวงที่ไม่ผสมร้าข้าวสาธิต (0:100) มีค่า a^* ต่ำสุด (7.50) ในขณะที่การผสมเปลือกส้มเขียวหวานมีผลให้ค่า b^* (สีเหลือง) ของสมุนไพรวงสูงขึ้นโดยมีค่า b^* อยู่ในช่วง 23.31-25.74 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบกับสมุนไพรวงที่ไม่ผสมเปลือกส้มเขียวหวาน (100:0) มีค่า b^* เท่ากับ 22.43

ตารางที่ 2 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของสมุนไพรวงจากร้าข้าวสาธิตผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก

อัตราส่วนของร้าข้าวสาธิตต่อเปลือกส้มเขียวหวาน	L^*	a^*	b^*
100:0	42.90±0.32 ^e	10.08±0.23 ^a	22.43±0.43 ^d
75:25	45.84±1.04 ^d	9.77±0.32 ^a	24.28±0.38 ^{bc}
50:50	48.01±1.04 ^c	9.31±0.58 ^{ab}	24.68±0.86 ^{ab}
25:75	50.64±1.74 ^b	8.92±0.67 ^b	25.74±0.80 ^a
0:100	61.34±1.05 ^a	7.50±0.05 ^c	23.31±0.87 ^{cd}

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดง ความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



อัตราส่วนของร้าข้าวสาธิตต่อเปลือกส้มเขียวหวาน

รูปที่ 1 สมุนไพรวงจากร้าข้าวสาธิตผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก

3.2 ความชื้นและแอดคิตีวิตี้ของน้ำ (a_w)

ความชื้นของสมุนไพรวงจากร้าข้าวสาธิตผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แสดงในตารางที่ 3 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนเปลือกส้มเขียวหวานมีผลให้ความชื้นของสมุนไพรวงสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากค่าความชื้นของเปลือกส้มเขียวหวาน (0:100) เท่ากับร้อยละ 9.98 (ตารางที่ 3)

ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานมีผลให้ความชื้นของสมุนไพรสูงขึ้น เนื่องจากความชื้นของรำข้าวสาลี (100:0) มีค่าร้อยละ 2.93 จึงทำให้คาดว่ารำข้าวสาลีอาจจะการมีดูดความชื้นเข้ามาในโครงสร้างเพิ่มขึ้น [8] อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นของสมุนไพรซึ่งผลิตจากรำข้าวสาลีและเปลือกส้มเขียวหวานในทุกอัตราส่วนไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องขากจากพืช ต้องมีความชื้นไม่เกิน 10% ของน้ำหนัก [2]

แอกติวิตีของน้ำ (a_w) ของสมุนไพรจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แสดงในตารางที่ 3 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานมีผลให้ค่า a_w ของสมุนไพรสูงขึ้นสอดคล้องกับผลการทดลองของความชื้นของสมุนไพร โดยค่า a_w ของสมุนไพรในทุกสิ่งทดลองอยู่ในช่วง 0.20–0.58 ($p \leq 0.05$) ซึ่งต่ำกว่า 0.6 ซึ่งให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ไม่สามารถเจริญในสมุนไพรได้เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสีย ต้องการค่า a_w ที่มากกว่า 0.6 ขึ้นไปสำหรับการเจริญ [9]

ตารางที่ 3 ปริมาณความชื้นและแอกติวิตีของน้ำ (a_w) ของสมุนไพรจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวาน ในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก

อัตราส่วนของรำข้าว สาลีต่อเปลือก ส้มเขียวหวาน	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	แอกติวิตีของน้ำ (a_w)
100:0	2.93±0.15 ^e	0.20±0.72 ^d
75:25	5.50±0.34 ^d	0.40±0.14 ^c
50:50	7.96±0.28 ^c	0.47±0.10 ^{bc}
25:75	8.76±0.98 ^b	0.50±0.01 ^b
0:100	9.98±0.96 ^a	0.58±0.04 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (a-e) ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

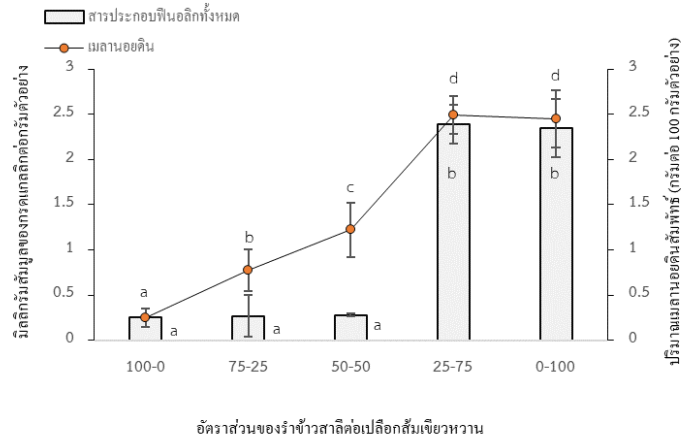
3.3 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เมลานอยดินและประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสมุนไพรจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แสดงในรูปที่ 2 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป (2.35-2.39 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ

กรัมตัวอย่าง, $p > 0.05$) ส่งผลให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าสมุนไพรที่ผสมเปลือกส้มเขียวหวานน้อยกว่าร้อยละ 75 (0.25-0.28 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง, $p > 0.05$) เนื่องจากเปลือกส้มเขียวหวานมีสารประกอบฟีนอลิก เช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanins) และ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นต้น ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานจะไปมีผลเพิ่มสารประกอบฟีนอลิกดังกล่าวให้สูงขึ้น [4]

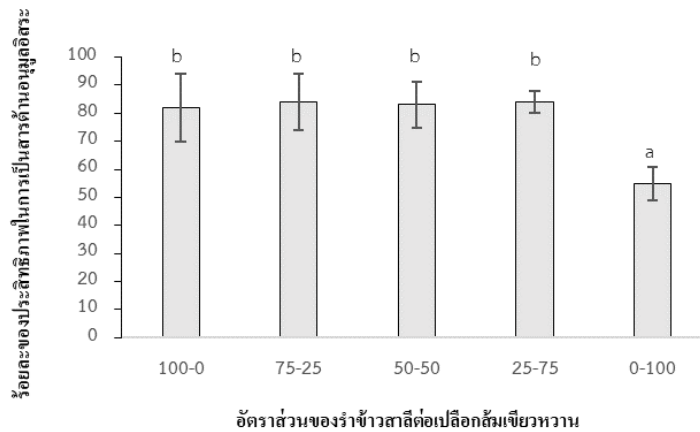
เมลานอยดิน (melanoidins) เป็นสารประกอบที่ให้น้ำตาลเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดของคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโนของเป็นปฏิกิริยาทางเคมีพื้นฐานที่ช่วยให้อาหารแปรรูปจำนวนมากมีรส กลิ่นและสีที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังมีการรายงานว่าเมลานอยดินมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะสารอะคริลามิด (acrylamide) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงโดยเกิดจากปฏิกิริยาปฏิกิริยาเมลลาร์ดของคาร์โบไฮเดรตและแอสพาราจีน (asparagine) [9] ปริมาณเมลานอยดินของสมุนไพรจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แสดงในรูปที่ 2 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานอยู่ในช่วงร้อยละ 0-50 มีผลให้ปริมาณเมลานอยดินของสมุนไพรอยู่ในช่วง 0.25-1.22 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ($p \leq 0.05$) และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานอยู่ในช่วงร้อยละ 75-100 ส่งผลให้สมุนไพรที่มีปริมาณเมลานอยดินสูงสุด (2.45-2.49 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง, $p > 0.05$) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานส่งผลต่อปริมาณเมลานอยดินที่สูงขึ้นเนื่องจากในเปลือกส้มเขียวหวานประกอบไปด้วยน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคสและฟรุกโตส เป็นต้น) และกรดอะมิโน ดังนั้นการเก็บสมุนไพรไว้ในที่อุณหภูมิห้อง (35 องศาเซลเซียส) อาจจะไปเร่งสารประกอบดังกล่าวให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้ [1, 10]

ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ของสมุนไพรจากรำข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แสดงในรูปที่ 3 พบว่า สมุนไพรที่ประกอบไปด้วยเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วนอยู่ในช่วงร้อยละ 0-75 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วงร้อยละ 82.02-84.06 ($p > 0.05$) ในขณะที่



รูปที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและเมลานอยดินในสมุนไพรงอกจากข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียว ในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันระหว่างสิ่งทดลองแสดงความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในสมุนไพรงอกจากข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียว ในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันระหว่างสิ่งทดลองแสดงความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สมุนไพรงที่ไม่ผสมข้าวสาลี (0:100) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด คือ ร้อยละ 55.14 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรงอาจจะไม่ได้อาจมาจากสารประกอบฟีนอลิกเป็นหลักแต่อาจมาจากปริมาณของเมลานอยดินเป็นหลัก (รูปที่ 2) ดังนั้นการไม่ผสมของข้าวสาลีจึงเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรงต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

3.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ของสมุนไพรง

งจากข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แสดงในตารางที่ 4 พบว่าการเพิ่มเปลือกส้มเขียวหวานในอัตราส่วนในช่วง ร้อยละ 25-75 มีผลให้ความชอบด้านสีสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ (6.90-7.40 คะแนน, $p > 0.05$) โดย การเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานมีผลให้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมของสมุนไพรงมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมสูงสุด (7.50, 7.40 และ 7.43 คะแนน ตามลำดับ) ของสมุนไพรงโดยผลิตจากข้าวสาลีผสมเปลือกส้มเขียวหวาน ในอัตราส่วน 25:75

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสมุนไพรจากข้าวสาลีผสมเปลือกสับเขียว ในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก

อัตราส่วนของข้าวสาลีต่อเปลือก สับเขียวหวาน	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบ โดยรวม
100:0	6.53±1.10 ^b	6.80±0.61 ^b	6.57±0.89 ^b	6.77±0.81 ^b
75:25	7.40±1.03 ^a	6.60±0.96 ^b	6.60±0.85 ^b	6.83±0.95 ^b
50:50	6.93±0.86 ^{ab}	6.83±0.79 ^b	6.87±0.89 ^b	7.00±0.78 ^b
25:75	6.90±0.99 ^{ab}	7.50±1.10 ^a	7.40±1.16 ^a	7.43±0.89 ^a
0:100	5.70±0.53 ^c	5.73±0.82 ^c	5.60±0.85 ^c	5.93±0.69 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. สรุปผลการวิจัย

การเพิ่มอัตราส่วนของเปลือกสับเขียวหวานมีผลให้ปริมาณความชื้น a_w สารประกอบฟีนอลิก เมลานอยดินของสมุนไพรสูงขึ้น โดยสมุนไพรจากข้าวสาลีผสมเปลือกสับเขียวหวาน ในอัตราส่วน 25:75 และ 0:100 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและเมลานอยดินสูงสุด อีกทั้งคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมของสมุนไพรจากข้าวสาลีผสมเปลือกสับเขียวหวาน ในอัตราส่วน 25:75 สูงสุด จึงสรุปได้ว่า ข้าวสาลีผสมเปลือกสับเขียวหวานในอัตราส่วน 25:75 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการผลิตสมุนไพร โดยผลการทดลองของงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางการนำข้าวสาลีและเปลือกสับเขียวหวานนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อคาดเดาแนวโน้มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] K. Kraboun, P. Phanumong, S. Nudang and N. Klinpikul, "Optimization of roasting temperatures on acrylamide and melanoidins contents and antioxidant properties of roasted broken-rice infusion," *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, vol. 15, pp. 10-18, 2022.
- [2] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 426) พ.ศ. 2564 เรื่อง ซากจากพืช, 2564.
- [3] A. N. Ferronato, R. Rossi, L. M. N. Pinto and J. Garavaglia, "Development of a freeze-dried symbiotic obtained from rice bran," *Biotechnology Reports*, vol. 30, pp. e00636, 2021.
- [4] L. Chen, J. Y. Hu and S. Q. Wang, "The role of antioxidants in photoprotection: a critical review," *Journal of the American Academy of Dermatology*, vol. 67, pp. 1013-1024, 2012.
- [5] K. Kraboun, K. Rojsuntornkitti, N. Jittrepotch, T. Kongbangkerd, N. Uthai and C. Pechyen, "Formation analysis of primary and secondary metabolites during angkak fermentation based on GC-TOF-MS, GC-FID, and HPLC and metabolomics analysis," *The Microbe*, vol. 1, pp. 100006, 2023.
- [6] C. Pechyen, N. Uthai and K. Kraboun, "Effect of exogenous tannic acid on reduction of biogenic amines and citrinin in monascal soybean and metabolomics analysis," *Food Bioscience*, vol. 59, pp. 103842, 2024.
- [7] K. Kraboun, W. Tochampa, W. Chatdamrong and T. Kongbangkerd, "Effect of monosodium glutamate and peptone on antioxidant activity of monascal waxy corn," *International Food Research Journal*, vol. 20, pp. 623-631, 2013.
- [8] A. Ghasemzadeh, M.T. Karbalaii, H.Z.E. Jaafar and A. Rahmat, "Phytochemical constituents, antioxidant activity, and antiproliferative properties of black, red, and brown rice bran," *Chemistry Central Journal*, vol. 12, pp. 17,

2018.

- [9] ณัฐพล ศรเดช ภาษวสันต์พงษ์ พวงขจร จีรพล อัครเลิศ
ปัญญา และกิตติศาสตร์ กระบวน, “การพัฒนา
ผลิตภัณฑ์สมุนไพรจากเปลือกกล้วยหอมทองผสม
อังกัก,” วารสารเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และ
นวัตกรรม, ปีที่ 2, หน้า 1-12, 2566.
- [10] V. Gökmen, T.K. Palazoglu and H.Z. Senyuva,
“Relation between the acrylamide formation
and time-temperature history of surface and
core regions of French fries,” *Journal of Food
Engineering*, vol. 77, pp. 972-976, 2006.