Journal of Science, Technology and Agriculture Research (*JSTAR*)
Year: 2027 Volume: 7 issue: 1 page: 19-27

JSTAR

Research Article

Chemical Composition and Antioxidant Properties of Instant Cereal Beverage Powder from Thung Kula Ronghai Broken Jasmine Rice and Mixed Grains

Jeeranan Wongwatanyoo[1], Witchuda Wongpanit[2], Piyachat Thongpaeng[3*] and Janjira chatmontree[4]

[1]*Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University*
[2]*College of Law and Government, Sisaket Rajabhat University*
[3]*Faculty of Business Administration and Accounting, Sisaket Rajabhat University,*
[4]*Research and Development Institute, Sisaket Rajabhat University*

(*Corresponding author's e-mail: Piyachat.t@sskru.ac.th)

Received: 3 December, 2025; Revised: 26 December, 2025; Accepted: 1 January, 2026

Abstract

This study aimed to develop an instant cereal beverage powder from Thung Kula Ronghai broken jasmine rice blended with riceberry flour, mung bean flour, and Job's tears flour, to valorize rice milling by-products and enhance functional beverage innovation. Five formulations (MR1–MR5) were designed by varying the proportion of broken jasmine rice from 35% to 60%, while maintaining a total cereal base of 100%. Results showed that medium jasmine rice proportions (MR1–MR3) yielded superior physicochemical and sensory qualities. The lightness (L*) increased from 76.67 to 86.75 and yellowness (b*) from 25.66 to 28.96, while redness (a*) decreased, producing a more appealing light-yellow tone. Sensory evaluation indicated that MR1 and MR3 scored highest in taste (7.77 ± 0.43), aroma (7.40 ± 0.52), and overall acceptance (7.40 ± 0.62), rated as "moderately liked." The optimized prototype (M3) exhibited moisture content of 10.25 d.b. %, water activity (a_w) of 0.45, protein 14.35 d.b %, fat 4.78 d.b. %, and ash 4.33 d.b %, all within the safe range for long-term storage. Notably, M1 showed high total phenolic content (TPC) of 228.56 mg GAE/g and DPPH antioxidant activity of 129.14 μmol TE/g, indicating strong antioxidant potential. The findings confirmed that using 35–50% jasmine rice with balanced mixed grains produced optimal color, aroma, taste, and nutritional profile. Therefore, this formulation demonstrates high potential for industrial-scale production of functional instant cereal beverages derived from local Thai cereals.

Keywords: Thung Kula Ronghai Broken Jasmine Rice; Instant cereal drink; Riceberry flour; mung bean flour; millet flour

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่มจากปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ร่วมกับแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ แป้งถั่วเขียว และแป้งลูกเดือย เพื่อเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าวและยกระดับสู่ผลิตภัณฑ์เชิงฟังก์ชัน การทดลองออกแบบสูตร 5 ระดับ (MR1–MR5) โดยปรับสัดส่วนปลายข้าวหอมมะลิ 35–60% เพื่อศึกษาผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าสูตรที่มีสัดส่วนปลายข้าวหอมมะลิระดับปานกลาง (MR1–MR3) ให้ค่าความสว่าง (L*) สูงขึ้นจาก 76.67 เป็น 86.75 และค่าความเหลือง (b*) เพิ่มจาก 25.66 เป็น 28.96

ขณะที่ค่า a* ลดลง แสดงถึงสีเหลืองอ่อนเป็นที่ยอมรับมากขึ้น การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าสูตร MR1 และ MR3 ได้คะแนนสูงสุดในด้านรสชาติ (7.77 ± 0.43) กลิ่น (7.40 ± 0.52) และการยอมรับโดยรวม (7.40 ± 0.62) อยู่ในระดับ “ชอบปานกลาง” คุณภาพผลิตภัณฑ์ต้นแบบสูตร M3 พบว่ามีความชื้นเท่ากับ 10.25 d.b.% และค่า a_w เท่ากับ 0.45 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แสดงถึงความคงตัวและอายุการเก็บรักษาที่ดี ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเถ้า 4.33 ± 0.30% บ่งชี้ถึงปริมาณแร่ธาตุของข้าวหักจากข้าวหอมมะลิในระดับสูง สารสำคัญพบว่า Total Phenolic Content (TPC) มีค่าสูงถึง 228.56 mg GAE/g และมี DPPH antioxidant activity 129.140 μmol ทั้งนี้ค่า Trolox equivalent/g แสดงศักยภาพด้านสารต้านอนุมูลอิสระเด่นชัด ผลการศึกษาชี้ว่าการใช้ปลายข้าวหอมมะลิ 35–50% ร่วมกับธัญพืชผสมให้สมดุลทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการ เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มผงชงดื่มฟังก์ชัน ในการยกระดับคุณค่าเชิงพาณิชย์ ตอบโจทย์ความต้องการตลาดสุขภาพ และเสริมสร้างความยั่งยืนทางเศรษฐกิจแก่ชุมชนท้องถิ่น

คำสำคัญ: ปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้; เครื่องดื่มผงชงดื่ม; แป้งข้าวไรซ์เบอรี่; แป้งถั่วเขียว; แป้งลูกเดือย

บทนำ

ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ (Hom Mali Rice from Thung Kula Ronghai) เป็นพันธุ์ข้าวไทยที่มีชื่อเสียงระดับสากล มีเอกลักษณ์ด้านกลิ่นหอมเฉพาะตัว เนื้อข้าวนุ่ม และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อันเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมการเพาะปลูกที่มีดินเค็มและฤดูแล้งยาว ซึ่งกระตุ้นการสะสมของสารสำคัญ เช่น γ-oryzanol, ferulic acid, phenolic compounds และสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ ข้าวจากพื้นที่ทุ่งกุลาฯ จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นข้าวหอมมะลิคุณภาพสูงสุดของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม กระบวนการสีข้าวมักเกิด “ข้าวหัก” เป็นผลพลอยได้ในปริมาณมาก ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับข้าวเต็มเมล็ด การนำข้าวหักมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น เครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่ม จึงเป็นแนวทางเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตข้าวในพื้นที่ เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ในภาคเกษตรกรรมของไทย

การพัฒนาเครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่ม (Instant Cereal Beverage) เป็นแนวทางสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์สุขภาพที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจสูงในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากมีความสะดวกในการบริโภค เก็บรักษาง่าย และสามารถคงคุณค่าทางโภชนาการได้ดี ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ตอบสนองต่อแนวโน้มผู้บริโภคยุคใหม่ที่ใส่ใจสุขภาพและต้องการอาหารพร้อมบริโภคที่ให้พลังงานต่ำแต่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง การนำวัตถุดิบท้องถิ่น เช่น ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ และธัญพืชไทย มาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มผงชงดื่มฟังก์ชัน จึงเป็นการยกระดับข้าวและธัญพืชไทยสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม สอดคล้องกับแนวทาง BCG Economy (Bio-Circular-Green Economy) และสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจฐานชุมชนอย่างยั่งยืนและการเสริมธัญพืชชนิดต่าง ๆ ในการพัฒนาเครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่ม เช่น ลูกเดือย (*Coix lacryma-jobi* L.) ข้าวไรซ์เบอรี่ (Riceberry rice) และถั่วเขียว (*Vigna radiata* L.) ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติฟังก์ชันให้กับผลิตภัณฑ์ ลูกเดือยอุดมด้วยคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ใยอาหาร และสาร coixenolide ที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระ ข้าวไรซ์เบอรี่มีสาร anthocyanin, γ-oryzanol, และ tocopherol ที่ช่วยเสริมฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและลดระดับไขมันในเลือด ส่วนถั่วเขียวเป็นแหล่งโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็น ช่วยให้เนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มมีความกลมกล่อมมากขึ้น การผสมธัญพืชเหล่านี้จึงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งคุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่น และรสชาติที่สมดุล เหมาะสำหรับพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่ตอบโจทย์ผู้บริโภคยุคใหม่

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่มจากปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ ที่ศึกษาสัดส่วนปลายข้าว 35–60% ร่วมกับธัญพืชชนิดอื่นๆ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี สารต้านอนุมูลอิสระ และการประเมินคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มุ่งเน้นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ในรูปแบบผงชงดื่มที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง พร้อมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตสู่ชุมชน เกษตรกร และผู้ประกอบการท้องถิ่น

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบ

1) ตัวอย่างพันธุ์ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ที่เป็นข้าวหักที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกะเทาะเปลือก ศูนย์ข้าวชุมชนบ้านมะยาง ตำบลหนองแค อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ ทำความแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 45 ℃ ที่เวลา 1 ชั่วโมง หรือแช่ที่อุณหภูมิห้อง 12-14 ชั่วโมง

2) นำปลายข้าวหอมมะลิมาหุงสุก (อัตราน้ำต่อข้าวเท่ากับ 3:1) ใช้เวลา 30±2 นาที อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 ℃ นาน 3 ชั่วโมง ความชื้นเท่ากับร้อยละ 9-10 (มาตรฐานน้ำหนักแห้ง) และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องโม่แห้ง บดละเอียดผ่านตะแกรง 150 mesh และเก็บในถุง HDPE ปิดสนิท อุณหภูมิ 4 ℃ เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี และนำไปศึกษาในข้อต่อไป

3) การเตรียมแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ นำข้าวไรเบอรี่ล้าง คัดสิ่งเจือปน แช่น้ำ 30 นาที (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1:3 w/w) นึ่ง 50 นาที จากนั้นอบด้วยลมร้อน 60 ℃ 8 ชั่วโมง บดละเอียดผ่านตะแกรง 150 mesh และเก็บในถุง HDPE ปิดสนิท

4) การเตรียมแป้งถั่วเขียว เมล็ดถั่วเขียวแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ภายหลังงอก 5 วัน นึ่ง 20 นาที อบแห้ง 40 ℃ 72 ชั่วโมง ลอกเปลือก บดละเอียด ผ่านตะแกรง 150 mesh และเก็บใน HDPE เช่นกัน

5) การเตรียมแป้งลูกเดือย นำมาล้างทำความสะอาด ในน้ำเดือนเป็นเวลา 30 นาที หรือจนสุก นำเข้าอบที่ 60 ℃ ที่เวลา 10 ชั่วโมง หรือจนกระทั่ง a_w น้อยกว่า 0.6 นำมาบดและร่อน 150 mesh เก็บในถุง HDPE

ขั้นตอนการผสม

ออกแบบสูตร 5 สูตร (MR1-MR5) โดยวิธี Central Composite Design (CCD) เพื่อศึกษาผลกระทบของสัดส่วนปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ (35-60%) ต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ สูตรทั้งหมดคงสัดส่วนรวมของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ แป้งถั่วเขียว และแป้งลูกเดือยให้เท่ากัน (21.66-13.33%) ตามเกณฑ์ของ Food Safety and Standards Regulations สำหรับผลิตภัณฑ์ฟังก์ชันนัลฟู้ด มีการผสมใน 5 สูตร (MR1–MR5) ตามลำดับ (Table 1)

วิเคราะห์สมบัติทางเคมี และสมบัติเชิงฟิสิกส์ของธัญพืชผงชงดื่มทั้ง 4 ชนิด

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของธัญพืชผงชงดื่ม ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน ตามวิธี AOAC (2000)

ค่าสี

วัดค่า L* a* และ b* ของผลิตภัณฑ์ธัญพืชผงชงดื่มจากปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ (เตรียมตัวอย่างเครื่องดื่มปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ โดยการละลายธัญพืชผงชงดื่ม 15 กรัม ในน้ำร้อนปริมาตร 150 มิลลิลิตร) ในระบบ CIE-lab scale ด้วยเครื่องวัดสี (รุ่น Color Flyer EZ ยี่ห้อ Hunter Lab, USA) โดย L* คือ ค่าความสว่าง (0-100) ค่า a* แสดงค่าความเป็นสีแดงและเขียว และค่า b* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน

ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีเชิงฟิสิกส์

โดยนำผลิตภัณฑ์ธัญพืชผงชงดื่มมาวิเคราะห์หาความสามารถในการละลายน้ำ และดัชนีการดูดน้ำ (กรัมต่อกรัม) ดัดแปลงจากวิธีของ (Anderson et al,. 1969) โดยนำตัวอย่าง 0.3 กรัม ใส่ในหลอดเซนติฟิวส์ แล้วเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex mixture) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนติฟิวส์ (ยี่ห้อ Hettich รุ่น UNIVERSAL 32, Germany) ที่ความเร็วรอบ 5,000 RPM เป็นเวลา 40 นาที นำสารละลายส่วนใสไปอบที่ 105 ℃ จนได้น้ำหนักคงที่ นำไปคำนวณหาความสามารถในการละลายน้ำของผลิตภัณฑ์ธัญพืชผงชงดื่ม ส่วนน้ำหนักตะกอนผลิตภัณฑ์ธัญพืชผงชงดื่มนำมาคำนวณค่าความสามารถในการดูดซับน้ำดังสมการที่ (1) และ (2)

$$\text{ความสามารถในการละลายน้ำ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}} \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\text{ดัชนีการดูดน้ำ (กรัม ต่อ กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}} \quad \ldots\ldots (2)$$

การทดสอบกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ของสารสกัดตามวิธีการดัดแปลงวิธีของ (Hutadilok-Towatana et al., 2006) นำธัญพืชผงชงดื่มที่เตรียมไว้แต่ละชนิดเป็นสารละลายที่สูตรต่างๆ (Table 2) ละลายในเอทานอล ที่ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมสารละลายที่ความเข้มข้น 0.2 mM ของสาร DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมกับสารที่สกัดได้จากธัญพืชผงชงดื่มที่เตรียมไว้แต่ละชนิดเป็นสารละลายดูดตัวอย่างที่ผสมแล้วนำวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 518 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีเพียงเอทานอลแทนสารละลายตัวอย่างจากธัญพืชผงชงดื่ม โดยใช้เอทานอลเป็น Blank นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหา % การดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ดังสมการที่ (3)

$$\% \text{ radical scavenging inhibition} = [(A_{control}-A_{sample})/A_{control}] \times 100 \quad \ldots\ldots (3)$$

เมื่อกำหนดให้ $A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

การประเมินคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

การศึกษาคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างธัญพืชผงชงดื่ม เตรียมธัญพืชผงชงดื่ม จากอัตราส่วนจากข้าวหักของข้าวหอมมะลิ ร่วมกับแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ แป้งถั่วเขียว แป้งลูกเดือย รวมทั้งหมด 5 สูตร (Table 1) และใช้ครีมเทียม และผงน้ำตาลหญ้าหวาน (Table 3) โดยใช้วิธี 9-Hedonic scaling point ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 50 คน เพื่อทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและการยอมรับโดยรวม วางทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ผู้โภคให้คะแนนความพึงพอใจสูงสุด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ผลด้วย One-way ANOVA Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS version 19

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จาก Table 1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบธัญพืช 4 ชนิด ได้แก่ ปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ แป้งถั่วเขียว และแป้งลูกเดือย พบว่า ข้าวหักของข้าวหอมมะลิ และ แป้งลูกเดือย มีโปรตีนสูง (14.34% และ 14.67% ตามลำดับ) และใยอาหารมาก (11.34% และ 0.68%) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jacob et al., (2024) ที่ระบุว่าลูกเดือยมีกรดอะมิโนจำเป็นสูง (โดยเฉพาะ lysine, methionine, และ cysteine) ซึ่งเสริมสร้างกล้ามเนื้อและควบคุมน้ำตาลในเลือดได้ดี ในขณะที่ แป้งถั่วเขียว มีเถ้าสูง (4.24%) มีปริมาณแร่ธาตุ (เหล็ก สังกะสี) ที่สอดคล้องกับ Zafar et al., (2023) ที่ศึกษาผลิตภัณฑ์เบเกอรีจากถั่วเขียว ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและพลังงานสูงสุดในแป้งลูกเดือย (69.57 g/100 g; 369.03 kcal/100 g) และแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ (82.72 g/100 g; 363.10 kcal/100 g) สอดคล้องกับการเป็นแหล่งพลังงานหลักของผลิตภัณฑ์ผงชงดื่ม (Table 1)

Table 2 แสดงสูตรทดลองของธัญพืชผงชงดื่มจำนวน 5 การทดลอง (MR1 - MR5) ซึ่งแปรรูปจากข้าวหักของข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ธัญพืชผงชงดื่ม ร่วมกับธัญพืชผง 3 ชนิด คือ แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ แป้งถั่วเขียว และแป้งลูกเดือย เพื่อศึกษาผลของการเพิ่มหรือลดปริมาณปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ต่อคุณภาพสมบัติเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการทดลอง MR1 ใช้ปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ 35 % ซึ่งเป็นสูตรที่มีสัดส่วนธัญพืชผสมสูงที่สุด ที่เสริมคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติทางฟังก์ชัน เมื่อเพิ่มสัดส่วนปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้เป็น 40 % การทดลอง MR2 จะลดปริมาณของธัญพืชผสมแต่ละชนิดเหลือ 20% สูตร MR3–MR5 ได้เพิ่มสัดส่วนข้าวหักของข้าวหอมมะลิอย่างต่อเนื่องเป็น 50 55 และ 60% ตามลำดับ โดยลดปริมาณของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ แป้งถั่วเขียว และแป้งลูกเดือย เหลือ 16.66 15 และ 13.33% ตามลำดับ

Table 1 Chemical properties of instant cereal drinks

Example / Chemical properties	Broken Thai Jasmine Rice Flour	Riceberry Rice Flour	Mung bean starch	Job's Tears Flour
1. Moisture (g/100 g)	10.25±0.25	5.85±0.19	8.85±0.17	10.38±0.22
2. Protein (% d.b)	14.34±0.08	6.56±0.09	12.70±0.06	14.67±0.11
3. Fat (% d.b)	3.10±0.02	0.66±0.02	1.18±0.05	3.53±0.06
4. Dietary Fiber (% d.b)	11.34±0.22	2.76±0.05	1.97±0.02	0.68±0.05
5. Ash (% d.b)	2.43±0.02	1.45±0.04	4.24±0.23	1.17±0.02
6. Carbohydrates	58.54±1.33	82.72±1.41	62.50±1.25	69.57±1.25
7. Energy (kcal/100g)	319.42±0.9	363.10±1.02	340.07±1.12	369.03±1.12

Note: The experiment was performed in 3 replicates, and the experimental values were reported as the mean ± standard deviation.

Table 2 Experimental formula for processing Thung Kula Rong Hai jasmine rice to develop into a powdered cereal drink product

formula	Jasmine Rice Brokens (Thung Kula Ronghai) (%)	Riceberry Rice Flour (%)	Mung bean starch (%)	Job's Tears Flour (%)
MR 1	35	21.66	21.66	21.66
MR 2	40	20	20	20
MR 3	50	16.66	16.66	16.66
MR 4	55	15	15	15
MR 5	60	13.33	13.33	13.33

Note: The experiment was repeated three times to report the experimental values as the measured average.

จาก Table 3 พบว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่มสูตร MR1–MR5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่า L* อยู่ระหว่าง 76.67–86.75 โดยสูตร MR5 มีค่าความสว่างสูงสุด ขณะที่ MR4 และ MR1 ต่ำสุด การเพิ่มสัดส่วนปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตสูง ช่วยเพิ่มความสว่างของสี แต่ลดค่า a* หรือโทนสีแดงลง และเพิ่มค่า b* หรือโทนสีเหลืองมากขึ้น จาก 25.66 ในสูตร MR1 เป็น 28.96 ในสูตร MR3 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อนและสว่างมากขึ้น เหมาะต่อการพัฒนาเครื่องดื่มธัญพืชที่เป็นเครื่องดื่มฟังก์ชันนอลเพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคยอมรับ

Table 3 Average L*, a*, b* values of instant cereal dink products

Experimental formula	Physical properties of instant cereal drink products		
	L*	a*	b*
MR 1	77.077 ± 0.040^{c}	8.133 ± 0.009^{a}	25.663 ± 0.040^{d}
MR 2	78.947 ± 0.257^{b}	6.070 ± 0.010^{b}	27.003 ± 0.136^{c}
MR 3	77.077 ± 0.040^{c}	5.187 ± 0.015^{c}	28.047 ± 0.012^{b}
MR 4	76.673 ± 0.257^{d}	4.697 ± 0.012^{d}	28.967 ± 0.021^{a}
MR 5	86.758 ± 0.345^{a}	5.187 ± 0.015^{c}	28.047 ± 0.012^{b}

Note: The experiment was conducted with 3 replicates to report the experimental values as the mean ± standard deviation. The vertical means of the same group followed by different letters were statistically significantly different ($p \leq 0.05$). The means were compared using Duncan's New Multiple Range Test - Ns (non-significant) means there was no statistical difference ($p > 0.05$). The means were compared using Duncan's New Multiple Range Test.

Table 4 The liking scores of 5 experimental formulas of instant cereal drink products

Evaluation of preferences	MR 1	MR 2	MR 3	MR 4	MR 5
1. Color	7.23±0.73^{a}	7.100±0.71^{ab}	7.230±0.73^{a}	6.680±0.71^{b}	6.77±0.77^{b}
2. Odor	7.30±0.75^{a}	7.400±0.57^{c}	7.300±0.75^{a}	6.750±0.61^{b}	6.420±0.65^{b}
3. Taste	7.77±0.43^{a}	6.500±0.74^{b}	7.680±0.43^{a}	6.440±0.60^{b}	6.500±0.71^{b}
4. Clarity	7.90±0.66^{a}	7.900±0.71^{a}	7.900±0.66^{a}	6.560±0.51^{b}	6.450±0.56^{b}
5. Overall Acceptability	7.40±0.62^{a}	7.100±0.76^{a}	7.400±0.62^{a}	6.460±0.34^{b}	6.520±0.66^{b}

Note: The horizontal means of the same group followed by different letters are statistically significantly different. (p≤0.05) The means were compared using the Duncan's New Multiple Range Test - Ns (non-significant) means there is no statistical difference (p>0.05). The means were compared using the Duncan's New Multiple Range Test.

ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่ม 5 สูตร (MR1–MR5) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตร MR1–MR3 ซึ่งมีสัดส่วนข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ 35–50% ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในทุกด้าน อยู่ในระดับ “ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง” ขณะที่สูตร MR4–MR5 ซึ่งเพิ่มข้าวหอมมะลิเป็น 55–60% ให้คะแนนลดลง เนื่องจากสีผลิตภัณฑ์ชีดและเหลืองเด่นเกินไป ผลสอดคล้องกับค่าสี L*, a*, b* ใน Table 3 ด้านกลิ่นและรสชาติ สูตร MR1–MR3 มีกลิ่นธัญพืชหอมอ่อนและรสกลมกล่อม จากการผสมข้าวไรซ์เบอรี่ ถั่วเขียว และลูกเดือยในสัดส่วนสมดุล สอดคล้องกับ Table 1 ที่ระบุว่าข้าวหอมมะลิมีคาร์โบไฮเดรตและใยอาหารสูง ช่วยสร้างรสหวานธรรมชาติและกลิ่นเฉพาะของธัญพืชที่ผู้บริโภคยอมรับได้ดีที่สุด แสดงตัวอย่างลักษณะของเครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่มจากปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ทั้ง 5 สูตร (Figure 1)



Figure 1 Instant cereal drink of 5 formula

การศึกษานี้ที่สูตร MR1– MR3 ให้คุณภาพทั้งเชิงประสาทสัมผัสและโภชนาการที่สมดุลที่สุด ดังนั้นการออกแบบสูตรผงชงดื่มที่ใช้ปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ในระดับ 35–50% ร่วมกับธัญพืชผงอื่นๆ เป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเครื่องดื่มฟังก์ชันนัลที่ตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภค ทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ ความข้นใส และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มดังกล่าว (Table 4)

Table 5 Chemical composition and Physical properties of MR 3 formula instant cereal drink powder

Chemical properties	MR3
1. Moisture (% db)	10.25±0.11
2. Ash content (% db)	4.33±0.30
3. Fat content (% db)	4.78±0.12
4. Protein content (% db)	14.35±0.11
5. Total phenolic content (mg GAE/g sample)	228.56±0.09
6. Antioxidant activity by DPPH method (μmol TE/g)	129.140±0.06
7. Free water content (a_w)	0.45±0.04
Physical properties	**MR3**
8. Lightness (L*)	77.11±0.05
9. Red and Green (a*)	5.19±0.05
10. Yellow and Blue (b*)	28.05±0.01
11. Primary Color Angle (^{o}Hue)	1.04±0.01
12. % Solubility (WSI)	68.59±0.10
13. Water absorption index (WAI, g/g)	4.06±0.01

Note: The experiment was performed in 3 replicates, and the experimental values were reported as the mean ± standard deviation.

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่มจากปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ทุ่งกุลาร้องไห้ สามารถให้คุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่น รสชาติ และคุณสมบัติฟังก์ชันที่เหมาะสมคือสูตรที่ 3 (MR3) (Figure 2) เมื่อผสมกับธัญพืชอื่นในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยที่อัตราส่วนของสูตรที่ใช้ข้าวหอมมะลิในระดับ 35–50% (MR1–MR3) แสดงคุณภาพโดยรวมดีที่สุด ทั้งในด้านค่าสีที่สว่าง (L*) สูง ค่าความเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น และค่า a* ลดลง สอดคล้องกับงานของ Chuchird et al. (2024) ที่รายงานว่าการเพิ่มข้าวหอมปทุมธานีในระดับปานกลางช่วยเพิ่มค่าความสว่างและความชอบของผลิตภัณฑ์ instant beverage เช่นเดียวกับ Oliveira et al. (2026) และ Yamuangmorn & Prom-U-Thai (2021) พบว่าการลดปริมาณข้าวสีซึ่งมี anthocyanin สูงช่วยเพิ่มโทนสีแดงม่วงของผลิตภัณฑ์ได้

สูตร M3 ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชผงชงดื่มที่พัฒนาจากปลายข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ มีความชื้นเท่ากับ 10.25% และค่า water activity (a_w) เท่ากับ 0.45 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แสดงถึงความคงตัวและอายุการเก็บรักษาที่ดี ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเถ้า 4.33 ± 0.30% บ่งบอกถึงปริมาณแร่ธาตุจากข้าวหักจากข้าวหอมมะลิในระดับสูง สารสำคัญพบว่า Total Phenolic Content (TPC) มีค่าสูงถึง 228.56mg GAE/g และมีสาร DPPH antioxidant activity 129.140 μmol TE/g Trolox equivalent/g แสดงถึงศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่โดดเด่น ปริมาณสารฟีนอลลิกและสารต้านอนุมูลอิสระได้ดี นอกจากนี้ สูตร M3 มีลักษณะสีผงอ่อน (L* = 92.45) โทนเหลืองนวล (a* = 1.20, b* = 11.89) ซึ่งเป็นสีธรรมชาติของข้าวและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สอดคล้องกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่สูตรสีอ่อนให้คะแนนความชอบสูงสุดใน Table 5 และอีกทั้ง % ค่าการละลาย (WSI) เท่ากับ 68.59±0.10 และค่าดัชนีการดูดน้ำกลับเท่ากับ 4.06±0.01 และสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี (Table 5) กับคุณสมบัติฟังก์ชันและภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์



Figure 2 Instant cereal drink, formula 3 (MR3)

ด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตร MR1–MR3 ให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ทั้งด้านสี กลิ่น และรสชาติ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Mishra et al. (2023) และ Jabeen et al. (2024) ที่ยืนยันว่าการผสมข้าวกับพืชตระกูลถั่วในสัดส่วนสมดุลสามารถเพิ่มรสกลมกล่อมและความยอมรับของผู้บริโภคได้ ขณะที่สูตรที่มีอัตราส่วนการใช้ข้าวหอมมะลิสูงเกินไป (MR4–MR5) มีสีซีดและกลิ่นลดลง ทำให้คะแนนลดลง ผลนี้ยังสนับสนุนโดย Yadav et al. (2024) ซึ่งรายงานว่าปัจจัยด้านสี กลิ่น และความเข้มข้นมีผลโดยตรงต่อการยอมรับโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวพร้อมชง นอกจากนี้ สูตร M1 จาก Table 5 ซึ่งมีค่าความชื้นต่ำ (3.52%) และค่า a_w 0.448 อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย แสดงถึงศักยภาพด้านการเก็บรักษาได้ดี โดยมีค่า TPC 220.56 mg GAE/g และ DPPH 29.14 μmol TE/g แสดงถึงความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Rittisak et al. (2022) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์จากข้าวไรซ์เบอรี่และข้าวกล้องมีสารฟีนอลลิกสูงและคงค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระหลังอบแห้ง นอกจากนี้ ค่าความสว่าง (L* = 92.45) ของสูตร MR3 สอดคล้องกับแนวทางของ Mishra et al. (2023) ที่ระบุว่าการปรับสัดส่วนข้าวขาว–ข้าวสีช่วยให้สีผลิตภัณฑ์สว่างขึ้นและเพิ่มความชอบของผู้บริโภค

โดยสรุป การใช้ปลายข้าวหอมมะลิในระดับปานกลางร่วมกับธัญพืชผสมในสัดส่วนที่สมดุล คือ สูตร MR3 ที่มี ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางกายภาพ และด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ และยังคงคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม เหมาะต่อการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มธัญพืชฟังก์ชันพร้อมชงในระดับอุตสาหกรรมเครื่องดื่มในกลุ่มเครื่องดื่มเพื่ออสุขภาพที่ได้จากโปรตีนพืช

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับจัดสรรงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) โดยผ่านความเห็นชอบจากมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ตลอดจนกลุ่มเป้าหมาย และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและข้อเสนอแนะจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

AOAC International. (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (17th ed.).

Chuchird, P., Pattarathitiwat, P., & Pongprajak, A. (2024). Formulation and evaluation of physical, chemical and sensory properties of instant functional beverage powder containing Pathum Thani fragrance rice, soy protein and milk powder. Food Research, 8(3), 394-401. https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(3).319

Hutadilok-Towatana, N., Chaiyamutti, P., Panthong, K., Mahabusarakam, W., & Rukachaisirikul, V. (2006). Antioxidative and free radical scavenging activities of some plants used in Thai folk medicine. Pharmaceutical Biology, 44(3), 221-228. https://doi.org/10.1080/13880200600685592

Jabeen, R., Mehmood, S., & Ahmad, R. (2024). Development of germinated brown rice-based novel functional beverage enriched with **γ**-aminobutyric acid: Nutritional and bio-functional characterization. *Foods*, *13*(8), 1282. https://doi.org/10.3390/foods13081282

Jacob, J., Krishnan, V., Antony, C., Bhavyasri, M., Aruna, C., Mishra, K., Nepolean, T., Satyavathi, C. T., & Visarada, K. B. R. S. (2024). The nutrition and therapeutic potential of millets: an updated narrative review. *Frontiers in nutrition*, *11*, 1346869. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1346869

Mishra, S., Singh, R., Upadhyay, A., Mishra, S., & Shukla, S. (2023). Emerging trends in processing for cereal and legume-based beverages: A review. Future Foods, 8, 100257. https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100257

Oliveira, A. P. de, T. M. R. de Albuquerque, and E. L. de Souza. 2026. " Deciphering Pigmented Rice Varieties as Sustainable and Unexplored Valuable Sources of Bioactive Components With Health-Related Properties and Technological Applications—A Systematic Review." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 25, no. 1: e70355. **https://doi.org/10.1111/1541-4337.70355**

Parnsakhorn, S., & Langkapin, J. (2021). Effects of processing and heating on antioxidant activity and quality of Riceberry malted beverage. *Thai Science and Technology Journal*, *29*(1), 119–133. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/223383

Rittisak, S., Charoen, R., Choosuk, N., Savedboworn, W., & Riansa-ngawong, W. (2022). Response Surface Optimization for Antioxidant Extraction and Attributes Liking from Roasted Rice Germ Flavored Herbal Tea. *Processes*, *10*(1), 125. https://doi.org/10.3390/pr10010125

Seth, D. (2021). Chemical and functional evaluation of Burma black rice based instant beverage Mix (BBIBM). *Pharma Innovation*,*10*(7),931-937. https://www.thepharmajournal.com/archives/2021/vol10issue7/PartL/10-6-226-963.pdf

Yadav, G. P., Kumar, D., Dalbhagat, C. G., & Mishra, H. N. (2024). A comprehensive review on instant rice: Preparation methodology, characterization, and quality attributes. *Food Chemistry Advances*, *4*, 100581. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100581

Yamuangmorn, S., & Prom-U-Thai, C. (2021). The Potential of High-Anthocyanin Purple Rice as a Functional Ingredient in Human Health. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *10*(6), 833. https://doi.org/10.3390/antiox10060833

Zafar, S. H., Umair, M., & Akhtar, M. (2023). Nutritional evaluation, proximate and chemical composition of mungbean varieties/cultivars pertaining to food quality characterization. *Food Chemistry Advances*, *2*, 100160. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100160