

اللَّهُمَّ احْمِزْنِي



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرج

دانشکده مهندسی علوم و صنایع غذایی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم و صنایع غذایی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی سبوس و

کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ایرانی

پژوهش و نگارش:

علی اکبر کشاورز هدایتی

اساتید راهنما:

دکتر مهران اعلمی

دکتر علی معتمد زادگان

اساتید مشاور:

دکتر یحیی مقصودلو

دکتر محمد قربانی

تابستان ۱۳۹۰

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد زیر متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب علی‌اکبر کشاورز هدایتی دانشجوی رشته‌ی علوم و صنایع غذایی مقطع کارشناسی ارشد، تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

در نهایت این پایان نامه را تقدیم میکنم

به مادرم که.....

خیلی زود رفت

تقدیر و تشکر

خداوند را سپاسگزارم که در هر زمان و هر مکان یاری ام می‌رساند و می‌دانم که هر چه دارم از لطف و کرم اوست

تشکر و سپاس از یاری و بزرگواری اساتید راهنمایم جناب آقای دکتر علمی و جناب آقای دکتر معتمدزادگان که بجز به بجز
بمراهمم کردند و علم و دانش خود را بدون هیچ چشمداشتی بر من ارزانی داشتند.

از اساتید مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر مقصودلو و جناب آقای دکتر قربانی که در طول انجام این پایان نامه از بهنگاری و
مشاورت ایشان بهره‌برده‌ام قدردانی می‌نمایم.

باتشکر از داوران محترم جناب آقای دکتر میرزایی و دکتر صادقی که با حضورشان بر کار من ارج نهادند و قبلاً از راهنمایهای
ارزنده‌شان بهره‌مند شده‌ام.

از یاننده محترم تحصیلات تکلیفی جناب آقای دکتر زینلی به خاطر مساعدت‌های بی‌دریغشان تشکر مینمایم.

از تلاش و مساعدت خانمها کرایلی، اسلامی و تمامی دوستانی که در انجام این پایان نامه مرا همراهی نمودند سپاسگزارم

چکیده

سبوس برنج فراورده جانبی حاصل از آسیاب برنج و ماده‌ای پودری و نرم است که از چندین جزء شامل پوشش دانه، هسته، لایه آلورون، جوانه و قسمتی از لایه زیرین آلورون آندوسپرم نشاسته‌ای تشکیل شده و حاوی مقادیر قابل توجهی پروتئین، چربی، کربوهیدرات و مواد معدنی است. با توجه به ترکیب شیمیایی سبوس برنج به نظر می‌رسد که این فراورده از ویژگی‌های عملکردی و فیزیکوشیمیایی مطلوبی برخوردار باشد. در این تحقیق ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های عملکردی و فیزیکوشیمیایی سبوس و کنسانتره پروتئینی ۲ رقم برنج ایرانی (ندا و طارم) بررسی شد. رقم ندا مقدار کمتری پروتئین و مقدار بیشتری چربی و خاکستر را داشت. دو رقم سبوس برنج به لحاظ ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). دانسیته توده‌ای رقم‌های سبوس تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) از ۰/۴۲ گرم بر میلی‌لیتر برای رقم ندا تا ۰/۴۸ گرم بر میلی‌لیتر برای رقم طارم داشت. اندیس‌های رنگی L^* و ΔE در رقم‌های سبوس برنج اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($p < 0.05$). بازده استخراج کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج ۸/۵۲ و ۸/۷۴ درصد بود. کنسانتره پروتئینی سبوس برنج طارم دانسیته توده‌ای بیشتری داشت (۰/۲۴ گرم بر گرم). اندیس‌های رنگی L^* ، a^* و ΔE در کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($p < 0.05$). نتایج نشان داد که بیشترین حلالیت پروتئین کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در $pH=10$ و کمترین حلالیت در $pH=4$ مشاهده شد. ظرفیت جذب آب در محدوده ۳/۷۷ تا ۴/۳۱ گرم بر گرم بود در حالی که ظرفیت جذب روغن در بازه ۳/۸۸ تا ۴/۰۹ گرم بر گرم قرار داشت. کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج تولید کف کمی داشتند و ظرفیت امولسیون‌کنندگی کنسانتره‌های پروتئینی بین ۳۰ تا ۳۷ درصد بود. نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان اطلاعاتی کلیدی برای استفاده از سبوس و کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در فراورده‌های غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: سبوس برنج، کنسانتره پروتئینی، ویژگی‌های عملکردی، پایداری کف، حلالیت پروتئین

فصل اول: مقدمه

| | |
|----|---|
| ۲ | ۱- مقدمه |
| ۲ | ۱-۱- تولید برنج |
| ۲ | ۲-۱- گیاه‌شناسی برنج |
| ۳ | ۱-۲-۱- اجزای مختلف دانه برنج |
| ۴ | ۳-۱- ترکیبات تشکیل دهنده برنج |
| ۶ | ۴-۱- سبوس برنج |
| ۷ | ۱-۴-۱- ترکیبات سبوس برنج |
| ۷ | ۱-۴-۱- روغن |
| ۷ | ۱-۴-۲- پروتئین |
| ۸ | ۱-۴-۳- فیبر |
| ۸ | ۱-۴-۴- مواد معدنی و ویتامین‌ها |
| ۸ | ۱-۴-۵- کربوهیدرات |
| ۹ | ۲-۴-۱- مصارف سبوس برنج |
| ۹ | ۵-۱- ویژگی‌های عملکردی |
| ۱۰ | ۱-۵-۱- طبقه‌بندی ویژگی‌های عملکردی |
| ۱۱ | ۱-۱-۵-۱- ویژگی‌های عملکردی مرتبط به مکانیسم آبیوشی |
| ۱۱ | ۱-۱-۵-۱- ظرفیت نگهداری آب و روغن |
| ۱۲ | ۱-۱-۵-۲- حلالیت |
| ۱۴ | ۱-۱-۵-۲- ویژگی‌های عملکردی مرتبط با سطح پروتئین‌ها |
| ۱۴ | ۱-۱-۵-۲- امولسیون‌ها و کف‌ها |
| ۱۴ | ۱-۱-۵-۲- فعالیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون |
| ۱۶ | ۱-۱-۵-۳- قابلیت تشکیل کف |
| ۱۸ | ۱-۱-۵-۳- ویژگی‌های عملکردی مربوط به ساختار و رئولوژی پروتئین‌ها |
| ۱۸ | ۱-۱-۵-۳- تشکیل ژل |
| ۱۹ | ۶-۱- دانسیته توده‌ای |
| ۲۰ | ۷-۱- فرضیه‌ها |

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۸-۱- اهداف ۲۰

فصل دوم: بررسی منابع

- ۱-۲- ترکیبات سبوس برنج ۲۲
- ۲-۲- استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ۲۳
- ۳-۲- ویژگی‌های عملکردی و فیزیکوشیمیایی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ۲۵
- ۴-۲- استخراج ایزوله پروتئینی سبوس برنج ۲۶
- ۵-۲- ویژگی‌های عملکردی و فیزیکوشیمیایی ایزوله‌های پروتئینی سبوس برنج ۲۷
- ۶-۲- ویژگی‌های عملکردی دیگر نمونه‌های گیاهی ۲۷

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳- مواد و دستگاه‌ها ۳۰
- ۱-۱-۳- مواد اولیه ۳۰
- ۲-۱-۳- مواد شیمیایی ۳۰
- ۳-۱-۳- دستگاه‌ها ۳۱
- ۲-۳- روش‌ها ۳۲
- ۱-۲-۳- ۱- آزمون‌های شیمیایی مشترک ۳۲
- ۱-۱-۲-۳- اندازه‌گیری رطوبت ۳۲
- ۲-۱-۲-۳- اندازه‌گیری خاکستر ۳۲
- ۳-۱-۲-۳- اندازه‌گیری پروتئین ۳۳
- ۴-۱-۲-۳- اندازه‌گیری چربی ۳۳
- ۵-۱-۲-۳- اندازه‌گیری فیبر کل ۳۴
- ۶-۱-۲-۳- محاسبه میزان کربوهیدرات ۳۵
- ۲-۲-۳- میزان کلسیم، پتاسیم و انرژی ۳۵
- ۳-۲-۳- تهیه کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ۳۵
- ۴-۲-۳- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ۳۶
- ۱-۴-۲-۳- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ۳۶

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۳۶ | ۳-۲-۴-۱-۱- بازده استخراج..... |
| ۳۶ | ۳-۲-۴-۱-۲- بازده استخراج پروتئین..... |
| ۳۶ | ۳-۲-۴-۱-۳- دانسیته توده‌ای..... |
| ۳۷ | ۳-۲-۴-۱-۴- اندیس حلالیت نیتروژن..... |
| ۳۷ | ۳-۲-۴-۱-۵- ویژگی‌های رنگی..... |
| ۳۸ | ۳-۲-۴-۱-۶- ویژگی‌های عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج..... |
| ۳۸ | ۳-۲-۴-۱-۷- حلالیت پروتئین..... |
| ۳۸ | ۳-۲-۴-۱-۸- جذب آب و روغن..... |
| ۳۸ | ۳-۲-۴-۱-۹- ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون..... |
| ۳۹ | ۳-۲-۴-۱-۱۰- ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف..... |
| ۳۹ | ۳-۲-۴-۱-۱۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی سبوس برنج..... |
| ۳۹ | ۳-۲-۴-۱-۱۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سبوس برنج..... |
| ۳۹ | ۳-۲-۴-۱-۱۳- ویژگی‌های رنگی..... |
| ۳۹ | ۳-۲-۴-۱-۱۴- دانسیته توده‌ای..... |
| ۴۰ | ۳-۲-۴-۱-۱۵- اندیس جذب آب و اندیس حلالیت در آب..... |
| ۴۰ | ۳-۲-۴-۱-۱۶- اندیس حلالیت نیتروژن (NSI)..... |
| ۴۱ | ۳-۲-۴-۱-۱۷- ویژگی‌های عملکردی سبوس برنج..... |
| ۴۱ | ۳-۲-۴-۱-۱۸- حلالیت پروتئین..... |
| ۴۱ | ۳-۲-۴-۱-۱۹- جذب آب و روغن..... |
| ۴۲ | ۳-۲-۴-۱-۲۰- حداقل غلظت زله‌ای شدن..... |
| ۴۲ | ۳-۲-۴-۱-۲۱- کف‌کنندگی و پایداری کف..... |
| ۴۲ | ۳-۲-۴-۱-۲۲- امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون..... |
| ۴۳ | ۳-۳- تجزیه و تحلیل آماری..... |

فصل چهارم: نتایج و بحث

| | |
|----|--|
| ۴۶ | ۱-۴- ترکیب شیمیایی سبوس برنج |
| ۴۷ | ۲-۴- میزان کلسیم، پتاسیم و انرژی |
| ۴۸ | ۳-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج |
| ۴۸ | ۱-۳-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج |
| ۴۸ | ۱-۱-۳-۴- میزان پروتئین |
| ۴۸ | ۲-۱-۳-۴- بازده استخراج |
| ۴۹ | ۳-۱-۳-۴- بازده پروتئینی استخراج |
| ۴۹ | ۴-۱-۳-۴- دانسیته توده‌ای |
| ۵۰ | ۵-۱-۳-۴- اندیس حلالیت نیتروژن |
| ۵۰ | ۶-۱-۳-۴- ویژگی‌های رنگی |
| ۵۱ | ۲-۳-۴- ویژگی‌های عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج |
| ۵۱ | ۱-۲-۳-۴- حلالیت پروتئین |
| ۵۲ | ۲-۲-۳-۴- جذب آب و روغن |
| ۵۳ | ۳-۲-۳-۴- ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون |
| ۵۸ | ۴-۲-۳-۴- ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف |
| ۵۹ | ۳-۳-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی سبوس برنج |
| ۵۹ | ۱-۳-۳-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سبوس برنج |
| ۵۹ | ۱-۱-۳-۳-۴- ویژگی‌های رنگی |
| ۶۰ | ۲-۱-۳-۳-۴- اندیس جذب آب و اندیس حلالیت در آب |
| ۶۱ | ۳-۱-۳-۳-۴- دانسیته توده‌ای |
| ۶۲ | ۴-۱-۳-۳-۴- اندیس حلالیت نیتروژن (NSI) |
| ۶۲ | ۲-۳-۳-۴- ویژگی‌های عملکردی سبوس برنج |
| ۶۲ | ۱-۲-۳-۳-۴- حلالیت پروتئین |
| ۶۳ | ۲-۲-۳-۳-۴- ظرفیت جذب آب و روغن |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۶۶ | ۴-۳-۲-۳- حد اقل غلظت زله‌ای شدن..... |
| ۶۷ | ۴-۳-۲-۴- کف‌کنندگی و پایداری کف..... |
| ۶۹ | ۴-۳-۲-۴- امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون..... |
| ۷۱ | ۴-۴- نتیجه‌گیری کلی..... |
| ۷۲ | ۴-۵- پیشنهادات پژوهشی و اجرایی..... |
| ۷۴ | منابع..... |

فهرست جداول

صفحه

عنوان

| | |
|--|----|
| جدول ۱-۱- ترکیب شیمیایی دانه برنج (%)..... | ۵ |
| جدول ۲-۱- ویتامین‌های مختلف دانه برنج..... | ۵ |
| جدول ۳-۱- اسیدهای چرب موجود در دانه برنج (%)..... | ۶ |
| جدول ۴-۱- مواد معدنی موجود در دانه برنج..... | ۶ |
| جدول ۵-۱- ویژگی‌های عملکردی اجزاء پروتئینی در اثر برهمکنش آنها با سایر اجزاء..... | ۱۰ |
| جدول ۱-۳- مواد شیمیایی مورد استفاده..... | ۳۱ |
| جدول ۱-۴- ترکیب شیمیایی سبوس برنج چربی‌گیری نشده برحسب وزن مرطوب (%)..... | ۴۶ |
| جدول ۲-۴- ترکیب شیمیایی سبوس برنج چربی‌گیری شده برحسب وزن مرطوب (%)..... | ۴۶ |
| جدول ۳-۴- میزان انرژی و پتاسیم و کلسیم در سبوس برنج..... | ۴۷ |
| جدول ۴-۴- بازده استخراج و میزان پروتئین کنسانتره پروتئینی سبوس برنج (%)..... | ۴۸ |
| جدول ۵-۴- دانسیته توده‌ای و اندیس حلالیت نیترژن کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج..... | ۴۹ |
| جدول ۶-۴- ویژگی‌های رنگی کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج..... | ۵۰ |
| جدول ۷-۴- ظرفیت جذب آب و روغن کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج..... | ۵۳ |
| جدول ۸-۴- ظرفیت کف‌کنندگی کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج (%)..... | ۵۸ |
| جدول ۹-۴- پایداری کف (نیم عمر) کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج (دقیقه)..... | ۵۹ |
| جدول ۱۰-۴- ویژگی‌های رنگی نمونه‌های سبوس برنج چربی‌گیری شده و نشده..... | ۶۰ |
| جدول ۱۱-۴- میزان اندیس جذب و حلالیت در آب سبوس برنج (گرم بر گرم)..... | ۶۱ |
| جدول ۱۲-۴- دانسیته توده‌ای و اندیس حلالیت نیترژن نمونه‌های سبوس برنج..... | ۶۱ |
| جدول ۱۳-۴- ظرفیت جذب آب و روغن سبوس نمونه‌های چربی‌گیری شده سبوس برنج (گرم بر گرم)..... | ۶۴ |
| جدول ۱۴-۴- حداقل غلظت ژله‌ای شدن نمونه‌های سبوس برنج..... | ۶۶ |
| جدول ۱۵-۴- امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون در سبوس برنج (میلی‌لیتر در ۱۰۰ میلی‌لیتر)..... | ۶۹ |

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱- اجزای مختلف دانه برنج ۴
- شکل ۱-۴- میزان حلالیت کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج در pHهای مختلف ۵۱
- شکل ۲-۴- ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ندا در یک دوره ۷ روزه تحت تیمار pH (الف- ۵) و (ب- ۷) و (ج- ۹) ۵۶
- شکل ۳-۴- ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون کنسانتره پروتئینی سبوس برنج طارم در یک دوره ۷ روزه تحت تیمار pH (الف- ۵) و (ب- ۷) و (ج- ۹) ۵۷
- شکل ۴-۴- حلالیت پروتئین سبوس برنج در مقادیر ۱۲-۲ pH ۶۲
- شکل ۵-۴- اثر غلظت بر توانایی تولید کف نمونه‌های سبوس برنج ۶۷
- شکل ۶-۴- پایداری کف نمونه‌های سبوس برنج در زمان‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از نگهداری ۶۸

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

۱-۱- تولید برنج

برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی بیش از نیمی از مردم دنیا مخصوصاً جنوب و جنوب غرب آسیا را تشکیل می دهد. حدود ۹۰ درصد برنج جهان در آسیا تولید می شود که تولید کنندگان عمده برنج کشورهای چین، هند، اندونزی، بنگلادش، تایلند، ویتنام، ژاپن، و فیلیپین هستند. برنج گیاهی با ترکیبات غذایی مختلف مانند کربوهیدرات، چربی، پروتئین، فیبر خام، خاکستر و مواد معدنی است که نقش قابل توجهی در تولید انرژی در بدن انسان را بازی می کند. بین واریته های گوناگون این گیاه تفاوت زیادی در ترکیبات غذایی آن مثل پروتئین، فیبر و خاکستر وجود دارد (آمیساه و همکاران، ۲۰۰۳).

براساس اعلام سازمان خوار و بار ملل متحد، میزان تولید جهانی برنج در پایان سال ۲۰۰۸ به بیش از ۶۶۶ میلیون تن رسید. تولید جهانی برنج در سال ۲۰۰۸ نسبت به سال گذشته بیش از ۱/۵ درصد افزایش یافته است (FAO، ۲۰۰۹). سطح زیر کشت برنج در ایران در سال زراعی ۸۶-۸۵ حدود ۶۳۹ هزار و ۵۷۴ هکتار و تولید شلتوک در این سال بیش از ۳/۳۸۶/۰۰۰ تن بود که سطح زیر کشت برنج در سال زراعی ۸۷-۸۶ با پنج درصد کاهش به ۶۰۵ هزار هکتار و تولید شلتوک نیز با هفت درصد کاهش به ۳/۱۷۶/۷۴۸ تن رسید. سازمان خوار و بار ملل متحد (فائو) میزان برنج وارداتی به کشور را در سال گذشته بیش از یک میلیون تن اعلام کرد. میزان تولید برنج کشور نیز در سال زراعی ۸۷-۸۶ حدود ۲ میلیون و ۱۰۰ هزار تن اعلام شده است (FAO، ۲۰۰۹). با توجه به آمارهای وزارت جهاد کشاورزی در سال های ۳-۱۳۸۲، ۴-۱۳۸۳ و ۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۱۸۱۹۹۹۰، ۲۸۰۰۰۰۰ و ۲۶۱۲۱۷۴/۳۴ تن شلتوک برنج در کشور تولید شده و مقدار سبوس حاصله را بین ۵ تا ۱۷ درصد و به طور میانگین ۱۱ درصد گزارش نموده اند. لذا به طور متوسط در سالهای ذکر شده به ترتیب ۲۰۰، ۳۰۰ و ۲۸۷ هزار تن سبوس برنج در کشور تولید گردیده است (آمار نامه سال های زراعی، ۱۳۸۶).

۱-۲- گیاه شناسی برنج

برنج گیاهی یک ساله و نیمه آبی است. دو گونه از برنج (*Oryza sativa* L. و *O. glaberrima* Steud.) در مناطق وسیعی از دشت ها یا دامنه تپه ها کشت شوند. برنج در بیش از ۱۰۰