بررسی اثر افزودن اسیدهای استیک و لاکتیک بر بافت و ساختار میکروسکوپی برنج (رقم دمسیاه) در حین پخت

عفت قاسمی*[1]، محمدتقی حامد موسویان[2]، محمد حسین حداد خداپرست[3]

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۲۵

چکیده

در این پژوهش، اثر افزودن اسید استیک و اسید لاکتیک در حین پخت بر بافت و خواص میکروسکوپی برنج دمسیاه و همچنین بر دمای ژلاتینه شدن آن مورد بررسی قرارگرفت. آزمایشات با سه بار تکرار انجام شد و داده‌های به دست‌آمده به روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار SPSS15 مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. میانگین‌های به‌دست آمده نیز در آزمون چنددامنه‌ای دانکن با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که نمونه‌های پخت شده تحت شرایط اسیدی، سفتی کمتر و دمای ژلاتینه شدن پایین‌تری داشته‌اند. اما افزودن اسید بر چسبندگی نمونه ها اثر معنی داری نداشت. همچنین بررسی‌های SEM انجام شده روی سطح خارجی دانه‌ی برنج نشان داد که افزودن این اسیدها سبب کاهش تخلخل و اندازه‌ی حفرات روی سطح شد. با استناد به نتایج آمیلوگرافی و SEM به‌نظر می‌رسد که افزودن اسید به برنج در حین پخت، باعث ژلاتینه شدن بهتر و مسدود شدن بیشتر منافذ روی سطح دانه برنج می‌شود. از نتایج این تحقیق می‌توان در بهبود شاخص‌های کیفی برنج پخته‌شده و سایر محصولاتی که شامل آرد برنج و نشاسته‌ی برنج می‌باشند، متناسب با هدف و کاربرد محصول موردنظر استفاده نمود.

واژه های کلیدی: برنج، پخت، اسیداستیک، اسیدلاکتیک، ژلاتینه شدن، بافت، میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM)

مقدمه

برنج غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است. از این رو توجه به مراحل مختلف تولید و فراوری آن جهت حصول بافت، طعم و ظاهر مطلوب و دلخواه، ضروری به‌نظر می‌رسد. در حدود ۹۰٪ برنج دنیا درآسیا تولید و مصرف می‌شود. پخت یکی از مهمترین فرایندها جهت آماده سازی غذاهاست که شامل انتقال جرم و انتقال حرارت است. در حدود ۹۰٪ از وزن خشک برنج آسیاب شده را نشاسته تشکیل می‌دهد(۱۲). در حین پخت دانه‌ی برنج رطوبت را جذب کرده و در نتیجه‌ی ژلاتینه شدن متورم می‌شود(۱۵). ویژگیهای کیفی برنج پخته شده بر اساس بافت، رنگ، طعم و سایر خصوصیات مانند درخشندگی و قد کشیدن ارزیابی می‌شود (۱۶). معمولاً رنگ سفیدتر برای برنج ترجیح داده می‌شود(۱۳). بافت برنج پخته شده، یک ویژگی ساده نیست، بلکه ترکیبی از چندین خصوصیت مانند سفتی، چسبندگی و قابلیت جویده شدن است(۴و۱۷). روش‌های پخت و سلایق

* - نویسنده مسئول : Email: e_ghasemi – chem.-eng@yahoo.com
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی دانشگاه فردوسی مشهد. پست الکترونیکی e_ghasemi_chem_eng@yahoo.com
۲ - استادیار گروه مهندسی شیمی دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد. پست الکترونیکی mosavian@ferdowsi.um.ac.ir
۳ - دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. پست الکترونیکی haddad1945@yahoo.com.

Archive of SID
www.SID.ir

در مورد بافت برنج پخته‌شده از جایی به جای دیگر متفاوت است. مصرف کنندگان برنج در کشورهای غربی، برنجی دانه بلند با دانه‌ی کشیده و پفکی و طعم ومزه‌ی پخته شده(۱)، مردم هند برنجی با دانه‌های متوسط، پفکی وسبک با طعمی پخته و درونی نرم، و ژاپنی‌ها برنج پخته شده‌ی نرم و به هم‌چسبیده را می‌پسندند(۱۰). در کشورما، برنج‌های دانه بلند و خوب‌سفیدشده با عطری خوش و قدکشیده پس از پخت ترجیح داده می‌شود. برای تغییر بافت، طعم و رنگ برنج متناسب با ذائقه‌ی مصرف کننده، روشهای مختلفی از جمله افزودن برخی مواد در مراحل مختلف فراوری برنج در دسترس است. اثرات افزودن اسیداستیک به برنج در حین پخت، بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی برنج پخته‌شده(۵)، و پروتئین‌ها(۹) گزارش‌شده‌است. نتایج حاکی از افزایش شفافیت و چسبنگی برنج پخته شده با اسید استیک نسبت به سطح شاهد(۵) و همچنین افزایش انحلال پروتئین هایی مانند آلبومین،گلوبولین و گلوتلین در برنج خیسانده شده در اسید استیک ۰.۲ مولار نسبت به آب مقطر بوده است(۹). اوهیشی و همکارانش در سال ۲۰۰۷، اثرات افزودن اسید استیک را بر خصوصیات خمیر و ژلاتینه شدن نشاسته‌ی برنج در حین پخت بررسی کردند. پایین تر آمدن دمای ژلاتینه شدن در این تحقیق نشان‌داد که نشاسته با افزودن اسید استیک به آن با سهولت بیشتری ژلاتینه می‌شود. همچنین جذب آب آمیلوپکتین نشاسته بیشتر و ساختار نشاسته‌ی برنج منعطف تر می‌شود. افزایش قابلیت هضم برنج پخته شده با اسید استیک نسبت به برنج پخته شده با آب مقطر نیز گزارش‌شده‌است(۱۰).

در این پژوهش، اسیداستیک و اسیدلاکتیک به برنج در حین جوشیدن اضافه شده و اثر این اسیدهای خوراکی نسبت به سطح شاهد (پخت با آب‌مقطر) بر ویژگی‌های بافتی، مورفولوژیکی و دمای ژلاتینه شدن برنج دمسیاه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

آماده سازی نمونه ها

برنج، رقم دمسیاه منطقه مینودشت، از ارقام مرغوب شمال ایران تهیه شد و تا روز آزمایش در یک بسته‌ی پلی اتیلنی دربسته نگهداری شد. میانگین میزان رطوبت برنج خام ۹٪ (بر مبنای وزن مرطوب) بود. اسید لاکتیک ۹۵٪ حجمی با دانسیتهِ ۱/۲۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب، سرکه ۵٪ جرمی گلچکان زمانی مشهد و روغن مایع آفتابگردان شادگل نیشابور مورد استفاده قرار گرفتند.

روش پخت

دانه‌های برنج پس از تمیز شدن و جداسازی از کاه و مواد خارجی و ۵ بار شستشو با آب، مطابق روش زیر پخت شدند(۳): در یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری، ۱۰گرم برنج به ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر در حال جوش یا محلول اسیداستیک ۰/۰۵ مولار و یا محلول اسید لاکتیک ۰/۰۵ مولار اضافه شد و با حرارت یکنواخت به مدت ۱۵ دقیقه جوشید. سپس با انتقال محتوای بشرها به آبکش، آب اضافی آن خارج شد و نمونه در دمای محیط در معرض سرد شدن قرار گرفت.

آمیلوگرافی

آزمایش آمیلوگرافی به منظور بررسی رفتار ژلاتینه شدن برنج نسبت به آب مقطر و محلول‌های اسیدی انجام‌شد. برای این منظور، جهت حصول دوغاب۲ ٪۶، ۲۷ گرم آرد برنج توسط آب مقطر یا محلول‌های اسیدی (اسید استیک ۰/۱مولار و اسید لاکتیک ۰/۱مولار) به حجم۴۵۰ میلی لیتر رسانده‌شد(۱۴). برای بررسی دقیق تر تغییرات دمای ژلاتینه شدن، از این غلظت محلول‌های اسیدی استفاده شد. دوغاب مذکور پس از قرار گرفتن در آمیلوگراف (برابندر،

1- Texture Analyser
2- Slurry

Archive of SID

www.SID.ir

مدل ۸۰۰۱۲۰، ساخت آلمان) تا دمای ۹۵ درجه‌ی سانتیگراد با نرخ ۱/۵درجه‌ی سانتیگراد بر دقیقه حرارت داده شد و نمودار مربوط به رفتار ژلاتینه شدن هر نمونه توسط دستگاه رسم گردید.

آنالیز بافت

بافت نمونه‌های برنج پخته شده توسط دستگاه بافت-سنج (مدل QTS25) با نیرو سنجی به ظرفیت ۲۵ کیلوگرم نیرو و قابلیت اندازه گیری نیرو با دقت ۰/۰۰۱ نیوتن و به روش اکستروژن پسرو۱ به طریق زیر اندازه‌گیری شد(۸و۶):

۱۵ گرم نمونه در ظرف آزمایش (ظرف استوانه ای به قطر داخلی ۶ سانتیمتر) قرار داده شد و توسط یک وزنه‌ی ۱۰۰گرمی به مدت ۳۰ ثانیه تحت فشار واقع شد. پس از راه-اندازی دستگاه، نمونه ها توسط نیروسنج ۲متصل به پلانجر۳ به قطر ۳۵ میلیمتر فشرده شدند. سرعت پیش از آزمایش۴، سرعت آزمایش۵ و سرعت پس از آزمایش۶ پلانجر به-ترتیب عبارت بودند از۱، ۱و ۱۰mm/s.

آزمون با کرنش۷ ٪۵۰ انجام و نمودار نیرو-زمان برای هر نمونه رسم گردید. نتایج تعیین شده از این آزمون عبارتند از:

سفتی۸ : بیشترین نیروی فشاری اکستروژن در طول

- چسبندگی۹: سطح زیر منحنی نیرو-زمان (قسمت منفی منحنی)

عکسبرداری توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی[10] (SEM)

برای مشاهده‌ی تغییرات مورفولوژیکی دانه‌های برنج پخته‌شده با آب، محلول اسید استیک ۰/۰۵ مولار و محلول اسید لاکتیک ۰/۰۵ مولار، از میکروسکوپ الکترونی روبشی (مدل LEO 1450 VP ساخت آلمان) استفاده شد. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا نمونه‌ها توسط نیتروژن مایع منجمد شدند و سپس بوسیله‌ی دستگاه پوشش دهنده۱۱(مدل SC7620 ساخت انگلستان) تحت پوشش طلا-پالادیم قرار گرفتند(۶). سپس از سطح خارجی نمونه‌های آماده سازی شده با بزرگنمایی ۲۰۰۰ تصویربرداری شد.

تحلیل آماری داده ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه سطح نوع اسید و در سه تکرار انجام شد. مقایسه‌ی میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن($P<$٪۵) انجام گرفت.

نتایج و بحث

آمیلوگرافی

بررسی رفتار ژلاتینه شدن برنج موردمطالعه تحت سطوح تیمارهای اسیدی توسط دستگاه آمیلوگراف نشان داد که دمای ژلاتینه شدن برای نمونه‌های دوغاب۶٪ تهیه شده با آب مقطر، محلول اسیداستیک و محلول اسید لاکتیک به ترتیب ۹۰، ۸۶ و ۸۵/۵ درجه سانتیگراد بود. این کاهش قابل ملاحظه‌ی دمای ژلاتینه شدن بیانگر آن است که تیمارهای اسیدی حساسیت گرانول‌های نشاسته را نسبت به ژلاتینه شدن و نفوذ اب به داخل گرانول بیشتر کرده است. ونگ و همکارانش(۱۴) تأثیر pH را برروی خصوصیات خمیری آرد برنج مطالعه کردند و دریافتند که دمای ژلاتینه شدن آرد

1- Back Extrusion
2- Load cell
3- Plunger
4- Pre-test speed
5- Test speed
6- Post-test speed
7- Strain
8- Firmness
9- Adhesiveness
10- Scanning Electron Microscope
11- Sputter Coater

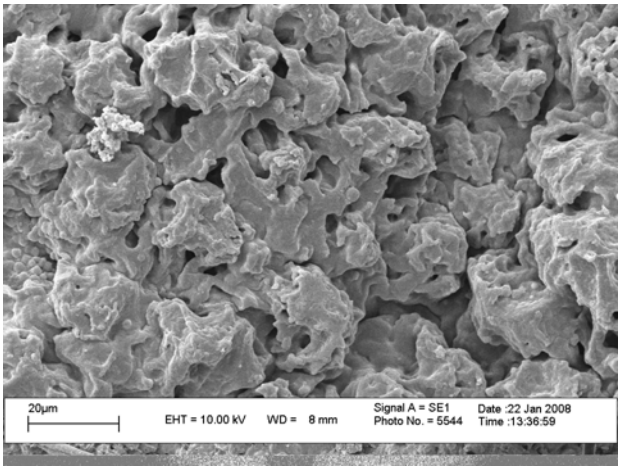
Archive of SID

www.SID.ir

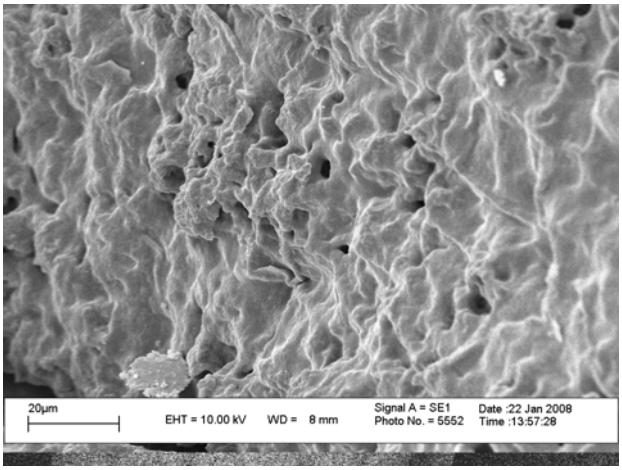
یک رقم برنج چینی (دنگمی[1]) در pH=۴/۱ نسبت به pH=۶/۲، یک درجه‌ی سانتیگراد کاهش یافته و گزارش کردند که گرانول‌های نشاسته پس از اسیدی شدن، به‌سرعت شکننده شده و خمیر آرد برنج اسیدی تمایل کمتری به رتروگرداسیون۲ نشاسته دارد. این موضوع توسط مولکول‌های نشاسته‌ی زنجیر کوتاه که دراثر هیدرولیز اسیدی، برای تشکیل ساختار کریستالی بسیار منظم فعال هستند، قابل توضیح است.

SEM

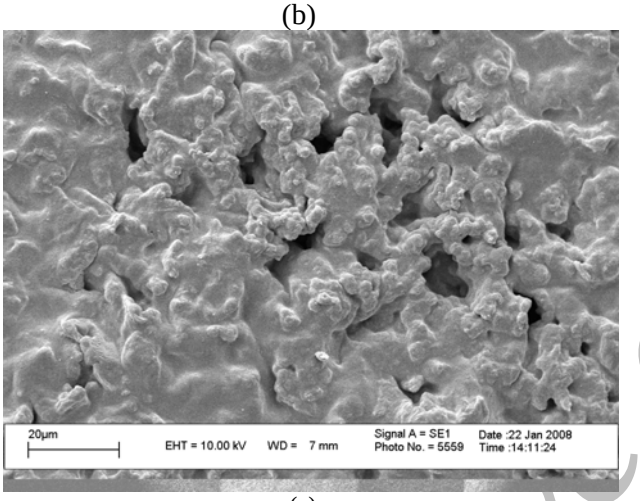
بررسی‌های SEM انجام شده روی سطح خارجی دانه برنج پخته شده (با بزرگنمایی ۲۰۰۰) نشان می‌دهد که شرایط پخت اسیدی، تغییرات قابل ملاحظه‌ای را در ساختار دانه‌ی برنج پخته شده نسبت به سطح شاهد ایجاد کرده‌است(شکل ۱). نمونه هایی که در طبخ آنها محلول اسید استیک و اسید لاکتیک به کار رفته است، دارای منافذ و روزنه‌های کوچکتر و تخلخل کمتری نسبت به نمونه‌ی پخت شده با آب مقطرهستند.



(a)



(b)



(c)

شکل۱- تصاویرSEM مربوط به سطح خارجی دانه برنج پخته شده (a) با آب مقطر(b) با محلول اسید استیک ۰/۰۵مولار(c) با محلول اسید لاکتیک ۰/۰۵مولار

جدول ۱- نتایج آزمون مقایسه میانگین‌های سفتی و چسبندگی با استفاده از آزمون دانکن(P<۰/۰۵)

تیمار	سفتی(N)	چسبندگی(Ns)
شاهد (آب مقطر)	۸/۰۴a	-۰/۳۸a
اسید استیک۰/۰۵مولار	۶/۹۳b	-۰/۵۳a
اسیدلاکتیک۰/۰۵مولار	۴/۸۵c	-۰/۵۲a

اعداد باحروف مشابه در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪می باشد.

بافت

بررسی نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی نشان می‌دهد که نمونه‌ی پخت شده در شرایط اسیدی، سفتی کمتری را

1- Dongmi
2- Retrogradation

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت به سطح شاهد نشان داده است. این کاهش سفتی به لیچینگ بیشتر آمیلوز در این تیمارها و فرایند آبگیری گرانول‌های نشاسته نسبت داده می‌شود. در شرایط اسیدی، جذب آب آمیلو پکتین نشاسته برنج بیشتر شده و ژلاتینه شدن بهتر انجام می‌شود. تورم نشاسته و انبساط گرانول‌ها سبب شکسته شدن گرانول‌ها و لیچینگ آمیلوز می‌شود. این نتیجه در توافق با نظر اوهیشی و همکاران(۱۰) است.کسایی و همکارانش(۵) در سال ۲۰۰۱ دریافتند که با افزایش غلظت مولی اسید استیک دربازه‌ی ۰/۲-۰/۰۵ مولار، سفتی برنج پخته شده با اسید استیک کاهش، و چسبندگی افزایش‌یافته-است. نوفاراتانا و همکارانش(۸) در سال ۲۰۰۶، اثر خیساندن یک واریته‌ی برنج تایلندی در اسیدلاکتیک ۰/۱ درصد و اتانول ۱۰درصد در دماهای مختلف را بررسی کردند و دریافتند که نمونه‌های خیسانده شده در اتانول ۱۰درصد، پس از پخت، محتوای رطوبت کمتر و سفتی بیشتر، و نمونه‌های خیسانده‌شده در اسیدلاکتیک ۰/۱ درصد، چسبندگی بالاتری را نسبت به سایر نمونه‌ها دارا بودند. همچنین در ژلاتیناسیون ۱۰۰٪، مقدار لیچینگ آمیلوز برنج پخته شده ای که در اسید لاکتیک ۰/۱٪ خیسانده شده بود، به میزان قابل توجهی بیشتر از سایر نمونه ها بود. مارتین و همکارانش(۷) بیان کردند که اسید لاکتیک در استخراج پروتئین از سطح دانه برنج شرکت کرده و پروتئین‌های موجود در آب پخت با آمیلوز موجود در سطح برنج پیوند برقرار می‌کنند. افزایش میزان چسبندگی برنج پخته شده، در اثر افزایش میزان لیچینگ آمیلوز توسط برخی محققان گزارش شده است(۱۱و۸و۲). در تحقیق حاضر، افزودن اسید به برنج، اختلاف معنی داری در مقادیر چسبندگی نمونه ها نشان نداده است.

نتیجه گیری نهایی

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که افزودن اسیدهای خوراکی به برنج در حین پخت سبب کاهش سفتی و کاهش دمای ژلاتینه شدن شده است، اما بر چسبندگی برنج پخته شده تأثیر معنی داری نداشته است. در شرایط اسیدی، آمیلوپکتین آب بیشتری جذب کرده و ژلاتینه شدن بهتر انجام می‌شود. نتایج حاصل از عکسبرداری توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان می‌دهد که سطح خارجی برنج پخته شده در شرایط اسیدی دارای اندازه روزنه کوچکتر و تخلخل کمتری نسبت به سطح شاهد بوده است.

فهرست

1) Das, T., R., Subramanian, A., Chakkaravarthi, V., Singh, S.Z., Ali, P.K., Bordoloi, (2006) ,Energy conservation in domestic rice cooking, Journal of Food Engineering, (75): p. 156-166.
2) Eliasson, A.C., M. Gudmun, (1996), Starch: physicochemical and functional aspects, in A.C. Eliasson (Eds.), Carbohydrates in food. New York : Marcel Dekker. p. 431-503.
3) Iturriage, L.B., B.L. Mishima, and M.C. Anon, (2006), Effect of amylose on starch pastes viscoelasticity and cooked grains stickness in rice from seven argentine genotypes. Food research international,. 39: p. 660-666.
4) Juliano, B.O., C.M. Perez, and S. Barber, (1981), International Co-operative comparison of instrument methods for cooked rice texture. Journal of texture studies,. 12: p. 17-38.
5) Kasai, M., S., Tanihata, K., Ohishi, , A., Shimada, K., Hatae,.,(2001), Effect of acetic acid on the palatability and physicochemical properties of cooked rice. Journal of home economics of Japan, 52: p.

Archive of SID

www.SID.ir

1091-1097.

6) Leelayuthsoontorn, P., A. Thipayarat,(2006), Textural and morphological changes of Jasmine rice under various elevated cooking conditions. Food chemistry,. 96: p. 606-613.

7) Martin, M., M.A. Fitzgerald, (2002), Protein in rice grains influence cooking properties. Journal of cereal science,. 36: p. 285-294.

8) Nopharatana, M., P. Wuttisettarak, and P. Vongsawasdi., (2006), Effect of soaking chemical and temperature on properties of cooked rice in proceeding of the international confrence on Innovation in Food and Bioprocess Technologies. Pathumthani, Thailand.

9) Ohishi, K., M. Kasai, , A., Shimada, K., Hatae, (2006), Effect of acetic acid on the elution of components during the rice cooking process, Journal of Cookery Science of Japan, (39): p. 132–139.

10) Ohishi, K., M., Kasai, A., Shimada, K., Hatae,(2007), Effects of acetic acid on the rice gelatinization and pasting properties of rice starch during cooking. Food Research International, (40): p. 224-231.

11) Ong, M.H., J.M.V., Blanshard, Texture determinants in cooked, parboiled rice I: rice starch amylose and the fine structure of amylopectin. Journal of cereal science, 1995. 21: p. 251-260.

12) Ramesh, M.N.,(2001), An application of image analysis for the study of kinetics of hydration of milled rice in hot water. International Journal of food properties,. 4(2): p. 271-284.

13) Tan, Y., H. Corke,(2002.), Factor analysis of physicochemical properties of 63 rice varieties. Journal of the science of food and agriculture, 82: p. 745-752.

14) Wang, H.-H., D.-W., Sun, Q., Zeng, Y., Lu,(2000), Effect of PH, corn starch and phosphates on the pasting properties of rice flour. Journal of food engineering,. 46: p. 133-138.

15) Yadav, B.K. and V.K. Jindal,(2007), Dimensional changes in milled rice (oryza sativa L.) kernel during cooking in relation to its physicochemical properties by image analysis. Journal of food engineering,. 81: p. 710-720.

16) Yadav, B.K. and V.K. Jindal,(2001), Monitoring milling quality of rice by image analysis. Computers and electronics in agriculture,. 33(1): p. 19-33.

17) Yang, J.N.N., J.J. Huang,(1996.), Sensory analysis of cooked rice. Food quality and preference, 7: p. 263-270

Archive of SID

www.SID.ir

The effects of acetic and lactic acids addition on the texture and morphological structure of rice (Domsiyah variety) during cooking

Ghasemi, E[1*]., Hamed Mosavian, M.T[2]., Haddad Khodaparast, M.H.[3]

Abstract

In this work, the effects of acetic and lactic acids addition to rice during cooking, on the texture and morphological properties, and too, the gelatinization temperature (GT) of the cooked Domsiyah rice was investigated. All experiments were carried out in triplicate and data analyzed in randomized completely by SPSS15 software. The results showed that acid addition to rice during cooking cause a decrease in firmness and GT, but had no significant effect on adhesiveness of samples. Also, the results of the scanning electron microscopy on the outer surface of cooked rice kernel revealed that the acid's addition to rice during cooking cause a reduce in pore size and porosity. According to amylography and SEM results, it seems that acid's addition to rice during cooking, cause the better gelatinization and closer pores on the outer surface of cooked rice. The results of this research can be used in improving in quality attributes of cooked rice and other products that contain rice flour and rice starch, according to the aim and application of the desirable product.

Keywords: rice, cooking, acetic acid, lactic acid, gelatinization, texture, scanning electron microscopy (SEM).

Archive of SID

* - Corresponding Author Email: e_ghasemi – chem.-eng@yahoo.com
1- MSc student of chemical engineering, Ferdowsi university of Mashad
2- Faculty member, Dept. chemical engineering, , Ferdowsi university of Mashad, mosavian@ferdowsi.um.ac.i
3- Faculty member, Dept. Food science and Technology, Ferdowsi university of Mashad, haddad1945@yahoo.com

www.SID.ir