بررسی تاثیر پروتئین بر خواص ویسکوزیته یا گرانروی ارقام مختلف برنج ایرانی

فاطمه حبیبی[1*]، مریم فروغی[2]

۱- استادیار پژوهش، آزمایشگاه کنترل کیفیت، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۰)

چکیده

برای درک بهترکیفیت پخت در برنج، لازم است کلیه ترکیبات موجود در دانه و برهمکنش بین آنها کاملا شناخته شده و مورد مطالعه قرار گیرد. در این تحقیق به منظور بررسی تاثیر پروتئین بر خصوصیات گرانروی یا ویسکوزیته، تعدادی از ارقام مختلف برنج ایرانی شامل حسن سرائی، خزر ، درفک ، بینام و هاشمی انتخاب گردید. با استخراج توسط محلول قلیائی رقیق، محتوای پروتئین حذف و سپس ویسکوزیته نشاسته با ماهیت قبل از استخراج مورد مطالعه قرار گرفت. نتیجه آزمایش تغییرات ویسکوزیته نمونه را در تغییرات دمایی پخت نشان داد و شامل حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه، حداقل ویسکوزیته، ویسکوزیته نهائی، فروریزش ، برگشت پذیری، زمان رسیدن به حداکثر ویسکوزیته و درجه حرارت خمیری شدن بود. با افزایش درجه حرارت به خاطر جذب آب توسط گرانول های نشاسته و پروتئین، خواص ویسکوزیته یا گرانروی افزایش می یابد. تاثیر پروتئین بر کلیه صفات به استثناء حداکثر ویسکوزیته در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود هرچند که تاثیر توام پروتئین و رقم در کلیه صفات معنی دار شد. بیشترین تاثیر پروتئین بر حداقل ویسکوزیته در رقم بینام(۱۱۹/۱۶+) وکمترین مقدار در رقم خزر(۱۴/۶۴+) مشاهده شد. در حین اندازه گیری گرانروی اگر نمونه در طی یک دوره زمانی سرد شود دوباره ویسکوزیته افزایش می یابد و در پایان آزمون، ویسکوزیته نهائی ثبت می شود. خروج پروتئین از نمونه باعث شد که ویسکوزیته نهائی در سطح پائین تری قرار بگیرد و بیشترین تاثیر در رقم هاشمی(۹۹/۲۵+) مشاهده شد. همچنین تاثیر پروتئین بر برگشت پذیری ژل حاصله در کلیه ارقام مورد بررسی معنی دار بود و بیشترین تاثیر در رقم خزر(۹۵/۱۹+) و کمترین در رقم حسن سرائی (۲۳/۸۷+) ثبت گردید. همچنین تاثیر پروتئین بر فروریختگی ژل در کلیه ارقام منفی بود. به طور کلی با حذف پروتئین، منحنی ویسکوزیته در زمان کمتری شروع به بالا رفتن می کند. در واقع پروتئین موجود در دانه برنج باعث می شود که خواص ژلاتینی شدن به تاخیر بیفتد و متعاقب آن مدت زمان بیشتری برای پخت آن نمونه نیاز باشد. برای هر رقم با آمیلوز مشابه تفاوت سرعت خمیری شدن، مشارکت پروتئین ها را در این امر نشان می دهد. بنابراین هرچند که نشاسته به عنوان مهمترین عامل در کیفیت برنج شناخته شده است اما پروتئین نیز می تواند به عنوان معیاری تاثیر گذار در نظر گرفته شود.

کلید واژگان: برنج، کیفیت، نشاسته، پروتئین، ویسکوزیته

* مسئول مکاتبات: fhabibikia@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

۱- مقدمه

برنج از مهمترین محصولات کشاورزی در ایران و جهان است و با توجه به فرهنگ مصرف ایرانیان، کیفیت از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مشخص ساختن ویژگی واریته‌های برنج این امکان را برای مصرف کننده فراهم می آورد که برنج مصرفی خویش را بر اساس ذائقه خود خریداری نماید. همچنین می توان با شناخت از خصوصیات هر واریته، از آن برای تولید محصولات غذایی متنوع و جانبی نیز استفاده نمود.

بیشتر خصوصیات برنج پخته مربوط به کیفیت نشاسته آن می‌باشد که ۹۰ درصد وزن خشک برنج سفید را تشکیل می دهد. به این علت برای بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی یک نوع برنج، ابتدا باید خصوصیات نشاسته آن را تعیین نمود [۱]. کیفیت برنج بستگی به خصوصیات ظاهری، پخت، طعم و عطر آن دارد. از نظر مصرف کنندگان ایرانی ظاهر برنج پخته شده، عطر و طعم از اهمیت بیشتری نسبت به ظاهر خام دارد و بدین خاطر بعضی از ارقام اصلاح شده که حتی دانه بلندتر و دارای ظاهر بهتری هستند به علت عطر و طعم ضعیف تر نسبت به ارقام محلی، توسط مصرف کنندگان انتخاب نمی شوند.

جهت مطالعه کیفیت برنج باید به ترکیبات تشکیل دهنده آن توجه نمود. نشاسته، پروتئین و چربی اصلی ترین ترکیبات تشکیل دهنده دانه برنج می باشند. تنها تکیه بر ارزیابی های کمی در بررسی ماهیت و خواص نشاسته برنج کافی نیست و نوع ساختار آن در حل مشکلات مربوط به تفاوتهای مشاهده شده از نظر کیفی می تواند موثر باشد [۲].

نشاسته ترکیبی از دو همو پلیمر به نامهای آمیلوز و آمیلوپکتین می باشد. در پلیمر آمیلوز مولکولهای گلوکز به صورت خطی و با پیوندهای گلیکوزیدی (۴- ۱ $\alpha \rightarrow$) به یکدیگر مرتبط می باشند. در حالی که در پلیمر آمیلو پکتین ساختار مولکول به صورت منشعب بوده و علاوه بر پیوندهای گلیکوزیدی (۴- ۱ $\alpha \rightarrow$)، دارای پیوندهای گلیکوزیدی (۶- ۱ $\alpha \rightarrow$) نیز می باشد [۳]. بیشترین خواص مربوط به نشاسته، خواص پخت آن است که گرانول های نشاسته با جذب آب هیدراته شده و متفرق می گردند و باعث ژلاتینی شدن نشاسته می گردد [۴]. در واقع ژلاتینی شدن بسیاری از تغییرات گرانولهای نشاسته را توجیه می کند. گرانول های نشاسته خواص کریستالی خود را از دست داده، آب جذب می کنند و متورم می گردند. تغییراتی که در طی ژلاتینی شدن نشاسته در طی حرارت اتفاق می افتد در واقع ایجاد حالت خمیری شدن می باشد و در محلول آبی بین مولکولهای آمیلوز و آمیلوپکتین با ایجاد پیوندهای هیدروژنی ساختار کلی نشاسته تغییر می کند [۵]. هنگامی که مخلوط آب و آرد برنج به تدریج گرم می شود تا قبل از رسیدن به درجه حرارت ژلاتینی شدن تغییر زیادی صورت نمی گیرد ولی پس از ژله ای شدن دانه های نشاسته آب را جذب کرده و متورم می گردند. میزان درجه حرارت ژلاتینی شدن، نظم ساختاری پلیمری نشاسته را نشان می دهد و در واقع نشان دهنده میزان ساختار کریستالی یا بی شکل آن می باشد [۶] و با درجه تبلور نشاسته، تعداد زنجیرهای شاخه ای آمیلوپکتین برنج ارتباط دارد. تغییرات دمائی محیط در هنگام رسیدن دانه، می تواند بر درجه حرارت ژلاتینی موثر باشد و علت آن این است که به خاطر تغییرات حرارتی در هنگام ساخته شدن پلیمرهای آمیلوز و آمیلو پکتین، تغییراتی در ساختار مولکولی و تعداد شاخه های تشکیل شده و همچنین تعداد پیوندهای گلیکوزیدی ایجاد می شود [۷].

برای بررسی بهتر تاثیر پروتئین بر خواص نشاسته و کیفیت برنج می توان آن را از آرد برنج استخراج نموده و مورد مطالعه قرار داد. روش های مختلفی برای خارج سازی پروتئین از آرد برنج وجود دارد: استفاده از محیط قلیائی، استفاده از پروتئاز(خیساندن آرد برنج به مدت ۵ دقیقه در پروتئاز umg^{-1}۱۰ کاملا پروتئین را از آرد برنج حذف می کند [۸]، استفاده از DTT^2 (برای تعیین تاثیر پیوندهای دی سولفیدی بر ویسکوزیته آرد برنج از این ترکیب استفاده می شود) [۹].

نشاسته برنج فاقد پروتئین را می توان با خیساندن در محیط قلیا بدست آورد. البته این روش تا حدودی روی ساختار گرانول های نشاسته تاثیر می گذارد [۱۰]. علاوه بر روش استفاده شده برای جداسازی نشاسته از آرد برنج، ماهیت ژنتیکی، ترکیبات تشکیل دهنده دانه ، اندازه گرانولها و نحوه ژلاتینی شدن می تواند بر خواص نشاسته استحصال شده تاثیر گذار باشد.

پروتئین ها در سطح گرانول های نشاسته قرار دارند که در هنگام استحصال نشاسته باید از سطح آن برداشته شوند. آلبومین موجود در آرد برنج توسط حلال آبی حذف می گردد و سپس توسط محیط قلیائی سایر اجزاء پروتئین که شامل

2. Dithiotheritol

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

گلوبولین، گلوتلین و پرولامین است برداشته می شوند [۱۱]. نوع پروتئین در هر رقم (درصد و ترکیب اسیدهای آمینه) نیز می تواند بر کیفیت پخت رقم اثر گذارباشد [۱۲].

برنج هائی با مبزان آمیلوز مشابه ممکن است دارای سختی و چسبندگی پخت متفاوتی باشند [۱۳]. البته این ممکن است به ساختار آمیلوپکتین نیز ارتباط داشته باشد. برنج هائی که ژل سخت تر تولید می کنند چسبندگی آنها کمتر است و دارای اجزاء زنجیری خطی بلندتری از آمیلوپکتین می باشند. زنجیرهای بلند آمیلوپکتین گنجایش پیوند با ید را افزایش می دهند. ساختار آمیلوپکتین در ارقام آمیلوز پائین و آمیلوز بالا متفاوت است [۱۴].

لیپید ها هم به خاطر ایجاد کمپلکس هائی با آمیلوز و ایجاد ساختار های مارپیچی روی خواص ویسکوزیتی یا چسبندگی تاثیر می گذارند. و بدین خاطر است که چربی زدائی هم درجه حرارت ژلاتینی شدن و هم قوام ژل را کاهش می دهد [۱۵].

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر پروتئین بر خواص ویسکوزیته یا گرانروی ارقامی بود که از نظر میزان آمیلوز (محدوده متوسط:۲۰-۲۵٪)، درجه حرارت ژلاتینی شدن(محدوده متوسط:۵-۳) و قوام ژل (محدوده متوسط:۶۰-۴۰) در یک گروه قرار می گرفتند. نتایج این بررسی می تواند در توجیه تفاوتهای مشاهده شده از نظر خواص ویسکوزیته در ارقامی که آمیلوزشان یکسان است کمک کننده باشد.

۲- مواد و روش ها

در این تحقیق به منظور بررسی ارقام برنج از نظر ترکیبات شیمیایی موثر بر خصوصیات ویسکوزیته، تعدادی از ارقام مختلف برنج ایرانی شامل حسن سرائی، خزر، درفک، بینام و هاشمی انتخاب گردید. ارقام مورد مطالعه پس از برداشت ، خشک کردن و تنظیم رطوبت، سفید شده و آرد حاصل از این ارقام (۱۰۰ مش) مورد مطالعه قرار گرفت تعداد ۳ نمونه از هر رقم تهیه و تاثیرپروتئین بر منحنی مربوط به ویسکوزیته و اجزاء کمی مربوط به دستگاه تعیین شد.

با استفاده از عملیات استخراج قلیایی بر روی هر یک از واریته‌هائی که دارای آمیلوز یکسان بودند، پروتئین موجود در نمونه ها حذف و سپس ویسکوزیته نشاسته استخراجی با ماهیت قبل از استخراج در هر رقم جهت بررسی تاثیر پروتئین مورد مطالعه قرار گرفت.

نشاسته مهمترین عامل تاثیر گذار بر خواص چسبندگی می باشد و پارامترهای میزان آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن و قوام ژل از خواص مربوط به نشاسته هستند که در ارزیابی های کیفیت برنج اندازه گیری می شوند. در این تحقیق تعیین آمیلوز با استفاده از روش کالرومتریک (جولیانو) در طول موج ۶۲۰ نانومتر با تشکیل کمپلکس ید- نشاسته انجام گرفت [۱۶]. برای تعیین درجه حرارت ژلاتینی شدن از روش لیتل [۱۷] و برای تعیین قوام ژل از روش چامپانگ استفاده شد[۱۸].

۲-۱- ویسکوزیته یا گرانروی

امروزه در سراسر جهان تعیین خواص چسبندگی توسط دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته مورد ارزیابی قرار می گیرد و مفیدترین ابزار برای ارزیابی خصوصیات مربوط به پخت می باشد [۱۹] (AACC[3]،). این دستگاه جهت تحقیقات در زمینه کیفیت برنج شناخته شده می باشد و به طور وسیعی جهت تعیین خواص ویسکوزیتی محلول آبی نشاسته به کار می رود. در این تحقیق ارزیابی خواص ویسکوزیته با مخلوط آب (۲۵ میلی لیتر) و آرد برنج (۳ گرم) با برنامه ذیل انجام گرفت:

۱- در درجه حرارت ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ دقیقه ثابت نگه داشته شد.

۲-درجه حرارت به صورت خطی تا دمای ۹۵ درجه سلسیوس به مدت ۳/۸ دقیقه افزایش یافت.

۳- در دمای ۹۵ درجه سلسیوس به مدت ۲/۵ دقیقه ثابت نگه داشته شد.

۴- درجه حرارت به صورت خطی تا دمای ۵۰ درجه سلسیوس در مدت ۳/۸ دقیقه کاهش یافت.

۵- در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱/۴ دقیقه ثابت نگه داشته شد.

نتیجه آزمایش یک منحنی است که تغییرات ویسکوزیته نمونه را در تغییرات دمایی پخت نشان می دهد و شامل حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه[4]، حداقل ویسکوزیته پس از پیک[5] ، و ویسکوزیته نهائی[6] می باشد که بر اساس واحد

3. American Association of Cereal Chemists
4. Peak Viscosity
5. Trough

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

RVU اندازه گیری شدند. نسبت و ارتباط بین این اعداد دیدگاه یا نگرشی نسبت به خواص پخت و چسبندگی ارقام می دهد که می توان جهت مقایسه ارقام مختلف از آن استفاده نمود.

علاوه بر پارامترهای ذکر شده با استفاده از داده های منحنی می توان دو پارامتر دیگر که شامل فروریزش و برگشت پذیری است را نیز بدست آورد که می توانند در بررسی کیفیت و مقایسه رقمهای مختلف برنج کمک کننده باشند.

فروریزش= حداکثر ویسکوزیتی در طی حرارت دادن نمونه – حداقل ویسکوزیتی پس از پیک

برگشت پذیری= ویسکوزیتی نهائی – حداکثر ویسکوزیتی در طی حرارت دادن نمونه

۲-۲- جداسازی پروتئین از نشاسته

در این تحقیق جهت جداسازی پروتئین از نشاسته، ازمحلول قلیائی رقیق استفاده شد [۲۰]. آزمایشات در غلظتهای مختلف سود (۰/۰۲۵ ، ۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۱ نرمال) و در زمانهای (۱، ۲ ،۳، ۴ و۲۴ ساعت) برای استخراج انجام شد و بهترین روش استخراج به صورت ذیل برای کلیه ارقام مورد استفاده قرار گرفت:

ابتدا ۱۵ گرم از نمونه های آرد برنج در ۳ تکرار وزن شد و پس از انتقال به بشرهای آزمایشگاهی به مقدار ۴۵ میلی لیتر سود ۰/۰۵ نرمال به آن اضافه شد . سپس نمونه ها با استفاده از هم زن مغناطیسی در دمای آزمایشگاه به مدت ۱ ساعت کاملا هم زده شدند و پس از آن نمونه ها با سرعت ۱۸۰۰ به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید.

محلول روئی دور ریخته شد و سپس ۴۵ میلی لیتر دیگر سود ۰/۰۵ نرمال به نمونه اضافه گردید و ۱ ساعت دیگر در محیط آزمایشگاه کاملا هم زده شد. و بار دیگر همانند مرحله قبل سانتریفوژ شد (۴ بار استخراج) و پس از دور ریختن محلول روئی با ۵۰ میلی لیتر آب مقطر شست و شو داده شد. و دوباره سانتریفوژ گردید و توسط اسید کلریدریک ۱ نرمال pH محلول به ۷ رسید و خنثی گردید. پس از خنثی نمودن دو بار با آب مقطر شستشو داده شد و پس از سانتریفوژ لایه روئی دور ریخته شد و رسوب نهائی در داخل پتریدیش انتقال داده شد و در آون ۴۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و پس از خشک شدن آسیاب شده و از الک ۱۰۰ مش عبور داده شد.

۳- نتایج و بحث

آگاهی از خصوصیات فیزیکوشیمیائی می تواند در درک بهتر کیفیت پخت ارقام مختلف برنج بسیار کمک کننده باشد. مهمترین خصوصیت شیمیائی که در پیش بینی خواص پخت به کار می رود تعیین میزان آمیلوز است هرچند که بعضی از رفتارهای برنج هنگام پخت، تنها با اندازه‌گیری میزان آمیلوز قابل پیش‌بینی نیست. ممکن است دو رقم با آمیلوز مشابه، پخت کاملا متفاوتی از خود نشان دهند. تعیین نمره ژلاتینی شدن و قوام ژل نیز از آزمون هائی است که در برنامه های تعیین کیفیت پخت ارقام مختلف برنج اندازه گیری می شوند. در این پژوهش از ارقامی استفاده شد که از نظر سه معیار مهم کیفی در یک گروه قرار می گرفتند . در جدول ۱ نتایج مربوط به درصدآمیلوز، نمره ژلاتینی شدن و قوام ژل ارقام مورد بررسی آورده شده است.

جدول ۱ مقایسه خصوصیات شیمیائی موثر بر کیفیت پخت در ارقام مختلف برنج

ارقام	حسن سرائی	خزر	درفک	بینام	هاشمی
درصد آمیلوز	۲۱	۲۲	۲۳	۲۱	۲۱
نمره ژلاتینی شدن	۴/۵	۴/۵	۳/۹	۴	۴
قوام ژل	۵۰	۵۵	۶۰	۵۵	۵۰

۳-۱- ویسکوزیته و نقش آن در کیفیت برنج

در برنامه های تحقیقاتی برای بررسی کیفیت، از دستگاه ویسکوآنالایزر برای اندازه گیری خواص خمیری استفاده می شود. ایجاد منحنی ویسکوزیته در واقع شامل یک مرحله انتقال یا گذار از حالت پودری و پلیمر نیمه کرستالی به یک حالت خمیری ژلاتینه می باشد. مرحله آغازی ویسکوزیته در حضور مقدار زیاد آب در دمای ۶۵ درجه سلسیوس، زمانی که کریستالهای آمیلوپکتین شروع به ذوب شدن می کنند، شروع می شود و پس از آن پروتئین ها هیدراته می شوند و همانگونه که حرارت دادن به نمونه افزایش می یابد ویسکوزیته سریعا به خاطرتورم گرانولهای نشاسته افزایش پیدا می کند. حدکثر

6. Final viscosity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

ویسکوزیته زمانی اتفاق می افتد که تورم گرانولهای نشاسته به حداکثر می رسد.

فرایندها و برهم کنش هائی که در طی حرارت دادن و هم زدن نمونه و تشکیل خمیر حاصله ایجاد می شود، بستگی به خصوصیات فیزیکو شیمیائی آن رقم دارد. به نظر می رسد مشخصه های منحنی ویسکوزیته می تواند برای پیش بینی مستقیم یا غیر مستقیم خواص برنج پخته شده استفاده شود. مهمترین عاملی که می تواند بر خصوصیات مربوط به ویسکوزیته یا گرانروی ژل تاثیر داشته باشد، میزان آمیلوز هر رقم است[۲۱]. در ارقامی که دارای محتوای آمیلوز مشابهی هستند نیز از نظر مقدار ویسکوزیته یا چسبندگی خواص متفاوتی را از خود نشان می دهند. با توجه به تفاوت منحنی ویسکوزیته در ارقامی با آمیلوز مشابه به نظر می رسد غیر از میزان آمیلوز عوامل دیگری در خواص چسبندگی دخالت داشته باشند. از آنجا که بعد از نشاسته اصلی ترین جزء تشکیل دهنده دانه برنج پروتئین است با حذف پروتئین از آرد برنج در ارقام مورد مطالعه، به بررسی تاثیر پروتئین بر خواص چسبندگی پرداختیم.

برای بررسی تاثیر پروتئین بر خواص ویسکوزیته ارقامی انتخاب شدند که از نظر میزان آمیلوز در یک گروه قرار می گرفتند. در شکل ۱ ویسکوزیته ارقام مورد نظرکه پروتئین آنها توسط محلول قلیای رقیق از آرد برنج خارج شده بود، با هم مقایسه شده است. توسط دستگاه RVA، معیارهائی مانند حداکثر و حداقل ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه، ویسکوزیته نهائی، فروریزش، پس روی، زمان رسیدن به حدکثر ویسکوزیته و درجه حرارت خمیری شدن ثبت گردید.

۳-۲- نقش پروتئین در میزان ویسکوزیته یا گرانروی برنج پس از پخت

پروتئین به عنوان یکی از عواملی است که در خواص کیفیت پخت و خوراک تاثیر می گذارد اما از آنجائیکه به طور متوسط حدود ۷٪ برنج را تشکیل داده به عنوان یک معیار مهم در ارزیابی کیفیت محسوب نمی شود. پروتئین ها می توانند بعضی از خواص برنج پخته شده را توضیح دهند که بررسی نشاسته قادر به پاسخ گوئی آن نیست. در بیشتر غلات نوع و میزان پروتئین می تواند در کیفیت نهائی دانه تاثیر گذار باشد [۲۲]. پروتئین ها می توانند بر خواص چسبندگی، سختی دانه و میزان جذب آب در حین یا پس از پخت تاثیر گذار باشند.

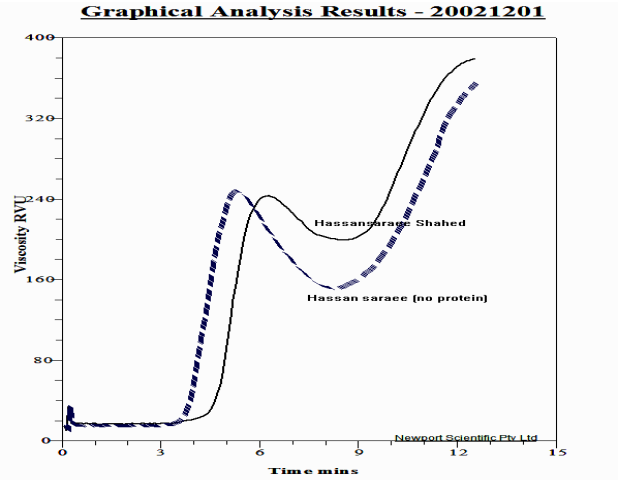
در تحقیقی که توسط فیتزجرالد و همکاران [۱۲] صورت گرفت به خوبی مشخص گردید که پروتئین ها بر خواص ویسکوزیته تاثیر گذار می باشند. او ابتدا به کمک آنزیم پروتئاز، پروتئین ها را از محیط (آرد برنج) خارج نموده و تاثیر آن بر خواص ویسکوزیته را مشخص نمود. در واقع با حذف یکی از اجزاء اجازه داده می شود که تاثیر آن جزء بر تغییرات ویسکوزیته نمایان گردد. در پژوهش حاضر از روش حذف پروتئین به کمک محلول قلیائی رقیق استفاده شد. تعدادی از ارقام (حسن سرائی، خزر ، درفک، بینام و هاشمی) انتخاب و پروتئین موجود در دانه این ارقام با استفاده از روش استخراج با سود ۰/۰۵ نرمال خارج گردید و نشاسته بدست آمده برای بررسی تاثیر پروتئین ها بر خواص ویسکوزیته مورد مطالعه قرار گرفت. برای بررسی تاثیر پروتئین بر خواص خمیری شدن، داده ها توسط نرم افزار SAS در قالب طرح کاملا تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت و تفاوت خواص گرانروی در نمونه ها در شرایط با پروتئین و بدون پروتئین مقایسه شد. نتایج تجزیه واریانس تاثیر پروتئین بر معیار های حاصل از اندازه گیری خواص گرانروی یا ویسکوزیته در جدول ۲ آورده شده است. همانگونه که از نتایج جدول۲ مشخص است تاثیر پروتئین بر کلیه صفات به استثناء حداکثر ویسکوزیته در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده است هرچند که تاثیر توام پروتئین و رقم در کلیه صفات معنی دار شده است.

در شکل ۱ به طور واضح مشخص است که حذف پروتئین از آرد برنج کاملا بر خواص ویسکوزیته یا گرانروی کلیه ارقام تاثیر گذار بوده است. حضور پروتئین سبب شده است که ارتفاع منحنی حاصل از ویسکوزیته در سطح بالاتری قرار بگیرد. البته علاوه بر مقدار پروتئین، نوع و اجزاء تشکیل دهنده آن، تاثیر پیوندهای دی سولفیدی به خاطر افزایش وزن مولکولی جزء اوریزینین پروتئین در طی انبارمانی نیز تاثیر گذار است[۲۳].

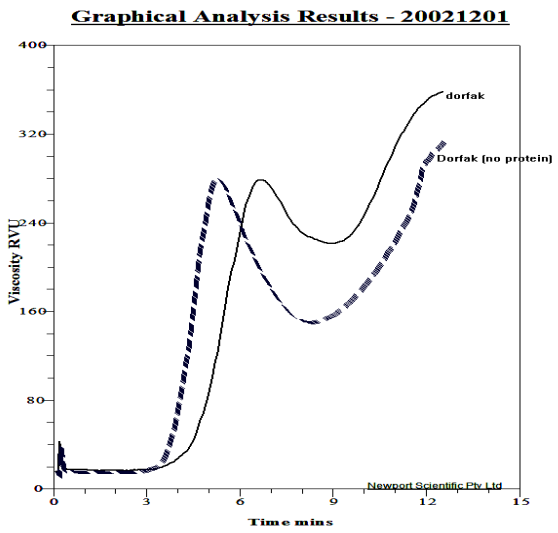
با افزایش درجه حرارت به خاطر جذب آب توسط گرانول های نشاسته و پروتئین [۲۴]، خواص ویسکوزیته یا گرانروی افزایش می یابد و این افزایش ادامه می یابد تا جائی که بین تورم گرانول ها و حالت ترکیدن گرانول ها تعادل برقرار شود [۲۵] و به این نقطه حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه (P) گفته می شود.

در این پژوهش و با توجه با داده های جدول ۳، تاثیر پروتئین بر معیار حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه (P) در

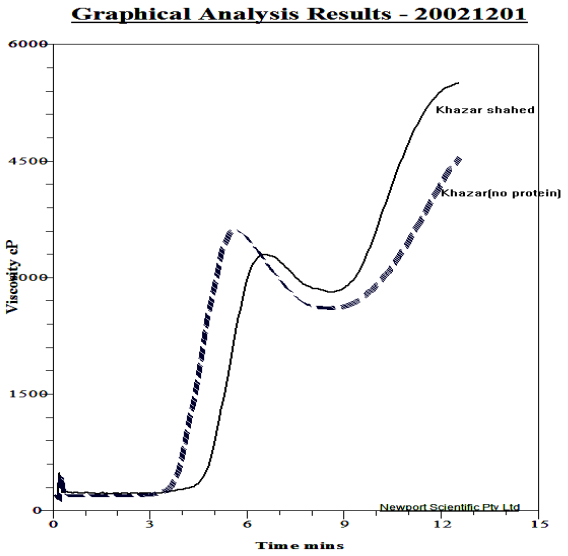
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]



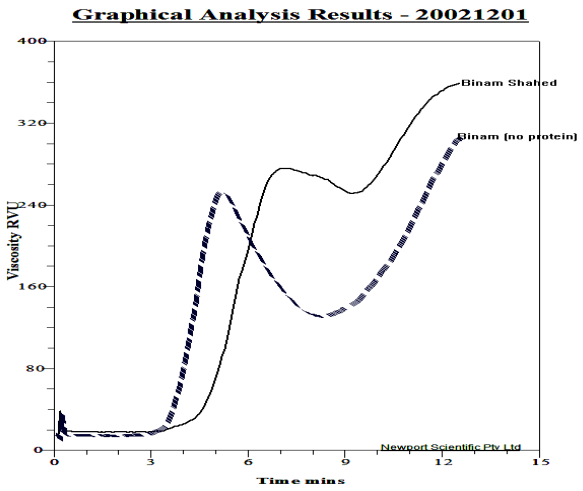
الف- حسن سرائی



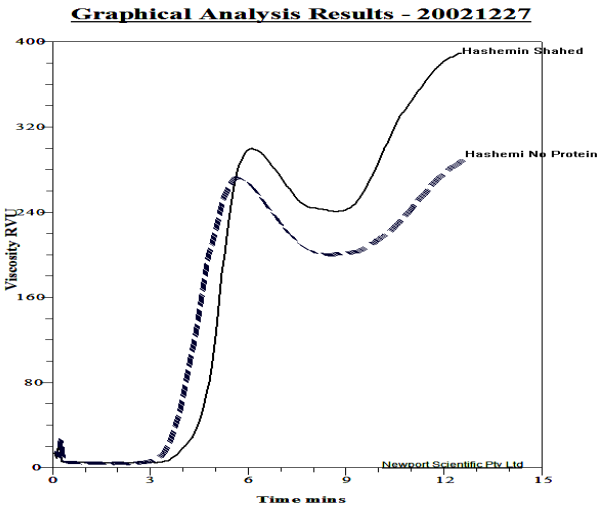
ج-درفک



ب- خزر



د-بینام



ر- هاشمی

شکل ۱ مقایسه ویسکوزیته ارقام مختلف (- شاهد، -- بدون پروتئین)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

مورد ارقام هاشمی (۲۶/۲۵+) و خزر (۲۵/۱-) تفاوت بیشتری نشان داد. البته تاثیر پروتئین بر معیار حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه (P) در بعضی ارقام مثبت و در بعضی منفی بود. حداکثر ویسکوزیته با حداکثر آماس یا تورم نشاسته در حین پخت ارتباط دارد. در داده های جدول ۳ بیشترین مقدار حداکثر ویسکوزیته در رقم هاشمی (۲۹۹/۷۵) مشاهده گردید. رقم هاشمی در حین پخت نیز بیشترین انبساط حجمی را نشان می دهد. هنگامی که درجه حرارت ثابت نگه داشته می شود ، در حالیکه گرانول های نشاسته در حال جذب آب یا آماس هستند، آمیلوز و بعضی از مولکولهای آمیلوپکتین آبشویه شده و با ایجاد یک فاز ممتد باعث کاهش ویسکوزیته می شوند [۲۶] و پائین ترین نقطه پس از ایجاد حالت خمیری بدست می آید که حداقل ویسکوزیته (T) نام دارد [۲۷و۲۸].

جدول۲ تجزیه واریانس اثر پروتئین بر خواص ویسکوزیته یا گرانروی

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	حداکثر ویسکوزیته P	حداقل ویسکوزیته T	فرو ریزش BD	ویسکوزیته نهائی F	برگشت پذیری SB	زمان رسیدن به حداکثر ویسکوزیته PT	درجه حرارت خمیری شدن Temp.P
رقم	۴	۱۷۵۵/۴۷**	۱۸۱۸/۹۸**	۱۰۱۷/۳۳**	۲۶۵۴/۷۱**	۶۷۵۸/۲۶**	۰/۰۹۸^{ns}	۲۳/۵۶**
پروتئین	۱	۵۶/۷۷^{ns}	۲۴۲۶۴/۴۳**	۲۳۳۳۳/۳۳**	۲۴۲۵۳/۰۶**	۲۲۳۸۷/۶۴**	۰/۳۵**	۸۴۶/۴۱**
رقم x پروتئین	۴	۴۶۰/۴۲**	۲۵۷۷/۶۲**	۱۴۵۶/۸۷**	۱۲۹۶/۱۱**	۱۲۲۴/۳۴**	۰/۲۸**	۳/۷۹**
ضریب تغییرات		۰/۶۸	۱/۰۴	۱/۷۵	۰/۷۴	۱/۵۱	۱/۹۵	۰/۳۳۸

P: Peak 1 T: Trough 1 BD: Breakdown F: Final Viscosity SB: Setback PT: Peak Time P.Temp: Pasting temperature

**معنی دار در سطح احتمال ۱ ٪

^{ns}غیر معنی دار

جدول ۳ نتایج مقایسه ویسکوزیته ارقام مختلف حاصل از آن بر اساس واحدRVU (با پروتئین و بدون پروتئین)

ارقام Graph Names برنج /	حداکثر ویسکوزیته P	حداقل ویسکوزیته T	فروریزش BD	ویسکوزیته نهائی F	برگشت پذیری SB	زمان رسیدن به حداکثر ویسکوزیته PT	درجه حرارت خمیری شدن P. Temp
حسن سرائی شاهد	۲۴۳/۲۵ ±۰/۹۷	۱۹۹/۴ ±۲/۳۱	۴۳/۸۵ ±۱/۱۳	۳۷۹ ±۲/۱۰	۱۳۵/۷۴ ±۱/۷۶	۶/۲۶ ±۰/۰۵	۹۰/۲±۰/۷۹
حسن سرائی بدون پروتئین	۲۴۹/۴۵ ±۱/۸۲	۱۵۲/۴۱ ±۱/۵۹	۹۷/۰۴ ±۱/۰۴	۳۵۷/۳۳ ±۲/۶۵	۱۰۷/۸۷ ±۱/۳۶	۵/۲۶ ±۰/۲۷	۷۹/۹±۰/۶۵
تاثیر پروتئین	**-۶/۲**	**+۴۶/۹۹**	**-۵۳/۱۹**	**+۲۱/۶۷**	**+۲۷/۸۷**	**+۱**	**+۱۰/۳**
خزر شاهد	۲۴۶/۴۶±۱/۴۵	۲۱۰/۳۸±۲/۶۳	**۳۶/۰۸±۰/۵۸**	۴۱۱/۲۶±۱/۲۶	۱۶۴/۸۱±۰/۹۸	۶/۵۳±۰/۰۴	۹۰/۹۵±۰/۹
خزر بدون پروتئین	۲۷۱/۵۶±۱/۹۷	۱۹۵/۷۴±۱/۷۳	۷۵/۸۲±۰/۵۷	۳۴۱/۱۹±۱/۹۷	۶۹/۶۲±۰/۶۲	۵/۵۹±۰/۱۶	۷۹/۰۵±۱/۳۷
تاثیر پروتئین	**-۲۵/۱**	**+۱۴/۶۴**	**-۳۹/۷۴**	**+۷۰/۰۷**	**+۹۵/۱۹**	**+۰/۹۴**	**+۱۱/۹**
درفک شاهد	۲۷۹/۰۳±۲/۰۵	۲۲۱/۵۸±۱/۷۰	۵۷/۴۵±۰/۷۸	۳۵۸/۰۷±۲/۹۵	۷۹/۰۴±۱/۶۶	۶/۶۶±۰/۰۸	۸۷/۰۵±۰/۴۵
درفک بدون پروتئین	۲۸۰/۳۰±۱/۹۶	۱۵۱/۲۸±۱/۵۶	۱۲۹/۰۲±۱/۹۳	۳۱۴/۶۷±۴/۲۷	۳۴/۳۶±۱/۲۴	۵/۲۶±۰/۱۸	۷۶/۷±۰/۷۰
تاثیر پروتئین	**-۱/۲۷**	**+۷۰/۳**	**-۷۱/۵۷**	**+۴۳/۴**	**+۴۴/۶۸**	**+۱/۴**	**+۱۰/۳۵**
بینام شاهد	۲۷۵/۶۷±۲/۳۵	۲۵۱/۴۶±۲/۵۹	۲۴/۲۰±۱/۴۰	۳۵۸/۸۲±۳/۹۶	۸۳/۱۵±۱/۴۷	۶/۹۹±۰/۰۵	۸۹/۳±۰/۵۵
بینام بدون پروتئین	۲۵۳/۷۸±۱/۰۶	۱۳۲/۳۰±۱/۵۵	۱۲۱/۴۷±۱/۵۳	۳۰۷/۹۵±۱/۵۹	۵۴/۱۶±۰/۶۹	۵/۱۳±۰/۱۰	۷۷/۶±۰/۸۵
تاثیر پروتئین	**+۲۱/۸**	**+۱۱۹/۱۶**	**-۹۷/۲۷**	**+۵۰/۸۷**	**+۲۸/۹۹**	**+۱/۸۶**	**+۱۱/۷**
هاشمی شاهد	۲۹۹/۷۵±۱/۸۰	۲۴۰/۶۶±۲/۱۷	۵۹/۰۸±۱/۰۵	۳۸۹/۶۶±۲/۰۲	۸۹/۹۱±۱/۷۲	۶/۱۳±۰/۱۱	۸۴/۶۵±۰/۳۹
هاشمی بدون پروتئین	۲۷۳/۵±۱/۱۵	۲۰۱/۱۶±۰/۶۵	۷۲/۳۳±۱/۴۷	۲۹۰/۴۱±۱/۳۶	۱۶/۹۱±۰/۹۷	۵/۵۹±۰/۰۸	۷۶/۸۵±۰/۴۴
تاثیر پروتئین	**+۲۶/۲۵**	**+۳۹/۵**	**-۱۳/۲۵**	**+۹۹/۲۵**	**+۷۳**	**+۰/۵۴**	**+۷/۸**

P: Peak 1 T: Trough 1 BD: Breakdown F: Final Viscosity SB: Setback PT: Peak Time P.Temp: Pasting temperature

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

در شکل ۱ مشخص است که پس از ثابت نگه داشتن دما، منحنی ویسکوزیته تا نقطه مربوط به حداقل ویسکوزیته کاهش نشان داده است. با استفاده از داده های جدول ۲، تاثیر پروتئین بر حداقل ویسکوزیته در ارقام مورد بررسی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. همانگونه که در جدول ۳ مشخص است بیشترین تاثیر پروتئین بر حداقل ویسکوزیته در رقم بینام (۱۱۹/۱۶+) و کمترین تاثیر در رقم خزر (۱۴/۶۴+) مشاهده شد. در ارقامی با محتوای آمیلوز بالا و کیفیت نامناسب، کاهش ویسکوزیته در طی ثابت ماندن درجه حرارت، کمتر از ارقام خوش کیفیت محلی می باشد.

وقتی نمونه در طی یک دوره زمانی سرد می شود دوباره ویسکوزیته افزایش می یابد و در پایان آزمون RVA ویسکوزیته نهائی ثبت می شود. ویسکوزیته نهائی بستگی به میزان آمیلوز دارد. اما همانگونه که در منحنی های مربوط به ارقام مختلف مشخص است خروج پروتئین از نمونه باعث شده که ویسکوزیته نهائی در سطح پائین تری قرار بگیرد یعنی حضور پروتئین باعث می شود نمونه در انتهای پخت خشک تر باشد و بر اساس داده های جدول ۲ تاثیر پروتئین بر ویسکوزیته نهائی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. یا به طور کلی کمتر چسبنده باشد. در کلیه ارقام مورد بررسی به جز حسن سرائی تفاوت معنی داری نشان داده است و بیشترین تاثیر نیز بر رقم هاشمی (۹۹/۲۵+) مشاهده شد. با توجه به شکل ۱، در کلیه رقم های مورد بررسی ویسکوزیته یا گرانروی نهائی نشاسته بدون پروتئین در سطح پائین تری از آرد برنج قرار گرفته است بنابراین حضور پروتئین ها سبب می شود که ژل حاصله پس از سرد شدن سخت تر باشد و در واقع پروتئین از نرم بودن بیش از حد یا چسبنده بودن را کاهش می دهد.

از پارامترهای بدست آمده از منحنی ویسکوزیته دو پارامتر دیگر نیز بدست می آید که عبارتند از: ۱- فروریختگی یا فروریزش (BD) که از تفاضل حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه و حداقل ویسکوزیته بدست می آید ۲- برگشت پذیری که از تفاضل ویسکوزیته نهائی و حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه حاصل می شود [۲۵]. میزان برگشت پذیری یا پس روی تغییراتی است که در هنگام سرد شدن یا ماندن نشاسته ژلاتینه شده اتفاق می افتد.

تاثیر پروتئین بر برگشت پذیری ژل حاصله در کلیه ارقام مورد بررسی معنی دار بود و بیشترین تاثیر در رقم خزر (۹۵/۱۹+) و کمترین در رقم حسن سرائی (۲۳/۸۷+) ثبت گردید. تاثیر پروتئین بر فروریختگی ژل در کلیه ارقام منفی بود یعنی پروتئین باعث پائین آوردن سطح فروریختگی در کلیه ارقام مورد بررسی شد.

همانگونه از منحنی های ویسکوزیته ارقام مورد بررسی پیداست (شکل ۱)، با حذف پروتئین ها منحنی ویسکوزیته در زمان کمتری شروع به بالا رفتن می کند و این نشان می دهد که نشاسته حاصله در طی حرارت دادن نمونه زودتر ژلاتینه می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که پروتئین موجود در دانه برنج باعث می شود که خواص ژلاتینی شدن به تاخیر بیفتد و در واقع حرارت بیشتری برای ژله ای شدن نیاز بوده و متعاقب آن مدت زمان بیشتری برای پخت آن نمونه نیاز باشد. همچنین همانطور که در داده های جدول ۴ مشهود است حضور پروتئین در آرد نمونه های مختلف برنج سبب افزایش درجه حرارت خمیری شدن نسبت به نشاسته بدون پروتئین در همان رقم می شود. پروتئین ها گرانول های نشاسته را احاطه می کنند و از خیس خوردن یا آماس دانه در حین پخت جلوگیری می کنند بنابراین هرچه میزان پروتئین بیشتر باشد لایه احاطه کننده ضخیم تر بوده و باعث می شود که سرعت خمیری شدن آهسته تر صورت گیرد [۲۵]. نتایج بدست آمده نیز نشان می دهد که درجه حرارت خمیری شدن در در نمونه های با میزان پروتئین بیشتر، بالاتر است. بدون حضور پروتئین ها سرعت خمیری شدن باید فقط به خاطر آماس گرانولهای نشاسته باشد. برای هر رقم با آمیلوز مشابه تفاوت سرعت خمیری شدن مشارکت پروتئین ها را در این امر نشان می دهد. حضور پروتئین درجه حرارت خمیری شدن برای رقم حسن سرائی را ۱۰/۳ درجه سلسیوس، رقم خزر ۱۱/۹ درجه سلسیوس، رقم درفک ۱۰/۳۵ درجه سلسیوس، رقم بینام ۱۱/۷درجه سلسیوس و رقم هاشمی را ۷/۸ درجه سلسیوس بالا تر برده است و تفاوت مشاهده شده در کلیه ارقام در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است.

در جدول ۴ مقایسه میانگین صفات حاصل از اندازه گیری ویسکوزیته در ارقام مختلف چه در حضور پروتئین و چه با حذف پروتئین آورده شده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

جدول ۴ مقایسه میانگین پارامترهای ویسکوزیته یا گرانروی در ارقام مختلف برنج(با پروتئین و بدون پروتئین)

	حداکثر ویسکوزیته P	حداقل ویسکوزیته T	فرو ریزش BD	ویسکوزیته نهائی F	برگشت پذیری SB	زمان رسیدن به حداکثر ویسکوزیته PT	درجه حرارت خمیری شدن Temp.P
نمونه شاهد	۲۶۴/۵۹	۲۲۴/۷۹	۴۳/۹۳	۳۸۷/۲۱	۱۱۰/۹۳	۶/۴۷	۸۸/۴۳
بدون پروتئین	۲۶۷/۳۴	۱۶۷/۹۱	۹۹/۷۰	۳۲۱/۳۵	۵۶/۲۹	۵/۴۱	۷۷/۸۰

به صورت کلی می توان بیان نمود که پروتئین درجه حرارت و مدت زمان لازم برای ژلاتینی شدن را بالا برده و باعث می شود مدت زمان لازم برای پخت نمونه بیشتر شود و باعث می شود فروریزش در نمونه ها در حین پخت کمتر شده و نمونه حاوی پروتئین نسبت به نمونه فاقد پروتئین پس از پخت خشک تر یا کمتر چسبنده به نظر آید.

۴- نتیجه گیری

هرچند که نشاسته به عنوان مهمترین عامل در کیفیت برنج شناخته شده است اما به طور کلی می توان نتیجه گرفت که خواص ویسکوزیته یا گرانروی ارقام مختلف برنج به طور کامل تحت تاثیر نشاسته نیست بلکه پروتئین نیز می تواند به عنوان معیاری تاثیر گذار در نظر گرفته شود.. بنابراین در برنامه های مربوط به ارزیابی کیفیت برنج، عامل پروتئین را به عنوان یک فاکتور موثر بر کیفیت پخت باید در نظر داشت.

۵- تشکر و سپاسگزاری

نویسندگان این تحقیق از موسسه تحقیقات برنج کشور به خاطر حمایت و فراهم نمودن امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی تقدیر و تشکر می نمایند.

۷- منابع

[1] Salehi, M. (1989). Experimental methods for measuring rice grain quality. Published by Rice Research Institute of Iran (RRII). 3-9.

[2] Habibi kiahabadi, F. (2007). Study on physico-chemical properties of rice grain and effective traits on cooking and nutritional quality in rice varieties . Published by Rice Research Institute of Iran (RRII). 5-7.

[3] Han, X. Z., Hamaker B. R. (2001). Amylopectin fine structure and rice starch paste breakdown. J. Cereal Sci, 34, 279-284.

[4] Baldwin, P. M. (2002). Starch granule-associated proteins and polypeptide, A review. Starch/Stärke, 52, 475-503.

[5] Leelayuthsoontorn, P., Thipayarat, A. (2006). Textural and morphological changes of Jasmine rice under various elevated cooking conditions. Food Chem, 96(4), 606–613.

[6] Vandeputte, G. E., Vermeylen, R., Geeroms, J., Delcour, J. A. (2003). Rice starches. I. Structural aspects provide insight into crystallinity characteristics and gelatinisation behaviour of granular starch. J. Cereal Sci., 38, 43–52.

[7] Matveev, Y. I., van Soest, J. G., Nieman, C., Wasserman, L. A., Protserov, V., Ezernitskaja, M., Yuryev V. P. (2001). The relationship between thermodynamic and structural properties of low and high amylose maize starches. Carbohydr. Polym, 44, 151–160.

[8] Puchongkavarin, H., Varavinit, S., Bergthaller, W. (2005). Comparative study of pilot scale rice starch production by an alkaline and an enzymatic process. Starch/Sta¨rke, 57, 134–144.

[9] Fitzgerald M.A., Ugalde, T.D., Anderson J.W. (2001). Sulphur nutrition affects delivery and metabolism of S in developing endosperms of wheat. Journal of Experimental Botany 52, 1519 – 1526.

[10] Lumdubwong, N., Seib P. A. (2000). Rice Starch Isolation by Alkaline Protease Digestion of Wet-milled Rice Flour. J. Cereal. Sci., 31, 63–74.

[11] Guo, R., Pang, S., Wang, K. (2005). Studies of the alkali and enzyme methods for rice protein extraction and the comparison of their functionalities. Shiping Kexue, 26, 173–177.

[12] Martin, M., Fitzgerald, M.A. (2002). Proteins in rice influence cooking properties. Journal of Cereal Science, 36, 285–294.

[13] Wang, L., Wang, Y. J. (2001). Comparison of protease digestion at neutral

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

pH with alkaline steeping method for rice starch isolation. Cereal Chemistry, 78,690-692.

[14] Noda, T., Takahata, Y., Sato, T., Suda, I., Morishita, T., Ishiguro, K., Yamakawa O. (1998). Relationships between chain length distribution of amylopectin and gelatinization properties within the same botanical origin for sweet potato and buckwheat. Carbohydr. Polym, 37, 153–158.

[15] Kar, A., Jacquier, J. C., Moran, D. J., Lyng, J. G., Mckenna, B. M. (2005). Influence of lipid extraction process on the rheological characteristics, swelling power, and granule size of rice starches in excess water. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 8259–8264

[16] Juliano, B.O. (1971). Simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Sci. today. 16, 334-338, 340, 360.

[17] Little, R.R., Hilder,G.B., Dawson , E. H . (1958). Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem, 35, 111-126.

[18] Cagampang, G.B. (1973). A gel consistency test for eating quality of rice. J Sci Food Agric. 24(12), 1589-94.

[19] American Association of Cereal Chemists. (1995). Determination of the pasting properties of rice with the rapid visco analyzer. AACC method, 61-02.01.

[20] F Zhong, Y Li, A.M. Ibanez, M HunOh, K.S .McKenzie, C Shoemaker.(2009). The effect of rice variety and starch isolation method on the pasting and rheological properties of rice starch pastes, Food Hydrocolloids 23 406–414.

[21] C Yan, X Li, R Zhang, J. M Sui, G. H Liang, X. P Shen, S. L Gu, M. H Gu. (2005). Performance and inheritance of rice starch RVA profile characteristics. Rice Science,12, 39–47.

[22] Y. I Matveev, V. Y Grinberg, V. B Tolstoguzov.(2000). The plasticizing effect of water on proteins, polysaccharides and their mixtures. Glassy state of biopolymers, food and seeds. Food Hydrocolloids, 14, 5, 425–437.

[23] B. O Juliano, L. U Onate, A. M Mundo. (1965). Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. Food Technology, 19, 6, 116–121.

[24] I. L Batey, B. M Curtin. (2000). Effects on pasting viscosity of starch and flour from different operating conditions for the Rapid Visco Analyser. *Cereal Chemistry*, 77(6), 754–760.

[25] M. A Fitzgerald, M Martin, R. M Ward, W. D Park, H. J Shead. (2003). Viscosity of rice flour: A rheological and biological study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 8, 2295–2299.

[26] M. L Tsai, C. Y Lii. (2000). Effect of hot-water-soluble components on the rheological properties of rice starch. *Starch – Stärke,* 52, 2, 44–53.

[27] C. J Bergman, K. R Bhattacharya, K Ohtsubo. (2004). Rice end-use quality analysis. In:Rice Chemistry and Technology, E. T. Champagne (Ed.), American Association of Cereal Chemists St, Paul, Minnesota.

[28] C. I Onwulata, R. P Konstance. (2006). Extruded corn meal and whey protein concentrate: Effect of particle size. Journal of Food Processing and Preservation, 30, 4, 475–487.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]

The effect of protein on viscosity properties of Iranian rice varieties

Habibi, F. [1*], Foroughi, M. [2]

1. Assistant Professor of Research, Quality Control Laboratory, Rice Research Institute, Rasht
2. M.Sc. in Plant Physiology

(Received: 89/10/23 Accepted: 90/9/20)

In order to understand rice quality well, there is requirement for knowing all components of its seed and investigating their interaction. In this research, to investigate the effect of proteins on the viscosity properties, some of Iranian rice varieties including Hasan Sarai, Khazar, Dorfak, Binam, Hashemi were selected. Using extraction by dilute alkali, protein content deleted and then viscosity of extracted starch was compared with its properties before extraction. The result showed viscosity properties that changes in cooking temperature including Peak (maximum viscosity during heating the sample), Trough, Final viscosity, Breakdown, Setback, Pasting temperature and pasting time. With rising the temperature due to absorption of water by the starch granules and protein, viscosity properties will increase. The effect of protein on all characteristics was significant at the 1% level except the maximum viscosity however the combined effects of protein and genotype was significant for all traits. The greatest impact of protein on the minimum viscosity was observed in Binam (+119.16) and the lowest was observed in Khazar (+14.64). When the sample is cooled during a period time, final viscosity again increases and at the end of test, final viscosity is recorded. Protein Removal from sample decreased the amount of final viscosity and the most influence was observed in Hashemi (+ 99.25). The rate of setback is changes which occur upon cooling or of gelatinized starch. Effect of protein on setback of obtained gel was significant in all varieties and the most and the lowest effect recorded respectively in Khazar (+ 95.15) and Hasan Sarai (+23.87). Also, the effect of protein on the trough was negative in all varieties. With protein removal, viscosity curve will rise in less time. Actually, protein in rice grain, postpones emergence of gelatinization properties and subsequently increases required time for cooking. Different pasting rates for every variety with the same amylose content, implies involvement of proteins in this case. So, although starch has been known as the most important factor in rice quality, protein can also be considered as a measure of influence.

Key words: Rice, Quality, Starch, Protein, Viscosity

* Corresponding Author E-Mail Address: fhabibikia@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-04]