Food Research Journal
Online ISSN: 2676-5691 Print ISSN: 2008-515X
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

# The effect of enrichment mint-flavored beverage with rice bran extract on physicochemical and rheological properties

**Seyed Ali Mirsafa Moghadam[1], Fatemeh Ghannadiasl[2]✉ and Rezvan Shaddel[2]**

[1]MSc student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
✉ Corresponding author: ghannadiasl@uma.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024-09-11
Accepted: 2025-03-08
Published: 2025-05-31

Keywords:
Rice bran extract,
Mint flavored beverage,
Physicochemical properties,
Rheological properties

ABSTRACT

**Background:** In recent years, there has been a growing interest in the production of functional beverages with health-promoting properties.
**Aims:** In this study, we investigated the effect of incorporating rice bran extract into the formulation of a mint-flavored beverage on its physicochemical and rheological characteristics, with the aim of producing a beneficial product.
**Methods:** For the control sample, mint extract (4% w/v), sugar (8.5% w/v), and citric acid (0.1% w/v) were mixed together, with water making up the remaining volume. Different treatments were prepared by replacing 5%, 10%, 15%, and 20% of the formulation water with extracted rice bran extract, while maintaining the ratio of mint extract, sugar, and citric acid.
**Results:** The results showed that with an increase in the percentage of rice bran, the specific gravity (from 1.028 to 1.032 g/cm$^3$), dry matter (from 7.86% to 8.82%), turbidity (from 80.33 to 550.33 NTU), and ash content (from 0.03% to 0.16%) increased; However, the average Brix value remained unchanged (8.5%). The average pH levels in the 10, 15, and 20% rice bran groups were significantly higher ($p < 0.05$) than those in the control and 5% rice bran groups. The addition of rice bran extract to the beverage formulation altered the ratio of shear stress to shear rate and viscosity to shear rate in the mint beverage treatments. The highest slope of the shear stress-shear velocity diagram was observed in the 20% extract sample, while the lowest slope was found in the control sample. In terms of rheological properties, the coefficient of determination ($R^2$) in the samples was close to one, indicating the suitability of the model used to describe the flow behavior. The consistency coefficient in the rice bran sample was 10% and 20% higher than that in the control group, but 5% and 15% lower than that in the control group. Notably, increasing the percentage of rice bran extract did not affect the viscosity of the samples.
**Conclusion:** Based on these results, we identified the sample containing 15% rice bran extract as the optimal percentage for a mint-flavored beverage.

CC BY NC

**Extended Abstract**

**Introduction:** Throughout the history of human civilization, food has been produced in order to provide nutrition and maintain health, and today the demand for functional food products is growing rapidly. Functional drinks have become an integral part of the global beverage market, reflecting a growing consumer trend towards health-conscious living. This shift in demand can be observed in both developed and developing countries. These beverages offer health benefits beyond basic hydration, typically containing additives like vitamins, minerals, herbs, or other bioactive compounds to support specific functions or improve health. This includes probiotic beverages, energy drinks, high protein drinks, meal replacement beverages, antioxidant-rich, fruit, and vegetable beverages. The market for these beverages has expanded dramatically, leading manufacturers to innovate and create diverse products that cater to these desires. The selection of active ingredients, production process, storage stability, as well as sensory properties of the developed functional beverage is important for consumer acceptability and market trend. Therefore, these beverages are one of the core areas of research and development among various functional foods.

The mint family, known scientifically as *Lamiaceae*, ranks among the ten largest plant families globally. Many plants of this family include a diverse range of plants often revered for their aromatic properties and potential health benefits. Members of the *Lamiaceae* family, such as peppermint, spearmint, and various herbs like basil, thyme, and rosemary, are popular in culinary traditions worldwide. This family include a wide range of plant chemicals such as monoterpenoids, triterpenoids, sesquiterpenoids, phytosterols, flavonoids, organic acids, lignins, glycosides, alcohols and aldehydes, each contributing unique characteristics and potential benefits.

The rice milling process provides important residue, mainly rice bran, which is used as a raw material for the extraction of oil in the rice bran oil industry. In another realm of plant utility, byproducts from the rice milling process emerge as valuable resources rich in nutrients and bioactive compounds. These byproducts, often considered waste, retain essential ingredients such as dietary fibers, vitamins, and minerals that offer numerous health benefits. Rice bran protein is a hypoallergenic and high-quality protein that could be useful in dietary supplementation. These byproducts consist of 50% carbohydrates (mainly starch), 20% fat, 15% protein, and 15% dietary fiber, predominantly insoluble fiber. Incorporating these rice milling byproducts into food products not only enhances their nutritional profile but also promotes sustainability by minimizing waste. Hence, the primary objective of this research is to investigate the efficacy of incorporating rice bran extract into mint-flavored beverage formulations and examine its physico-chemical and rheological properties for the development of a functional product.

**Material and methods:** To incorporate rice bran extract into the mint-flavored beverage formulation, Hashemi rice bran from Giltaz Gilan Company was utilized. The rice bran extract was obtained by subjecting it to subcritical water at 120 degrees Celsius for 15 minutes in an autoclave (Mac-5500 model of EYELA Company, Japan). For this purpose, first, rice bran was mixed with water in proportion (20% by weight/volume) and poured into an Erlenmeyer flask and transferred to an autoclave. After the desired time has passed, in order to separate the bran from the obtained extract, first the contents of Erlen were poured into the test tubes and the scum was separated from the extract, using a Gerber centrifuge (Nova-safety 3670-4992 model, Gerber Company, Germany). Then, the remaining particles were separated from the extract by pouring the extract into test tubes using a centrifuge (EBA 8s, Hettich model, Germany) at 4000 rpm for 20 minutes in three steps. Finally, the resulting clear extract was stored in the refrigerator. For the control sample, mint extract (4% w/v), sugar

(8.5% w/v), and citric acid (0.1% w/v) were mixed together, with water making up the remaining volume. Different treatments were prepared by replacing 5%, 10%, 15%, and 20% of the formulation water with extracted rice bran extract, while maintaining the ratio of mint extract, sugar, and citric acid. Pectin gum (0.1%) was added to enhance uniformity and prevent two-phase separation. The samples were pasteurized at 85 degrees Celsius for 20 minutes using a bain-marie (model DIN EN 60629-IP20, Memmert company, Germany), then stored in 200 ml glass bottles at 4 degrees Celsius for three months. After preparing the beverages, their physico-chemical characteristics (specific gravity, dry matter, soluble solids, ash, pH, and antioxidant properties), and rheological properties were analyzed and compared. Specific gravity was measured with a pycnometer following Iranian national standard No. 2685, while ash, dissolved solids and dry matter were measured according to Iranian national standards No.2685. Turbidity was assessed using reference tubes according to the national standard of Iran (No. 22449-2). pH was measured using a pH meter (Metrohm model 827 pH lab, Switzerland), and rheological characteristics were evaluated with a rheometer device equipped with a 26.65 mm diameter cylindrical spindle. Experiments were performed in triplicate, and the significant differences between means were analyzed using one-way ANOVA and duncan tests (SPSS, version 16).

**Results and discussion:** The results indicated that increasing the percentage of rice bran resulted in higher levels of dry matter, specific gravity, turbidity, and ash content, and their values were 8.82 (% weight), 1.032, 550.32 (NTU), and 0.160 (mg/100 ml) in the treatment of 20% rice bran, respectively. However, the average Brix value remained constant, and they are within the permissible range (≥11) based on the Iranian national standard No. 23107. The average pH levels in the groups with 10%, 15%, and 20% rice bran were significantly higher ($p < 0.05$) than those in the control and 5% rice bran groups, which could be due to the presence of buffer compounds in the rice bran extract. Despite the increase of up to 20% of rice bran extract, its effect on pH was not to the extent that it deviated from the Iranian national standards limits. The highest consistency coefficient was related to the sample containing 10% of rice bran extract (0.0037±0.0001 ($mPa.S^n$)). By increasing the percentage of rice bran extract, the viscosity of the samples did not change. The inclusion of rice bran in the beverage formulation changed the ratio of shear stress to shear rate and viscosity to shear rate in the mint beverage treatments. The highest slope of the shear stress-shear velocity graph was seen in the 20% extract sample, while the lowest slope was in the control sample. The coefficient of determination ($R^2$) in the samples was less than one (range: 0.81-0.99), indicating that the model used to describe the flow behavior was appropriate. The highest and the lowest $R^2$ was related to 15% extract and the control sample, respectively. The consistency coefficient in the rice bran extract sample was 10% and 20% higher than that in the control group, but 5% and 15% lower than that in the control group. Importantly, increasing the percentage of rice bran extract did not impact the viscosity of the samples. Based on these findings, we determined that the sample with 15% rice bran extract was the ideal percentage for a mint-flavored beverage.

**Conclusion:** Based on the results obtained, rice bran extract can be considered a suitable additive for creating a functional mint-flavored beverage. This beverage exhibits favorable physicochemical and rheological properties, making it commercially viable for producing fortified, healthy drinks in the food industry. To further optimize the quality of the final product, we suggest incorporating various extraction and purification techniques such as ultra-sonication to enhance transparency and reduce turbidity in the extract. By implementing these methods, manufacturers can ensure a more visually appealing and superior-grade product that

meets consumer preferences and standards of excellence.

پژوهش‌های صنایع غذایی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۵۶۹۱ ، شاپا چاپی ۲۰۰۸-۵۱۵x
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

# تاثیر غنی سازی نوشیدنی طعم نعناع با عصاره سبوس برنج بر ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و رئولوژیکی

سید علی میرصفا مقدم[۱]، فاطمه قنادی اصل[۲] ✉ و رضوان شاددل[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

✉ مسئول مکاتبه: ghannadiasl@uma.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
علمی پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۳/۶/۲۱
پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸
انتشار: ۱۴۰۴/۳/۱۰

کلید واژه:
عصاره سبوس برنج، نوشیدنی با طعم نعناع، ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی، ویژگی-های رئولوژیکی

چکیده

**زمینه مطالعاتی:** در سال‌های اخیر، علاقه به تولید نوشیدنی‌های عملکردی با خواص سلامتی‌بخش افزایش یافته است.

**هدف:** در این مطالعه، ما تأثیر ترکیب عصاره سبوس برنج در فرمولاسیون یک نوشیدنی با طعم نعناع را بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی آن، با هدف تولید یک محصول فراسودمند، بررسی کردیم.

**روش کار:** به منظور تهیه نمونه شاهد ابتدا عصاره نعناع (٤ درصد وزنی/حجمی) با شکر (۸/۵ در صد وزنی/حجمی) و اسید سیتریک (۰/۱ درصد وزنی/حجمی) مخلوط گردیده و مابقی با آب به حجم رسانده شد. برای تهیه سایر تیمارها نسبت عصاره نعناع، شکر و اسید سیتریک ثابت مانده و میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد از آب فرمولاسیون با عصاره سبوس برنج استخراجی جایگزین گردید.

**نتایج:** نتایج نشان داد با افزایش درصد سبوس برنج، وزن مخصوص (از ۱/۰۲۸ به ۱/۰۲۳ $g/cm^3$)، ماده خشک (از ۷/۸٦٪ به ۸/۸۲٪)، کدورت (از ۸۰/۳۳ به ۵۵۰/۳۳ NTU) و خاکستر (از ۰/۰۳٪ به ۰/۱٦٪) افزایش یافت، اما میانگین بریکس تغییری نکرد (۸/۵ ٪). میانگین pH در گروه سبوس برنج ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد نسبت به گروه شاهد و سبوس برنج ۵ درصد به طور معنی‌داری ($p<0/05$) بیشتر بود. افزودن عصاره سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی سبب ایجاد تفاوت در نسبت تنش برشی به سرعت برشی و ویسکوزیته به سرعت برشی درتیمارهای نوشیدنی نعناع گردید. بیشترین شیب نمودار تنش برشی- سرعت برشی مربوط به نمونه ۲۰ درصد عصاره و کمترین شیب نیز مربوط به نمونه شاهد بود. در زمینه ویژگی‌های رئولوژیک، ضریب تبیین ($R^2$) در نمونه‌ها نزدیک به یک بود که نشان از مناسب بودن مدل مورد استفاده برای بیان رفتار جریان بود. ضریب قوام در نمونه سبوس برنج ۱۰ و ۲۰ درصد بیشتر از گروه شاهد بود. اما در سبوس برنج ۵ و ۱۵ درصد نسبت به گروه شاهد کمتر بود. با افزایش درصد عصاره سبوس برنج، ویسکوزیته نمونه‌ها تغییری نکرد.

**نتیجه گیری کلی:** در مجموع نمونه حاوی ۱۵ درصد عصاره سبوس برنج به عنوان درصد بهینه عصاره سبوس برنج در نوشیدنی با طعم نعناع شناخته شد.

**مقدمه**

امروزه تولید محصولات غذایی فراسودمند به سرعت در حال رشد است (میسرا و همکاران،۲۰۲۱). یک نوشیدنی فراسودمند مزایای سلامتی خاصی را فراتر از هیدراتاسیون اولیه دارد. معمولاً حاوی مواد افزودنی مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی، گیاهان یا سایر ترکیبات فعال زیستی است که برای حمایت از یک عملکرد خاص یا بهبود سلامت در نظر گرفته شده است (گوپتا و همکاران،۲۰۲۳). محصولات لبنی غنی شده (مارتینز و همکاران، ۲۰۱۸)، غلات غنی شده (تولوه و سیموناتو، ۲۰۲٤) و تخم‌مرغ‌های غنی شده (تیان و همکاران، ۲۰۲۲) نمونه‌هایی از غذاهای فراسودمند هستند .به نظر می‌رسد به دلیل تمایل بیشتر مصرف کنندگان به سلامت، نوشیدنی‌های فراسودمند بخش جدا نشدنی‌ای از تقاضای جمعیت جهان باشد (علاء الدینا و همکاران، ۲۰۱۷). انتظار می‌رود بازار تجارت این نوشیدنی‌ها در سال ۲۰۲٤ به ۲۰۸/۱۳ میلیارد دلار افزایش یابد. نیازی به توضیح نیست که تولید و توسعه نوشیدنی‌های فراسودمند فرآیند پیچیده‌ای بوده و انتخاب مواد اولیه، روش‌های پردازش و ذخیره‌سازی و ویژگی‌های حسی نقش مهمی در پذیرش نهایی محصول دارند (جلیلیان، ۱۳۹۵).

خانواده نعناع یا *Lamiaceae* یکی از ده خانواده بزرگ گیاهی هستند. در این خانواده ۲۳٦ جنس و ٦۹۰۰ تا ۷۲۰۰ گونه وجود دارد که در نقاط مختلف دنیا پراکنده شده‌اند (کارپینسک۲۰۲۰). شناخته شده‌ترین اعضای این خانواده آویشن، نعناع، پونه کوهی، ریحان، مریم گلی، مرزه و رزماری هستند. این خانواده شامل طیف وسیعی از مواد مانند مونوترپنوئیدها، تری ترپنوئیدها، سسکویترپنوئیدها، فیتواسترول‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای آلی، لیگنین‌ها، گلیکوزیدها، الکل‌ها و آلدئیدها می‌باشد (بندیف، ۲۰۲۱).

مطالعات قبلی نشان داده است که محصولات جانبی حاصل از فرآیند آسیاب کردن برنج هنوز حاوی انواع مختلفی از مواد مغذی و ترکیبات زیست فعال هستند که اثرات مفیدی بر سلامتی دارند (ساپواروبول و همکاران، ۲۰۲۱). سبوس برنج به عنوان یک محصول جانبی، عمدتاً از فیبر غذایی (۳۳/۳٪–۲۰/۵٪)، نشاسته (۲٦/۷٪–۱٦/۱٪)، پروتئین (۱۸/٦٪–۱۳/۲٪)، چربی (۲۲/۹٪ – ۹/۵٪) و خاکستر (۱۳/۹٪ – ۹/۲٪)تشکیل شده است (لیو و همکاران، ۲۰۲۱). فعالیت آنتی اکسیدانی، ضد فشار خون، ضد دیابتی و کاهش دهندگی چربی پروتئین سبوس برنج شناخته شده است (سوهای و همکاران، ۲۰۱۷). این ماده حاوی مقادیر زیادی گاما اوریزانول است که یک فیتوسترول مقاوم به حرارت می‌باشد و به همین دلیل خواص آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به توکوفرول‌ها نشان می‌دهد. فرولیک اسید ترکیب مهم دیگر در برنج است که شبیه لسیتین سویا عمل کرده و با دادن هیدروژن به رادیکال‌های آزاد آن‌ها را خنثی می‌کند (فاکسین و همکاران، ۲۰۰۹).

استفاده از سبوس برنج برای تولید نوشیدنی‌های سالم مورد تاکید قرار گرفته است(ایسارا و راودکوئن، ۲۰۱٦). در مطالعه‌ای از سبوس برنج برای تولید نوشیدنی ارگانیک استفاده گردید. محصول به دست آمده منبعی مناسب از اسیدهای چرب غیر اشباع و مواد معدنی و اسیدهای آمینه ضروری بود (فاکسین و همکاران، ۲۰۰۹). در مطالعه دیگر، استفاده از آب مادون بحرانی برای استحصال ترکیبات مفید سبوس برنج، موجب تولید اسیدهای آمینه‌ی ضروری و غیرضروری در فاز آبی شد (پورالی ، ۲۰۱۰). مطالعه‌ای نشان داد که با استفاده از عصاره سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی پرتقال می‌توان یک نوشیدنی کاربردی جدید با ارزش غذایی بالاتر از آب پرتقال معمولی تولید کرد(رئیسی و همکاران، ۱۳۹۱). از دیگر تحقیقات انجام شده می‌توان به تولید نوشیدنی کیوی فراسودمند حاوی سبوس برنج (امیری و همکاران، ۱۳۹٤) و نوشیدنی انگور قرمز غنی سازی شده با عصاره سبوس برنج (رئیسی و همکاران، ۱۳۹۲) اشاره کرد. در مطالعه‌ای دیگر اثرات عصاره سبوس برنج (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و عسل بر خواص میکروبی، شیمیایی و حسی نوشیدنی پروبیوتیک مورد بررسی قرار گرفت و بنا به نتایج استفاده از این مواد برای تولید نوشیدنی حاوی لاکتوباسیلوس کازئی به عنوان یک نوشیدنی ارزشمند پیشنهاد شد(حاتمی و همکاران، ۲۰۲۱). در پژوهشی تولید نوشیدنی لبنی تخمیری پروبیوتیک حاوی بیفیدوباکتریوم بیفیدوم، لاکتوباسیلوس کازئی و عصاره سبوس

برنج مورد بررسی قرارگرفت. مطابق با نتایج، عصاره سبوس برنج در حضور باکتری‌های پروبیوتیک به عنوان پری‌بیوتیک عمل نمود و این محصول به عنوان یک ماده غذایی فراسودمند در نظر گرفته شد(حمدانی و عزیزخانی، ۲۰۲٤).

با توجه به سهم عمده سبوس تولیدی در کشور و با مد نظر قرار دادن پتانسیل سبوس برنج، توجه به این فراورده در جهت استفاده از آن در صنایع غذایی به خصوص غذاهای فراسودمند مفید به نظر می‌رسد (رئیسی و همکاران، ۱۳۹۲). از این رو، در این مطالعه، استفاده از عصاره‌ی سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی با طعم نعناع و بررسی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و رئولوژیکی آن به منظور تولید یک محصول فراسودمند مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

### عصاره‌گیری از سبوس برنج

به منظور استفاده از عصاره سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی با طعم نعناع، از سبوس برنج هاشمی تولیدی شرکت گیلتاز گیلان استفاده شد. استخراج عصاره سبوس برنج با استفاده از آب مادون بحرانی در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه و در اتوکلاو (مدل MAC-5500 شرکت EYELA ساخت ژاپن) انجام گردید. بدین منظور، ابتدا سبوس برنج به نسبت ۲۰ درصد وزنی/حجمی با آب مخلوط و در ارلن ریخته شده و به اتوکلاو منتقل گردید (رئیسی و همکاران، ۱۳۹۱). پس از طی شدن زمان مورد نظر به منظور جداسازی سبوس از عصاره به دست آمده، ابتدا محتویات ارلن درون لوله‌های آزمایش ریخته شد و با استفاده از سانتریفیوژ ژربر (مدل Nova- safety 3670-4992 شرکت ژربر ساخت آلمان) تفاله‌ها از عصاره جداسازی شد. سپس در سه مرحله با ریختن عصاره در لوله‌های آزمایش و با استفاده از سانتریفیوژ (مدل EBA 8s شرکت Hettich ساخت آلمان) با دور ٤۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه، ذرات باقیمانده از عصاره جدا شد. در نهایت عصاره شفاف حاصل در یخچال نگهداری شد.

### تهیه نوشیدنی با طعم نعناع با استفاده از عصاره سبوس برنج

به منظور تهیه نمونه شاهد ابتدا عصاره نعناع (٤ درصد وزنی/حجمی) با شکر (۸/۵ در صد وزنی/حجمی) و اسید سیتریک (۰/۱ درصد وزنی/حجمی) مخلوط گردیده و مابقی با آب به حجم رسانده شد. برای تهیه سایر تیمارها نسبت عصاره نعناع، شکر و اسید سیتریک ثابت مانده و میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد از آب فرمولاسیون با عصاره سبوس برنج استخراجی جایگزین گردید. از صمغ پکتین (۰/۱) درصد برای ایجاد یکنواختی بیشتر و کاهش دو فاز شدن نمونه ها استفاده شد. پاستوریزاسیون نمونه‌ها با استفاده از بن ماری (مدل DIN EN 60629-IP20 شرکت Memmert، ساخت آلمان) با دمای ۸۵ درجه سانتیگراد و به مدت ۲۰ دقیقه انجام گردید. سپس نمونه‌ها در بطری‌های شیشه‌ای ۲۰۰ میلی لیتری، بسته‌بندی شده و به مدت سه ماه در دمای ٤ درجه سلیسیوس نگهداری شدند.

### اندازه‌گیری pH و اسیدیته

اندازه‌گیری pH با استفاده از pH متر (Metrohm مدل 827 pH lab ساخت سوئیس) انجام شد.

### اندازه‌گیری بریکس

اندازه‌گیری مواد جامد محلول در درجه ۲۰ درجه سلیسیوس طبق استاندارد ملی ایران (شماره ۲٦۸۵) با استفاده از رفراکتومتر مدل Atago شرکتNAR-1T ساخت ژاپن انجام شد.

### اندازه‌گیری وزن مخصوص

اندازه‌گیری وزن مخصوص با استفاده از پیکنومتر ۵۰ سی سی و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲٦۸۵ انجام شد.

### اندازه‌گیری ماده خشک

اندازه‌گیری ماده خشک با استفاده از آون (مدل POWER MIC 400 C، شرکت موسسه پزشکی پردیس ساخت ایران) و طبق استاندارد ملی ایران (شماره ۲٦۸۵) انجام شد.

### اندازه‌گیری خاکستر

اندازه‌گیری خاکستر با استفاده از کوره با دمای ۵۲۵ $^{o}C$ و طبق استاندارد ملی ایران (شماره ۲۶۸۵) انجام شد.

**اندازه‌گیری کدورت**

اندازه‌گیری ماده کدورت با استفاده از سل‌های مرجع و طبق استاندارد ملی ایران(شماره ۲-۲۱۴۴۹) انجام شد.

**آزمون رئولوژی**

بررسی ویژگی‌های رئولوژی با استفاده از دستگاه رئومتر (مدل RheolabQC شرکت Anton Paar ساخت آلمان) با اسپیندل استوانه‌ای با قطر ۲۶/۶۵ میلی‌متر انجام گردید. طول کل اسپیندل ۴۸/۳۳ میلی‌متر است که ۴۰ میلی‌متر بصورت استوانه بوده و ۸/۳۳ میلی‌متر انتهایی بصورت مخروط می‌باشد.

**تجزیه و تحلیل آماری**

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ بار تکرار انجام شد. نتایج به دست آمده با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون تعقیبی دانکن در سطح اطمینان ۵٪ از لحاظ وجود اختلاف آماری در بین نمونه‌ها و با استفاده از نرم افزار SPSSنسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل گردید.

**نتایج و بحث**

**تاثیر افزودن عصاره سبوس برنج بر pH، بریکس، وزن مخصوص، ماده خشک، خاکستر و کدورت نوشیدنی**

جدول شماره ۱، ویژگی های فیزیکی_ شیمیایی نوشیدنی نعناع حاوی عصاره سبوس برنج را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین pH نمونه‌ها نشان دهنده این است که تفاوت معنی‌داری در pH بین برخی گروه‌ها وجود دارد ($P<0/05$). هر چند تفاوت معنی داری در pH گروه شاهد و سبوس برنج ۵ درصد مشاهده نشد، میانگین آن در گروه سبوس برنج ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد نسبت به گروه شاهد و سبوس برنج ۵ درصد به طور معنی‌داری ($P<0/05$) بیشتر بود که می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات بافری در عصاره سبوس برنج باشد. با توجه به استاندارد ملی شماره ۲۳۱۰۷ که حد قابل پذیر pH را بین ۲/۵ تا ۴/۱ معین نموده است، علیرغم افزایش تا ۲۰٪ عصاره سبوس برنج در نمونه‌های مختلف نوشیدنی تاثیر آن بر pH در حدی نبود که از حدود استاندارد خارج شود. بنابر این نوشیدنی‌های تولید شده در این پژوهش قابلیت عرضه به بازار مصرف را بر طبق استاندارد ملی ایران دارا می‌باشند.

ارزیابی میزان بریکس نشان داد که تفاوت معنی‌داری در بین گروه‌ها با غلظت‌های مختلف سبوس برنج وجود ندارد و در محدوده مجاز (≤۱۱) استاندارد ملی شماره ۲۳۱۰۷ قرار دارند. به نظر می‌رسد تیماردهی محتوای قند محلول نوشیدنی را تغییر نمی‌دهد و آن را برای ترجیحات طعم مصرف کننده ثابت نگه می‌دارد. مقایسه میانگین وزن مخصوص نمونه‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در وزن مخصوص گروه‌های مختلف نسبت به گروه شاهد وجود دارد ($P<0/05$) که منعکس کننده مواد جامد اضافه شده در نوشیدنی است و باعث افزایش وزن در واحد حجم آن می شود. اما تفاوت معنی‌داری در بین گروه‌های مختلف تیمار با یکدیگرمشاهده نشد.

**Table1. Physical and chemical properties of mint beverage containing rice bran extract**

| Variables | Control | Rice bran extract (5%) | Rice bran extract (10%) | Rice bran extract (15%) | Rice bran extract (20%) |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | 3.04±0.009 [a] | 3.10±0.05 [a] | 3.27±0.03 [b] | 3.36±0.03[bc] | 3.38±0.02 [c] |
| Brix (%) | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5% |
| Special Weight ($g/cm^3$) | 1.028±0.001[a] | 1.030±0.0003 [b] | 1.031±0.0001[b] | 1.031±0.0001[b] | 1.032±0.0001[b] |
| Dry matter (Weight %) | 7.86±0.07 [a] | 8.10±0.06 [b] | 8.22±0.27 [b] | 8.32±0.10 [b] | 8.82±0.05 [c] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ash (mg/100ml) | 0.030±0.001[a] | 0.049±0.001[b] | 0.090±0.001[c] | 0.110±0.009 [d] | 0.160±0.009 [e] |
| Turbidity (NTU) | 80.33±0.33 [a] | 191.00±1.5 [b] | 304.33±2.1[c] | 429.33±1.8 [d] | 550.33±3.3 [e] |

* The same letters indicate that there are no significant differences (p > 0.05) in each row.

بیشترین میزان ماده خشک مربـوط بـه نوشیدنی سبوس برنج ۲۰ درصد با ماده خشک ۸/۸۲ درصد می‌باشد که نسبت به گروه شاهد افزایش معناداری نشان می‌دهد. این افزایش نشان دهنده سهم فیبر، پروتئین و سایر اجزای جامد سبوس برنج است که می‌تواند به خواص عملکردی نوشیدنی کمک کند. مقایسه میانگین خاکستر نشان می‌دهد بیشترین و کمترین میزان خاکستر به ترتیب مربـوط بـه نوشیدنی سبوس برنج ۲۰ درصد و گروه شاهد می‌باشد و نشان از افزایش محتوای معدنی توسط عصاره سبوس برنج است. نتایج نشان می‌دهد بین تمام گروه‌ها در میزان کدورت تفاوت معناداری وجود دارد و با افزایش درصد سبوس برنج، میانگین کدورت افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه عصاره مورد استفاده یک سوسپانسیون پایدار بوده، در نتیجه بالاتر بودن کدورت آن نسبت به نمونه شاهد مورد انتظار است.

در مطالعه‌ای استفاده از سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی کیوی، همراه با افزایش درصد پروتئین، درصد ماده خشک، درصد چربی و درصد کربوهیدرات در مقایسه با نمونه شاهد بود. بخش عمده‌ای از ماده خشک سبوس به محتوای پروتئینی آن مربوط می‌گردد. لازم به ذکر است که قابلیت هضم پروتئین‌های سبوس برنج بالا بوده و ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد (امیری و همکاران، ۱۳۹٤). از اینرو به نظر می‌رسد به کار بردن آن در فرمولاسیون نوشیدنی نعناع موجب فراسودمندی این نوشیدنی گردد.

بررسی ترکیبات نوشیدنی با طعم نعناع با درصدهای مختلف عصاره سبوس برنج، بیانگر افزایش میانگین pH نوشیدنی نسبت به نمونه شاهد است که با یافته‌های رئیسی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد. این محققان تولید نوشیدنی پرتقال فراسودمند با استفاده از عصاره‌ی سبوس برنج را مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که با افزایش میزان عصاره در فرمولاسیون نوشیدنی پرتقال، ویژگی‌هایی همچون درصد ماده‌ی خشک، درصد خاکستر، pH و درصد رسوب افزایش یافته ولی میزان ویسکوزیته کاهش یافت (رئیسی و همکاران، ۱۳۹۱). نورلیانی و همکاران (۲۰۲۰)، کیفیت پنیر شیر بز غنی شده با سبوس برنج را در مطالعه خود بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد مقدار pH پنیر با افزودن سبوس برنج در مقایسه با پنیر بدون سبوس بیشتر بود. در مطالعه نائبی (۱۳۹۳) عصاره سبوس برنج در مقادیر صفر (نمونه کنترل)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به نوشیدنی بیدمشک افزوده شد و در طول ۳ ماه نگهداری ویژگی‌های فیزیکی-شیمیائی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد با افزایش درصد عصاره آبی سبوس برنج درصد پروتئین، چربی، ماده خشک، خاکستر، کدورت، وزن مخصوص، بریکس، pH و درصد کربوهیدرات نمونه‌ها افزایش یافت.

محتوای خاکستر شاخصی از مواد معدنی کل در یک محصول است. افزایش میانگین خاکستر در مطالعه حاضر را می‌توان به دلیل وجود موادی مانند تیـامین، نیاسین، آلومینیوم، کلر، آهن، منیزیم، فسفر، پتاسیم، سیلیسیوم، سـدیم و روی در سبوس برنج دانست (مانیلال، ۲۰۰۵) که افزایش غلظت آن در نوشیدنی‌ها منجر به افزایش خاکستر نمونه‌ها گردیده است.

**تاثیر افزودن عصاره سبوس برنج بر ویژگی‌های رئولوژیکی نوشیدنی**

پارامترهای حاصل از پردازش مدل قانون توان برداده‌های تنش برش- سرعت برش نمونه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

**Table 2. Determination of rheological parameters with power law model for mint beverage**

| Variables | Control | Rice bran extract (5%) | Rice bran extract (10%) | Rice bran extract (15%) | Rice bran extract (20%) |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficient of consistency (mPa.S$^n$) | 0.0033±0.0001$^b$ | 0.0035±0.0001$^c$ | 0.0037±0.0001$^d$ | 0.0032±0.0001$^a$ | **0.0035±0.0001$^c$** |
| $R^2$ | 0.81 | 0.86 | 0.92 | 0.99 | **0.93** |

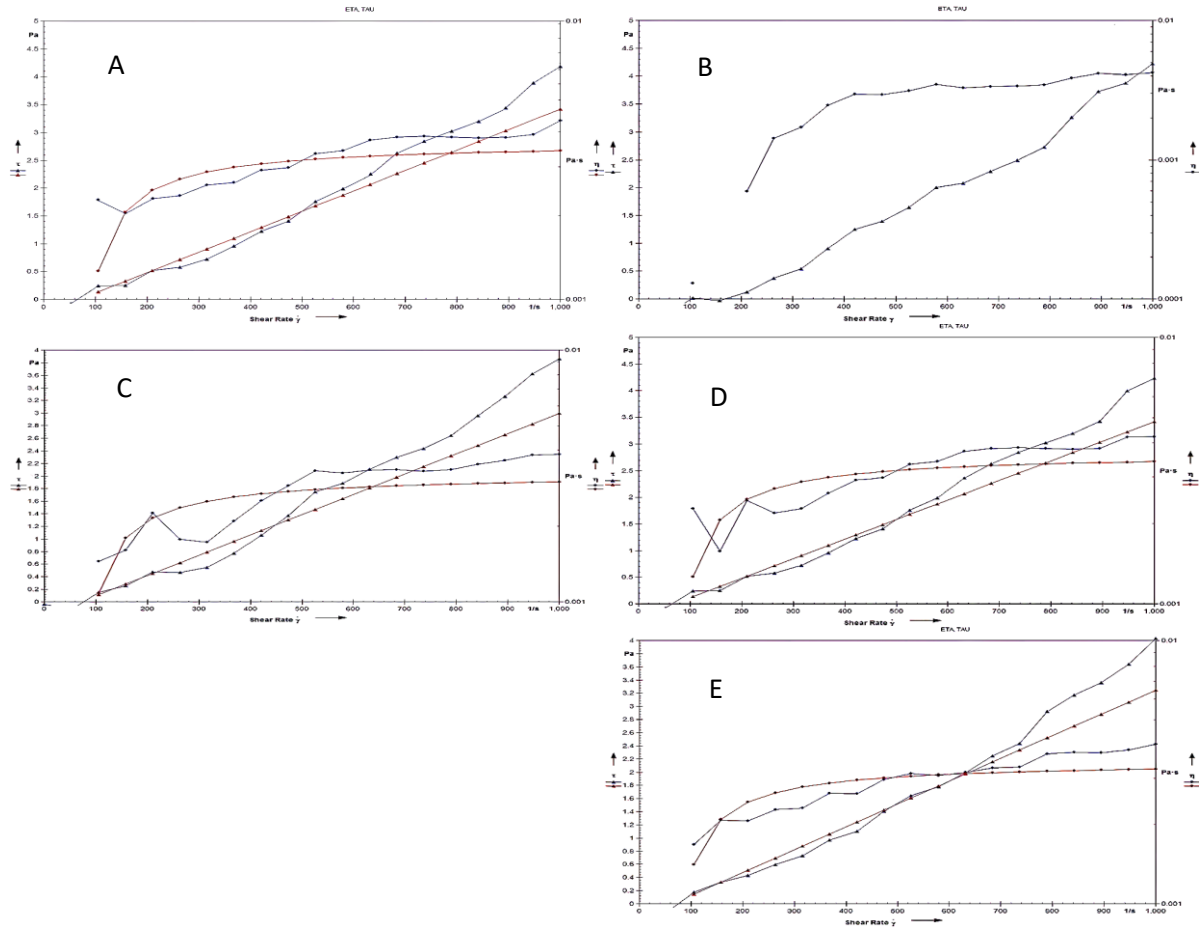


**Figure 1- Shear stress-shear velocity of mint-rice bran beverage in different treatment groups**
A: control Sample; B: rice bran extract 5%; C: rice bran extract 10%; D: rice bran extract 15%; E: rice bran extract 20%

ملاحظه می‌شود ضریب قوام در نمونه سبوس برنج ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد بیشتر از گروه شاهد می‌باشد. اما در سبوس برنج ۱۵ درصد نسبت به گروه شاهد کمتر بود. بیشترین ضریب قوام مربوط به نمونه حاوی۱۰ درصد سبوس برنج می‌باشد و بالاترین مقاومت را در برابر جریان نشان می‌دهد.

ضریب تبیین در تمامی نمونه‌ها کمتر از یک بود که نشان از مناسب بودن مدل مورد استفاده برای بیان رفتار جریان می‌باشد و نمونه حاوی ۱۵ درصد سبوس برنج پایدارترین فرمول از نظر رئولوژیکی می‌باشد. نمودار ۱ نشان می‌دهد که با افزایش درصد سبوس برنج، ویسکوزیته نمونه‌ها تغییری نکرده است. بررسی نمودارها بیانگر این است که افزودن عصاره سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی سبب ایجاد تفاوت در نسبت تنش برشی به سرعت برشی و ویسکوزیته به سرعت برشی در تیمارهای نوشیدنی نعناع می‌گردد. طبق نمودارهای نسبت ویسکوزیته -سرعت برشی، نمونه شاهد دارای بیشترین شیب بوده و با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته آن افزایش می‌یابد و نشان از رفتار غلیظ شدن برشی (Thickening Shear) است. همچنین در این نمونه

با افزایش سرعت برشی، تنش برشی بطور قابل توجهی افزایش نشان داد. بیشترین شیب نمودار تنش برشی-سرعت برشی مربوط به نمونه۲۰ درصد عصاره می‌باشد. در مطالعه رئیسی و همکاران (۱۳۹۲) افزایش مقدار عصاره سبوس برنج افزوده شده در فرمولاسیون نوشیدنی انگور قرمز موجب کاهش مقدار ضریب قوام تیمارهای نوشیدنی و افزایش اندیس جریان در آن‌ها گردید. در تمامی تیمارها میزان ضریب قوام در هر نمونه طی سه ماه یک روند افزایشی را نشان داد (رئیسی و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی افزودن عصاره سبوس برنج به آب پرتقال توسط رئیسی اردلی و همکاران (۱۳۹۲) بیانگر این بود که با افزایش مقدار عصاره سبوس برنج افزوده شده در فرمولاسیون نوشیدنی آب پرتقال مقدار ضریب قوام تیمارهای نوشیدنی کاهش یافته و اندیس جریان آن‌ها افزایش می‌یابد. افزون بر این، بررسی ضریب قوام تیمارها در طی مدت نگهداری نیز نشان دهنده این است که در ماه دوم ضریب قوام نمونه‌ها اندکی کاهش یافته و در ماه سوم دوباره افزایش می‌یابد (رئیسی اردلی و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهش بیلیو و همکاران (۲۰۲۰) اثرات فیزیکی-شیمیایی سبوس برنج در نوشیدنی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های ویسکوآنالیزور سریع نشان دهنده این بود که برنج قهوه‌ای و جوانه آن دمای چسبندگی بالاتری نسبت به برنج سفید دارند. از آنجا که دمای چسبندگی در نمونه‌های مشابه ممکن است مربوط به ژلاتینه شدن باشد، ویسکوآنالیزور سریع به کمک پروتکل پردازش جریان آزاد با استفاده از دمای کمی بالاتر از دمای قبلی برای ژلاتینه شدن راه گشای این تحقیق بود. در مطالعه رئیسی و همکاران (۱۳۹۱)، بررسی رفتار رئولوژیکی نوشیدنی پرتقال فراسودمند با استفاده از عصاره‌ی سبوس برنج، نشان دهنده این بود که همه‌ی تیمارها رفتار یک سیال روان‌شونده با برش را داشته و اندیس جریان در آنها کمتر از یک بود. افزودن عصاره سبوس برنج به فرمولاسیون نوشیدنی پرتقال ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی نمونه‌ها را دچار تغییر نمود. این محققان بر این عقیده هستند که رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها در نتیجه افزودن عصاره سبوس برنج در فرمولاسیون تغییر نموده است و از یک سیال نیوتنی به غیرنیوتنی تبدیل گردیده است. همچنین امیری و همکاران (۱۳۹٤) در بررسی تاثیر سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی کیوی گزارش نمودند که کلیه نمونه ها دارای شاخص رفتار جریان زیر یک بودند که این نشان دهنده رفتار شبه پلاستیک یا رقیق شونده با افزایش سرعت برشی است.

## نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده عصاره سبوس برنج می‌تواند به عنوان یک افزودنی در فرمولاسیون نوشیدنی فراسودمند با طعم نعناع مورد توجه قرار گیرد. این نوشیدنی با داشتن ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و رئولوژیکی مطلوب، قابلیت تجاری سازی خوبی برای تولید نوشیدنی های غنی شده سالم در صنایع غذایی دارد. در جهت کاهش کدورت و شفاف سازی بیشتر عصاره استخراجی استفاده از روش‌های مختلف در جهت عصاره‌گیری و تصفیه عصاره مانند استفاده از اولتراسونیک، پیشنهاد می‌گردد.

## References


Alauddina A, Islam J, Shirakawaa H, Koseki T, Ardiansyah A and Komai M. 2017. Rice bran as a functional food: An overview of the conversion of rice bran into a superfood/functional food. Functional Food: 291-305.

Amiri M, Tokalipour H and Ahmadi Komazani N. 2015. Investigation of physicochemical and rheological properties of functional kiwi beverage containing rice bran. Journal of Innovation in Food Science and Technology 7(3): 35-44.

Beaulieu JC, Reed SS, Obando-Ulloa JM, Boue SM and Cole MR. 2020. Green processing, germinating and wet milling brown rice (Oryza sativa) for beverages: Physicochemical effects. Foods 9(8):1016.

Bendif HH. 2021. Phytochemical constituents of Lamiaceae family. RHAZES: Green and Applied Chemistry, 11, 71-88.

Fabian C and Ju YH. 2011. A review on rice bran protein: its properties and extraction methods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 51(9): 816-827.

Faccin GL, MIOTTO LA, do Nascimento VIEIRA L, BARRETO PL and AMANTE ER. 2009. Chemical, sensorial and rheological properties of a new organic rice bran beverage. Rice Science 16(3): 226-234.

Gul K, Yousuf B, Singh AK, Singh P and Wani AA. 2015. Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre 6(1): 24-30.

Gupta A, Sanwal N, Bareen MA, Barua S, Sharma N, Olatunji OJ, Nirmal NP and Sahu JK. 2023. Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. Food Research International 170: 113046.

Hamdani A and Azizkhani M. 2024. Formulation of probiotic dairy fermented drink based containing rice bran extract. Food Research Journal 33(4):11-28.

Hatami S, Tajabadi N, Massoud R and Sharifan A. 2021. Chemical and sensorial properties of probiotic beverage based on rice bran extract and honey. Biomass Conversion and Biorefinery: 1-6.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2007. Fruit juices—Test method. No. 2685, 1st Revision

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2021. Water quality- Determination of turbidity, Part 2: Semi-quantitative methods for the assessment of transparency of waters. No. 21449-2, 1st Edition.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2022. Non-carbonated water-based flavored drink – Specifications and test methods. No. 23107, 1st Edition.

Issara U and Rawdkuen S. 2016. Rice bran: A potential of main ingredient in healthy beverage. International Food Research Journal 23(6): 2306.

Jalilian Z. 2016. Feasibility study on beverage production from Oxalis corniculata extract and conducting related tests. Doctor of Pharmacy Dissertation, Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Islamic Azad University.

Karpiński TM. 2020. Essential oils of Lamiaceae family plants as antifungals. Biomolecules 10(1): 103.

Liu Y, Zhang H, Yi C, Quan K and Lin B. 2021. Chemical composition, structure, physicochemical and functional properties of rice bran dietary fiber modified by cellulase treatment. Food Chemistry 342: 128352.

Manilal PP. 2005. Super critical fluid extraction of rice bran with adsorption on rice hull ash. Thesis of PhD. Louisiana state university and Agricultural and Mechanical College.

Martins N, Oliveira B and Ferreira IC. 2018. Development of functional dairy foods. Bioactive Molecules in Food: 1-19.

Misra S, Pandey P and Mishra HN. 2021. Novel approaches for co-encapsulation of probiotic bacteria with bioactive compounds, their health benefits and functional food product development: A review. Trends in Food Science and Technology 109: 340-351.

Naebi A. 2014. Formulation of functional musk willow beverage using rice bran extract and evaluation of its physicochemical and microbial changes during storage. Master's Thesis in Food Science and Technology, Islamic Azad University, Mamaqan Branch

Nurliyani N, Indratiningsih I, Widodo W and Wahyuni E. 2020. Quality of Goat Milk Cheese with Addition of Rice Bran Oil Ripened Using Lactobacillus casei and Streptococcus thermophilus. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak 15(1): 1-12.

Pourali O. 2010. Production of valuable materials from rice bran biomass using subcritical water. Osaka Prefecture University.

Raiesi F, Hojjatoleslami H, Razavi SH, Bahman M and Shariati MA. 2013. Investigation of rheological properties of enriched red grape beverage with rice bran extract. Iranian Food Science and Technology Research Journal 9(1): 50-60.

Raiesi F, Hojjatoleslamy M, Razavi SH, Zahedi M and Memarzade SM. 2013. Investigation of rheological properties of enriched orange drink using rice bran extract. Journal of Food Science and Technology 10(40): 117-128.

Raiesi F, Razavi H, Hojjatoleslami M and Keramat J. 2013. Production of a functional orange drink using rice-bran extract.t. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology 7(4): 45-53.

Sapwarobol S, Saphyakhajorn W and Astina J. 2021. Biological functions and activities of rice bran as a functional ingredient: A review. Nutrition and Metabolic Insights 14: 11786388211058559.

Sohail M, Rakha A, Butt MS, Iqbal MJ and Rashid S. 2017. Rice bran nutraceutics: A comprehensive review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 57(17): 3771-3780.

Tian Y, Zhu H, Zhang L and Chen H. 2022. Consumer preference for nutritionally fortified eggs and impact of health benefit information. Foods 11(8): 1145.
Tolve R and Simonato B. 2024. Fortified Cereal-Based Foodstuffs: Technological, Sensory, and Nutritional Properties. Foods 13(8): 1182.