

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวกล้องสำเร็จรูปพลังงานต่ำรสกาแฟ

Product Development of Low-Calorie Instant Coffee-Infused Brown Rice Beverage

ชนิษฐา พันชุกกลาง*, นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

Khanittha Punchuklang*, Nopparat Vonghirandecha

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology,

Songkhla Rajabhat University, Songkhla 90000

Received 4 February 2024; Received in revised 8 September 2024; Accepted 25 November 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ โดยศึกษาผลของการทดแทนกาแฟ (ร้อยละ 0 5 10 และ 15 ของผงข้าวสังข์หยด) และสารสกัดหญ้าหวาน (ร้อยละ 0 0.075 0.15 และ 0.25) ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยด จากการศึกษาพบว่าระดับการทดแทนกาแฟสูงขึ้นส่งผลให้ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดมีค่า L^* (ความสว่าง) ลดลง ($p < 0.05$) และส่งผลให้เครื่องดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟมีค่า L^* ลดลง ส่วนค่า a^* (สีเขียว-แดง) และค่า b^* (สีน้ำเงิน-เหลือง) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) นอกจากนี้การทดแทนกาแฟที่ระดับสูงขึ้นยังส่งผลให้ผงขงดื่มมีความสามารถในการดูดซับน้ำและความสามารถในการละลายลดลงและเพิ่มขึ้นตามลำดับ และมีปริมาณแอนโทไซยานินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยการทดแทนกาแฟที่ระดับร้อยละ 10 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ($p < 0.05$) และเมื่อศึกษาระดับการทดแทนสารสกัดหญ้าหวานพบว่าเมื่อระดับการทดแทนสารสกัดหญ้าหวานสูงขึ้นส่งผลให้ผงขงดื่มมีค่า L^* และค่าความสามารถในการละลายลดลง อย่างไรก็ตามระดับการทดแทนสารสกัดหญ้าหวานไม่มีผลต่อการดูดซับน้ำ ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ($p \geq 0.05$) ของผงขงดื่ม โดยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเครื่องดื่มที่ทดแทนสารสกัดหญ้าหวานระดับร้อยละ 0.15 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ซึ่งจากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่ต้องการเครื่องดื่มพลังงานต่ำและมีรสกาแฟที่น่าสนใจ

คำสำคัญ: ผงขงดื่ม; ข้าวสังข์หยด; กาแฟ; ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ; แอนโทไซยานิน

Abstract

This research aimed to develop an instant low-calorie Sangyod brown rice (SBR) beverage with a coffee flavor. The study investigated the effects of coffee substitution (0%, 5%, 10%, and 15% of cooked brown rice powder) and sweetened stevia extract (0%, 0.075%, 0.15%, and 0.25%) on the characteristics of the instant SBR powder. The findings revealed higher levels of coffee substitution result in a decrease in L^* (lightness) values ($p < 0.05$) for the instant SBR powder and a reduction in L^* values for the instant SBR beverage, a^* (redness) and b^* (yellowness) values increase ($p < 0.05$). Moreover, increased coffee substitution led to a decrease in the water absorption index (WAI) and an increase in water solubility index (WSI) of the instant SBR powder. Anthocyanin content and antioxidant properties also increased significantly ($p < 0.05$). The highest overall liking score was observed at a 10% coffee substitution level ($p < 0.05$). Furthermore, the study examined the effects of sweetened stevia extract substitution, revealing that higher levels decreased the L^* values and WSI of the instant SBR powder. However, these substitution levels did not significantly affect WAI, anthocyanin content, and antioxidant properties ($p \geq 0.05$). Sensory evaluation indicated that the instant SBR beverage with 0.15% sweetened stevia extract substitution had the highest overall liking score. In conclusion, this research provides valuable insights for developing an instant SBR powder that meets market demands for low-calorie beverages with an appealing coffee flavor.

Keywords: Instant beverage powder; Sangyod brown rice; Coffee; Antioxidant; Anthocyanins

1. บทนำ

ปัจจุบันตลาดเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยมีปัจจัยหลักมาจากความตระหนักของผู้บริโภคเกี่ยวกับสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี รวมถึงการหลีกเลี่ยงโรคต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคอาหารดัดแปลงน้ำตาลและแคลอรีที่ต่ำลงในเครื่องดื่ม ทำให้สินค้าประเภทนี้ได้รับความนิยมมากขึ้น ตัวอย่างเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่เติบโตสูง ได้แก่ ชาและกาแฟพร้อมดื่ม (RTD) น้ำหมัก เช่น Kombucha และ Water Kefir ที่มีประโยชน์ต่อระบบย่อยอาหารและเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน [1] ตลาดเครื่องดื่มทั่วโลกมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (Functional drink) ที่หลากหลายและมีรูปแบบต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันที่ให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์

เครื่องดื่มจากข้าวเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม ซึ่งสามารถเห็นได้จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหลายชนิด เช่น เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ [2] เครื่องดื่มผงขงพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวกำลังงอก เครื่องดื่มสำเร็จรูปเสริมคุณค่าทางโภชนาการจากข้าวกล้องหอมมะลิเพาะงอกสำหรับผู้บริโภคสูงอายุ [3] ข้าวกล้องหอมนิล [4] เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีน [5] เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวกล้องข้าวสังข์หยดซึ่งเป็นข้าวที่มีลักษณะพิเศษ คือ ข้าวกล้องมีสีแดงเข้ม มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์อื่นๆ กล่าวคือ มีวิตามินบีปริมาณสูง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการชะลอความแก่ และกากใยอาหารในปริมาณสูงซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย

นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ธาตุเหล็กและฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ในการบำรุงโลหิตและป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมียังมีกรดอะมิโนที่ช่วยลดความเครียดและลดความเสี่ยงการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ [8] ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าว ข้าวสังข์หยดจึงเป็นข้าวที่มีศักยภาพสูงในการนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงทั้งโปรตีน โยอาอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวมีสี นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มที่ให้พลังงานต่ำโดยใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน (Stevioside) มาเป็นสารทดแทนความหวานจากน้ำตาล ซึ่งให้ความหวานคล้ายน้ำตาลซูโครสมากที่สุดแต่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกายและไม่มีการดูดซึมในกระบวนกรย่อย ประกอบกับปัจจุบัน กาแฟเป็นเครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้รับคามนิยมอย่างมากในประเทศไทย และเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมทั่วโลก โดยเฉพาะกาแฟปรุงสำเร็จพร้อมดื่ม ด้วยคุณสมบัติที่ช่วยกระตุ้นระบบประสาทและเพิ่มพลังงาน ซึ่งจากรายงานพบว่ากาแฟมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลและสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์สูง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [9] ซึ่งจากรายงานเชิงวิชาการระบุว่า การบริโภคคาเฟอีนเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพนั้นผู้บริโภคควรบริโภคในปริมาณที่เหมาะสมกับร่างกายประมาณ 50-200 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งปริมาณดังกล่าวจะส่งผลให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า ไม่ง่วงนอน แต่หากบริโภคมากกว่าปริมาณที่กำหนดดังกล่าวเป็นประจำทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายทั้งในระยะสั้นและระยะยาว [10] จากรายงานการดื่มกาแฟกับสุขภาพ [11] รายงานว่าการดื่มกาแฟเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ มักอ้างอิงปริมาณสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในเมล็ดกาแฟ ซึ่งก็คือคาเฟอีนมาเป็นตัวกำหนดปริมาณการดื่มกาแฟ ซึ่งขนาดที่แนะนำคือ ไม่ควรเกินวันละ 300 มิลลิกรัม หรือเท่ากับกาแฟประมาณ 1-2 ถ้วย (ปริมาณ

กาแฟ 1 ถ้วย เท่ากับ 150 มิลลิกรัม และมีคาเฟอีนเฉลี่ย 115 มิลลิกรัมต่อถ้วย)

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่รวมเอาคุณค่าของข้าวกล้องข้าวสังข์หยดกับรสชาติกาแฟ จะช่วยสร้างความแปลกใหม่ในตลาดเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการทั้งคุณประโยชน์และได้กลิ่นรสของกาแฟ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการทดแทนกาแฟที่เหมาะสม ด้วยการศึกษารสชาติการทดแทนกาแฟในข้าวสังข์หยดที่ระดับร้อยละ 0-15 ของน้ำหนักผงข้าวสังข์หยด ซึ่งมีปริมาณคาเฟอีนอยู่ในช่วง 0-1.2 กรัม ระดับกาแฟน้อยกว่าในเครื่องดื่มกาแฟที่บริโภคกันโดยปกติซึ่งจะมีกาแฟ 2 ช้อนชาหรือประมาณ 6 กรัมต่อ 1 แก้ว ขนาด 150 มิลลิกรัม จะได้รับคาเฟอีน 80-100 มิลลิกรัม [12] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาระดับการทดแทนน้ำตาลด้วยสารสกัดจากหญ้าหวานเพื่อลดปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มพลังงานต่ำ รวมทั้งศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผงขงดื่มสำเร็จจากข้าวสังข์หยดรสกาแฟ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางอาหารสูงจากข้าวกล้องและมิกกลิ่นรสของกาแฟ และให้พลังงานต่ำเพื่อให้เหมาะกับกลุ่มผู้บริโภคกลุ่มรักสุขภาพที่ชื่นชอบการดื่มกาแฟ เพิ่มความหลากหลายในการบริโภคเครื่องดื่มให้แก่ผู้บริโภค การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มจากข้าวสังข์หยดนี้ไม่เพียงเพิ่มมูลค่าให้ข้าวสังข์หยดเท่านั้น แต่ยังเป็นที่น่าสนใจสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวสังข์หยดในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ผลิตผงข้าวสังข์หยดพร้อมขง โดยการนำข้าวสังข์หยดมาหุงสุก (อัตราส่วนน้ำต่อข้าวเท่ากับ 3:1) ด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ใช้เวลา 30 ± 2 นาที นำข้าวที่ผ่านการหุงสุกมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือจนข้าวแห้งอบมีความชื้น

ร้อยละ 9-10 (มาตรฐานน้ำหนักแห้ง) [13] จากนั้นนำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการอบแห้งมาคั่วในกระทะร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องโม่แห้ง (เครื่องบดสมุนไพรรุ่น PG500) นำมาร้อนด้วยตะแกรงร่อนความละเอียด 80 เมช บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ปิดปากถุงให้สนิท และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Figure 1) เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี และนำไปศึกษาในข้อต่อไป

2.1.1 ค่าสี

ทำการตรวจวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ของผงขงดื่มและเครื่องดื่มจากข้าวสังข์หยด (เตรียมตัวอย่างเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดโดยการละลายผงขงดื่ม 19 กรัม ในน้ำร้อนปริมาตร 150 มิลลิลิตร) ในระบบ CIE-lab scale ด้วยเครื่องวัดค่าสี (รุ่น Color Flyer EZ ยี่ห้อ Hunter Lab, USA) โดย L^* คือค่าความสว่าง (0-100) ค่า a^* แสดงค่าความเป็นสีเขียว/สีแดง และค่า b^* แสดงค่าความเป็นน้ำเงิน/เหลือง และความแตกต่างของค่าสีรวม (E) จากสมการที่ (1)

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2} \quad (1)$$

2.1.2 ศึกษาคุณลักษณะทางเคมี

โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ตามวิธี AOAC [14]

2.1.3 ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีเชิงฟิสิกส์

นำแป้งข้าวสังข์หยดหุงสุกไปวิเคราะห์หาความสามารถในการละลายน้ำและการดูดซับน้ำ ดัดแปลงจากวิธีของ [15] โดยนำตัวอย่าง 0.3 กรัม ใส่ในหลอดเซนต์ปีฟส์ แล้วเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex mixture) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนต์ปีฟส์ (ยี่ห้อ Hettich รุ่น UNIVERSAL 32, Germany) ที่ความเร็วรอบ 3,000 RPM เป็นเวลา 40 นาที นำสารละลายส่วนใสไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ แล้วนำไปคำนวณหาความสามารถในการละลายน้ำของแป้งข้าวสังข์หยดหุงสุก ส่วนน้ำหนักตะกอนแป้งนำมาคำนวณค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ ดังสมการที่ (2) และ (3)

$$\text{ความสามารถในการละลายน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}} \quad (2)$$

$$\text{ดัชนีการดูดซับน้ำ (กรัม/กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}} \quad (3)$$

2.1.4 วิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานิน

ดัดแปลงจากวิธีของ Nollat [16] โดยการนำผงขงดื่มข้าวสังข์หยดปริมาณ 30 มิลลิกรัม (ฐานน้ำหนักแห้ง) สกัดตัวอย่างด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 0.1 ในเมทานอล 15 มิลลิลิตร โดยการกวนสกัดนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วกรองแยกตะกอนออกจากของเหลวด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำตะกอนที่ได้ไปกวนสกัดด้วยสภาวะเดียวกันกับครั้งแรกอีก 2 ครั้ง นำสารสกัดที่กรองได้ทั้งหมด

มารวมกันแล้วปรับปริมาตรของสารสกัดให้ได้ 50 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (รุ่น UV-1900i ยี่ห้อ SHIMADZU, Japan) ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร แล้วคำนวณปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total anthocyanins content, Tacy) ในรูปของมิลลิกรัม Cyanidin-3-glucoside ต่อ 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ด้วยวิธี single pH ดังสมการที่ (4)

$$Tacy = O.D. \times \frac{TEV}{SW} \times \frac{DV}{SV} \times \frac{1}{E_{1cm}^{1\%}/10} \times 100 \quad (3)$$

โดยที่	Tacy (Total anthocyanins)	คือ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่าง (มิลลิกรัม/วัตถุดิบ 100 กรัม)
	O.D. (Optical Density)	คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากตัวอย่างที่เจือจางแล้ว
	DV (Dilution Volume)	คือ ปริมาตรของสารละลายที่สกัดได้ที่เจือจางเตรียมไว้สำหรับวัดค่าดูดกลืนแสง (มิลลิลิตร)
	SV (Sample Volume)	คือ ปริมาตรของสารละลายที่สกัดได้ที่เตรียมสำหรับเจือจาง (มิลลิลิตร)
	SW (Sample Weight)	คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้สกัด (กรัม)
	TEV (Total Extract Volume)	คือ ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายที่สกัดได้ (มิลลิลิตร)
	$E_{1cm}^{1\%}$ (Extinction coefficient)	คือ ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ยของแอนโทไซยานิน เท่ากับ 98.2

2.1.5 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH

ทดสอบความสามารถดักจับอนุมูล DPPH ของสารสกัดตามวิธีการที่ระบุโดยดัดแปลงจากวิธีของ [17] โดยนำผงขงติ่มข้าวสังข์หยดที่เตรียมไว้แต่ละชนิดเป็นสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ในเอทานอล ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย 0.2 mM DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ปริมาตร 1

มิลลิลิตร ลงไปใน 95% เอทานอล ผสมให้เข้ากัน วางไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 518 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งใส่เอทานอลแทนสารละลายตัวอย่างจากผงขงติ่มข้าวสังข์หยด โดยใช้เอทานอลเป็น Blank นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดักจับอนุมูล DPPH ดังสมการที่ (5)

$$\% \text{ radical scavenging inhibition} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100 \quad (5)$$

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

2.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาผงขงติ่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ

เตรียมผงขงติ่มสูตรมาตรฐานโดยมีสัดส่วนของแป้งข้าวสังข์หยดหุงสุก ครีมเทียม น้ำตาลทรายขาว และมอลโตเด็กทรีน รวมทั้งหมด 19 ส่วนต่อหนึ่งหน่วยบรรจุ (Table 1) ศึกษาการทดแทนแป้งข้าวสังข์หยดด้วยกาแฟผงสำเร็จรูป (กาแฟผงชนิดปรุงสำเร็จ เขาช่อง) ที่ระดับร้อยละ 0 5 10 และ 15 ของน้ำหนักผงข้าวสังข์หยด โดยมีปริมาณกาแฟ เท่ากับ 0 0.4 0.8 และ 1.2 กรัม ตามลำดับ และมีการเติมมอลโตเด็กทรีนเพื่อช่วยในการปรับปรุงการละลายและการกระจายตัวของผงขงติ่ม นำ

ส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากันแล้วศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ผงขงติ่มข้าวสังข์หยดที่มีการทดแทนกาแฟในระดับต่างๆ โดยศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพดังข้อที่ (2.1) และทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนตามระดับความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แล้วคัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจสูงสุดไปศึกษาการทดแทนน้ำตาลทรายขาวด้วยสารสกัดหญ้าหวานในข้อที่ (2.3)

Table 1 Formulation of instant low-energy Sangyod brown rice (SBR) beverage

Ingredients	Ratio Content
Cooked Sangyod brown rice	8
Creamer	5
Sugar	4
Maltodextrin	2

2.3 การศึกษาระดับการทดแทนน้ำตาลด้วยสารสกัดหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ

นำสูตรผงขงดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟที่คัดเลือกได้จากข้อที่ (2.2) มาศึกษาการทดแทนน้ำตาลทรายขาวด้วยสารสกัดหญ้าหวานที่ระดับร้อยละ 0 0.075 0.15 และ 0.25 แล้วศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพดังข้อที่ (2.2) และทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนตามระดับความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 คุณลักษณะของผงข้าวสังข์หยดพร้อมขงดื่ม

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผงขงดื่มข้าวสังข์หยดพบว่า ค่าสีของผงข้าวสังข์หยดหุงสุก มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 64.10 ± 0.71 8.55 ± 0.04 และ 13.63 ± 0.08 ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนคาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 8.77 82.46 1.82 2.42 และ 4.53 ตามลำดับ ค่าการละลายน้ำเท่ากับร้อยละ 3.48 และดัชนีดูดซับน้ำของผง

ขงดื่ม เท่ากับ 6.47 g/g ซึ่งจากข้อมูลงานวิจัยองค์ประกอบทางเคมีของข้าวสังข์หยดใหม่แบบดิบ พบว่าข้าวสังข์หยดประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 8.05 2.81 และ 1.48 ตามลำดับ [7] โดยผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มจากข้าวสังข์หยดมีข้อกำหนดด้านความชื้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวกล้องผง มผช. 1068/2558 ซึ่งกำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวผงขงดื่ม มผช. 1068/2562 กำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีค่า aw ไม่เกิน 0.6

จากการศึกษาผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่าผงข้าวสังข์หยดพร้อมดื่มมีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 53.85 ± 0.06 mg Cyanidin-3-glucoside/100 g sample และมีร้อยละการยังยั้งอนุมูลอิสระ เท่ากับ 45.74 (Table 2) ซึ่งจากรายงานวิจัยพบว่าข้าวสังข์หยดแบบดิบมีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 19.54 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่าง โดยสารแอนโทไซยานินในข้าวสังข์หยดเป็นสารซึ่งพบได้ในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้มของข้าว [7] และจากการศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่ากระบวนการหุงสุกข้าวด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า การนึ่ง และการใช้ไมโครเวฟ มีผลทำให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับข้าวดิบทั้งในข้าวที่มีสีและไม่มีสี เนื่องจากความร้อนจากการทำให้ข้าวสุกส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบในข้าวมีสี สูญเสียไปหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระหว่างการหุงสุก รวมถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากความร้อนและการสัมผัสกับอากาศระหว่างการหุงสุก ทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง นอกจากนี้วิธีการหุงสุกที่ใช้ น้ำมากจะทำให้สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวสูญเสียไปกับน้ำหุงข้าว โดยสารต้านอนุมูลอิสระบางชนิดจะถูกละลายออกมาในน้ำในระหว่างที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิน้ำเดือดที่ทำให้ข้าวเกิดเจลลาตินในเซชัน ทำให้สารเหล่านี้สูญเสียไปเมื่อทิ้งน้ำหุงข้าวหรือน้ำระเหยกลายเป็นไอ [18, 19]

Table 2 Chemical compositions and physical properties of CSBR powder

Parameters	Content
Physical properties	
Color L*	64.10 ± 0.71
a*	8.55 ± 0.04
b*	13.63 ± 0.08
Water solubility (WS; %)	3.48 ± 0.57
water absorption index (WAI; g/g)	6.47 ± 0.10
Chemical composition	
Moisture content (%)	4.53 ± 0.01
Protein (%)	8.77 ± 0.13
Lipid (%)	1.82 ± 0.21
Ash (%)	2.42 ± 0.06
Carbohydrate (%)	82.46 ± 0.10
Anthocyanin content (mg as cyanidin-3-glucoside/100 g sample)	53.85 ± 0.01
% radical scavenging inhibition	45.74 ± 0.35

*Each content represents the mean ± SD

3.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาผงขงติ่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ

เตรียมผงขงติ่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟ โดยการทดแทนด้วยกาแฟในระดับร้อยละ 0 5 10 และ 15 ของน้ำหนักผงข้าวสังข์หยด นำส่วนผสมมาทวนผสมให้เข้ากัน แล้วศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ผงขงติ่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟ ดังนี้

3.2.1 คุณลักษณะทางเคมีกายภาพ

จากการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผงขงติ่มและเครื่องติ่มจากผงขงติ่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟ โดยการทดแทนด้วยกาแฟในระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักผงข้าวสังข์หยด พบว่า ผงขงติ่มข้าวสังข์หยดแบบผงมีค่า L* ลดลง ส่วนค่า a* และ b* ไม่มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อทดแทนด้วยกาแฟในระดับที่สูงขึ้น และเมื่อนำผงขงติ่มมาขงเป็นเครื่องติ่ม (Figure 1) พบว่า ค่า L* ลดลง ส่วนค่า a* และค่า b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของสีกาแฟซึ่งมีสีดำนิจส่งผลต่อค่าสีของผงขงติ่มและเครื่องติ่มที่ได้มีลักษณะสีเข้มขึ้น (Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแตกต่างสีโดยรวม (ΔE) ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนผงกาแฟสำเร็จรูป โดยผงขงติ่มสำเร็จรูปที่ทดแทนผงกาแฟสำเร็จรูป ร้อยละ 5 10 และ 15 มีค่า ΔE เท่ากับ 1.90 3.63 และ 5.87 ตามลำดับ เช่นเดียวกับเครื่องติ่มจากผงขงติ่มข้าวสังข์หยด พบว่ามีค่า ΔE เท่ากับ 12.21 16.58 และ 20.77 ตามลำดับ

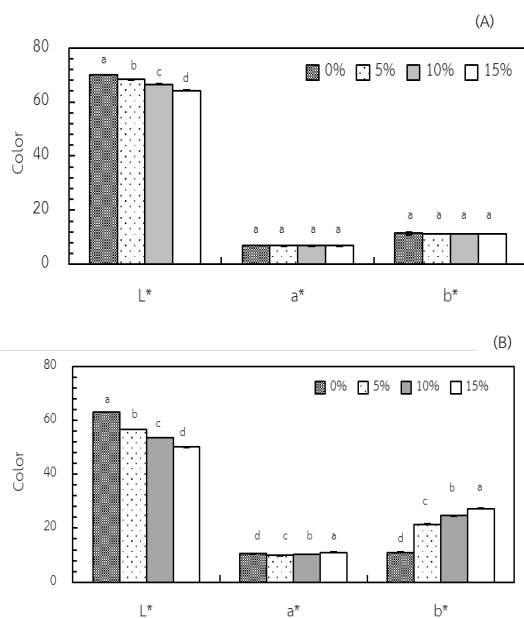


Figure 1 Color of sample supplemented with coffee at the level of 0% 5% 10% and 15% CSBR powder: (A) CSBR powder; (B) instant SBR beverage. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD

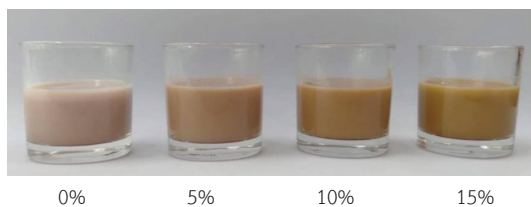


Figure 2 Instant SBR beverage supplemented with coffee at the level of 0%, 5%, 10% and 15% CSBR powder

จากการศึกษาความสามารถในการละลายน้ำ และการดูดซับน้ำของผงชงดื่มรสกาแฟ โดยการทดแทน ด้วยกาแฟที่ระดับร้อยละ 0 5 10 และ 15 ของน้ำหนัก ผงข้าวสังข์หยด พบว่า เมื่อทดแทนกาแฟในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าการละลายน้ำเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) และการดูดซับน้ำลดลง (Figure 3) เนื่องจากอิทธิพลของกาแฟ ผงสำเร็จรูปซึ่งมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี ด้วยกระบวนการผลิตกาแฟชนิดปรุงสำเร็จที่มักใช้กระบวนการทำแห้งแบบ Freeze dry และ Spray dry จึงทำให้กาแฟหลังอบแห้งมีลักษณะที่เป็นรูพรุน จึงทำให้สามารถคืนรูปเดิมได้ง่ายและเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายให้มากขึ้นได้ [20] โดยคุณสมบัติในการละลายน้ำ และดูดซับน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ซึ่งผงชงดื่มที่ดีจะต้องมีความสามารถในการดูดซึมของผิวอาหาร ถ้ามีผิวอาหารมากจะดูดน้ำได้ดี เมื่อมีการเติมน้ำลงไป ทำให้เกิดการกระจายตัวในของเหลวได้ง่าย เกิดการกระจายตัวดี และไม่จับตัวกันเป็นก้อน รวมถึงมีผลต่อความยากง่ายในการคืนรูปของผลิตภัณฑ์ผงชงดื่มด้วย [21]

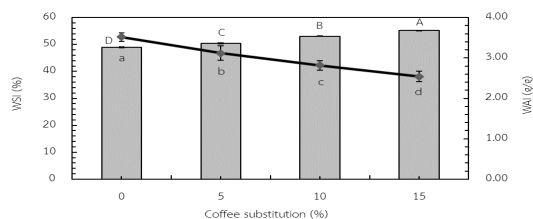


Figure 3 WAI and WSI of CSBR powder supplemented with coffee at the level of 0%, 5%, 10% and 15% CSBR powder. Bar graph represents to WSI and line graph represents to WAI. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD. Capital letter represents to error bar of WSI and small letter represents to error bar of WAI

3.2.2 ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟ

จากการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า เมื่อมีการทดแทนด้วยกาแฟที่ระดับสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าเพิ่มมากขึ้น (Figure 4) เนื่องจากกาแฟมีสารประกอบจำพวกฟลาโวนอยด์ ประเภทแคนเทชิน และแอนโทไซยานิน [22] จึงทำให้ค่าแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH พบว่า เมื่อมีการทดแทนระดับกาแฟที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Figure 5) เนื่องจากกาแฟมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลและสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์สูง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นเมื่อปริมาณกาแฟเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

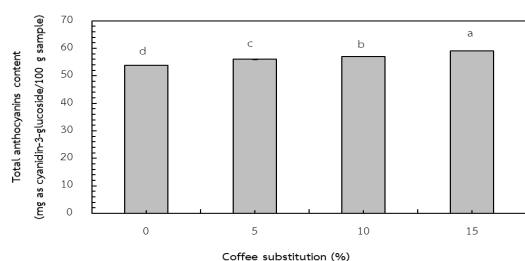


Figure 4 Total anthocyanin content (mg/100 g) of instant SBR beverage supplemented with coffee at the level of 0%, 5%, 10% and 15% CSBR powder. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD

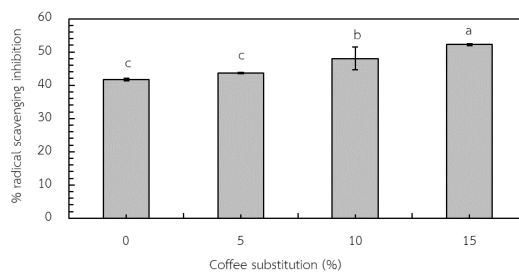


Figure 5 Radical scavenging inhibition (%) of instant SBR beverage supplemented with coffee at the level of 0%, 5%, 10% and 15% CSBR powder. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD

3.2.3 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟ

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มจากผงขงดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟ โดยให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน ต่อคุณลักษณะทางด้านปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (Figure 6) พบว่าระดับการทดแทนกาแฟมีผลต่อคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผงขงดื่มที่ทดแทนกาแฟระดับร้อยละ 0 (ชุดควบคุม) 5 10 และ 15 มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 6.25-7.15 6.00-6.35 7.2-7.5 และ 6.55-7.05 ตามลำดับ โดยเมื่อทดแทนกาแฟร้อยละ 5 ส่งผลให้คะแนนความชอบต่อทุกด้านลดลง ยกเว้นคะแนนความชอบด้านรสชาติ ในขณะที่เมื่อทดแทนกาแฟที่ระดับร้อยละ 10 ส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกด้านเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผงขงดื่มชุดควบคุม (ไม่ทดแทนกาแฟ) และผงขงดื่มที่ทดแทนกาแฟร้อยละ 5 อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อมีการทดแทนกาแฟในระดับที่มากขึ้นเท่ากับร้อยละ 15 ส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผงขงดื่มที่ทดแทนกาแฟระดับร้อยละ 10 ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรที่มีการ

ทดแทนด้วยกาแฟที่ระดับร้อยละ 10 สูงที่สุด ($p < 0.05$) โดยคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ 7.5 (ระดับความชอบปานกลาง) ดังนั้นจึงคัดเลือกผงขงดื่มข้าวสังข์หยดที่มีการทดแทนด้วยกาแฟที่ระดับร้อยละ 10 ไปทำการศึกษาระดับการทดแทนสารสกัดหญาหวานที่เหมาะสมในข้อต่อไป

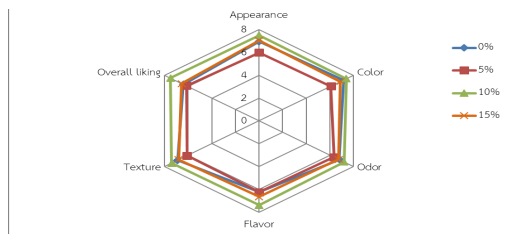


Figure 6 Sensory evaluation of instant SBR beverage supplemented with coffee at the level of 0%, 5%, 10% and 15% CSBR powder

3.3 การศึกษาระดับการทดแทนน้ำตาลด้วยสารสกัดหญาหวานในผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ

นำสูตรผงขงดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟที่คัดเลือกได้จากข้อที่ (3.2) มาศึกษาการทดแทนน้ำตาลทรายด้วยสารสกัดหญาหวานในผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดที่ระดับร้อยละ 0 0.075 0.15 และ 0.25 ของน้ำตาลทราย แล้วศึกษาคุณลักษณะดังต่อไปนี้

3.3.1 คุณลักษณะทางกายภาพของผงขงดื่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ

จากการศึกษาค่าสีของผงและเครื่องดื่มจากผงขงดื่มข้าวสังข์หยดที่ทดแทนน้ำตาลด้วยสารสกัดหญาหวานในผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดที่ระดับร้อยละ 0 0.075 0.15 และ 0.25 ของน้ำตาลทราย พบว่าผงขงดื่มข้าวสังข์หยดมีค่า L^* ลดลง ส่วนค่า a^* และค่า b^* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อปริมาณการทดแทนของสารสกัดหญาหวานเพิ่มขึ้นส่งผลให้สัดส่วนของปริมาณน้ำตาลลดลง ทำให้ค่าความ

สว่างของผงขงดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟซึ่งมาจากส่วนของน้ำตาลลดลง ในขณะเดียวกันส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองของผงข้าวและกาแฟเด่นชัดขึ้น (Figure 7) ในขณะที่ค่าสีของเครื่องดื่มจากผงข้าวสังข์หยดรสกาแฟที่มีการทดแทนสารสกัดจากหญาหวานแสดงค่าความสว่างที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Figure 8) ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของสารสกัดหญาหวานที่ส่งผลต่อความสว่างของเครื่องดื่ม ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างสีโดยรวม (ΔE) พบว่าเมื่อระดับการทดแทนสารสกัดหญาหวานเพิ่มขึ้นส่งผลให้สีของผงขงดื่มมีความแตกต่างลดลง ขณะที่ความแตกต่างค่าสีของเครื่องดื่มจากผงขงดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนสารสกัดหญาหวานที่สูงขึ้น โดยผงขงดื่มสำเร็จรูปรสกาแฟที่ทดแทนสารสกัดหญาหวานที่ระดับร้อยละ 0.075 0.15 และ 0.25 มีค่า ΔE เท่ากับ 0.98 0.34 และ 0.25 ตามลำดับ ส่วนเครื่องดื่มจากผงขงดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟ มีค่า ΔE เท่ากับ 0.90 1.96 และ 3.62 ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของเครื่องดื่มน้ำข้าวข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมสารให้ความหวานพบว่าปริมาณน้ำตาลและสารให้ความหวาน (สารสกัดหญาหวานและซูคราโลส) ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความสว่างแต่มีผลต่อค่าสี a^* และ b^* [21]

จากการศึกษาค่าความสามารถในการละลายน้ำและการดูดซับน้ำ (Figure 9) พบว่าเมื่อมีการเติมสารสกัดหญาหวานในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าการละลายน้ำลดลง ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลทรายซึ่งมีคุณสมบัติการละลายน้ำได้ดีมีส่วนลดลงจึงส่งผลให้ค่าความสามารถในการละลายน้ำของผงขงดื่มรสกาแฟลดลงด้วย ประกอบกับเนื่องจากสตีเวียมีความหวานมากกว่าน้ำตาล 300 เท่า ปริมาณที่ใช้จึงน้อยกว่าส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในส่วนผสมของผงขงดื่มลดน้อยลงไปด้วย [23] อย่างไรก็ตามระดับการทดแทนของสารสกัดหญาหวานไม่มีผลต่อค่าการดูดซับน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

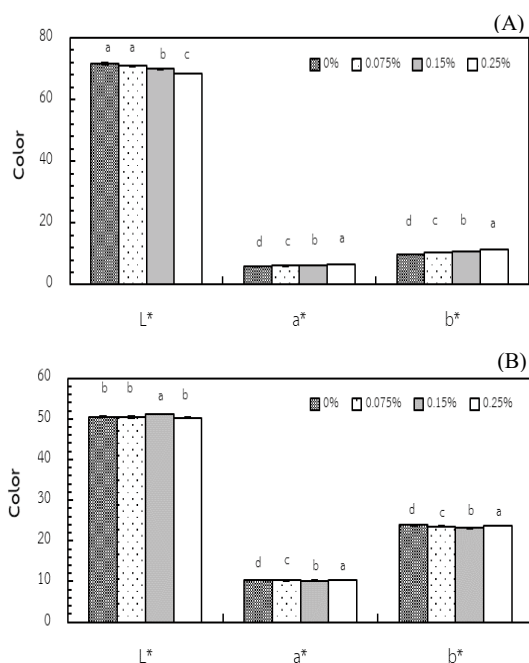


Figure 7 Color of CSBR powder (A) and instant SBR beverage (B) supplemented with sweetened stevia at the level of 0%, 0.075%, 0.15% and 0.25% sugar. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD

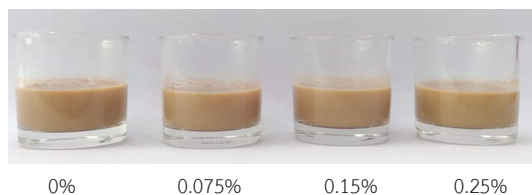


Figure 8 Instant SBR beverage supplemented with sweetened stevia at the level of 0%, 0.075%, 0.15% and 0.25% sugar

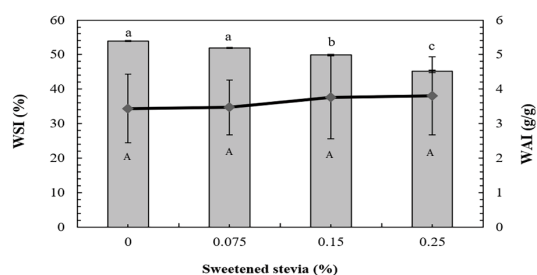


Figure 9 WAI and WSI of CSBR powder supplemented with sweetened stevia at the level of 0%, 0.075%, 0.15% and 0.25% sugar. Bar graph represents to WSI and line graph represents to WAI. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD. Capital letter represents to error bar of WAI and small letter represents to error bar of WSI

3.3.2 ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ

จากการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน (Figure 10) พบว่า เมื่อมีการทดแทนน้ำตาลด้วยสารสกัดหญ้าหวานที่ปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากการเติมน้ำตาล ซูโครสช่วยเพิ่มความคงตัวให้กับสารสีแอนโทไซยานิน [24] ซึ่งสารสกัดหญ้าหวานมีคุณสมบัติคล้ายน้ำตาลซูโครสมากที่สุดและมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าน้ำตาลซูโครสจึงทำให้เกิดความเสถียรมากกว่าเมื่อเติมสารสกัดหญ้าหวานในปริมาณที่เพิ่มขึ้น และเมื่อทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH พบว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อทดแทนสารสกัดหญ้าหวานในปริมาณที่มากขึ้น (Figure 11) ซึ่งจาก

การรายงานการวิจัยระบุว่า การเติมหญ้าหวานที่มีส่วนทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นต้องเติมในปริมาณร้อยละ 50-60 ขึ้นไป [25]

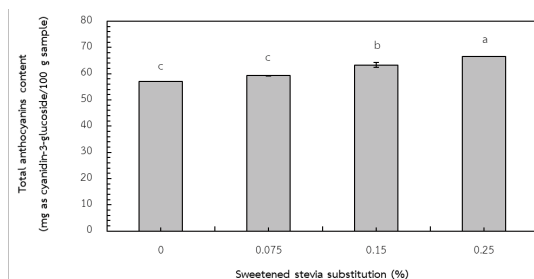


Figure 10 Total anthocyanin content (mg as cyaniding-3-glucoside/100 g sample) of instant SBR beverage supplemented with sweetened stevia at the level of 0%, 0.075%, 0.15% and 0.25% sugar. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD

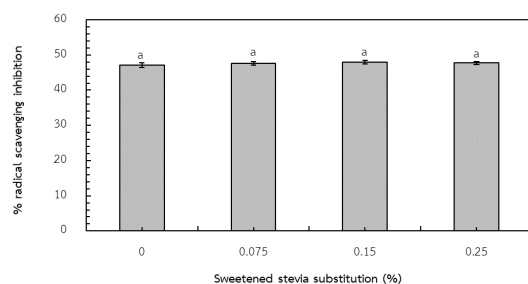


Figure 11 Scavenging ability (%) of instant SBR beverage supplemented with sweetened stevia at the level of 0%, 0.075%, 0.15% and 0.25% sugar. Each bar represents the mean of three independent experiments and error bars indicate $\pm$ SD

3.3.4 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ

จากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มจากผงชงดื่มข้าวสังข์หยดรสกาแฟโดยให้คะแนนความชอบ 9 คะแนนต่อคุณลักษณะด้านปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (Figure 12) พบว่าผู้บริโภครู้สึกให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรที่มีการทดแทนด้วยสารสกัดหญ้าหวานระดับร้อยละ 0.15 สูงที่สุด ($p < 0.05$) โดยคะแนนอยู่ที่ระดับ 7.5 (ระดับความชอบปานกลาง) ผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะว่าผงชงดื่มที่มีการทดแทนหญ้าหวานระดับร้อยละ 0.25 มีกลิ่นรสขมฝืนหลังจากการบริโภค ซึ่งผู้บริโภบบางคนอาจไม่ชอบรสชาตินี้ ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของสารสกัดหญ้าหวาน โดยการใช้หญ้าหวานอาจทำให้รสชาติของเครื่องดื่มเปลี่ยนไปจากการใช้น้ำตาลธรรมดา

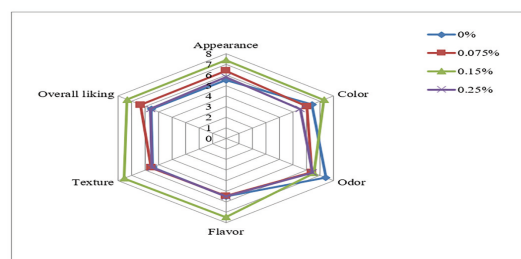


Figure 13 Sensory evaluation of instant SBR beverage supplemented with sweetened stevia at the level of 0%, 0.075%, 0.15% and 0.25% sugar

4. สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงขงดื่มข้าวสังข์หยดพลังงานต่ำรสกาแฟ พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของข้าวสังข์หยดประกอบด้วยความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 4.53 8.77 82.46 1.82 และ 2.42 ตามลำดับ โดยระดับการทดแทนกาแฟที่เหมาะสมคือที่ระดับร้อยละ 10 ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงที่สุด (ความชอบระดับปานกลาง) และปริมาณการทดแทนสารให้ความหวานที่เหมาะสมคือที่ระดับร้อยละ 0.15 โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ที่ระดับความชอบปานกลาง ซึ่งจากผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวสังข์หยดเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่เครื่องดื่ม ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน โยอาหาร ซึ่งได้จากข้าวสังข์หยด และการเพิ่มปริมาณกาแฟยังส่งผลให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดเพิ่มขึ้นอีกด้วย อีกทั้งยังสามารถใช้สารทดแทนความหวานในผลิตภัณฑ์เพื่อลดพลังงานให้แก่เครื่องดื่มได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกในการบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพให้แก่ผู้บริโภคกลุ่มผู้สูงอายุที่ต้องการลดปริมาณกาแฟและผู้บริโภคกลุ่มที่รักสุขภาพ อีกทั้งยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ข้าวสังข์หยด สร้างรายได้เพิ่มให้แก่เกษตรกรในอนาคต ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์และอายุในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอบคุณ นางสาวมาลินี มะประสิทธิ์ และนางสาวอิมาน เปาะมื่อแย ในการวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

6. References

- [1] Mordor Intelligence. (n.d.) 2024, Health Drinks Market Size, Available Source: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/health-drinks-market>, August 7, 2024. (in Thai)
- [2] Parnsakhorn, S. and Langkapin, J., 2020, Effects of processing and heating on antioxidant activity and quality of Riceberry malted beverage, Thai Sci. Technol. J. 29(1): 119-133. (in Thai)
- [3] Sutinum, D., Haruthaithasan, V. and Chompreeda, P. 2008, Development of instant nutritious beverage from germinated Jasmine brown rice for elderly consumers, Kasetsart J. Nat. Sci. 42(1): 88 - 98.
- [4] Keartpong, S., 2022, Development of Germinated Brown Rice Drink Product from Khaohom Mae Phaya Tongdam Rice With Soy Milk, Master Thesis, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, 62 p. (in Thai)
- [5] Aroonrungsawasdi, S., Chumsri, N. and Utarwuthipong, T., 2019, Healthy drink from Riceberry rice with black bean and FOS-Prebiotic, Food Technol. J. Siam Univ. 15(1): 28-36. (in Thai)
- [6] Wattanakul, U., Wattanakul, W., Mahae, N. and Charoonrat, P., 2011, Harvesting period and shelf life on some nutritional value of pre-germinated Sung Yod organic brown rice, J. Agric. 27(2): 165-174. (in Thai)

- [7] Wattanakul, U., Wattanakul, W. and Puengyam, P., 2016, Chemical properties, bioactive compounds in the new and stale brown rice variety Sungyod Phatthalung produced in different season, Proceedings of 54th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Animals, Veterinary Medicine, Fisheries, Agric. Ext. Home Econ: 250-258. (in Thai)
- [8] Dykes, L. and Rooney, L.W., 2007, Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits, *Cereal Food World*. 52: 105-111.
- [9] Spiller, G.A., 1998, Caffeine, Health research and studies center and Sphera Foundation, Los Altos, California, 366 p.
- [10] Phonsripradit, P. and Tantayaporn, K., 2013, The development of a behavioral modification model for caffeine consumption to enhance physical performance in the working population, Mahasarakham University: n.p. (in Thai)
- [11] Leekaeo, P., 2024, Coffee Consumption and Health. Office of Herbal Information, Faculty of Pharmacy, Mahidol University, Available Source: <https://mahidol.ac.th>, August 7, 2024. (in Thai)
- [12] Department of Nutrition, Department of Health. 2024, Available Source: <https://moph.go.th>, August 7, 2024. (in Thai)
- [13] Muadiad, K., 2018, Product development of dried gluten-free pasta from sangyod rice flour, *UTK Res. J.* 12(2): 91-102. (in Thai)
- [14] AOAC., 2000, Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
- [15] Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E.L., 1969, Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking, *Cereal Sci. Today*. 14(1): 372-376.
- [16] Nollet, L.M.L., 1996, Handbook of Food Analysis. Marcel Dekker. New York.
- [17] Hutadilok-Towatana, N., Chaiyamutti, P., Panthong, K., Mahabusarakam, W. and Rukachaisirikul, V., 2006, Antioxidative and free radical scavenging activities of some plants used in Thai folk medicine, *Pharm. Biol.* 44: 221-228.
- [18] Thuengtung, S. and Ogawa, Y., 2019, Comparative study of conventional steam cooking and microwave cooking on cooked pigmented rice texture and their phenolic antioxidant. *Food Sci. Nutr.* 8: 965-972.
- [19] Surh, J. and Koh, E., 2014, Effects of four different cooking methods on anthocyanins, total phenolics and antioxidant activity of black rice, *J. Sci. Food Agric.* 94(15): 3296-3304.
- [20] Bunthawong, O., 2008, Processing and quality characteristics of instant Makiang (*Cleistocalyx nervosum* var *paniala*) by coated sugar with Makiang juice and Foam-mat methods. M.S., Food Sci. Technol. (in Thai)

- [21] Kebngoen, C., 2019, Development of Instant Powdered Beverage from Washing Riceberry Water, Master Thesis, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 202 p. (in Thai)
- [22] Ilmi, W., Pratiwi, R. and Purwestri, Y.A., 2018, Total anthocyanin content and antioxidant activity of brown rice, endosperm, and rice bran of three Indonesian black rice (*Oryza sativa* L.) cultivars, In Sukartiko. A.C. et al. (eds.), Proc. 2nd Int. Conf. Trop. Agric., pp 205-216.
- [23] Ungkanavin, N., Techakriengkrai, T. and Limsuwan, T., 2018, Effect of stevia and maltitol on physico-chemical, sensory, nutritional, and antioxidant properties of Mulberry sherbe, *SWU J. Sci. Technol.* 11(22): 78-90. (in Thai)
- [24] Rosso, V.V. D. and Mercadante, A.M., 2007, The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola, *Food Chem.* 103(3): 935-943.
- [25] Phakamus, S., Chokrathok, S., Woraratphoka, J. and Innok, S., 2018, Development of Yanang mixed herb tea products, *Burapha Sci. J.* 23(3): 1682-1695. (in Thai)