نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد ششم، شماره دوم، ۹۳
۱۷-۳۳
http://ejfpp.gau.ac.ir

ویژگی‌های عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ایرانی

***علی‌اکبر کشاورز هدایتی[۱]، مهران اعلمی[۲] ، علی معتمد زادگان[۳]، یحیی مقصودلو[۲] و محمد قربانی[۲]**

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۲] دانشیار دانشکده علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۳] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۳

چکیده

در این مطالعه کنسانتره پروتئینی از سبوس چربی‌گیری شده حاصل از دو رقم ایرانی ندا و طارم در نظر گرفته شد. کنسانتره‌های پروتئینی از نظر ویژگی‌های عملکردی شان مانند حلالیت پروتئین، ظرفیت جذب آب و روغن، ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون، ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در ضمن بیشترین و کمترین حلالیت پروتئین به‌ترتیب در pH= ۱۰ و pH= ٤ مشاهده شده است. ظرفیت جذب آب در محدوده ۳/۷۷ تا ٤/۳۱ گرم بر گرم بود در حالی‌که ظرفیت جذب روغن در بازه ۳/۸۸ تا ٤/۰۹ گرم بر گرم قرار داشت. کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج حجم کف کمی داشتند و ظرفیت امولسیون کنندگی کنسانتره‌های پروتئینی بین ۳۰ تا ۳۷ درصد بود. نتایج این مطالعه نشان داد که سبوس برنج قابلیت استفاده به‌عنوان جزئی از فرمولاسیون غذاهای عملگر را دارد که ارزش غذایی و ویژگی‌های عملکردی فرآورده را افزایش می‌دهد.

واژگان کلیدی: کنسانتره پروتئینی، ویژگی‌های عملکردی، حلالیت، جذب آب، کف[۱]

*نویسنده مسوول: kaliakbar64@yahoo.com

مقدمه

سبوس برنج محصول جانبی حاصل از آسیاب برنج و ماده‌ای پودری و نرم است که از چندین جز شامل پوشش دانه، هسته، لایهٔ آلورون، جوانه، قسمتی از لایهٔ زیرین آلورون و آندوسپرم نشاسته‌ای تشکیل شده و غنی از پروتئین، روغن و کربوهیدرات است که عمدتا به‌منظور استخراج روغن، تغذیه دام و یا جزئی از فرآورده‌های غذایی استفاده می‌شود (هانگمونگجای و همکاران، ۲۰۰۱). سبوس برنج ۳ تا ۸ درصد از دانه برنج را تشکیل می‌دهد و حدود ۱۲–۱۵ درصد پروتئین دارد (چندی و سوگی، ۲۰۰۷).

سبوس برنج کیفیت پروتئینی خوب و قابلیت هضم بالایی دارد (مارشال، ۱۹۹۳). پروتئین سبوس برنج لایزین بیشتری نسبت به پروتئین آندوسپرم برنج یا پروتئین‌های موجود در سبوس سایر غلات دارد (جولیانو، ۱۹۸۵). همچنین می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب مناسب برای فرمولاسیون غذای کودک و جزئی از فرآورده‌های غذایی به‌کار رود (برکس و هلم، ۱۹۹٤). گزارش شده که پروتئین سبوس برنج دارای ترکیباتی ضد سرطان نیز هست (کاوامورا و مورامونو، ۱۹۹۳).

هنوز کنسانتره پروتئینی سبوس برنج به‌صورت صنعتی تولید نمی‌شود که این عامل را به مقدار زیاد اسید فیتیک (۱/۷ درصد) و فیبر نسبتا بالا نسبت می‌دهند (گوپتا و همکاران، ۲۰۰۸) و علت دیگر در عدم استقبال از کنسانتره پروتئینی سبوس برنج حلالیت بسیار کم پروتئین‌های موجود در آن می‌باشد که ناشی از وجود پیوندهای دی سولفیدی فراوان موجود در آن است (پارادو و همکاران، ۲۰۰٦). در تحقیقی گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) جهت دسترسی به کنسانتره‌های پروتئینی با حلالیت بیشتر استخراج را در بازه دمایی ۷۵–۳۰ درجه سانتی‌گراد انجام دادند و در این بین بهترین دما برای دسترسی به حداکثر حلالیت را شناسایی کردند.

جهت گسترش هر چه بیشتر فرآورده‌های حاصل از برنج، مطالعه و شناخت هر چه بیشتر ساختار و ترکیب شیمیایی آن امری بدیهی است. لذا با توجه به تولید بالای برنج در ایران و مخصوصا مناطق شمالی کشور و وجود مقدار بسیار زیاد این ماده و کاربرد بسیار کم در آن فرآورده‌های غذایی، این تحقیق با هدف شناخت ویژگی‌های عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ایرانی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

رقم‌ها: در این تحقیق ۲ رقم سبوس روغن‌گیری نشده حاصل از ارقام برنج ایرانی شامل ندا و طارم هاشمی از یکی از کارخانه‌های شالیکوبی شهرستان بابل تهیه و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ

رطوبت و هوا بسته‌بندی شد و تا انجام آزمایشات در فریزر با دمای ۱۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

ماده‌سازی نمونه‌ها: در ابتدا به‌منظور جداسازی پوسته، سبوس برنج روغن‌گیری نشده از الک شماره ۸۰ عبور داده شد و سپس با استفاده از حلال ان- هگزان [(دو مرتبه هر بار به‌مدت ٤٥ دقیقه و نسبت سبوس به حلال ۱ به ۳ (وزنی- حجمی)] روغن‌گیری شد. سبوس برنج روغن‌گیری شده حاصل به‌مدت ٢٤ ساعت در زیر هود قرار داده شد تا حلال باقی‌مانده در نمونه جدا شود و در نهایت جهت خشک کردن به‌مدت ٢٤ ساعت درتنور مخصوس با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

تعیین ترکیب شیمیایی: میزان رطوبت، فیبر، پروتئین (۵/۹۵ × مقدار ازت)، چربی و خاکستر بر اساس روش استاندارد AOAC (۲۰۰۵) تعیین شد. مقدار کربوهیدرات نیز از حاصل تفاوت مقادیر سایر ترکیبات از ۱۰۰ محاسبه شد.

استخراج کنسانتره پروتئینی: به‌منظور استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج از روش گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. جهت استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج، صد گرم سبوس برنج روغن‌گیری شده و خشک شده را با آب مقطر به نسبت ۱ به ۵ (وزنی- حجمی) مخلوط گردید، آنگاه با استفاده از محلول هیدروکسید سدیم ۰/۵ مولار pH محلول را به ۹/۵ رسانده و به‌مدت یک ساعت در دمای محیط هم زده شد و سپس مخلوط در ۱۲٦۰۰×g به‌مدت ده دقیقه سانتریفوژ شد. pH سوپرناتانت حاصله را با استفاده از اسیدکلریدریک به ٤/۵ رسانده و برای نیم ساعت هم زده شد و آنگاه به‌مدت یک شب در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدتا پروتئین‌ها رسوب کنند. سپس لایه‌رویی مخلوط با دقت از پروتئین‌های رسوب داده شده جدا شد، پروتئین‌های رسوب یافته با آب مقطر شسته و خنثی شدند و با استفاده از خشک کن انجمادی (اوپرون، کره جنوبی) خشک شدند.

حلالیت پروتئین: جهت تعیین حلالیت پروتئین، سوسپانسیون یک درصد وزنی– حجمی از کنسانتره پروتئینی سبوس برنج تهیه و pH آن با استفاده از اسیدکلریدریک یا هیدروکسید سدیم نیم نرمال به ۲ تا ۱۲ رسانده و به‌مدت ۳۰ دقیقه هم زده شد. سپس به‌مدت یک شب در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده و در مرحله بعد در ۲۰۰۰۰× g به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. سوپرناتانت حاصل صاف شده و محتوای پروتئین با استفاده از روش لوری و همکاران (۱۹۵۱) تعیین شد.

جذب آب و روغن: جذب آب و روغن کنسانتره پروتئینی سبوس برنج با استفاده از روش سوسولسکی (۱۹٦۲) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۰/۵ گرم کنسانتره پروتئینی با ۳ میلی‌لیتر آب مقطر/ روغن ذرت تصفیه شده در لوله‌های سانتریفوژی که از قبل توزین شده بود مخلوط شد. سوسپانسیون‌های حاصله به‌مدت ۳۰ دقیقه هم زده و به‌مدت ۳۰ دقیقه ثابت نگه داشته شدند. در ادامه به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ (g ×۷۵۰) گردید و محلول رویی آن جداسازی شد. ظرفیت جذب آب و روغن بر حسب مقدار گرم آب یا روغن جذب شده با هر گرم نمونه بر حسب وزن خشک از رابطه‌های زیر محاسبه شد:

رابطه (۱)
$$\text{جذب آب (گرم/گرم)} = \frac{\text{مقدار گرم آب جذب شده}}{\text{مقدار گرم نمونه}}$$

رابطه (۲)
$$\text{جذب روغن (گرم/گرم)} = \frac{\text{مقدار گرم روغن جذب شده}}{\text{مقدار گرم نمونه}}$$

ظرفیت امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون: به‌منظور تعیین ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون کنسانتره پروتئینی سیوس برنج از روش گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. جهت تعیین ظرفیت امولسیون‌کنندگی، نیم گرم کنسانتره پروتئینی و ۵۰ میلی‌لیتر بافر سیترات (۰/۵ مولار–تنظیم شده در pH=۵-۷-۹) و ۱۰ میلی‌لیتر روغن ذرت تصفیه شده در یک مخلوط کن ریخته شد. سوسپانسیون حاصل به‌مدت دو دقیقه مخلوط و بلافاصله به یک استوانه مدرج ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد. جهت تعیین پایداری امولسیون، حجم کل سوسپانسیون و ارتفاع امولسیون در یک دوره یک هفته‌ای اندازه‌گیری شد. ظرفیت امولسیون‌کنندگی از رابطه زیر تعیین شد:

رابطه (۳)
$$\text{ظرفیت امولسیون کنندگی (درصد)} = \frac{\text{حجم لایه امولسیون}}{\text{حجم کل مخلوط}} \times ۱۰۰$$

ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف: به‌منظور تعیین ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف کنسانتره پروتئینی سیوس برنج از روش گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. نیم گرم کنسانتره پروتئینی را به درون یک مخلوط کن ریخته و ۵۰ میلی‌لیتر بافر سیترات (۰/۵ مولار– تنظیم شده در ۹- ۷- pH=۵) به

آن افزوده شد. سوسپانسیون حاصل به‌مدت دو دقیقه مخلوط و سریعا به یک استوانه مدرج ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد. حجم کف تا مدت زمانی‌که نیمی از کف‌ها متلاشی شدند یادداشت شد. ظرفیت کف‌کنندگی از رابطه زیر محاسبه شد:

رابطه (٤) $$\text{ظرفیت کف‌کنندگی (درصد)} = \frac{\text{حجم کف تولید شده}}{\text{حجم کل محلول}} \times ۱۰۰$$

پایداری کف نیز مدت زمانی است که حجم کف به نیمی از مقدار اولیه کاهش یابد.

تجزیه و تحلیل آماری: تمامی نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون تی در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل صورت گرفت. تمامی آزمایشات حداقل در سه تکرار انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی سبوس برنج: ترکیب شیمیایی رقم‌های سبوس برنج مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی سبوس برنج چربی‌گیری نشده بر حسب وزن مرطوب (درصد).

نمونه/ ترکیب	پروتئین	چربی	خاکستر	رطوبت	فیبر	کربوهیدرات
ندا	۱۷/۳۳±۰/۰۵^{b}	۱۵/۵۳±۰/۱٤^{a}	۱۱/۸۱±۰/۱۰^{a}	۹/٦۷±۰/٤۷^{b}	۸/۱۳±۰/۰۱^{b}	۳۷/۵۳±۰/٤۰^{a}
طارم	۱۸/۰۲±۰/۰٤^{a}	۱۵±۰/۰۳^{b}	۱۱/٤٤±۰/۱۱^{a}	۱۲/۰۳±۰/۱۲^{a}	۸/۸±۰/۲۳^{a}	۳٤/۷۱±۰/٤٦^{b}

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری نیستند ($P\geq$۰/۰۵).

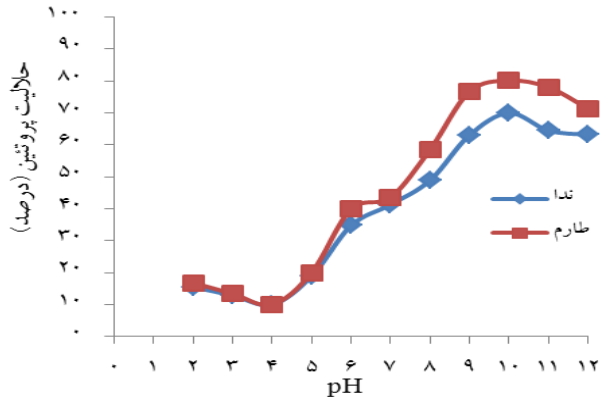
سبوس‌های مورد مطالعه به لحاظ مقدار رطوبت، پروتئین، چربی، فیبر و کربوهیدرات اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P\leq$۰/۰۵). میزان پروتئین و چربی در رقم‌های سبوس برنج چربی‌گیری شده به‌ترتیب برای رقم ندا ۱۸/۲٤ و ٤/۰۱ و برای رقم طارم ۱۹/۰۳ و ۲/۵۱ درصد بود. باتاچاریا (٦) مقدار چربی سبوس برنج چربی‌گیری نشده را ۲۳ درصد- ۱۳ درصد، فیبر را ١٤ درصد- ٦ درصد،

پروتئین را ۱۷ درصد- ١٤ درصد و خاکستر را در محدوده ۱۱/۵۵ درصد- ٦/٦٨ درصد گزارش نمود. آمیساه و همکاران (۲۰۰۳) نیز مقدار کربوهیدرات سبوس برنج را حدود ٤٦/٣٤ درصد-٢٦/٤١ درصد گزارش کردند. پراکاش و رامانتاهام (١٩٩٤) گزارش کردند که سبوس برنج چربی‌گیری شده شامل ۵/۸ درصد رطوبت، ۱۷/۵ درصد پروتئین، ۱۳/۸ درصد خاکستر، ٦/٦ درصد فیبر خام است در حالی که کاهلون و همکاران (۱۹۹۰) و ولز (۱۹۹۳) میزان خاکستر، چربی، پروتئین و فیبر را در سبوس برنج چربی‌گیری نشده به‌ترتیب از ۱۷/۷-۸، ۲۹/٦- ۱۲/۸، ۱۷/۲- ۱۱/۵ و ۳۱/۵-٦/۲ درصد گزارش کردند. ساندرس (۱۹۹۰) میزان پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر را در سبوس برنج چربی‌گیری به‌ترتیب ٦/۹، ۲۰/۰-۱۵/۰، ۱/۵-۰/۵ و ۱۲/۰-۹/۰ درصد گزارش کرد. نتایج این تحقیق کاملا با یافته‌های محققان یادشده هم‌خوانی داشت.

سبوس برنج می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب مناسب برای فرمولاسیون غذای کودک به‌کار رود، به‌طوری که افزودن متناوب آن به غذای کودک می‌تواند باعث کاهش ترکیبات آلرژن در غذای کودکان شود (چندی و سوگی، ۲۰۰۷). سبوس برنج می‌تواند به‌عنوان یک غذا- دارو در جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی، کبدی و سنگ کلیه به‌کار گرفته شود (هانگمونگجای و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین سبوس برنج غنی از ویتامین E، ترکیبات اریازانولی[1] و الکل‌های تری ترپنی[2] است که می‌تواند به‌عنوان جزئی از داروها، لوازم آرایشی و غذاهای عملگر به‌کار رود (پارادو و همکاران، ۲۰۰۱؛ یاسوماتسو و همکاران، ۱۹۷۲).

حلالیت پروتئین: میزان حلالیت پروتئین در pHهای مختلف (۱۲-۲) برای کنسانتره‌های استخراج شده از سبوس برنج در شکل ۱ نشان داده شده است.

1- Oryzanol
2- Triterpene alcohols



شکل ۱- میزان حلالیت کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج در pHهای مختلف.

کمترین میزان حلالیت پروتئین در pH=٤ که برابر با pH ایزوالکتریک کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج است مشاهده شد در حالی‌که بیشترین میزان حلالیت پروتئین در pH= ۱۰ دیده شد. با افزایش pH از ۲ تا ۱۰ افزایش کاملا محسوس در مقدار حلالیت پروتئین مشاهده شد که این افزایش حلالیت با افزایش pH در گزارشات گناناسامباندام و هیتراچی (۱۹۹۵) نیز دیده شد وجود دارد. بیشترین حلالیت پروتئین در رقم ندا با میزان ٦۹/۹۷ درصد و در رقم طارم با میزان ۸۰/۱۳ در ۱۰ pH= مشاهده شد در حالی‌که این مقدار در pH ایزوالکتریک که در هر دو رقم برابر ٤ بود برای رقم ندا ۹/۹۹ و برای رقم طارم ۱۰/۰۱ درصد بود. گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیشترین حلالیت کنسانتره پروتئینی سبوس برنج را در pH=۱۰ و کمترین حلالیت (pH ایزوالکتریک) را در pH= ٤ مشاهده کردند. تری‌کولکایت و همکاران (۲۰۰٦) بیشترین میزان حلالیت پروتئین را در pH= ۹ با میزان ٦٦/۷٤ درصد و کمترین مقدار را در pH= ٤ میزان ۱۰/۷۵ درصد گزارش کردند. بیشترین حلالیت پروتئین که در pH =۹ یا pH=۱۰ دیده شد ممکن است به‌خاطر بارهای منفی مولکول‌های پروتئینی در این pH باشد که در نتیجه آن افزایش نیروهای دافعه و واکنش بیشتر با مولکول‌های آب را به‌دنبال دارد (زایاس و همکاران، ۱۹۹۷). با این حال در برخی رقم‌ها مانند رقم ندا مقدار حلالیت پروتئین در بیشترین مقدار حلالیت در مقایسه با برخی از تحقیقات میزان مطلوبی نیست که احتمالا ناشی از واکنش پروتئین‌ها با دیگر ترکیبات موجود در کنسانتره پروتئین سبوس برنج باشد (هامادا، ۱۹۹۷؛ جولیانو، ۱۹۸۵).

جذب آب و روغن: ظرفیت جذب آب کنسانتره پروتئینی سبوس برنج‌های مورد مطالعه از ۳/۷۷ گرم بر گرم تا ٤/۳۱ گرم بر گرم متغیر بود (جدول ۲). گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) میزان جذب آب را در کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج استخراج شده در دماهای مختلف ۲/۲۷-۱/۰۲ گرم بر گرم و چندی و سوگی (۲۰۰۷) میزان جذب آب کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج استخراج شده بدون اعمال تیمار حرارتی را ۳/۷۷-۲/٤۸ گرم بر گرم گزارش کردند. ظرفیت جذب آب بالا برای حفظ تازگی و احساس چشایی مطلوب در فرآورده‌های نانوایی لازم است و به حفظ رطوبت در فرآورده‌های نانوایی کمک می‌کند (چندی و سوگی، ۲۰۰۷). ظرفیت جذب آب در محدوده ۱/٤۹ تا ٤/۷۲ گرم بر گرم محدوده مناسبی برای استفاده در غذاهای ویسکوز مانند سوپ‌ها تلقی می‌شود (آلتور و همکاران، ۲۰۰۲). این نتایج نشان می‌دهد که کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ظرفیت جذب آب مناسبی دارد و می‌تواند در فرآورده‌های غذایی نیازمند به حفظ آب زیاد استفاده شود.

جدول ۲- ظرفیت جذب آب و روغن کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج.

نمونه	ظرفیت جذب آب (گرم/گرم)	ظرفیت جذب روغن (گرم/گرم)
ندا	۳/۷۷ ±۰/۰۸^{b}	٤/۰۹ ±۰/۰۵^{a}
طارم	٤/۳۱ ±۰/۰۲^{a}	۳/۸۸ ±۰/۰۲^{b}

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری نیستند ($P\geq ۰/۰۵$).

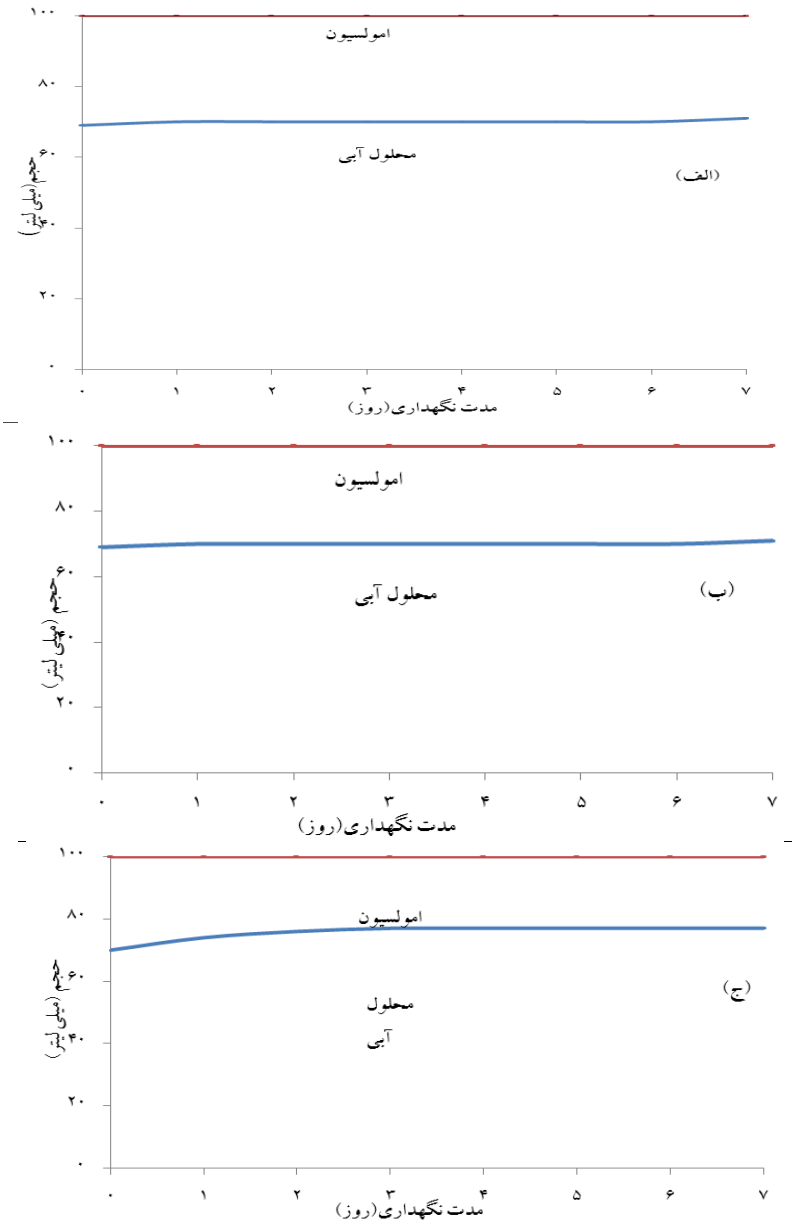
ظرفیت جذب روغن کنسانتره پروتئینی سبوس‌های برنج از ۳/۸۸ تا ٤/۰۹ گرم بر گرم متغیر بود (جدول ۳). چندی و سوگی (۲۰۰۷) ظرفیت جذب روغن کنسانتره پروتئینی سبوس برنج استخراج شده در دمای اتاق را ۹/۱۸-۳/۷٤ گرم بر گرم گزارش کردند در حالی‌که گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) میزان جذب روغن در کنسانتره‌های سبوس برنج را ۱/٦٤ تا ٦/۸۹ گرم بر گرم گزارش کردند. مکانیسم جذب روغن می‌تواند به‌عنوان به دام افتادگی فیزیکی روغن متصل به زنجیره‌های غیرقطبی پروتئین‌ها توضیح داده شود که هم به مقدار پروتئین و هم به نوع آن وابسته است (سیدیک و همکاران، ۲۰۰۹). پروتئین‌های با خواص آبگریزی بیشتر ظرفیت اتصال به روغن بالاتری را ایجاد می‌کنند که بیانگر اتصال زنجیره‌های اسیدهای آمینه غیرقطبی با زنجیره چربی‌ها می‌باشد (کائور و سینگ، ۲۰۰۵). جذب بالای روغن برای فرمولاسیون سیستم‌های غذایی مانند سس‌ها، کیک‌های کره‌ای، مایونزها ضروری است (چندی و سوگی، ۲۰۰۷).

ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون: تشکیل امولسیون‌ها به‌خاطر حضور گروهای آب دوست و گروهای آب گریز پروتئینی در کنسانتره پروتئینی صورت می‌پذیرد رفتار امولسیون‌کنندگی کنسانتره پروتئینی سبوس‌های برنج در سه pH ۵، ۷ و ۹ در اشکال ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ظرفیت امولسیون‌کنندگی خوبی با حجم امولسیون ۳۷ درصد در pH اسیدی (اشکال ۲ الف و ۳ الف) و ۳۰ و ۳۳ درصد در pH قلیایی به‌ترتیب برای رقم ندا و طارم (شکل ۲ ج و ۳ ج) دارد. چندی و سوگی (۲۰۰۷) نیز در نتایج خود روند افزایش یا کاهش یکنواختی را در حین افزایش pH از حالت اسیدی به قلیایی مشاهده نکردند. همین مشاهدات نیز در تحقیق گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) حاصل شد. البته تری کولکایت و همکاران (۲۰۰٦) افزایشی در ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون با افزایش pH مشاهده کردند که این حالت را به افزایش حلالیت پروتئین‌ها در pHهای بالاتر نسبت دادند. کمترین میزان امولسیون‌کنندگی در نقطه ایزوالکتریک مشاهده شد که این کاهش به‌طور عمده به کاهش حلالیت پروتئین در این pH نسبت داده می‌شود (راگاب و بابیکر، ۲۰۰۷).

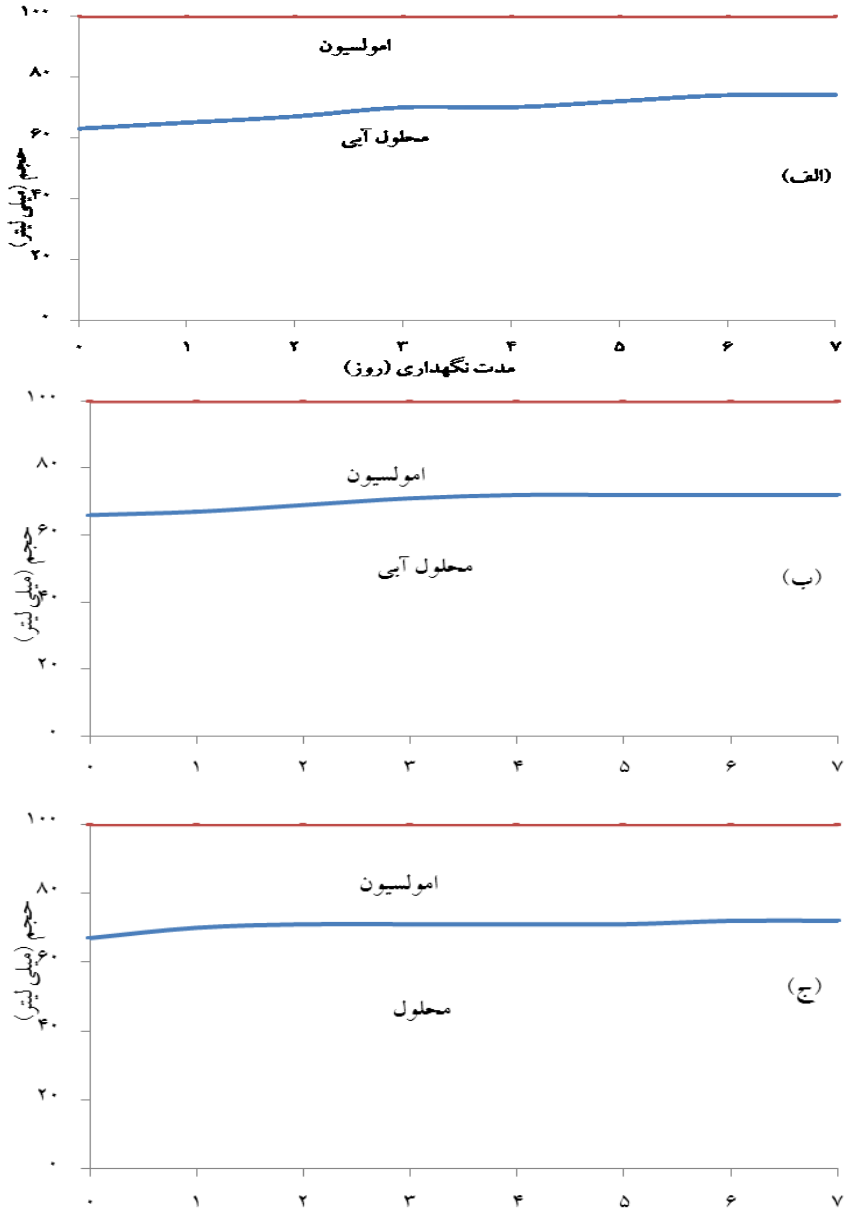
برخی پژوهش‌گران معتقدند تنها افزایش حلالیت پروتئین باعث افزایش قدرت امولسیون‌کنندگی نمونه نمی‌شود و به عوامل دیگری نظیر بار خالص، pH، کشش سطحی، شکل فضایی پروتئین، غلظت نمک و غلظت پروتئین نیز مرتبط است (آدبوال و همکارن، ۲۰۰۵؛ زایاس، ۱۹۹۷). همچنین آدبوال و لاوال (۲۰۰۳) اختلاف در فعالیت امولسیونی را به‌دلیل بر هم کنش ترکیبات دیگر نمونه با پروتئین و با یکدیگر نسبت داده‌اند. به‌عنوان مثال میزان بالای کربوهیدرات را دلیل کاهش این خاصیت پیش‌بینی نموده‌اند.

در تمامی امولسیون‌ها، امولسیون حاصله در دو روز بعد از تشکیل امولسیون به‌صورت خطی مسطح به‌دست آمدند (اشکال ۲ و ۳). همه امولسیون‌ها به‌صورت کاملا مشهودی پایدار و مستحکم بودند به‌طوری که در طی روزهای مختلف انجام این آزمایش (۷ روز) شکستگی و از هم پاشیدگی ای در آن‌ها مشاهده نشد، در حالی‌که چندی و سوگی (۲۰۰۷) در تحقیق خود تنها در pH= ۹ امولسیون پایداری را بعد از گذشت هفت روز مشاهده کردند و دو امولسیون دیگر اسیدی و قلیایی در طی این دوره دو فاز (ناپایدار) شدند.

همان‌طور که از این دو شکل مشاهده می‌شود بیشترین میزان امولسیون‌کنندگی در pH اسیدی دیده شد در حالی که چندی و سوگی (۲۰۰۷) بیشترین میزان امولسیون‌کنندگی را در pH خنثی مشاهده کردند.



شکل ۲- ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ندا در یک دوره ۷ روزه تحت تیمار pH (الف- pH= ۵) و (ب- pH= ۷) و (ج- pH= ۹).



شکل ۳- ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون کنسانتره پروتئینی سبوس برنج طارم در یک دوره ۷ روزه تحت تیمار pH (الف- pH= ۵) و (ب- pH= ۷) و (ج- pH= ۹).

کاهش در مقدار پایداری امولسیون با گذشت زمان ممکن است به‌دلیل تماس بیشتر بین مولکول‌ها و در نتیجه تجمع (لخته شدن) و به هم پیوستن قطرات روغن به‌عنوان فاز پراکنده باشد. براساس تحقیقات زایاس (۱۹۹۷) فاکتورهای متفاوتی نظیر pH، اندازه ذرات، بار خالص، کشش بین سطحی، ویسکوزیته و شکل فضایی پروتئین در پایداری امولسیون مؤثر هستند.

ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف: ظرفیت کف‌کنندگی کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج در محدوده بین ۱٦/۷۲ تا ٤۰/٥۷ درصد بود (جدول ۳). میزان کف‌کنندگی سبوس‌های روغن‌گیری شده مورد مطالعه نسبتا کم و با پایداری زیاد همراه بود. تشکیل کف نیاز به پروتئین‌هایی دارد که توانایی انحلال در فاز پیوسته (آب) را داشته و به سرعت باز شوند و یک لایه چسبنده در اطراف ذرات گاز/ هوا تشکیل دهند (تانگ و همکاران، ۲۰۰۳). در کنسانتره پروتئینی سبوس ندا با افزایش pH از اسیدی به قلیایی میزان کف‌کنندگی افزایش پیدا کرد (جدول ۳). گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) افزایش ظرفیت کف‌کنندگی در pH قلیایی را به افزایش حلالیت بیشتر پروتئین‌ها و بازآرایی ساختار پروتئین‌ها نسبت داده‌اند که این حالت در مورد کنسانتره ندا در تحقیق حاضر صادق نبود. پروتئین سبوس برنج که pH ایزوالکتریکی برابر ٤/٥ دارد که این عامل می‌تواند دلیلی بر ظرفیت کم کف‌کنندگی این رقم در pH اسیدی باشد. لاوال (۲۰۰٤) و سینا و سریدهار (۲۰۰٥) کاهش کف کنندگی در pH ایزوالکتریک و pHهای اسیدی نسبت به pH قلیایی را به فشرده‌تر بودن پروتئین‌ها در این محدوده pH نسبت داده‌اند. همچنین النصری و تینای (۲۰۰۷) ظرفیت کف‌کنندگی بیشتر در pHهای قلیایی نسبت به اسیدی را به افزایش بار خالص پروتئین نسبت داده‌اند که واکنش‌های آب گریزی را ضعیف کرده و با افزایش حلالیت و انعطاف‌پذیری پروتئین، پراکندگی آن را در فضای بین هوا- آب تسریع کرده و باعث به دام افتادن ذرات هوا شده و در نتیجه میزان کف‌کنندگی بیشتر می‌شود.

جدول ۳- ظرفیت کف‌کنندگی کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج (درصد).

نمونه	pH=٥	pH=۷	pH=۹
ندا	١٦/٧٢±۰/ ٦٦^{b}	١٨/٩٩±۰/٣٣^{b}	٢٣/٩٢±۰/٤٦^{b}
طارم	٤۰/١۰±۰/٥٩^{a}	٣٧/۰٣±۰/٥٢^{a}	٤۰/٥٧±۰/٩۰^{a}

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری نیستند ($P\geq$۰/۰٥).

پایداری کف معمولا عامل مهمی در فرآورده‌های غذایی است که تا هنگام مصرف به مقدار کم و در شرایط سرد انبار می‌شوند. در این مطالعه پایداری کف که بر حسب نیم عمر کف آن‌ها حاصل شده در جدول ٤ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین پایداری در pH=۷ دیده می‌شود که رقم ندا پایداری بیشتری نسبت به رقم طارم داشته. نتایج نشان می‌دهد با افزایش pH از اسیدی به سمت خنثی پایداری افزایش و از خنثی به قلیایی کاهش می‌یابد. در ضمن تفاوت معنی‌داری نیز در پایداری کف بین این دو کنسانتره پروتئینی در pHهای مختلف ملاحظه می‌گردد. این در حالی است که گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) نیم عمر پایداری کف را برای کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج استخراج شده در دماهای مختلف بین ۱۱ تا ۱۸۰ دقیقه گزارش کرده‌اند. چندی و سوگی (۲۰۰۷) نیز پایداری کف را در کنسانتره‌های سبوس برنج بین ٤-٥ ثانیه تا ٤/٥ ساعت در pH=٥ به‌دست آورده‌اند.

جدول ٤- پایداری کف (نیم عمر) کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج (دقیقه).

نمونه	pH= ٥	pH= ۷	pH= ۹
ندا	٤۳/۸۳±۱/۱۰^{a}	٤۷±۰/٥۱^{a}	۳۸±۰/۸۹^{a}
طارم	۳۸/۱٦±۱/۰۷^{b}	٤۳/۱۳±۰/٤۷^{b}	۳۳±۱/٥٤^{b}

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری نیستند ($P\geq$۰/۰٥).

نتیجه‌گیری کلی: نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ظرفیت جذب آب و روغن بالایی دارد که استفاده از آن را در فرآورده‌هایی مانند فرآورده‌های نانوایی که نیازمند به حفظ رطوبت هستند و سس‌ها که نیاز به حفظ روغن دارند ممکن می‌سازد. همچنین حلالیت پروتئین کنسانتره‌ها با افزایش pH از نقطه ایزوالکتریک افزایش می‌یابد. در ضمن کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ظرفیت کف‌کنندگی کمی داشته در حالی‌که از پایداری خوبی برخوردار بوده است. امولسیون‌های به‌دست آمده از کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج نیز پایداری خوبی را در pHهای مختلف از خود نشان داده‌اند. بنابراین سبوس برنج چربی‌گیری شده می‌تواند در تهیه کنسانتره‌های پروتئینی و همین طور استفاده در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی مانند دسرها، پودرها و فرآورده‌های لبنی به‌کار رود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کنسانتره پروتئینی سبوس برنج با داشتن ویژگی‌های عملکردی مناسب، می‌تواند ترکیب غذایی مناسبی برای مصرف انسان باشد و همچنین پتانسیل بالقوه مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون‌های غذایی جدید دارد.

تشکر و قدردانی

در انتها نویسندگان این مقاله بر خود واجب می‌دانند تا از زحمات دست‌اندرکاران پژوهشکده برنج و مرکبات ساری جهت در اختیار امکانات و وسایل لازم برای انجام این تحقیق سپاسگزاری نمایند.

منابع

Adebowale, K.O., and Lawal, O.S. 2003. Foaming, gelation and electrophoretic characteristics of macuna bean (Macuna pruriens) protein concentrate. Food Chemistry, 83: 237–246.

Adebowale, Y.A., Adeyemi, I.A., and Lawal, O.S. 2005. Functional and physicochemical properties of flours of six Mucuna species. African Journal of Biotechnology, 4: 1461-1468.

Aletor, O., Oshodi, A.A., and Ipinmorotim, K. 2002. Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates. Food Chemistry, 78:63–68.

Amiasah, J.G.N., Ellis, W.O., Oduro, I., and Manful, J.T. 2003. Nutrient composition of bran from new rice varieties under study in Ghana. Food Research Institute, 14: 21-24.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2005. Official methods of analysis, 14th edition. Washington, DC.

Bhattacharya, K.R. 1988. Rice Bran: Regional Extension Service Centre (Rice Milling) Scientific Series No. 7. Department of Food Government of India, CFTRI, Mysore 570013.

Burks, A.W., and Helm, R.M. 1994. Hypoallerginicity of rice protein. In: Presented at annual meeting of the America Association of Cereal Chemists. Nashville, TN .

Chandi, G.K., and Sogi, K.D. 2007. Functional properties of rice bran protein concentrates. Journal of Food Engineering, 79: 592-597.

El Nasri, N.A., and Tinay, A.H. 2007. Functional properties of fenugreek (Trigonella foenum graecum) protein concentrate. Food Chemistry, 103: 582-589.

Gnanasambandam, R., and Hettiarachchy, N.S. 1995. Protein concentrates of non heat stabilized rice bran, Preparation and properties. Journal of Food Science, 60: 1066-1069.

Gupta, S., Chandi, G.K., and Sogi, D.S. 2008. Effect of extraction temperature on functional properties of rice bran protein concentrates. International Journal of Food Engineering, 66: 103-116.

Hamada, J.S. 1997. Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. Cereal Chemistry, 74: 662-668.

Hangmoungjai, P., Pyle, D.L., and Nirinjan, K. 2001. Enzymatic Process for Extracting Oil and Protein from Rice Bran. Journal of the American Oil Chemists' Society, 78: 817-821.

Juliano, B.O. 1985. Rice bran, pp. Photochemistry, 2: 647-687.

Kahlon, T.S., Saunders, R.M., Chow, F.I., and Betschart, A.A, 1990. Influence of rice bran, oat bran and wheat bran on cholesterol and triglycerides in hamsters. Cereal Chemistry, 67: 439-443.

Kaur, M., and Singh, N. 2005. Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars. Journal Food Chemistry, 91: 403-411.

Kawamura, Y., and Muramoto, M. 1993. Antitumorigenic and immunoactiveprotein and peptide factors in food stuff. 2. Antitumorigenic factors in rice bran. In Gupta, S., Chandi, G.K., Sogi, D.S. 2008. Effect of extraction temperature on functional properties of rice bran protein concentrates. International Journal of Food Engineering, 66: 103-116.

Lawal, O.S. 2004. Functionality of Africa locust bean (parkia biglobossa) protein isolate; effects of pH, ionic strength and various protein concentrate. Food Chemistry, 86: 345-355.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.C., and Randal, R.J. 1951. Protein analysis with folin–phenol reagent. Journal of Biological Chemistry, 193: 265–275.

Marshall, W.E. 1993. Utilization of rice bran/hulls in value added products. Proceedings of rice utilization workshop developing innovative, non conventional uses of rice. August 5-6, 1993, New Orleans, L.A. Pp: 68-76.

Paraddo, J., Miramontes, E., Jover, M., Gutierrez, J.F., Teran, L.C.D., and Bautista, J. 2006. Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. Journal of Food Chemistry, 98: 742 -748.

Prakash, J., and Ramanatham, G. 1994. Effect of stabilization of rice bran on nutritional quality of protein concentrates. International Journal of Food Science and Nutrition, 46: 177-184.

Ragab, D.M., and Babiker, E.E. 2007. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*vigna unguiculata*) properties as affected by pH and/or salt concentration, Food Chemistry; 84: 207-211.

Saunders, R.M. 1990. The properties of rice bran as a food stuff. Cereal Foods World, 35: 632-636.

Seena, S., and Sridhar, K.R. 2005. Physicochemical, functional and cooking properties of under explored legumes, Cannavalia of the southwest coast of India. Food Research International, 38: 803-814.

Siddiq, M., Nasir, M., Ravi, R., Dolan, K.D., and Butt, M.S. 2009. Effect of defatted maize germ addition on the functional and textural properties of wheat flour. International Journal of Food Properties, 12: 1–11.

Sosulski, F.W. 1962. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. Cereal Chemistry, 39: 344–350.

Tang, S., Hettiarachchy, N.S., Horax, R., and Eswaranandam, S. 2003. Physicochemical properties and functionality of rice bran protein hydrolyzate prepared from heat stabilized defatted rice bran with the aid of enzymes. Journal of Food Science, 68: 152-157.

Theerakulkait, C., Chaiseri, S., and Mongkolkanchanasiri, S. 2006. Extraction and some functional properties of protein extract from rice bran. Journal of Natural Science, 40: 209-214.

Wells, J.H. 1993. Utilization of rice bran and oil in human diets. Louisiana agriculture, 36(3):5-8.

Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Mikasi, M., Toda, T., and Tshi, K. 1972. Whipping and emulsifying properties of soybean products. Agricultural Biochemistry, 36: 719–727.

Zayas, J.F. 1997. Functionality of proteins in food. Springer-Verlag Heidelberg, New York. 373p.

EJFPP, Vol. 6 (2): 17-33
http://ejfpp.gau.ac.ir

Functional Properties of Iranian Rice Bran Protein Concentrates

***A.A. Keshavarz Hedayati[1], M. Alami[2], A.Motamedzadegan[3], Y. Maghsoodlou[2] and M. Ghorbani[2]**

[1]M.Sc of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran, [3]Associate Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources, Sari, Iran

Received: 01/2/2012 ; Accepted: 02/02/2014

Abstract

In the present study, protein concentrate was obtained from two varieties of defatted Iranian rice varieties named as Neda and Tarom. Protein concentrate was analyzed in terms of their functional properties such as protein solubility, water and oil adsorption, emulsifying capacity, emulsifying stability, foaming capacity and foaming stability. The highest and lowest protein solubility was observed at pH=10 and pH=4, respectively. Water adsorption capacity ranged from 3.77 to 4.31 g/g, while oil adsorption capacity was in range of 3.88 to 4.09 g/g. Protein concentrate of bran samples presented low foam volume. Emulsifying capacity of protein concentrates was in the range of 30-37%. The results showed that rice bran protein concentrate has the potential to be used as an ingredient in functional food formulations in order to enhance the nutritional values and functional properties of the product.

Keywords: Protein concentrate, Functional properties, Solubility, Water adsorption, Foam.

*Corresponding author; kaliakbar64@yahoo.com