استخراج پروتئین سبوس برنج (رقم هاشمی) و بررسی ویژگی‌های عملکردی آن

شهرام نقی زاده رئیسی[1*]، علی محمدی رمی[2]، سید احمد شهیدی [1]، آزاده قربانی حسن سرایی[1]

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت ا... آملی، آمل، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۳۰)

چکیده

سبوس برنج یک محصول ارزان‌قیمت و کم‌کاربرد بوده که یکی از فراورده‌های جانبی حاصل از آسیاب برنج محسوب می‌شود و در حدود ۱۰ درصد وزن دانه برنج را تشکیل می‌دهد. کنسانتره پروتئین از سبوس برنج بدون چربی تهیه شد و ویژگی‌های عملکردی آن مورد بررسی قرار گرفت. پروتئین سبوس برنج با روش استخراج قلیایی تهیه شد. بازده پروتئین ۷۶ درصد بود. حلالیت در آب پروتئین سبوس برنج رقم هاشمی در pH=6 کمترین بود و به‌تدریج با کاهش pH از ٦ و همچنین افزایش pH از ٦، حلالیت بیشتر شد. در pH بالاتر از ۸ نیز حلالیت روند صعودی داشت اما نرخ آن کمتر بود. مشاهده شد pH بر فعالیت امولسیونی و پایداری امولسیون کنندگی پروتئین تأثیر دارد. فعالیت امولسیونی پروتئین به‌طور معنی‌داری در pH معادل ۸ افزایش یافت. بیشترین فعالیت امولسیون در پروتئین ۰/۱۳۵ مشاهده شد. بررسی داده‌های پایداری امولسیون کنندگی نشان داد که بیشینه پایداری امولسیون کنندگی در pH معادل ۸ و به مقدار ۱۱۰/٦ دقیقه بود. ویژگی کف کنندگی پروتئین در pH=۸ بیشترین مقدار را داشت، ولی پایداری کف کنندگی چندان مطلوب نبود. در pH=۸ پروتئین سبوس برنج بیشترین فعالیت امولسیون و بیشترین پایداری امولسیون کنندگی را نشان داد. نتایج این مطالعه نشان داد که کنسانتره پروتئین سبوس برنج به دلیل ویژگی‌های امولسیون کنندگی و کف کنندگی بالا، قابلیت کاربرد مناسبی به‌عنوان جزئی از فرمولاسیون غذاها نظیر غذاهای کمکی کودکان، غذاهای خشک، غذاهای پخته‌شده، چاشنی‌های هم زده، سالادها و ... دارد.

کلید واژگان: کنسانتره پروتئین سبوس برنج، ویژگی‌های عملکردی، رقم هاشمی.

*نویسنده مسئول: shahram9112006@outlook.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

۱- مقدمه

شالی یا دانه برنج متشکل از مغز برنج نشاسته‌ای است که توسط سبوس کاملاً پوشیده شده و توسط پوسته سیلیسی سخت، محصور شده است [۱]. ظاهر برنج قهوه‌ای به دلیل رنگ آن جذاب نیست [۲]. لذا، فرایندهای بعدی سبوس را از برنج قهوه‌ای حذف می‌کند و برنج سفید به دست می‌آید [۳] که بعد از فرآوری مناسب و رسیدن به درجه مطلوب از سفیدی مورد مصرف قرار می‌گیرد [٤]؛ بنابراین سبوس برنج محصول جانبی آسیاب برنج و یک محصول ارزان‌قیمت است که شامل تقریباً ۱۰ درصد وزن برنج است [۳]. در سال ۲۰۱۳، تولید جهانی برنج تقریباً ۷٤٥ میلیون تن بوده که حدود ۷٤ میلیون تن سبوس از آن حاصل شده است و با توجه به عدم استفاده‌های صنعتی از آن در حال حاضر، عمدتاً برای خوراک حیوانات استفاده می‌شود [٥].

سبوس برنج حاوی اجزای ارزشمند مانند پروتئین و ترکیبات فیتوشیمیایی است که دارای اثرات مفید سلامتی بخش هستند [٦]. بقایای چربی‌گیری شده سبوس برنج شامل ۱۷-۱٥ درصد پروتئین است [۷ و ۸] که ارزش تغذیه‌ای منحصربه‌فرد و ویژگی‌های غذا-دارویی زیادی دارد [۲]. پروتئین سبوس برنج یک پروتئین با ویژگی ضد آلرژی و با کیفیت بالا می‌باشد که می‌تواند به‌عنوان جزئی سازنده در فرمولاسیون غذای نوزاد نیز در نظر گرفته شود [٤ و ۹]؛ و همچنین گزارش شده است که این پروتئین فعالیت ضد سرطانی نیز دارد [۱۰] پروتئین استخراج‌شده از سبوس برنج چربی‌گیری شده تثبیت‌شده می‌تواند به‌عنوان ترکیبات مفید غذایی به کار گرفته شود [۱۱]. این پروتئین‌ها ازنظر اسیدهای آمینه به‌خصوص اسیدآمینه لیزین غنی هستند بنابراین می‌توانند به‌عنوان جزء سازنده در غذاها به کار گرفته شوند [۱۲].

نیاز بشر به پروتئین و به‌ویژه منابع ارزان‌قیمت عامل اصلی تولید محصولات با ارزش‌افزوده گردیده است. امروزه بیشتر تحقیقات محققین معطوف به استفاده از منابع پروتئینی گیاهی می‌باشد [۱۳] که می‌تواند منجر به تولید محصولات غذایی با ارزش‌افزوده و قیمت تمام‌شده پایین گردد. استفاده از یک پروتئین به‌عنوان یک ماده غذایی یا جزئی از یک غذا شرایط خاصی دارد. مواد تشکیل‌دهنده پروتئین انتخابی باید خواص تغذیه‌ای خوب داشته باشند و سطح مناسبی از ویژگی‌های عملکردی را برای آنکه غذا خوشمزه و جذاب باشد، فراهم کنند. درجه ویژگی‌های عملکردی پروتئین به شدت به ویژگی‌های ساختاری آن وابسته است [۱٤] و این ویژگی‌های ساختاری از شرایط محیطی تهیه پروتئین تأثیر می‌پذیرند. به‌عنوان نمونه سبوس برنج طی انبارداری بسیار بی‌ثبات است و در فرآیند آسیاب، روغن آن در معرض آنزیم لیپاز قرار می‌گیرد و باعث تجزیه سریع به اسیدهای چرب می‌شود؛ بنابراین به دلیل فعالیت آنزیمی طبیعی و تندشدگی هیدرولیتیکی بعدی آن واجب است که سبوس برنج با روش‌های مناسب به‌منظور کنترل واکنش‌های نامطلوب تثبیت شود. سبوس برنج بعد از تثبیت مناسب می‌تواند به‌عنوان منبع خوب پروتئین، اسیدهای چرب ضروری غیراشباع و مواد مغذی مصرف شود. روش‌های تثبیت متعارف مورد استفاده شامل تیمار حرارتی و تیمار مکانیکی می‌باشند [۱٥ و ۱٦]. انواع مختلفی از روش‌های تثبیت حرارتی مثل روش حرارتی مایکروویو [۱۷] و روش حرارتی اهمی و الکتریکی [۱] وجود دارند. پس از تثبیت سبوس برنج، روش‌های استخراج پروتئین باید با دقت انتخاب شوند تا پروتئینی با خواص عملکردی مطلوب تولید شود، زیرا شبکه گسترده‌ای از پیوندهای دی سولفید و همچنین تجمع، باعث می‌شود بخش عمده‌ای از پروتئین سبوس برنج در حلال‌های آبی مانند نمک، الکل و اسیدها نامحلول باشند [۱۸]. روش‌های مختلفی برای استخراج سبوس برنج وجود دارد. استفاده از حلال‌های قلیایی رایج‌ترین آنها می‌باشند [۱۹ و ۲۰]؛ اما استفاده از ترکیب حلال‌ها (آب، محلول نمک، الکل و محلول هیدروکسید سدیم) نیز برای استخراج پروتئین سبوس برنج بکار رفته است [۲۱]. استفاده از روش‌های مکانیکی مانند تخریب دیواره سلولی برای رهاسازی پروتئین نیز استفاده شده است [۲۲ و ۲۳]. در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌هایی نظیر استخراج آنزیمی [۱۲، ۲٤- ۲۸] و هیدرولیز آبی زیربحرانی [۲۹] نیز بکار گرفته‌شده است [۱۱].

ویژگی‌های عملکردی یک ماده پروتئینی بستگی به قابلیت آن برای محصول موردنظر دارد. بسیاری از غذاهای فرموله شده به‌صورت کف یا امولسیون تولید می‌شوند، بنابراین نیاز به پروتئین‌هایی با ویژگی‌های سطحی مناسب و حلالیت پذیر دارند [۳۰ و ۳۱]؛ درحالی‌که برخی دیگر از مواد غذایی به یک پروتئین نامحلول با ظرفیت بالا برای جذب و حفظ آب نیاز دارند تا غذا به یک بافت مطلوب برسد. پروتئین سبوس برنج به‌عنوان یک جزء سازنده در ژل‌ها، پودینگ‌ها، بستنی‌ها،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

فرمول‌های غذای کودک و در لوازم‌آرایشی و بهداشتی به‌کاررفته است [۳۲].

هرچند، استخراج، ویژگی‌های عملکردی و تأثیر تیمارهای حرارتی مختلف بر ویژگی‌های عملکردی کنسانتره پروتئین سبوس برنج بررسی‌شده است [۱۳]، اما تاکنون پژوهش جامعی روی واریته‌های برنج ایرانی (هاشمی)، بررسی میزان بازده پروتئین و ویژگی‌های عملکردی آن‌ها انجام نشده است. لذا اطلاعات کمی در مورد ویژگی‌های عملکردی پروتئین سبوس برنج استخراج‌شده در شرایط مختلف در واریته هاشمی که در بسیاری از نقاط شمال ایران کشت می‌شود، وجود دارد. مطالعه ویژگی‌های استخراجی و عملکردی عصاره پروتئینی حاصل از واریته هاشمی در راستای افزایش اطلاعات کاربردی برای کمک به تولید و استفاده از آن در صنایع غذایی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف تعیین رفتار عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج واریته هاشمی شامل قابلیت انحلال، ویژگی کف کنندگی و ... انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

واریته برنج ایرانی هاشمی با مقدار رطوبت نسبی ۰/۰۱۵±۹ درصد بر مبنای وزن خشک از شالیزارهای شهر رودسر خریداری شدند. تمام مواد مورداستفاده در آزمون‌ها دارای درجه آزمایشگاهی بودند و از شرکت‌های مرک (Merck، آلمان) و سیگما الدریچ (Sigma-Aldrich، آمریکا) تهیه شدند.

۲-۲- آماده‌سازی نمونه‌ها

واریته برنج ایرانی هاشمی استفاده از دستگاه پوست‌گیر (Model HNL T25., Yang xing., China) پوست‌گیری شد. به‌منظور جلوگیری از اکسیداسیون، سبوس برنج بلافاصله چربی‌گیری شد. فرایند چربی‌گیری با استفاده از حلال آلی هگزان (Merck KgaA, Darmstadt, Germany) انجام شد. بدین منظور سبوس برنج پوست‌گیری شده به نسبت ۱:۳ در هگزان حل‌شده و به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۲۵۰ دور بر دقیقه با همزن مغناطیسی (Copens, Model Ms-300 Hs, South Korea) هم زده شد. سپس، در دمای اتاق (حدود ۲۵ ^{o}C) با سرعت ۴۰۰۰×g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (Universal 320R, Andreas Hettich GmbH & Co. KG, Germany) گردید. سبوس برنج چربی‌گیری شده[1] به مدت یک شبانه‌روز توسط هوا خشک گردید و سپس توسط دستگاه آسیاب مولینکس (Model depose 00022, France) خرد شده و سپس با الک مش ۸۰ (استاندارد غربال آمریکا) غربال گردید. نهایتاً، سبوس برنج چربی‌گیری شده تا زمان انجام آزمایش‌های بعدی در کیسه‌های پلاستیکی در دمای ۵- درجه سلسیوس نگهداری گردید. سبوس برنج چربی‌گیری شده حاوی تقریباً ۱۰ درصد رطوبت بر مبنای وزن مرطوب بود. در ادامه، وزن سبوس چربی‌گیری شده بر مبنای خشک محاسبه شده است.

۲-۳- استخراج پروتئین سبوس برنج

فرایند استخراج پروتئین سبوس برنج مطابق با روش رافع و همکاران انجام شد [۳۱]. به‌این‌ترتیب که سبوس برنج چربی‌گیری شده به نسبت ۱:۴ با آب مقطر مخلوط شده و pH آن به ۹/۵ رسانده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق مخلوط شد. سپس، به‌منظور حذف مواد نامحلول، دوغاب حاصله با سرعت ۵۰۰۰×g به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ شد. مایع فوقانی با کمک اسید هیدروکلریدریک ۱ نرمال به pH ۴/۵ رسانده شد و مجدداً به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰×g سانتریفوژ شد. رسوب به‌دست‌آمده با آب مقطر با pH ۴/۵ شسته شده و با آب مقطر با pH ۷ به‌صورت سوسپانسیون در آمد و بعد با استفاده از دستگاه خشک‌کن انجمادی (Freeze dryer FDU-8624, Operon, Gimpo City, Korea) خشک‌شده و در دمای ۵- درجه سلسیوس نگهداری گردید.

۲-۴- آزمون‌ها

۲-۴-۱- ترکیبات کنسانتره پروتئین سبوس برنج

میزان رطوبت، چربی خام، فیبر و خاکستر بر اساس روش استاندارد AOAC تعیین شد [۳۳]. مقدار کربوهیدرات نیز از حاصل تفاوت مقادیر سایر ترکیبات از ۱۰۰ محاسبه شد.

۲-۴-۲- مقدار پروتئین و بازده استخراج

مقدار پروتئین کنسانتره پروتئین سبوس برنج با استفاده از روش کلدال تعیین شد [۳۳]. سیستم هضم کلدال (B-322, BÜCHI, Co., Swithzerland) برای هضم پروتئین و سیستم تقطیر (B-342, BÜCHI, Co., Swithzerland)

1. Defatted Rice Bran (DRB)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

جهت تعیین مقدار نیتروژن کنسانتره پروتئینی سبوس برنج بکار گرفته شدند. ضریب تبدیل ازت به پروتئین ۵/۹۵ لحاظ گردید [۳٤]. بازده استخراج پروتئین با به‌کارگیری معادله (۱) تعیین شد:

(۱)

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{weight (g) of RBP} * \text{Protein Content (\%) of RBP}}{10\,\text{g}\left(\text{w}\bar{\ }\text{ight of DRB}\right) * \text{Protein Content (\%) of DRB}}$$

۲-٤-۳- آب‌گریزی سطحی پروتئین

آب‌گریزی سطحی پروتئین سبوس برنج به روش پیوند با ۱-آنیلینو-۸-نفتالن سولفونات (ANS) تعیین گردید [۳۵]. مقدار مشخصی پروتئین (۱/۵ گرم) در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات ۰/۰۱ مولار (pH=۷) حل گردید و بر روی همزن مغناطیسی (Model RCT basic; IKA Ltd, Germany) با دور ۲۵۰rpm به مدت ٦۰ دقیقه همزده شد. سپس محلول پروتئینی در ۱۰۰۰۰ ×g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ (Model Z36 HK, Hermle Labortechnik GmbH, Germany) گردید و محلول سوپرناتانت با بافر فسفات ۰/۰۱ مولار رقیق شد تا غلظت‌های مختلف پروتئین در دامنه ۰/۰۰۱۵ تا ۰/۰۱۵ درصد (w/v) به دست آید. ۲۰ میکرولیتر از محلول ۸ میلی مولار ANS تهیه شده با بافر فسفات ۰/۰۱ مولار، به ٤ میلی‌لیتر محلول پروتئینی اضافه شد و با تکان دادن شدید به‌خوبی مخلوط گردید. شدت فلورسانس کونژوگه‌های پروتئین-ANS با دستگاه اسپکتروفلوریمتر (Model FP 6200; Jasco Inc, Maryland, USA) با به‌کارگیری طول‌موج‌های برانگیختگی ۳۹۰ و نشر ٤۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. ضریب رگرسیون خطی برای شدت فلورسانس در مقابل غلظت پروتئین (درصد)، به‌عنوان شاخص آب‌گریزی سطحی پروتئین (S_0) تعیین شد.

۲-٤-٤- تعیین حلالیت نیتروژن

حلالیت پروتئین سبوس برنج واریته هاشمی با استفاده از روش برا و موخرجه تعیین شد [۳٦]. یک گرم نمونه را در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول آب مخلوط کرده و با استفاده از سود و اسید ۰/۱ نرمال pH آن را به ۲-۱۰ تنظیم کرده و سپس به مدت ٦۰ دقیقه در دمای اتاق مخلوط کرده و سپس به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ٤۵۰۰×g سانتریفیوژ انجام شد؛ و محتوای نیتروژن در سوپر ناتانت نمونه با استفاده از روش کلدال تعیین شد و درصد پروتئین قابل‌حل با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد:

$$\text{درصد حلالیت} = \frac{\text{مقدار نیتروژن در مایع فوقانی}}{\text{مقدار نیتروژن در نمونه}} \times 100$$

۲-٤-۵- ویژگی امولسیون کنندگی

ویژگی امولسیون کنندگی پروتئین سبوس برنج با روش پیرس و کینسلا انجام شد [۳۷]. برای این منظور ۱۲ میلی‌لیتر روغن سویا و ۳٦ میلی‌لیتر از محلول ۱ درصد (وزنی/حجمی) پروتئین سبوس برنج که قبلاً pH آن بین ۵ تا ۸ تنظیم شده بود به مدت یک دقیقه با سرعت ۸۰۰۰×g به‌منظور آماده‌سازی امولسیون هموژن شد. حدود ۵۰ میکرو لیتر از امولسیون را از ته ظرف بعد از هموژن شدن در مدت‌زمان صفر و ۱۰ دقیقه برداشته و با حدود ۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ درصد دو دسیل دو سولفونات (SDS) مخلوط گردید و سپس جذب در طول‌موج ۵۰۰ نانومتر با استفاده از اسپکتوفوتومتر (DU730 UV V Spectrophotometer, Beckman Coulter, Miami, FL, USA) اندازه‌گیری شد جذب در زمان صفر دقیقه شاخص فعالیت امولسیون را نشان داد و اندیس پایداری امولسیون[1] (ESI) با معادله (۳) تعریف شد:

(۳)

$$\text{شاخص پایداری امولسیون} = \frac{A_0 \times t}{\Delta A}$$

که در آن A_0 میزان جذب در زمان صفر دقیقه و ΔA تغییرات جذب بین لحظه اول تا مدت‌زمان t (۱۰ دقیقه) می‌باشد.

۲-٤-٦- ظرفیت کف کنندگی و پایداری آن

ظرفیت کف کنندگی و پایداری کف در پروتئین سبوس برنج واریته هاشمی با استفاده از روش کاتو و همکاران انجام شد [۳۸]. یک گرم از نمونه پروتئین سبوس برنج در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده و سپس با استفاده از محلول ۰/۱ نرمال اسید و باز pH را به ۵-۸ تنظیم کرده و سپس ظرفیت کف کنندگی دیسپرسیون با اندازه‌گیری حجم کف‌ها بلافاصله بعد از یک دقیقه هموژن شدن با دستگاه هموژنایزر با سرعت g ۱۰۰۰۰× تعیین شد. ظرفیت کف کنندگی با استفاده از معادله (٤) بیان شد:

(٤)

$$\text{ظرفیت کف کنندگی} = \frac{\text{حجم خالی از کف} - \text{حجم کل}}{\text{حجم اولیه ۱۰۰ میلی لیتری}} \times 100$$

1. Emolsion Stability Index

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

پایداری کف‌کنندگی با اندازه‌گیری حجم کف بعد از ۲۰ دقیقه و با استفاده از معادله (۵) تعریف گردید:

(۵)

$$\text{پایداری کف‌کنندگی} = \frac{V_0 \times 100}{\Delta V}$$

V_0 مقدار حجم کف اولیه در زمان ۰ دقیقه است و ΔV تغییرات حجم کف در بازه زمانی t (۲۰ دقیقه) می‌باشد.

۲-۵- تجزیه و تحلیل نتایج

کلیه آزمون‌های تعیین خواص عملکردی کنسانتره پروتئین سبوس برنج در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه بررسی شدند. انحراف معیار داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل اندازه‌گیری شد. آزمون توکی برای تعیین اختلاف معنی‌دار بین مقادیر میانگین نمونه‌های هر تیمار در سطح معنی‌داری ۵ درصد به‌کاربرده شد. آزمون آماری با نرم‌افزار مینی تب و رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیب کنسانتره پروتئین سبوس برنج و بازده استخراج آن

ترکیب شیمیایی کنسانتره پروتئین سبوس برنج واریته هاشمی در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، واریته هاشمی بازده استخراج پروتئین به میزان ۷۶/۶۱ درصد به دست آمد. هرچند، مقدار اولیه پروتئین واریته هاشمی ۱۷/۱ درصد بود، اما خلوص آنها به روش استخراج قلیایی بهبود یافت. این مقادیر پروتئین و بازده استخراج کنسانتره پروتئین سبوس برنج در این واریته از نتایجی که در مورد سایر واریته‌های برنج در دیگر تحقیقات انجام‌شده، اندکی بیشتر بود [۱۲ و ۱۹] که می‌توان آن را به اختلاف در ترکیب و نوع واریته‌های بکار برده شده استناد کرد. افزون بر این، فیبر خام ۳/٤ به دست آمد که بیشتر از مقادیر فیبر خام نمونه‌های برنج لوزیانا، آرکانزاس و تگزاس می‌باشد، هرچند کمتر از نمونه‌های کالیفرنیا و ناتو است [۳۹].

Table 1 Chemical composition of rice bran protein of Hashemi cultivar.

Sample	Carbohydrate (%)	Moisture (%)	Fiber (%)	Ash (%)	Fat (%)	Protein (%)
Hashemi cultivar	12.94±0.81	3.94±0.06	3.40±0.31	2.81±0.02	0.28±0.02	76.61±0.59

۳-۲- آب‌گریزی سطحی پروتئین

مقدار آب‌گریزی سطحی پروتئین شاخصی از تعداد گروه‌های آب‌گریز در سطح پروتئین است، زمانی که پروتئین در یک محیط آبی قرار می‌گیرد. آب‌گریزی سطحی، نشانگر ظرفیت پروتئین برای برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی و درنتیجه خواص عملکردی آن می‌باشد. رابطه خطی بین شدت فلورسانس با غلظت پروتئین در غلظت‌های ۰/۰۰۱۵ تا ۰/۰۱۵ درصد پروتئین سبوس برنج مشاهده شد (R=۰/۹۷۲۲). با محاسبه رگرسیون خطی آب‌گریزی سطحی پروتئین سبوس برنج واریته هاشمی ۰/۷۱±۱۱/۷۷ بود. نتایج نشان داد که آب‌گریزی سطحی این واریته سبوس برنج کمتر از کنسانتره پروتئین سبوس برنج واریته طارم (۳۷/۳) و شیرودی (۳۳/۱) [۳۱] و همچنین کنسانتره پروتئین سبوس برنج (۲۰/۲) است [۱۲]. لذا انتظار می‌رود ویژگی‌های عملکردی نامناسب‌تری داشته باشند. همچنین، آب‌گریزی سطحی آن بسیار کمتر از آب‌گریزی سطحی پروتئین سرم آلبومین شیر گاو (۸٦/٤) بود [۱۲]. در حقیقت، بین مقادیر آب‌گریزی سطحی پروتئین با خواص عملکردی آنها ارتباط وجود دارد، زیرا با کاهش آبگریزی سطحی پروتئین خواص عملکردی آن نیز افت می نماید.

نتایج آب‌گریزی سطحی نشان داد که مقادیر آن در واریته هاشمی بیشتر از اوالبومین و کمتر از سایر پروتئین‌ها است. افزون بر این، همان‌طور که آب‌گریزی سطحی پروتئین افزایش می‌یابد، سایر خواص عملکردی پروتئین مانند فعالیت امولسیفایری و انحلال‌پذیری افزایش می‌یابند. لذا، از آنجایی که آب‌گریزی سطحی پروتئین سبوس برنج کمتر از سرم آلبومین گاو (BSA)[1] است، انتظار می‌رود که فعالیت امولسیونی آن نیز کمتر باشد. به‌طورکلی، فعالیت امولسیون اساساً تحت تأثیر آب‌گریزی سطحی است [٤۰]. آب‌گریزی سطحی فاکتور مهمی در تعیین خواص امولسیفایری است [٤۱، ٤۲، ٤۳ و ٤٤]. آب‌گریزی سطحی کم پروتئین سبوس برنج برهم کنش بین پروتئین و روغن را دشوار می‌سازد و درنتیجه خواص امولسیون کنندگی آن را کاهش می‌دهد [۱۲، ٤۱ و ٤۳]. لذا

1. Bovine Serum Albumin

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

به‌منظور بهبود فعالیت امولسیونی پروتئین، لازم است از تیمارهای آنزیمی و حرارت دهی استفاده شود.

۳-۳- میزان حلالیت نیتروژن

حلالیت یکی از ویژگی‌های عملکردی مهم پروتئین‌های غذایی است که به‌عنوان یک شاخص خوب برای کاربرد پروتئین محسوب می شود. حلالیت با ویژگی‌های امولسیون کنندگی و کف کنندگی مربوط است [۲۵]. پژوهشگران گزارش کردند که ارتباط نزدیکی بین ویژگی‌های امولسیفایری و کف کنندگی پروتئین با ویژگی انحلال‌پذیری آن وجود دارد [۱۲]. پروفایل حلالیت نیتروژن کنسانتره پروتئین سبوس برنج در مقادیر مختلف pH (۲-۱۰) در شکل ۱ آورده شده است. در سرتاسر دامنه pH، نمونه، کمترین مقدار حلالیت را در pH معادل ٦ نشان داد که به نقطه ایزوالکتریک پروتئین (٤/٥) به نسبت نزدیک‌تر است. حلالیت نیتروژن پروتئین با افزایش قلیائیت و اسیدیته افزایش یافت. در حقیقت، محلول‌های اسیدی و قلیایی، دناتوره شدن پروتئین سبوس برنج و هیدرولیز آن را تسریع می‌کنند و در نتیجه انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد [۱۲]. حلالیت پروتئین در محلول‌های آبی بستگی به مقدار pH دارد. در زیر نقطه ایزو الکتریک دافعه الکترو استاتیکی و آبدهی یونی در پایین‌ترین مقدار است و برهمکنش هیدروفوبی بین قسمت‌های غیر قطبی در بالاترین سطح خود می‌باشد [٤٥]. پروتئین سبوس برنج شامل آلبومین ۳۷ درصد، گلبولین ۳٦ درصد، گلوتلین ۲۲ درصد و پرولامین ٥ درصد می باشد [۱۲، ۳۰ و ۳۱]. گلوتلین یکی از اجزای پروتئین سبوس برنج است که وزن مولکولی بالایی دارد و فقط در محلول‌های اسیدی یا قلیایی قابل حل است [۲۷، ۳۰ و ۳۱]؛ بنابراین، همان‌طور که مقدار پروتئین کنسانتره سبوس برنج افزایش یابد، انحلال‌پذیری آن کاهش خواهد یافت. بیشینه حلالیت پروتئین در ورای pH ۱۰ دیده شده است. نتایج مشابهی نیز برای حلالیت کنسانتره پروتئین سبوس برنج دیده شده است، هرچند در تحقیقات آنها کمترین حلالیت در pH معادل ٤ مشاهده شد [۱۹]. علاوه بر این، افزایش حلالیت پروتئین هاشمی می‌تواند به دلیل پپتیدهای با وزن مولکولی کوچک‌تری باشد که در طی فرایند استخراج قلیایی حاصل‌شده‌اند. ازآنجایی‌که حلالیت پروتئین هاشمی بیشتر از پروتئین سبوس واریته باسمتی است [۱۳]، می توان انتظار داشت که مصارف بیشتری در صنایع غذایی مانند نوشیدنی‌ها، دسرها، سفید کننده قهوه، خامه زده‌شده، محصولات قنادی و مانند آن داشته باشد. حلالیت پروتئین سبوس برنج بالاتر از پروتئین برنج قهوه‌ای و پروتئین برنج سفید در pH=٤-٧ می‌باشد.

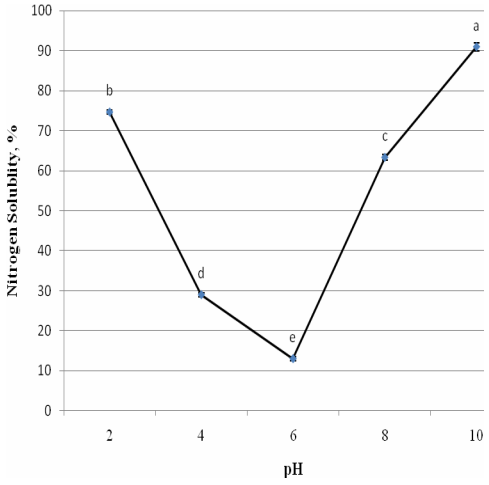

Fig 1 Nitrogen solubility of Hashemi protein isolate at varying pH values.

در این آزمایش‌ها حلالیت کنسانتره پروتئین در محدوده ٦-pH=٤ کاهش یافته است و همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد بیشترین حلالیت‌ها در شرایط قلیایی و اسیدی ایجاد شده است؛ و در بالای pH=۸ حلالیت با شیب کمتری افزایش می‌یابد. بیشترین میزان حلالیت در pH=۱۰ دیده شده است که در مقایسه با پروتئین آب‌پنیر (۸۸/۷ درصد) حلالیت بهتری از خود نشان می‌دهد.

این الگوی حلالیت موافق با نظریه گزارش‌شده توسط گناناسامباندام و هتیراچی نیز می‌باشد [۱۹]؛ که این نتایج ممکن است به خاطر تغییرات در یون و یا ویژگی‌های سطحی پروتئین سبوس برنج باشد. حلالیت بسیار پایین پروتئین سبوس برنج به خاطر پیچیدگی‌های پروتئین سبوس برنج است. پروتئین سبوس برنج شامل ۳۷ درصد آلبومین، ۳٦ درصد گلبولین، ۲۲ درصد گلوتلین و ٥ درصد پرولامین می‌باشد. گلبولین‌ها در محلول نمکی مانند کلرید سدیم انحلال‌پذیرند ولی هیچ‌گونه تأثیری روی حلالیت پروتئین سبوس برنج ندارند. عوامل دیگری مثل pH و حلالیت آلبومین‌ها در آب می‌تواند نقش مهمی در قابلیت حل‌پذیری بیشتر نیتروژن ایفا کند.

۳-٤- ویژگی امولسیون کنندگی

به‌طورکلی فعالیت‌های امولسیون کنندگی پروتئین‌ها متأثر از توده سلولی، آب‌گریزی سطحی، تشکیل ثبات، بار سطح و عوامل فیزیکی و شیمیایی مثل: pH، قدرت یونی و دما می‌باشد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

[٤٦]. گروه‌های هیدروفوبیک برهمکنش بین پروتئین و لیپید را افزایش داده است. علاوه بر این مطالعات نشان داده است که پایداری کف و قدرت امولسیون کنندگی پروتئین سبوس برنج از کازئین در pHهای مختلف در شرایط محیط قندی و نمکی بالاتر می‌باشد [۱۳]. ناکایی نشان داد که حلالیت پروتئین و ویژگی آب‌گریزی سطحی از ویژگی‌های بسیار مهم برای تعیین ظرفیت امولسیون کنندگی پروتئین می‌باشد [٤٧].

فعالیت امولسیون کنندگی بستگی به نفوذ پپتیدها در سطح مشترک روغن-آب دارد. هیدرولیز با حلالیت بالا و اندازه مولکول‌های کوچک‌تر نفوذ را راحت‌تر کرده و برهمکنش بین پروتئین و لیپید را افزایش می‌دهد؛ اما حلالیت نشان داد که پپتیدهای هیدروفوبیک کوچک ویژگی امولسیون کنندگی نامطلوبی را نشان می‌دهد که به دلیل توانایی ضعیف در کاهش کشش سطحی و ظرفیت پایین برای برهمکنش استریک باشد [٤٨].

فعالیت امولسیونی و پایداری امولسیونی پروتئین سبوس واریته هاشمی در دامنه pH ٥-٨ به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، pH در فعالیت امولسیونی تأثیرگذار بوده است. بااین‌حال، فعالیت امولسیونی با افزایش pH از ٥ به ٨ ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است. افزون بر این، فعالیت امولسیون کنندگی پروتئین سبوس برنج هاشمی بیشتر از برنج‌های ارقام باسمتی است که خواص امولسیفایری آنها در دامنه ٧٤-٢٤ درصد بود [۱۳]. نتایج نشان داد که پروتئین سبوس برنج (عمدتاً گلوتلین) امولسیون کنندگی خوبی در شرایط قلیایی و تا حد قابل‌قبول در شرایط اسیدی نسبت به پروتئین‌های برنج سفید و قهوه‌ای دارا می‌باشد. بیشترین میزان فعالیت امولسیون کنندگی در روغن سویا در pH=٨ رخ داده است؛ بنابراین، کاربرد روش استخراج قلیایی، نه‌تنها در افزایش حلالیت پروتئین مؤثر است، بلکه در بهبود خواص امولسیفایری پروتئین نیز تأثیرگذار بوده است. به عبارتی، فراوری حرارتی در طی استخراج روغن از سبوس، پروتئین را دناتوره می‌کند و درنتیجه منجر به آب‌گریزی سطحی بیشتر و بهبود خواص عملکردی می‌شود.

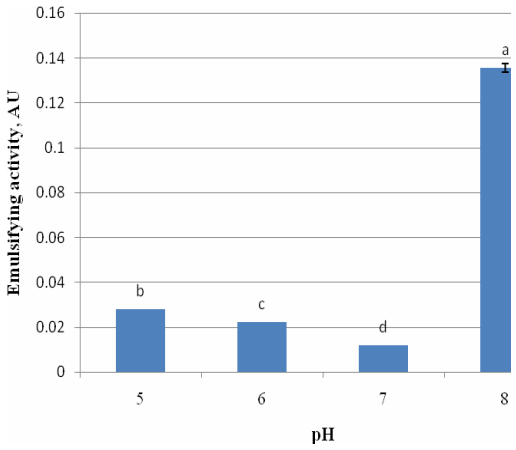

Fig 2 Emusifying activities (Abs 500 nm) of RBP of Hashemi varietiy at different pH.

همان‌طور که از نتایج آزمایش‌های پایداری امولسیون کنندگی مشاهده می‌شود، مدت‌زمان پایداری در واریته هاشمی با افزایش pH افزایش یافت. حداکثر پایداری نیز در pH=٨ رخ داده است که البته به pH برابر با ۷ اختلاف آماری معنی‌داری نداشت.

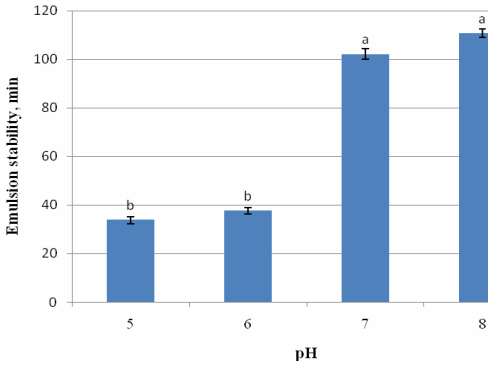

Fig 3 Effect of pH on emulsifying stabilities of RBP of Hashemi.

ویژگی آب‌گریزی پایین پروتئین برهمکنش بین پروتئین و روغن را تسهیل نمی‌کند و منجر به کاهش ویژگی امولسیون کنندگی می‌شود [۱۲]. سرم آلبومین شیر گاو امولسیون کننده خوبی است بنابراین بارها به‌عنوان ماده استاندارد به‌منظور مقایسه مؤثر ویژگی‌های امولسیون کنندگی پروتئین در نظر گرفته‌شده است. تفاوت آشکاری بین این دو پروتئین در مقایسه با پروتئین سرم آلبومین شیر گاو دیده می‌شود؛ و ویژگی امولسیون کنندگی سرم آلبومین شیر گاو به طرز چشمگیری بالاتر از این پروتئین می‌باشد.

۳-٥- ظرفیت کف کنندگی

بهترین ماده استاندارد به‌منظور مقایسه کف کنندگی، در بین همه پروتئین‌ها پروتئین آلبومین تخم‌مرغ می‌باشد که به خاطر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

ویژگی خوب کف کنندگی آن است [٤٩]. درصد ظرفیت کف کنندگی و پایداری کف کنندگی سفیده تخم‌مرغ به ترتیب ۳۸۰ درصد و ۱۲۰ دقیقه بوده است. درحالی‌که ظرفیت کف کنندگی پروتئین سبوس برنج واریته هاشمی در pHهای مختلف در شکل ٤ نشان داده شده است.

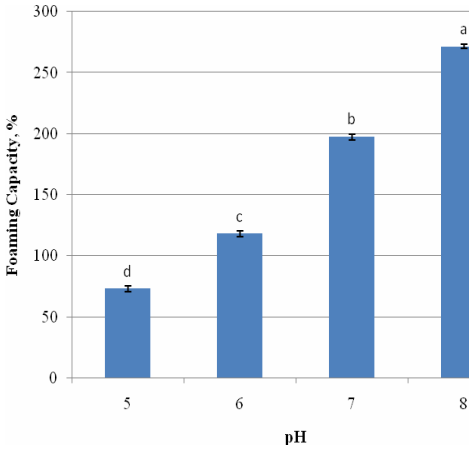

Fig 4 Effect of pH on foaming capacities of RBP of Hashemi.

طبق مطالعات قبلی [۵۰] ظرفیت کف کنندگی با افزایش pH به‌طور یکنواخت افزایش می‌یابد. کمترین میزان کف کنندگی در pH=۵ به دست آمده است و بیشترین میزان آنها در pH=۸ به دست آمده است که نشان می‌دهد تفاوت چشمگیری بین ظرفیت کف کنندگی واریته‌های پروتئین سبوس برنج هاشمی با پروتئین سفیده تخم‌مرغ وجود ندارد.

آگبولا و همکاران نیز نتایج یکسانی از گلوتلین برنج قهوه‌ای استرالیایی استخراج شده با یا بدون پیش فرآیند آنزیماتیک به دست آورده بودند و نیز دریافتند که ظرفیت کف کنندگی پایین برای گلوتلین برنج می‌تواند به‌صورت مستقیم مربوط به حلالیت ضعیف و فقدان سازگاری به دلیل مقدار بالای باندهای دی سولفیدی می‌باشد [۵۱].

لازم به ذکر است که افزایش در حلالیت پروتئین به‌وسیله پروتئولیز ظرفیت کف کنندگی را افزایش می‌دهد هیدرولیز شدید به دلیل ایجاد بار اضافی باعث جلوگیری از تشکیل کف با ثبات شده و ویژگی کف کنندگی نیز کاهش می‌یابد [۵۲].

۳-٦- پایداری کف

پایداری کف‌نیازمند تشکیل لایه ویسکوالاستیک چسبنده و ضخیم در اطراف هر حباب گاز می‌باشد [۵۳]. درواقع پایداری کف مشاهده‌شده برخلاف ظرفیت کف کنندگی بسیار مناسب، در تمامی pH ها چندان قابل‌ملاحظه نمی‌باشد، بطوریکه در برخی pH ها بعد ۳۰ دقیقه تقریباً تمامی کف از بین می‌رود. البته در این موارد زمان دقیق تخلیه کامل کف بجای ۲۰ دقیقه در فرمول پایداری کف استفاده شده است.

با توجه به شکل ۵ پایداری کف، می‌توان مشاهده کرد که مقدار حداکثر در pH=۵ رخ داده است. کاهش مشاهده شده در پایداری کف کنندگی در واریته‌های پروتئین ممکن است به دلیل فقدان تشکیل لایه ویسکوالاستیک چسبنده و ضخیم در اطراف حباب‌های گاز باشد که از متلاشی شدن کف‌ها ممانعت می‌کند [٤١، ٥٤].

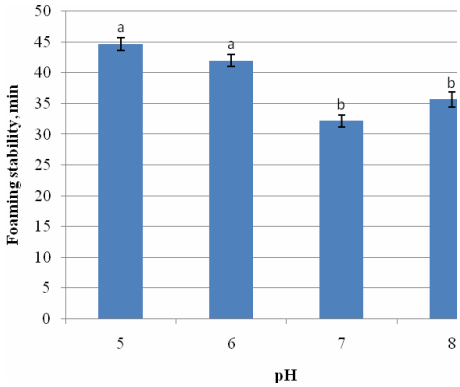

Fig 5 Effect of pH on foaming stabilities of RBP of Hashemi.

٤- نتیجه‌گیری

نمونه پروتئین سبوس برنج موردمطالعه در این پژوهش بازده استخراج پروتئین به میزان ٧٦/٦١ درصد داشت. کنسانتره پروتئین سبوس برنج هاشمی شاخص حلالیت نیتروژن، امولسیون کنندگی و آب‌گریزی سطحی مناسبی داشت. اطلاع از این ویژگی‌ها جهت توسعه و کاربرد هرچه بیشتر سبوس برنج در فراورده‌های غذایی بسیار مهم است. نتایج این تحقیق نشان داد که کنسانتره پروتئین سبوس برنج می‌تواند ترکیب مناسبی برای مصرف انسان باشد و همچنین پتانسیل خوبی برای استفاده در فرمولاسیون‌های غذایی جدید دارد.

٥- منابع

[1] Lakkakula, N.R., Lima, M. and Walker, T., 2004. Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Bioresource Technology*, 92(2): 157-161.

[2] Saunders, R.M., 1990. The properties of rice bran as a foodstuff. *Cereal Foods World*, 35(7): 632-636.

[3] Hu, W., Wells, J.H., Shin, T.S. and Godber, J.S., 1996. Comparison of isopropanol and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

[16] Randall, J.M., Sayre, R.N., Schultz, W.G., Fong, R.Y., Mossman, A.P., Tribelhorn, R.E. and Saunders, R.M., 1985. Rice bran stabilization by extrusion cooking for extraction of edible oil. *Journal of Food Science*, 50(2): 361-364.

[17] Malekian F. R.M. Rao W. Prinyawiwatkul W.E. Marshall M. Windhauser and M. Ahmedna. 2000. Lipase and lipoxygenase activity functionality and nutrient losses in rice bran during storage. Agricultural Center Louisiana Agricultural Experiment Station Baton Rouge. Bulletin No 870: 1-68.

[18] Hamada, J.S., 1997. Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. *Cereal Chemistry*, 74(5): 662-668.

[19] Gnanasambandam, R. and Hettiarachchy, N.S., 1995. Protein concentrates from unstabilized and stabilized rice bran: preparation and properties. *Journal of food science*, 60(5): 1066-1069.

[20] Hamada, J., 1995. Protease solubilization of proteins in rice bran. In IFT Annual Meeting, Anaheim, CA.

[21] Amarasinghe, B.M.W.P.K., Kumarasiri, M.P.M. and Gangodavilage, N.C., 2009. Effect of method of stabilization on aqueous extraction of rice bran oil. *Food and Bioproducts Processing*, 87(2): 108-114.

[22] Anderson, A.K. and Guraya, H.S., 2001. Extractability of protein in physically processed rice bran. *Journal of the American oil Chemists' society*, 78(9): 969-972.

[23] Rosniyana, A., Hashifah, M.A. and Norin, S.S., 2007. The physico-chemical properties and nutritional composition of rice bran produced at different milling degrees of rice. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 35(1): 99.

[24] Shen, L., Wang, X., Wang, Z., Wu, Y. and Chen, J., 2008. Studies on tea protein extraction using alkaline and enzyme methods. Food Chemistry, 107(2): 929-938.

[25] 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(1): 152-157.

[26] Hanmoungjai, P.Y.L.E., Pyle, D.L. and Niranjan, K., 2001. Enzymatic process for extracting oil and protein from rice hexane for extraction of vitamin E and oryzanols from stabilized rice bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(12): 1653-1656.

[4] Champagne, E.T., 2014. Rice: chemistry and technology (No. Ed. 3). American Association of Cereal Chemists.

[5] FAO, 2016. FAO Statistical Pocketbook 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

[6] Khuwijitjaru, P., Nualchan, P. and Adachi, S., 2007. Foaming and emulsifying properties of rice bran extracts obtained by subcritical water treatment. Silpakorn University Science and Technology Journal, 1(1): 7-12.

[7] Hamada, J.S., 2000. Characterization and functional properties of rice bran proteins modified by commercial exoproteases and endoproteases. *Journal of Food Science*, 65(2): 305-310.

[8] Lasztity, R., 1995. The chemistry of cereal proteins. CRC press.

[9] Helm, R.M. and Burks, A.W., 1996. Hypoallergenicity of rice protein. Cereal foods world, 41(11): 839-843.

[10] Fabian, C. and Ju, Y.H., 2011. A review on rice bran protein: its properties and extraction methods. Critical reviews in food science and nutrition, 51(9), pp.816-827.

[11] Tang, S., Hettiarachchy, N.S., Eswaranandam, S. and Crandall, P., 2003. Protein Extraction from Heat‐stabilized Defatted Rice Bran: II. The Role of Amylase, Celluclast, and Viscozyme. Journal of food science, 68(2): 471-475.

[12] Wang, M., Hettiarachchy, N.S., Qi, M., Burks, W. and Siebenmorgen, T. 1999. Preparation and Functional Properties of Rice Bran Protein Isolate. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 47: 411-416.

[13] Chandi, G.K. and Sogi, D.S., 2007. Functional properties of rice bran protein concentrates. *Journal of Food Engineering*, 79(2): 592-597.

[14] Lam, R.S. and Nickerson, M.T., 2013. Food proteins: a review on their emulsifying properties using a structure–function approach. *Food chemistry*, *141*(2), pp.975-984.

[15] Kim, C.J., Byun, S.M., Cheigh, H.S. and Kwon, T.W., 1987. Optimization of extrusion rice bran stabilization process. *Journal of Food Science*, 52(5): 1355-1357.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

bran. Journal of the American Oil Chemists' Society, 78(8): 817-821.

[27] Paraman, I., Hettiarachchy, N.S., Schaefer, C. and Beck, M.I., 2007. Hydrophobicity, solubility, and emulsifying properties of enzyme-modified rice endosperm protein. Cereal chemistry, 84(4): 343-349.

[28] Yeom, H.J., Lee, E.H., Ha, M.S., Ha, S.D. and Bae, D.H., 2009. Production and physicochemical properties of rice bran protein isolates prepared with autoclaving and enzymatic hydrolysis. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 53(1): 62-70.

[29] Sereewatthanawut, I., Prapintip, S., Watchiraruji, K., Goto, M., Sasaki, M. and Shotipruk, A., 2008. Extraction of protein and amino acids from deoiled rice bran by subcritical water hydrolysis. *Bioresource technology*, 99(3): 555-561.

[30] Esmaeili, M., Rafe, A., Shahidi, S. and Ghorbani Hasan-Saraei, A., 2016. Functional properties of rice bran protein isolate at different pH levels. *Cereal chemistry*, 93(1): 58-63pp.

[31] Rafe, A., Mousavi, S.S. and Shahidi, S.A., 2014. Dynamic rheological behavior of rice bran protein (RBP): Effects of concentration and temperature. *Journal of Cereal Science*, 60(3), pp.514-519.

[32] Chrastil, J., 1992. Correlations between the physicochemical and functional properties of rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(9): 1683-1686.

[33] AOAC. 2002. Official methods of analysis (15th ed). Arlington: Association of official Analytical Chemists-Washangton, DC, USA.

[34] Juliano, B. O. 1994. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. In B. O. Juliano (Ed.), Rice chemistry and technology (pp. 98e141). St. Paul, Minn: The American Association of Cereal Chemists.

[35] Nishinari, K., Fang, Y., Guo, S. and Phillips, G.O., 2014. Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification. *Food hydrocolloids*, *39*, pp.301-318.

[36] Bera, M.B. and Mukherjee, R.K., 1989. Solubility, emulsifying, and foaming properties of rice bran protein concentrates. *Journal of Food Science*, 54(1): 142-145.

[37] Pearce, K.N. and Kinsella, J.E., 1978. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26(3): 716-723.

[38] Kato, A., Takahashi, A., Matsudomi, N. and Kobayashi, K., 1983. Determination of foaming properties of proteins by conductivity measurements. *Journal of Food Science*, 48(1): 62-65.

[39] Mod, R.R., Conkerton, E.J., Ory, R.L. and Normand, F.L., 1978. Hemicellulose composition of dietary fiber of milled rice and rice bran. *Journal of agricultural and food chemistry*, 26(5): 1031-1035.

[40] Voutsinas, L.P., Cheung, E. and Nakai, S., 1983. Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. Journal of Food Science, 48(1): 26-32.

[41] Hailing, P.J. and Walstra, P., 1981. Protein‐stabilized foams and emulsions. Critical Reviews in Food Science *& Nutrition*, 15(2): 155-203.

[42] Chaplin, L.C. and Andrew, A.T., 1989. Functional properties of peptides derived from casein proteolysis. *Journal of Dairy Research*, 56: 544-552.

[43] Phillips, L.G., Whitehead, D.M. and Kinsella, J.E., 1994. Structure-function properties of food proteins. Food science and technology international series (USA).

[44] Petruccelli, S. and Anon, M.C., 1995. Soy protein isolate components and their interactions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(7): 1762-1767.

[45] Damodaran, S. and Paraf, A., 1997. Food proteins and their applications. *Food science and technology* (USA). no. 80.

[46] Tang, C.H. and Ma, C.Y., 2009. Effect of high pressure treatment on aggregation and structural properties of soy protein isolate. *LWT-Food Science and Technology*, 42(2): 606-611.

[47] Nakai, S., 1983. Structure-function relationships of food proteins: with an emphasis on the importance of protein hydrophobicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31(4): 676-683.

[48] Wagner, J.R., Sorgentini, D.A. and Añón, M.C., 2000. Relation between solubility and surface hydrophobicity as an indicator of modifications during preparation processes of commercial and laboratory-prepared soy

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

protein isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8): 3159-3165.

[49] Symes, K.C., 1980. The relationship between the covalent structure of the xanthomonas polysaccharide (xanthan) and its function as a thickening, suspending and gelling agent. *Food Chemistry*, 6(1): 63-76.

[50] Meuser F. Busch K. G. Fuhrmeister H. & Rubach K. 2001. Foam-forming capacity of substances present in rye. *Cereal Chemistry*. 78(1): 50–54.

[51] Agboola, S., Ng, D. and Mills, D., 2005. Characterisation and functional properties of Australian rice protein isolates. *Journal of cereal science*, 41(3): 283-290.

[52] Franzen, K.L. and Kinsella, J.E., 1976. Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 24(4): 788-795.

[53] Damodaran, S., 1994. Structure-function relationship of food proteins. *Protein functionality in food systems*, 1-37.

[54] Damodaran, S., 1990. Interfaces, protein films, and foams. *Advances in food and nutrition research*, 34: 1-79.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]

Extraction of rice bran protein (Hashemi cultivar) and investigation of its Functional characteristics

Naghizadeh Raeisi, Sh.[1*], Mohamadi Rami, A. [2], Shahidi, S. A.[1] , Ghorbani Hasan-Saraei, A.[1]

1. Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran
2. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran

(Received: 2018/02/12 Accepted:2018/07/21)

Rice bran is an inexpensive, underutilized major by product of milling, consisting approximately 10% weight of rough rice. Protein concentrates were prepared from defatted rice bran and analyzed for their functional properties. Rice bran proteins were prepared by alkaline extracted. The yield of rice bran proteins Hashemi were 76%. The water solubility of Rice bran protein (Hashemi cultivar) was less at pH 6.0 and increased gradually below pH 6.0 and above pH 6.0. Above pH 8.0, the solubility continued to increase but at a slower rate. The pH was found to influence the emulsifying activities and emulsion stabilities of Rice bran protein (Hashemi cultivar). The emulsifying activity of Rice bran protein (Hashemi cultivar) significantly increased at pH 8.0. Maximum emulsion activity increased in Rice bran protein (Hashemi cultivar) (0.135). As emulsifying stability data showed, maximum emulsion stabilities increased at pH=8, (110.6 min). At pH=8 protein exhibited the best foaming capacity, the foaming stability was not desirable. At pH=8 the most emulsifying activity and the most emulsion stability was observed. The results indicated that RBP concentrate of Hashemi cultivar can be effectively used for various food formulations like weaning foods, dry mixes, baked foods, whipped toppings, salad dressings etc. due to its high foaming and emulsifying properties.

Keywords: Rice Bran Protein Concentrate, Functional Properties, Hashemi cultivar.

* Corresponding Author E-Mail Address: shahram9112006@outlook.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-19]