تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۸/ شماره ۶۷/پاییز و زمستان ۱۳۹۸/ص ۷۰-۵۹

بررسی اثر بخاردهی شلتوک رقم شیرودی بر خصوصیات کیفی، بافت و حرارتی برنج

عاصفه لطیفی[1] و محسن اسمعیلی[2*]

۱- دکتری صنایع غذایی، هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی آمل، مازندران، ایران

۲- استاد صنایع غذایی دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۳۰

چکیده

خواص فیزیکوشیمیایی برنج طی انبارمانی تغییر می‌یابد که این پدیده به رسیدن برنج معروف است. حداقل زمان لازم برای رسیدن برنج ۳ تا ٦ ماه است. در این پروژه، بخاردهی شلتوک به عنوان روشی برای کوتاه‌کردن مدت زمان انبارمانی بررسی شده‌است. شلتوک رقم شیرودی در دو سطح رطوبتی ۰/۵±۲۰ و ۰/۵± ۱۷ درصد و مدت زمان بخاردهی ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی اجرا شد. نمونه‌ها با خشک‌کن تا رطوبت ۰/۵± ۱۱ درصد خشک و با دستگاه‌های تبدیل آزمایشگاهی، به برنج سفید تبدیل شدند. خصوصیات کیفی برنج سفید حاصل با نمونهٔ شاهد مقایسه شد. تغییرات مطلوبی در خصوصیات فیزیکوشیمیایی رقم شیرودی بخاردهی شده به وجود آمد که مطابق با تغییرات انبارمانی طبیعی بود. این تغییرات شامل کاهش مواد جامد از دست رفته ($p<0/05$)، کاهش ویسکوزیتهٔ حداکثر و ویسکوزیتهٔ شکست ($p<0/05$)، افزایش سختی برنج خام و پخته و افزایش راندمان برنج سفید سالم ($p<0/05$) بود. هر سه دمای ژلاتینه شدن افزایش ($p<0/05$) اما دمای آنتالپی تغییر چندانی نیافت. از نظر ظهور نقاط گچی، فرآیند بخاردهی تأثیر منفی ($p<0/05$) بر ظاهر برنج داشت. با افزایش مدت زمان بخاردهی، نقاط گچی گسترش‌یافت و پذیرش کلی رقم کم شد. پنج دقیقه مدت زمان بخاردهی برای شلتوک رقم شیرودی با هر رطوبت اولیه‌ای نتایج مطلوبی داشت.

واژه‌های کلیدی

خصوصیات پخت، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رسیدن برنج، رساندن تسریع‌یافته برنج

مقدمه

کشت برنج در ایران اهمیت اقتصادی و اجتماعی زیادی دارد و بعد از گندم دومین غلهٔ مهم در سبد غذایی مردم است. اکثر مناطق زیر کشت برنج به دو استان مازندران و گیلان اختصاص دارد. تولید برنج سفید در کشور به ۱/۸ میلیون تن درسال می‌رسد و نیاز کشور ۲/۵ میلیون تن درسال برآورد می‌شود. مصرف سرانهٔ هر فرد ایرانی حدود ۴۰ کیلوگرم ارزیابی می‌شود. میانگین عملکرد شلتوک برنج در کل کشور ۴/۴ تن در هکتار است؛ این مقدار در ارقام محلی کمتر و درارقام پر محصول بیشتر است (Gholizadeh *et al.*, 2015). مصرف‌کنندگان برنج می‌دانند که خصوصیات پخت برنج طی انبارمانی تغییر می‌یابد و به آن رسیدن[1] گویند. این تغییرات

* نگارنده مسئول: Email:m.esmaiili@urmia.ac.ir

http://doi. 10.22092/fooder.2019.122744.1168

1- Aging

© 2019,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مورد پسند اکثر مصرف‌کنندگان برنج در کشورهای آسیایی (Zhou *et al.*, 2002) و ایران است. طی انبارمانی، چربی به اسید چرب آزاد آبکافت (هیدرولیز) می‌شود و خود چربی و اسید چرب آزاد در اثر اکسیداسیون به ترکیبات کربونیلی تبدیل خواهدشد. این ترکیبات صرف نظر از ایجاد بوی انبارمانی، با نشاسته و پروتئین واکنش می‌دهند. این تغییرات سرانجام به بهبود خصوصیات پخت برنج می‌انجامد (Juliano, 1985; Teo *et al.*, 2000; Sodhi *et al.*, 2003). فرآیند انبارمانی متداول ۳ تا ۶ ماه طول می‌کشد (Soponronnarit *et al.*, 2008; Jaisut *et al.*, 2009). این عمل نیازمند فضا برای انبارکردن برنج و افزایش هزینه نگهداری آن است؛ در این دوره محصول ممکن است مورد هجوم حشرات و جوندگان قرار گیرد. از این‌رو ضرورت دارد روش‌های رسیدن تسریع‌یافته[1] بررسی شود.

فرایند انبارمانی تسریع‌یافته می‌تواند به دو روش مرطوب[2] و خشک[3] اجرا شود (Rosniyana *et al.*, 2004; Rayaguru *et al.*, 2011). روش خشک در شرایط آزمایشگاهی با حرارت دادن شلتوک یا برنج سفید در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ تا ۳ ساعت در محیطی بسته با موفقیت آزمایش شد. یکی از نکات مهم این روش آن است که هر گونه کاهش رطوبت برنج در این فرایند سبب ایجاد ترک و شکستگی در آن می‌شود. از این‌رو با وجود ساده به نظر رسیدن روش کار، اجرای آن در عمل و در مقیاس صنعتی پیچیدگی‌های خاصی دارد (Bhattacharya, 2013).

روش دیگر رساندن تسریع‌یافته برنج، استفاده از خشک‌کن بستر سیال[4] است. از این خشک‌کن‌ها برای خشک کردن شلتوک با دمای بالا (۱۳۰ تا ۱۵۰ درجه سلسیوس) تا رسیدن به رطوبت ۱۸ درصد بهره می‌برند. مراحل خشک‌کردن، در دمای محیط یا با خشک‌کن معمولی تا رطوبت ۱۱ درصد ادامه می‌یابد. استفاده از خشک‌کن بستر سیال در اکثر مواقع سبب بالا رفتن درصد شکستگی و کاهش راندمان برنج سفید سالم می‌شود (Wiset *et al.*, 2005; Soponronnarit *et al.*, 2008). این خشک‌کن‌ها در کشورهای تولیدکنندهٔ برنج معمولاً کمیاب و گران‌قیمت هستند. از این‌رو فرایند رساندن مرطوب برنج در کشورهای مذکور کاربردی‌تر است.

نیم‌پز کردن[5] و تیمار با بخار[6] از فرایندهای مرطوب رساندن برنج هستند. نیم‌پز کردن سال‌هاست برای بهبود خواص تبدیل و پخت برنج به‌کار می‌رود که شامل مراحل طولانی خیساندن، بخاردهی و خشک کردن است. نتیجهٔ این فرایند ژلاتینه شدن کامل نشاسته و تغییر رنگ برنج است (Marshal *et al.*, 1993).

در فرایند تیمار با بخار، شلتوک تازه‌برداشت شده را قبل از خشک شدن و تبدیل شدن، برای مدتی تحت بخاردهی قرار می‌دهند که فرایندی است ساده و مؤثر در تغییر خواص فیزیکوشیمیایی برنج. فیلرز و دزینگر (Fellers & Deissinger, 1983) بخاردهی تحت فشار با دمای ۱۱۹ تا ۱۳۶ درجه سلسیوس و مدت زمان بخاردهی ۱ تا ۱۴ دقیقه را برای شلتوک دارای رطوبت اولیهٔ ۱۴ تا ۲۶ درصد به‌کار گرفتند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش دمای بخاردهی، چسبندگی برنج کاهش و زردی افزایش می‌یابد. در رقم مورد بررسی آنها حداقل ۶ دقیقه مدت زمان بخاردهی، راندمان برنج سالم بالاتری از نمونهٔ شاهد به‌دست‌آوردند و اعلام کردند هر فرایند تسریع‌یافته زمانی ارزشمند است که سبب افزایش راندمان برنج سالم شود.

1- Accelerated aging
2- Wet
3- Dry
4- Fluidized bed dryer
5- Parboil
6- Steam curing

گوجرال و کومار (Gujral & Kumar, 2003) شلتوک سه رقم مختلف برنج را به رطوبت‌های ۱۴، ۱۸ و ۲۲ درصد رساندند و نمونه‌ها را با بخار ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه تیمار کردند و با خشک کردن شلتوک در شرایط محیط، رطوبت آنها را به ۱۱ درصد رساندند. این محققان به این نتیجه رسیدند که خصوصیات پخت در اثر فرآیند حرارتی تغییر می‌یابد، مدت زمان پخت بالامی‌رود و به‌تبع آن جذب آب و طویل شدن دانه افزایش و میزان مواد جامد از دست رفته کاهش می‌یابد؛ میزان سختی اندازه‌گیری شده با دستگاه اینسترون[1] افزایش و چسبندگی کاهش می‌یابد. این تغییرات مطابق است با آنچه در انبارمانی متداول دیده می‌شود. این محققان همچنین متوجه شدند که شدت تغییرات با افزایش رطوبت اولیه شلتوک افزایش می‌یابد. این روش سال‌هاست در هند به‌کار می‌رود و از آن استقبال شده است. با این شیوه، ظاهر برنج تا حدودی تغییر می‌یابد (Bhattacharya, 2013).

هدف از این پژوهش، بررسی امکان بهبود خواص کیفی و فیزیکوشیمیایی برنج رقم شیرودی با استفاده از بخاردهی کوتاه‌مدت شلتوک است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، از شلتوک رقم شیرودی استفاده شد که از ارقام اصلاح شده می‌باشد و سطح زیر کشت آن در استان مازندران بالاست. این رقم عطر متوسط تا ضعیف دارد و میزان آمیلوز آن ۲۲ درصد است.

روش بخاردهی

شلتوک برداشت شده از مزرعه به دو قسمت تقسیم شد. نیمهٔ اول با رطوبت حین برداشت (۰/۵±۲۰ درصد) و نیمهٔ دوم همان شلتوک به مدت یک روز در محیط آزمایشگاه نگهداری شد تا رطوبت اولیهٔ آن به ۰/۵± ۱۷ درصد برسد (دمای هوا در فصل برداشت از حداقل ۲۵ تا حداکثر ۳۵ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۸۰ تا ۹۰ درصد متغیر بود). هر دو نمونهٔ شلتوک رطوبت بالا (۲۰ درصد) و رطوبت پایین (۱۷ درصد) تحت تیمار بخاردهی ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه قرار داده‌شدند. برای بخاردهی، لایه‌ای نازک از ۳۰۰ گرم شلتوک روی صفحهٔ مشبک فلزی قرار گرفته بر دیگ آب جوش پاشیده شد. شلتوک‌های بخاردهی شده با خشک‌کن بستر ثابت آزمایشگاهی برقی (مجهز به سیستم تنظیم دما و سرعت باد، ساخت مؤسسه برنج، ایران، آمل) با دمای ۴۰ درجه سلسیوس، تا رطوبت مطلوب ۰/۵± ۱۱ درصد برای تبدیل، خشک شدند. رطوبت نمونه‌ها با رطوبت‌سنج (Grain moisture meter, GMK- 303, korea) اندازه‌گیری شد. شلتوک‌های خشک شده با دستگاه پوست‌کن غلتک لاستیکی و سفیدکن سایشی (Satake, japan) به برنج سفید تبدیل شدند.

تیمار شاهد

مقداری از شلتوک اولیه با رطوبت ۲۰ درصد برای تهیهٔ تیمار شاهد با خشک‌کن در دمای ۴۰ درجه سلسیوس تا رطوبت ۱۱ درصد خشک و پس از آن به برنج سفید تبدیل شد تا خصوصیات برنج رسانده با روش بخاردهی با آن مقایسه شود. برنج سفید سالم به‌دست‌آمده از هر دو حالت بالا، بر مبنای دارا بودن طول بیش از سه چهارم طول برنج کامل، جدا شد و تحت آزمون‌های زیر قرار گرفت. مقدار شلتوک برای هر تکرار تیمار با توجه به

1- Instron

ظرفیت دستگاه سفیدکن ۳۰۰ گرم بود.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پخت

راندمان برنج سفید سالم[1]

نسبت وزن برنج سفید سالم (طول بیش از سه چهارم طول برنج کامل) به وزن شلتوک است (Soponronnarit *et al.*, 2008).

سختی برنج خام

۱۰ دانه برنج سفید انتخاب و در زیر پروب دستگاه سختی‌سنج (Lutron FG 5020, Taiwan) قرار داده شد. نیروی حداکثر در زمان شکست روی صفحهٔ نمایشگر به عنوان سختی برحسب کیلوگرم نیرو ثبت گردید (Lu & Siebenmorgen, 1995).

رنگ برنج

شاخص زردی رنگ[2] برنج کامل با دستگاه رنگ سنج (Chroma meter CR_400, Japan) سنجیده شد.

درصد دانه گچی

مطابق استاندارد ویژگی‌های برنج و آزمون‌ها، در۵ گرم برنج سفید سالم دانه‌هایی که تمام سطح آنها به رنگ مات و آردی دیده می‌شدند به عنوان دانهٔ گچی جدا شد. از تقسیم وزن دانهٔ گچی به وزن کل، درصد دانهٔ گچی محاسبه شد (ISIRI, 2002).

عطر برنج

نمونه‌ها را ۱۰ ارزیاب آموزش دیده از مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور (معاونت مازندران) ارزیابی کردند. برای ارزیابی حسی، از روش امتیازدهی هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد (Sirisoontarak & Noomhorm, 2007). عطر و بوی نمونه‌ها از ۱ تا ۵ بر مبنای ۵ عالی، ۴ خوب، ۳ متوسط، ۲ ضعیف و ۱ نامطلوب نمره‌دهی و پذیرش کلی نمونه‌ها با روش صفر و یک بر مبنای صفر رد نمونه و یک پذیرش نمونه ارزیابی شدند.

فاکتورهای پخت

بر اساس حداقل زمان پخت طبق روش سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2005) این فاکتورها به دست آمدند؛ طبق این روش، ۵ گرم برنج سفید بعد از نیم ساعت خیساندن در آب سرد در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش پخته و فاکتورهای پخت به شرح زیر محاسبه شد:

نسبت طویل شدن

نسبت طول ۱۰ دانه پخته به طول ۱۰ دانه خام است.

جذب آب

نسبت وزن ۱۰ دانه پخته به وزن ۱۰ دانه خام است.

مواد جامد از دست رفته

آب برنج پخته، به ارلن خشکِ ازقبل‌وزن‌شده منتقل و در آون ۱۰۵ درجه سلسیوس تا خشک شدن کامل قرار داده‌شد؛ تفاوت وزن ارلن قبل و بعد از خشک‌شدن، میزان مواد جامد از دست رفته را در ۵ گرم برنج پخته بر حسب درصد نشان می‌دهد.

ویژگی‌های ویسکوزیتهٔ آرد برنج[3]

ویژگی‌های خمیری شدن (ویسکوزیته) آرد برنج با دستگاه آنالیزر سریع ویسکوزیته[4] (RVA4 Newport, Australia) بر اساس روش انجمن شیمی غلهٔ آمریکا اندازه‌گیری شد (AACC, 1995). بدین منظور، ۳ گرم آرد برنج با ۲۵ گرم آب مقطر در ظرف مخصوص نمونه مخلوط شد و تحت برنامهٔ حرارتی ۲۰ تا ۹۵ درجه سلسیوس با سرعت حرارتی ۱۲درجه سلسیوس بر دقیقه، توقف در ۵۰ درجه سلسیوس به مدت یک دقیقه و در ۹۵ درجه سلسیوس به مدت ۲/۵ دقیقه و خنک کردن خمیر تا دمای ۵۰ درجه سلسیوس و توقف در این دما به مدت ۱/۴ دقیقه قرار گرفت. مشخصه‌های دمای

1- Head rice yield
2- b value
3- Pasting properties
4- Rapid Visco Analyzer

خمیری شدن (دما در شروع افزایش ویسکوزیته)، ویسکوزیتهٔ حداکثر[1] (ویسکوزیته در شروع دمای ۹۵ درجه سلسیوس)، ویسکوزیتهٔ حداقل[2] (ویسکوزیته در پایان دمای ۹۵ درجه سلسیوس)، ویسکوزیتهٔ نهایی[3] (ویسکوزیته در لحظهٔ پایان در ۵۰ درجه سلسیوس) و دو مشخصه فرعی ویسکوزیتهٔ شکست[4] (از تفاضل ویسکوزیتهٔ حداکثر و حداقل) و ویسکوزیتهٔ برگشت[5] (از تفاضل ویسکوزیتهٔ نهایی و حداکثر) از آن بر حسب سانتی‌پوآز به دست آمد.

خصوصیات بافت

با دستگاه بافت‌سنج (TA. XT Plus Stable Micro Systems Ltd, UK)، یک دانه برنج پخته تا ۹۰ درصد ارتفاع اولیه با میله استوانه‌ای با قطر ۲۵ میلی‌متر و سرعت پیش‌آزمون ۱ میلی‌متر بر ثانیه و با سرعت آزمون و پس‌آزمون ۰/۵۰ میلی‌متر بر ثانیه در دو مرحلهٔ متوالی با فاصلهٔ تنفس ۵ ثانیه، با لودسل ۵ کیلوگرم فشرده شد. پس از آن از روی منحنی مربوط[6] مشخصهٔ سفتی[7] و چسبندگی[8] برنج پخته قرائت شد. این آزمون برای هر تیمار ۱۰ تکرار داشت و نتیجهٔ نهایی به صورت میانگین ۱۰ تکرار بیان شد (Gujral & Kumar, 2003; Yu *et al.*, 2009).

آنالیز حرارتی (گرماسنجی افتراقی)

سه میلی‌گرم آرد در ظرف مخصوص نمونهٔ دستگاه گرماسنجی افتراقی[9] (DSC1, Mettler Toledo, Switzerland) ریخته و ۱۰ میکرولیتر آب به آن اضافه گردید و به مدت یک شب برای پخش یکنواخت آب در آرد به نمونه فرصت داده شد. نمونه تحت برنامهٔ حرارتی ۲۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس با سرعت حرارتی ۱۰ درجه سلسیوس بر دقیقه قرار داده‌شد. از ظرف خالی نمونه به عنوان رفرنس استفاده شد. منحنی مربوط رسم شد و مشخصه‌های دمای شروع، دمای حداکثر و دمای نهایی ژلاتینه شدن و آنتالپی ژلاتینه شدن از سطح زیر منحنی از شروع تا پایان ژلاتینه شدن در ناحیهٔ گذار بر حسب ژول بر گرم به‌دست آمد (Wiset *et al.*, 2005; Jaisut *et al.*, 2009).

آنالیز آماری

تیمارها در این پروژه در دو سطح رطوبت بالا (۲۰ درصد) و رطوبت پایین (۱۷ درصد) و سه مدت زمان بخاردهی ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه بودند. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS19 ارزیابی شد و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد صورت گرفت. تجزیهٔ واریانس اثر رطوبت اولیه و زمان بخاردهی به صورت جداگانه در این مقاله نمایش داده نشد. فقط تجزیهٔ واریانس کلی و مقایسه میانگین تیمارهای ترکیبی بر اساس طرح کاملاً تصادفی نمایش داده شد. مقایسهٔ میانگین ارزیابی حسی با آزمون‌های ناپارامتری همان نرم‌افزار صورت گرفت. هر یک از نمونه‌ها در سه تکرار تهیه و آزمون‌های در مورد آنها دنبال شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پخت

راندمان برنج سالم با افزایش مدت زمان بخاردهی افزایش معنی‌دار ($p<0/05$) یافت. آنالیز واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ و مقایسهٔ میانگین صفات در جدول ۲ آمده است. با بخاردهی، سختی برنج خام نیز افزایش معنی‌داری ($p<0/05$) یافته منجر به افزایش راندمان برنج سالم شده‌است. به بیان دیگر، برنج شکسته در اثر افزایش سختی دانه کاهش یافته‌است. سخت‌تر شدن بافت برنج به ژلاتینه شدن سطحی نشاستهٔ برنج در اثر حرارت (Marshal *et al.*, 1993) و واسرشتی

1- Peak viscosity
2- Through viscosity
3- Final viscosity
4- Breakdown viscosity
5- Setback viscosity
6- Texture Profile Analyzer
7- Hardness
8- Adhesiveness
9- Differential Scanning Calorimetry

پروتئین در آندوسپرم (Gujral & Kumar, 2003) نسبت داده می‌شود. محققان دیگر (Fellers & Deissinger, 1983; Gujral & Kumar, 2003) نیز به افزایش سختی با بخاردهی اشاره کرده‌اند. زردی برنج نیز تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) داشت. تیمار شاهد کمترین شاخص زردی و تیمارهای بخاردهی بیشترین شاخص زردی را داشتند (جدول ۲) و با افزایش مدت زمان بخاردهی، زردی بیشتر افزایش یافت. از نظر بازارپسندی، شاخص زردی و سفیدی برنج عکس هم عمل می‌کنند. هرچه میزان سفیدی برنج بیشتر باشد یا زردی آن کمتر باشد، بازارپسندی برنج بهتر خواهدبود. علت تغییر رنگ، واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد است که به ترکیب پروتئین دانه و قند در اثر حرارت‌دهی مربوط می‌شود (Lamberts *et al.*, 2006). افزایش زردی رنگ با افزایش تیمار حرارتی برای شلتوک رطوبت بالایی که با خشک‌کن بسترسیال در دماهای مختلف خشک شده است گزارش شد (Wiset *et al.*, 2005).

درصد گچی بین تیمارها تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) دارد. کمترین میزان درصد گچی در تیمار شاهد و بیشترین آن در تیمار بخاردهی به مدت ۲۰ دقیقه دیده‌می شود (جدول ۲). میزان گچی بودن در دانهٔ ارقام مختلف برنج متفاوت و متأثر از ژنتیک است و یک خصوصیت منفی در بازارپسندی برنج به‌شمار می‌آید (درصد گچی در رقم شیرودی شاهد ۱۰ درصد بود) اما فرایند بخاردهی موجب ظهور بیشتر حالت گچی شده است.

امکان ایجاد نقاط گچی در سطح برنج در اثر تیمار بخاردهی برای انبارمانی تسریع‌یافته وجود دارد (Bhattacharya, 2013). دلیل آن ژلاتینه شدن سطحی برنج است که سبب ظهور حالت گچی می‌شود. این حالت در ارقام نیم‌جوش نیز اگر فرایند بخاردهی ناقص باشد به‌وجود می‌آید.پ علت آن ژلاتینه شدن سطحی و دیده شدن نقاط گچی در عمق دانه بیان شده‌است (Juliano, 1985).

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس کلی صفات مورد مطالعه بر اساس طرح کاملاً تصادفی برنج رقم شیرودی

خصوصیات فیزیکوشیمیایی	معنی‌داری آزمون F
راندمان برنج سالم (درصد)	۰/۰۰۳**
سختی برنج خام (کیلوگرم)	۰/۰۲۲*
شاخص زردی (b value)	۰/۰۰۰**
دانهٔ گچی (درصد)	۰/۰۰۰**
نسبت طویل شدن	۰/۰۱۸*
نسبت جذب آب	۰/۳۱۰
مواد جامد ازدست‌رفته (درصد)	۰/۰۰۰**
ویسکوزیتهٔ ماکزیمم (سانتی‌پوآز)	۰/۰۰۰**
ویسکوزیتهٔ شکست	۰/۰۰۰**
ویسکوزیتهٔ برگشت	۰/۰۰۰**
دمای خمیری شدن	۰/۰۰۰**
سختی برنج پخته (کیلوگرم)	۰/۰۰۱**
چسبندگی (کیلوگرم بر ثانیه)	۰/۰۶۲
دمای شروع ژلاتینه (درجه سلسیوس)	۰/۰۰۰**
دمای پیک ژلاتینه	۰/۰۰۰**
دمای نهایی ژلاتینه	۰/۰۰۰**
آنتالپی (ژول بر گرم)	۰/۰۴۹*

*اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد است.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین صفات اندازه‌گیری شده بین تیمارهای برنج رقم شیرودی بخاردهی شده

تیمار	Sc*	Sh5	Sh10	Sh20	Sl5	Sl10	Sl20
راندمان برنج سالم (درصد)	۶۰/۶۷^{d}	۶۲^{bcd}	۶۳^{bc}	۶۳/۶۷^{ab}	۶۱^{cd}	۶۲/۳۳^{bcd}	۶۵/۶۷^{a}
سختی برنج خام (کیلوگرم)	۱۲/۷۰^{b}	۱۴/۳۰^{a}	۱۴/۳۰^{a}	۱۴/۴۳^{a}	۱۴/۶۰^{a}	۱۴/۳۳^{a}	۱۴/۵۶^{a}
شاخص زردی (b value)	۱۱/۳۳^{d}	۱۳/۶۶^{c}	۱۵/۰۶^{b}	۱۷/۲۶^{a}	۱۴/۱۳^{c}	۱۵^{b}	۱۷/۵۶^{a}
دانهٔگچی (درصد)	۱۰/۱۳^{c}	۲۳/۹۳^{b}	۳۴/۳۳^{a}	۳۹/۳۳^{a}	۳۲/۲۶^{ab}	۲۹/۷۳^{ab}	۳۸/۸۶^{a}
عطر برنج خام	۲/۵^{a}	۲/۷۷^{a}	۲/۶۱^{a}	۲/۷۷^{a}	۲/۵^{a}	۲/۸۸^{a}	۲/۷۷^{a}
پذیرش کلی		قبول	رد	رد	قبول	قبول	رد
نسبت طویل شدن	۱/۵۴^{a}	۱/۵۱^{a}	۱/۵۹^{a}	۱/۵۵^{a}	۱/۶۱^{a}	۱/۵۵^{a}	۱/۵۹^{a}
نسبت جذب آب	۲/۵۶^{a}	۲/۶۳^{a}	۲/۶۵^{a}	۲/۴۵^{a}	۲/۷۶^{a}	۲/۶۴^{a}	۲/۶۱^{a}
مواد جامد از دست رفته (درصد)	۸/۴۶^{a}	۶/۴۶^{bc}	۵/۸۶^{cd}	۵/۷۳^{cd}	۶/۸^{b}	۶/۴۶^{bc}	۵/۴۶^{d}
ویسکوزیتهٔ حداکثر (سانتی‌پوآز)	۳۴۶۱^{a}	۳۰۰۸^{bc}	۲۸۲۶^{c}	۲۲۷۲^{d}	۳۳۴۸^{a}	۳۲۲۹^{ab}	۲۸۶۵^{c}
ویسکوزیتهٔ شکست (سانتی‌پوآز)	۶۷۸^{a}	۲۴۱^{c}	۱۱۵^{d}	۲۱۴^{c}	۳۷۹^{b}	۲۳۰^{c}	۱۲۵^{d}
ویسکوزیتهٔ برگشت (سانتی‌پوآز)	۹۲۵^{e}	۱۱۹۵^{d}	۱۲۹۸^{bc}	۱۱۹۶^{d}	۱۲۴۰^{cd}	۱۳۴۷^{b}	۱۴۷۳^{a}
دمای خمیری شدن (درجه سلسیوس)	۸۱/۲^{e}	۸۳/۸^{cd}	۸۴/۶^{c}	۸۷/۱^{a}	۸۳^{d}	۸۴/۴^{c}	۸۵/۹^{b}
سختی برنج پخته (کیلوگرم)	۰/۴۶۷^{c}	۰/۷۷۱^{bc}	۰/۷۶۴^{bc}	۱/۱۷۵^{a}	۰/۹۵۹^{ab}	۱/۰۹۵^{a}	۱/۲۰۴^{a}
چسبندگی برنج (کیلوگرم بر ثانیه)	-۰/۰۰۶^{a}	-۰/۰۰۴^{a}	-۰/۰۰۴^{a}	-۰/۰۰۱^{a}	-۰/۰۰۳^{a}	-۰/۰۰۲^{a}	-۰/۰۰۰^{a}
دمای شروع ژلاتینه‌شدن (درجه سلسیوس)	۷۴/۹۹^{f}	۷۶/۱۵^{d}	۷۶/۸۵^{c}	۷۸/۲۷^{a}	۷۵/۷۵^{e}	۷۶/۳۸^{d}	۷۷/۹۸^{b}
دمای حداکثر ژلاتینه‌شدن (درجه سلسیوس)	۷۹/۶۲^{d}	۸۰/۰۵^{c}	۸۰/۱۶^{c}	۸۲/۰۴^{a}	۷۹/۶۷^{d}	۸۰/۲۱^{c}	۸۱/۵۴^{b}
دمای نهایی ژلاتینه‌شدن (درجه سلسیوس)	۸۳/۸۴^{f}	۸۴/۲۸^{e}	۸۴/۹۷^{c}	۸۶/۲۶^{a}	۸۳/۴۴^{g}	۸۴/۶۱^{d}	۸۵/۷۷^{b}
آنتالپی (ژول بر گرم)	۶/۶۷^{ab}	۵/۷۶^{b}	۶/۳۱^{ab}	۵/۷۶^{b}	۶/۹۷^{a}	۶/۰۸^{ab}	۶/۹۹^{a}

*Sc رقم شیرودی شاهد، Sh5,10,20 تیمارهای رطوبت بالا (۲۰ درصد) و به ترتیب ۵،۱۰،۲۰ دقیقه بخاردهی شده، Sl5,10,20 تیمارهای رطوبت پایین (۱۷ درصد) و به ترتیب ۵،۱۰،۲۰ دقیقه بخاردهی شده هشتند. میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر سطر در سطح احتمال ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) دارند.

عطر برنج خام

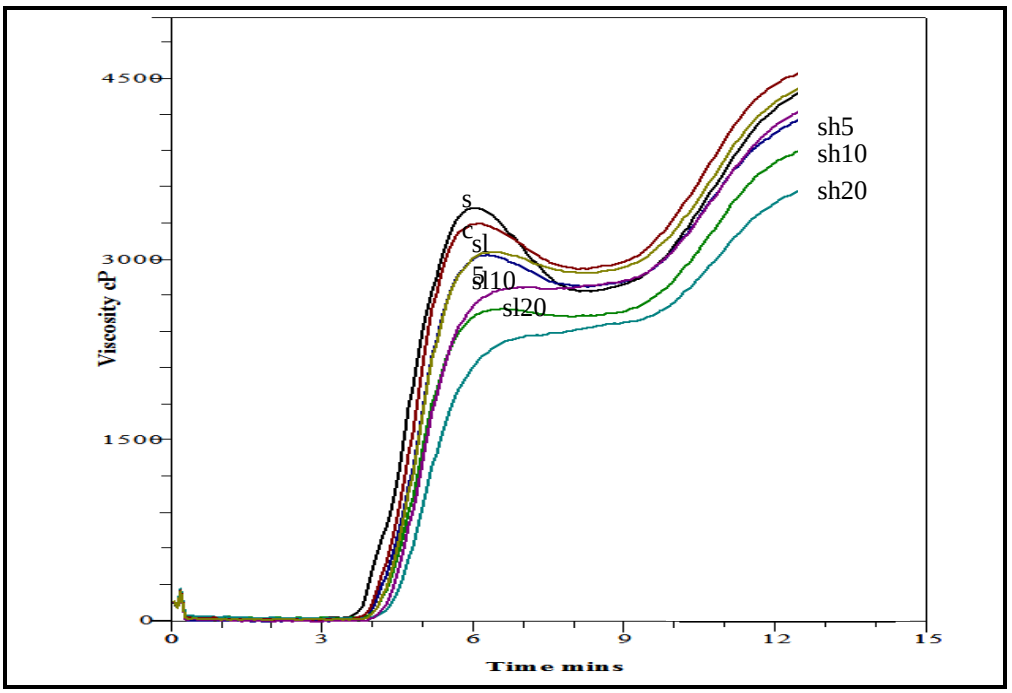
بخاردهی تأثیری بر عطر رقم شیرودی (که خود دارای عطر متوسط تا ضعیفی بود) نداشت. پذیرش کلی تیمارها: پذیرش کلی تیمارهای بخاردهی با تیمار شاهد مورد مقایسه و نتایج آن در جدول ۲ بیان شد. ظاهر نمونه شلتوک‌های رطوبت بالا (۲۰ درصد) فقط وقتی ۵ دقیقه بخاردهی شدند، مورد قبول بودند؛ اما نمونهٔ شلتوک‌های رطوبت پایین (۱۷ درصد) در هر دو مدت زمان بخاردهی ۵ و ۱۰ دقیقه پذیرفته شدند. نمونه‌های ۲۰ دقیقه بخاردهی در هر دو سطح رطوبت رد شدند. پذیرش کلی به رنگ رقم و میزان گچی در سطح دانه مربوط می‌شد. به بیان دیگر زردی بیشتر و درصد گچی بیشتر، پذیرش کمتری داشت. نسبت طویل شدن و نسبت جذب آب بین تیمارها تفاوت نداشت ($p>0/05$) (جدول ۱). نتایج پروژه‌های پاربویل نشان می‌دهد که این فرایند تأثیر منفی بر قدکشیدن و جذب آب ارقام دارند (البته در مدت زمان پخت برابر با نمونهٔ شاهد) (Juliano, 1985). در انبارمانی طبیعی، افزایش نسبت طویل شدن گزارش شده است (Juliano,

(Juliano, 1985; Sodhi *et al.*, 2003). در ۶ رقم برنج مورد بررسی در موسسهٔ برنج و در انبارمانی طبیعی، که رقم شیرودی هم جزء آن بود، افزایش نسبت طویل شدن دانه طی زمان انبارمانی فقط در یک رقم (کشوری) نشان دادهشدهاست (Latifi, 2013). هر سه حالت افزایش در میزان جذب آب (Juliano, 1985; Zhou *et al.*, 2002)، کاهش در میزان جذب آب (Sowbhagva & Bhattacharya, 2001; Sodhi *et al.*, 2003; Sirisoontarak & Noomhorm, 2007) و تغییر نیافتن میزان جذب آب (Latifi, 2013) طی انبارمانی طبیعی گزارش شده است. وجود تناقض در خصوصیات کیفی برنجهای مختلف، تأیید شده است (Teo *et al.*, 2000; Zhou *et al.*, 2003; Zhou *et al.*, 2007). در بین تیمارها، در میزان مواد جامد ازدستررفته تفاوت معنیداری ($p<0/05$) دیده شده است؛ بالاترین میزان مواد جامد ازدستررفته در تیمار شاهد و پایینترین آن در تیمار بخاردهی در مدت زمان ۲۰ دقیقه است. با افزایش مدت زمان بخاردهی، میزان مواد از دستررفته کمتر شدهاست (جدول ۲). مهمترین تغییر در خصوصیت پخت طی انبارمانی، کاهش مواد جامد از دستررفته است که علت آن کاهش انحلالپذیری گرانول نشاسته و پروتئین طی انبارمانی بیان شده است (Juliano, 1985; Sowbhagya & Bhattacharya, 2001; Gujral & Kumar, 2003; Sodhi *et al.*, 2003; Zhou *et al.*, 2007). در انبارمانی تسریعیافته، کاهش مواد جامد از دستررفته به دلیل فرایند حرارتی، نشان از قویتر شدن دیوارهٔ سلولی و تشکیل کمپلکس آمیلوز- چربی است که مانع از نشر مواد در مرحلهٔ پخت میشود (Soponronnarit *et al.*, 2008; Jaisut *et al.*, 2009).

ویژگیهای خمیری شدن آرد برنج

در شکل ۱، منحنی ویسکوزیتهٔ تیمارهای بخاردهی و تیمار شاهد نشان داده شدهاست. در تیمارهای بخاردهی، نسبت به تیمار شاهد، ویسکوزیتهٔ حداکثر و ویسکوزیتهٔ شکست کاهش معنیدار ($p<0/05$) و ویسکوزیته برگشت و دمای خمیری شدن افزایش معنیداری ($p<0/05$) دارند (جدول ۱). شدت کاهش ویسکوزیتهٔ حداکثر مرتبط است با رطوبت و مدت زمان بخاردهی؛ هرچه رطوبت اولیه شلتوک بالاتر و مدت زمان بخاردهی بیشتر باشد به دلیل ژلاتینه شدن بیشتر، تغییرات نیز بیشتر است. ویسکوزیتهٔ حداکثر به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته و توان کمتر جذب آب، کاهش یافتهاست. به همین دلیل و به دلیل انحلالپذیری کمتر نشاسته، دمای خمیری نیز افزایش یافتهاست. ویسکوزیتهٔ حداکثر نشانهٔ ظرفیت جذب آب مخلوط است، ویسکوزیتهٔ شکست نشانهٔ درجهٔ متلاشی شدن گرانول و ویسکوزیتهٔ برگشت نشانهٔ خاصیت ژلهای یا رتروگرادسیون است (Soponronnarit *et al.*, 2006). در انبارمانی طبیعی برنج، ویسکوزیتهٔ حداکثر ابتدا افزایش و در مدت زمان طولانیتر نگهداری کاهش مییابد. کاهش ویسکوزیته طی مدت زمان طولانی انبارمانی نشانهٔ آن است که گرانول نشاسته انبارمانده مقاومت بیشتری در برابر بادکردگی از خود نشان میدهد (Zhou *et al.*, 2003). مهمترین تغییر قابل توجه در منحنی ویسکوزیته، کاهش ویسکوزیتهٔ شکست در مدت زمان انبارمانی کافی است که نشانهٔ نظم یافتن بیشتر اجزای برنج و مقاومتر شدن گرانول نشاسته در برابر تخریب پس از پخت است (Sowbhagya & Bhattacharya, 2001; Zhou *et al.*, 2003). ویسکوزیتهٔ برگشت نیز معمولاً طی انبارمانی افزایش مییابد که مرتبط با پدیدهٔ رتروگرادسیون یا همان بیاتی است و یک فاکتور کلیدی در تشخیص مناسب بودن آرد برنج برای فراوردههای بدون گلوتن است (Mariotti *et al.*, 2009). در انبارمانی تسریعیافته نیز به کاهش ویسکوزیتهٔ حداکثر، افزایش ویسکوزیتهٔ

برگشت، Soponronnarit *et al.*, 2008; Jaisut *et al.*, 2009) و کاهش ویسکوزیتهٔ شکست (Wiset *et al.*, 2005) اشاره شده است. تغییرات مشخصه‌های ویسکوزیته در تیمارهای بخاردهی شده مطابق است با این نتایج و نتایج انبارمانی طبیعی به مدت طولانی.



شکل ۱- منحنی آنالیز سریع ویسکوزیته (RVA) برنج شیرودی

(رنگ مشکی=Sc، قرمز=Sl5، نقره‌ای=Sl10، بنفش=Sl20، آبی نفتی=Sh5، سبز=Sh10، آبی فیروزه‌ای=Sh20)

خصوصیات بافت

سفتی برنج پخته تیمارهای بخاردهی شده، افزایش معنی‌داری ($p<0/05$) نشان داده و با افزایش مدت زمان بخاردهی، افزایش بیشتری در میزان سفتی مشاهده شده‌است (جدول ۱). چسبندگی برنج رقم شیرودی در تیمارها، تفاوت معنی‌داری ندارد زیرا رقم شیرودی شاهد در آزمون بافت چسبندگی نشان نداد از این‌رو میانگین تیمارها نیز معنی‌دار نشد. به افزایش سفتی برنج پخته و کاهش چسبندگی در انبارمانی طبیعی (Sirisoontarak & Noomhorm, 2007; Yu *et al.*, 2009) و به افزایش سختی برنج پخته و کاهش چسبندگی در فرایند بخاردهی برای انبارمانی تسریع‌یافته به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته اشاره شده است (Gujral & Kumar, 2003).

آنالیز حرارتی

تیمارهای بخاردهی شده، نسبت به تیمار شاهد، افزایش معنی‌دار ($p<0/05$) در هر سه دمای ژلاتینه شدن را نشان داده‌اند اما آنتالپی تغییر چندانی نیافته‌است (جدول ۲).

نتایج آنالیز حرارتی یک رقم برنج در دو حالت خشک شدن به روش عادی و خشک شدن در دمای بالا (برای به‌دست آمدن برنجی با کیفیت مشابه برنج انبار مانده) نشان می‌دهد که دمای ژلاتینه‌شدن افزایش و آنتالپی کاهش یافته‌است (Wiset *et al.*, 2005; Jaisut *et al.*, 2009). علت افزایش دمای

ژلاتینه‌شدن را ژلاتینه شدن نشاسته و تشکیل کمپلکس چربی- آمیلوز می‌دانند که در خشک‌کردن با دمای بالا ایجاد می‌شود. در واقع، تشکیل ژل نفوذ آب را سخت‌تر می‌کند و همین موجب افزایش دمای ژلاتینه‌شدن گرانول نشاسته می‌شود. از آنجا که آنتالپی انرژی لازم برای ذوب کامل کریستال‌های نشاسته است، انتظار می‌رود میزان آن بعد از ژلاتینه شدن بخشی از نشاسته در اثر حرارت کاهش یابد (Zhou *et al.*, 2010). با توجه به جدول ۲، میزان آنتالپی در تیمارهای رطوبت بالا، نسبت به شاهد، کاهش آنتالپی را نشان داده اما با توجه به نتایج تیمارهای رطوبت پایین، در کل میزان آنتالپی کاهش معنی‌دار نشان نداده‌است. تئو و همکاران (Teo *et al.*, 2000) به تغییرنیافتن آنتالپی و دمای ژلاتینه‌شدن یک رقم برنج طی سه ماه انبارمانی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اشاره کرده‌اند در حالی‌که در دماهای بالاتر نگهداری با افزایش زمان انبارمانی، دمای ژلاتینه‌شدن افزایش یافته است. زو و همکاران (Zhou *et al.*, 2003) نیز به نتایج ماه شانزدهم انبارمانی سه رقم در دو دمای ۴ و ۳۷ درجه سلسیوس اشاره کردند که آنتالپی تغییری نیافته اما دمای ژلاتینه‌شدن در نمونهٔ نگهداری شده در دمای ۳۷ درجه سلسیوس افزایش یافته است. نتایج به‌دست‌آمده از این پروژه با نتایج تحقیق اخیر همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

بخاردهی شلتوک رقم شیرودی سبب بهبود خصوصیات کیفی از جمله کاهش مواد جامد از دست‌رفته، کاهش ویسکوزیتهٔ حداکثر، کاهش ویسکوزیتهٔ شکست، افزایش سختی برنج خام و پخته، افزایش راندمان برنج سفید سالم می‌شود ضمن اینکه تغییری در عطر برنج ایجاد نمی‌کند. با بالا رفتن مدت زمان بخاردهی، میزان پذیرش برنج به دلیل ظهور نقاط گچی کاهش می‌یابد. از این‌رو برای تسریع در رساندن رقم شیرودی، ۵ دقیقه بخاردهی شلتوک، با هر رطوبت اولیه‌ای قابل توصیه است.

قدردانی

از دانشگاه ارومیه برای حمایت مالی تحقیق، از موسسهٔ تحقیقات برنج کشور و خانم دکتر فاطمه حبیبی برای همکاری در آزمون خواص خمیری، و از مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و خانم دکتر فوژان بدیعی برای همکاری در آنالیز حرارتی نمونه‌ها سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

AACC. 1995. Determination of the pasting properties of rice with the rapid visco analyzer. AACC method. 61-02.01. American Association of Cereal Chemists.

Bhattacharya, K. R. 2013. Process for accelerated aging of rice. Cereal Foods World. 58(1): 19-22.

Fellers, D. A., and Deissinger, A. E. 1983. Preliminary study on the effect of steam treatment of paddy on milling properties and rice stickiness. Cereal Science. 1(2): 147-157.

Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hatami, F. and Hosseinpour, R. 2015. Annual Field Crop Report of Agriculture Ministry of Iran. (in Persian)

Gujral, H. S. and Kumar, R. 2003. Effect of accelerated aging on the physicochemical and textural properties of brown and milled rice. Food Engineering. 59, 117-121.

ISIRI. 2002. Rice specification and test method. ISIRI No. 127. Institute of Standard and Industrial Research of Iran.

Jaisut, D., Prachayawarakorn, S., Varanyanond, W., Tungtrakul, P. and Soponronnarit, S. 2009. Accelerated aging of jasmine brown rice by high temperature fluidization technique. Food Researach International. 42(5-6): 674-681.

Juliano, B. O. 1985. Rice Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, USA, 773p.

Lamberts, L., Brijs, K., Mohamed, R., Verhelst, N. and Delcour, J. A. 2006. Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice. Agricultural and Food Chemistry. 54(26): 9924-9929.

Latifi, a. 2013. Physicochemical properties of Iranian rice during storage. Journal of Agricultural Engineering Research. 14(2): 43-56. (in Persian)

Lu, R. and Siebenmorgen, T. J. 1995. Correlation of head rice yield to selected physical and mechanical properties of rice kernels. Transactions of the ASAE. 38(3): 889-894.

Mariotti, M., Sielli, N., Catenacci, F., Pagani, M. A. and Lucisano, M. 2009. Retrogradation behaviour of milled and brown rice paste during aging. Cereal Science. 49(2): 171-177.

Marshal, W. E., Wadsworth, J. A., Verma, L. R. and Velupillai, L. 1993. Determining the degree of gelatinization in parboiled rice. Cereal Chemistry. 70(2): 226-230.

Rayaguru, K., Pandey, J. P. and Routray, W. 2011. Optimization of process variables for accelerated aging of Basmati rice. Food Quality. 34(1): 56-63.

Rosniyana, A., Hashifah, M. A. and Shariffahnorin, S. A. 2004. Effect of heat treatment (accelerated ageing) on the physicochemical and cooking properties of rice at different moisture contents. Tropical Agriculture and Food Science. 32(2): 155-162.

Singh, N., Kaur, L., Sohdi, N. S. and Sekhon, K. S. 2005. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivar. Food Chemistry. 89, 253-259.

Sirisoontarak, P. and Noomhorm, A. 2007. Change in physicochemical and sensory properties of irradiated rice during storage. Stored Product Research. 43: 282- 289.

Sodhi, N.S., singh, N., Avora, M. and Sing, J. 2003. Change in physicochemical, thermal, cooking and textural properties of rice during aging. Food Processing and Preservation. 27: 387-400.

Soponronnarit, S., Chiawwet, M., Prachayawarakorn, S., Tungtrakul, P. and Taechapairoj, C. 2008. Comparative study of physicochemical properties of accelerated and naturally aged rice. Food Engineering. 85, 268- 276.

Soponronnarit, S., Nathakaranakule, A., Jirajindalert, A. and Taechapairoj, C. 2006. Parboiling brown rice using super-heated steam fluidization technique. Food Engineering. 75, 423-432.

Sowbhagya, C. M. and Bhattacharya, K. R. 2001. Changes in pasting behaviour of rice during ageing. Cereal Science. 34(2): 115-124.

Teo, C. H., Abd. Karim, A., Cheah, P. B., Norziah, M. H. and Seow, C. C. 2000. On the role of protein and starch in the aging of non -waxy rice flour. Food Chemistry. 69, 229- 238.

Wiset, L., Srzednicki, G., Wootton, M., Driscoll, R.H. and Blakeney, A. B. 2005. Effect of high temperature drying on physicochemical properties of various cultivars of rice. Drying Technology. 23(9-11): 2227-2237.

Yu, S. F., Ma, Y. and Sun, D. W. 2009. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. Cereal Science. 50(2): 139-144.

Zhou, X., Baik, B. K., Wang, R. and Lim, S. T. 2010. Retrogradation of waxy and normal corn starch gels by temperature cycling. Cereal Science. 51(1): 57-65.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C. 2003. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. Food Research International. 36(6): 625- 634.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C. 2007. Effect of storage temperature on cooking behavior of rice. Food Chemistry. 105(2): 491-497.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., Blanchard, C. 2002. Ageing of stored rice: Changes in chemical and physical attributes. Cereal Science. 35(1): 65-78.

Food Engineering Research/Vol.18/No.67/Autumn & Winter 2019/P: 59-70

Effect of Steam Curing of Shiroudi Paddy on Quality, Texture and Thermal Properties of Rice

A. Latifi and M. Esmaiili*

* Corresponding Author: Professor of Food Process Engineering, Faculty of Agriculture University of Urmia, Food Science & Technology Department. Urmia – Iran. E-mail: m.esmaiili@urmia.ac.ir
Received: 3 October 2018, Accepted: 19 February 2019

Abstract

Physicochemical properties of rice change during storage that is known as aging. It needs 3 to 6 months for aging to be completed. In this project, steaming of paddy was done as an accelerated aging method. Steam curing was done for the fresh Shiroudi paddy in two moisture levels (20 and 17 %) for 5, 10 and 20 min at atmospheric pressure in factorial randomized design. Then it was dried until moisture content reached as low as 11percentage. The paddy de-husked and polished in laboratory milling. The physicochemical properties of milled rice were determined and compared with control one. Some desirable changes in quality, attributed to treatment of rice by steaming, were similar to what could be seen in naturally aged rice: decreasing in solid loss, peak and breakdown viscosity ($p<0.05$), increasing in hardness of raw and cooked rice and head rice yield ($p<0.05$). Steam curing increased ($p<0.05$) all three gelatinization temperatures but had no visible effect on enthalpy. But it had an adverse effect on appearance of rice. With increasing of steaming time, chalkiness had been expanded ($p<0.05$). So, five min. seaming time could be done practically for accelerated aging of any Shiroudi paddy with different initial moisture.

Keywords: Accelerated aging method, Cooking Properties, Physicochemical Properties, Rice aging