

اثر زانتان، مونو و دی گلیسرید و رقم برنج بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی کنسرو آن در طی نگهداری

علی نصیرپور^{*}، زهرا ایزدی، حمید امیری، زهره حاجی هاشمی، ناصر همدی و محمد شاهدی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳)

چکیده

غذاهای آماده یا فرآورده‌های کنسرو شده جایگاه مهمی در زندگی شهری دارند. برنج توسط نیمی از جمعیت جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشکلات مربوط به تهیه کنسرو برنج شامل چسبندگی دانه‌ها، بیانی نشاسته و تغییرات فیزیکوشیمیایی آن در طی دوره نگهداری است. رقم، میزان آمیلوز و آمیلو پکتین دانه، شرایط پیش پخت، ترکیبات دانه و اضافه نمودن پایدار کننده مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کنسرو برنج محسوب می‌شوند. در این مطالعه، اثر دو رقم برنج ایرانی (طارم هاشمی و طارم محلی مازندران) و یک رقم برنج هندی (باسماتی) و هم‌چنین دو نوع پایدار کننده زانتان و مونو و دی گلیسرید بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی کنسرو برنج تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت. نوع و سطح پایدارکننده، رقم و زمان تأثیر معنی‌داری بر بافت برنج پخته شده داشتند. در ابتدای دوره نگهداری رقم باسماتی بیشترین میزان سفتی و دو رقم طارم هاشمی و طارم محلی مازندران کمترین میزان سفتی را نشان دادند. نتایج ارزیابی بافت نشان داد که دو نوع پایدارکننده منجر به کاهش سفتی در طی دوره نگهداری شدند. در نمونه‌های تیمار شده با زانتان در مقایسه با مونو و دی گلیسرید میزان سفتی کمتری دیده شد. نتایج رنگ سنجی نشان داد که باسماتی دارای بیشترین میزان پارامتر رنگ زرد و طارم محلی مازندران بیشترین درجه روشنایی می‌باشند. آنالیز حسی نمونه‌ها مشخص نمود که بیشترین امتیاز از لحاظ بافت، ظاهر و پذیرش کلی مربوط به باسماتی و از نظر طعم و آروما مربوط به طارم هاشمی می‌باشد. نوع پایدارکننده اثر معنی‌داری بر طعم و آروما نشان داد.

واژه‌های کلیدی: کنسرو برنج، زانتان، مونو و دی گلیسرید، ویژگی‌های فیزیکی

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ali.nasirpour@cc.iut.ac.ir

مقدمه

در سال های اخیر مصرف غذاهای آماده به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافته و یکی از مهم ترین غذاهای آماده مصرف، برنج پخته و کنسرو شده است. اولین مطالعات روی پخت برنج و برنج پخته شده در سال ۱۹۵۰ در ژاپن، آمریکا، اسپانیا و آلمان انجام شد (۱۱). کنسرو برنج تازه تهیه شده نرم، با ویژگی های پلاستیک و قابل انعطاف است اما زمانی که این محصول نگهداری می شود پس از طی زمان کوتاهی بیات و سفت می شود به طوری که پس از سه روز از زمان تولید، مشکلات اساسی برای تولید کننده و توزیع کننده ایجاد می نماید (۱۷). مشکلات مربوط به کنسرو برنج پیوستگی دانه های برنج، برگشتگی نشاسته، شکستگی و تغییرات فیزیکوشیمیایی برنج در طی نگهداری است که موجب کاهش میزان ماندگاری کنسرو برنج می شوند.

بدین منظور از روش های مختلفی برای افزایش عمر نگهداری این محصول استفاده می شود که شامل یخ زدن، استفاده از پایدارکننده ها و غیره است، در این میان هیدروکلوئیدها به صورت گسترده در فرآورده های غذایی مورد استفاده قرار می گیرند. این ترکیبات منجر به اصلاح بافت، بهبود حفظ رطوبت در بافت، کنترل حرکت آب و حفظ کیفیت نهایی فرآورده غذایی در هنگام ذخیره سازی در انبار می شوند (۲). ماندالا و بایس (۹) بیان نمودند که تورم گرانول ها با افزودن هیدروکلوئید افزایش می یابد. اضافه نمودن هیدروکلوئیدها بسته به ظرفیت قوام دهنده گی آنها منجر به افزایش قابل توجه در گرانروی نشاسته می شود، افزودن مقدار کمی از هیدروکلوئیدها به ترکیبات حاوی نشاسته منجر به تغییراتی همچون افزایش گرانروی، کاهش بیات شدن، کاهش سینرسیس و بهبود ویژگی های بافتی در آنها می شود. یکی از راه های کاهش مشکلات کنسرو برنج، خیساندن برنج خام در آب با دمای کمتر از دمای ژلاتینه شدن نشاسته قبل از جوشاندن برنج در آب است (۸). انجماد روش دیگری است که برای رفع مشکلات کنسرو برنج پیشنهاد شده است. یو و همکاران (۱۷)

اثر سرعت یخ زدن و نگهداری در حالت منجمد را بر واگشتگی نشاسته و ویژگی های بافت برنج پخته مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که تهیه کنسرو برنج با ویژگی سفتی و واگشتگی کمتر از طریق یخ زدن سریع و نگهداری در حالت انجماد امکان پذیر است. از سایر روش های حفظ کیفیت برنج پخته شده در طی نگهداری می توان به افزودن برخی پایدارکننده ها اشاره نمود. به عنوان مثال اضافه نمودن مونیو و دی گلیسرید موجب افزایش ماندگاری برنج پخته شده می شود. واکنش مونیو و دی گلیسریدها با نشاسته آزاد منجر به کاهش پیوستگی و تولید محصولی با ویژگی های مطلوب می شود. آمیلوز نسبت به آمیلوپکتین توانایی بیشتری در تشکیل کمپلکس با مونوگلیسریدها دارد (۸). مونوگلیسریدهای اشباع مؤثرترین ترکیبات در ایجاد کمپلکس با آمیلوز می باشند (۱۱). بنابراین در این تحقیق، اثر افزودن صمغ زانتان و مونیو و دی گلیسرید بر ویژگی های فیزیکی و حسی کنسرو برنج تهیه شده از دو رقم برنج ایرانی و یک رقم برنج خارجی در طی نگهداری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

دانه کامل ۳ رقم برنج، باسماتی و دو رقم برنج ایرانی (طارم هاشمی و طارم محلی مازندران) از بخش تحقیق و توسعه شرکت صنایع غذایی چیکا، زانتان (Norevo GmbH, Germany)، مونیو و دی گلیسرید (Oleon, Japon) و روغن آفتابگردان از کارخانه قو تهیه شدند. به منظور تهیه نمونه های یکنواخت، دانه های شکسته و خرد شده جداسازی شدند. میزان رطوبت اولیه نمونه های طارم محلی مازندران، طارم هاشمی و باسماتی به ترتیب ۱۰/۱، ۹/۴ و ۱۲/۳ درصد (وزنی/وزنی) اندازه گیری شد.

روش تهیه کنسرو و نگهداری آن

نمونه ها در ۵ برابر وزن خود در آب مقطر به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد خیسانده شدند. پس از مرحله خیساندن، برنج در آب جوش با نسبت ۱ به ۳ اضافه شد و

فاصله رسم شد که میزان سفتی و پیوستگی را نشان داد که سفتی، مقدار نیرو در انتهای بخش خطی نمودار نیرو-فاصله تقسیم بر سطح پروب (بر حسب نیوتن بر میلی‌متر مربع) و پیوستگی با توجه به نیروی لازم جهت شروع برش و اکستروژن (بر حسب نیوتن) ارزیابی می‌شود (۱۳).

ابعاد (نسبت طول به عرض) دانه پخته شده

جهت برآورد نسبت طول به عرض، از هر سه رقم برنج، تعداد ۱۰ دانه به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۰۱ سانتی‌متر، ابعاد دانه‌ها اندازه‌گیری شد. به منظور محاسبه این نسبت، طول هر دانه به عرض میانگین دانه‌ها تقسیم شد. این آزمون در سه تکرار انجام شد (۱۲ و ۱۴).

آزمون رنگ

رنگ نمونه‌ها با استفاده از رنگ‌سنج بر پایه سیستم a ، b و L ارزیابی شد. در این سیستم اندیس L درجه روشنایی (سفیدی یا سیاهی)، اندیس a میزان قرمز یا سبز بودن و اندیس b درجه زرد یا آبی بودن را نشان می‌دهد. از نمونه‌های برنج پخته شده به وسیله دوربین دیجیتال عکس گرفته شد و پارامترهای a ، b و L در چهار نقطه تصادفی با نرم افزار فتوشاپ تعیین گردید. به منظور کالیبره نمودن پارامترهای رنگ سنجی از کاغذهای رنگی استاندارد RAL K7 نیز عکس گرفته شد و با رسم نمودار کالیبراسیون، اعداد به دست آمده تصحیح شدند (۱).

آنالیز حسی

ویژگی‌های حسی نظیر رنگ، بو، بافت، مزه و پذیرش کلی توسط بیست نفر از دانشجویان صنایع غذایی ارزیابی شد. امتیازدهی بر اساس میزان مطلوبیت انجام گرفت، به این صورت که شماره ۱ برای کمترین میزان مطلوبیت و امتیاز ۹ برای بیشترین مطلوبیت نمونه‌های برنج پخته منظور شد.

فرآیند پیش پخت تا زمانی که آب به میزان ۹۰ درصد جذب دانه شود ادامه یافت. صمغ زانتان به آب پیش پخت اضافه شد. سپس، نمونه‌ها آب‌گیری شدند و نشاسته سطح با آب داغ خارج شد. به منظور کاهش پیوستگی دانه در طی استریلیزاسیون و نگهداری، میزان ۱/۵ درصد (وزنی/وزنی) روغن آفتابگردان به نمونه‌های پیش پخت شده اضافه شد. مونو و دی گلیسرید به عنوان پایدارکننده، به روغن اضافه شدند. نمونه‌های پیش پخت شده در ظروف نیمه سخت آلومینیومی (Alupak، سوییس) با حجم ۳۳۷ میلی‌لیتر بسته‌بندی شدند. نمونه‌ها در دمای ۱۱۶ درجه سانتی‌گراد با استفاده از اتوکلاو دوش آب و بخار (Steriflow، فرانسه) تا $F_0=3$ دقیقه استریل و سپس تا دمای اتاق سرد شدند. بسته‌های برنج پس از استریلیزاسیون در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز نگهداری شدند.

ویژگی‌های کنسرو برنج

ویژگی‌های فیزیکی

ویژگی‌های فیزیکی کنسرو برنج با استفاده از دستگاه ارزیابی بافت مورد بررسی قرار گرفت. آزمون بک اکستروژن جهت بررسی سفتی، پیوستگی و قابلیت جویدن دانه‌های برنج بر اساس روش سینگ و همکاران (۱۳) انجام شد.

نمونه‌های کنسرو برنج (۵۰ گرم) در سیلندری از جنس استیل ضد زنگ (قطر ۴۰ میلی‌متر) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. قبل از انجام تست، نمونه‌ها با استفاده از وزنه ۱۵۰ گرمی به مدت ۳۰ ثانیه فشرده شدند. یک پروب آلومینیومی با مقطع صاف و قطر ۳۸ میلی‌متر برای آزمون بک اکستروژن نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تعیین مقدار نیرو با یک لود سل ۵۰۰ نیوتنی انجام و سرعت پروب ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه بود و اطلاعات هر آزمون در کامپیوتر ذخیره شد. مکان سیلندر به گونه‌ای تنظیم شد که پروب در مرکز آن قرار گرفته و نیروی کاملاً مساوی در تمام جهات به نمونه داخل سیلندر وارد شود. پس از انجام آزمون منحنی نیرو-

روش آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل نتایج مربوط به ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی نمونه‌های برنج مورد مطالعه، در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. رنگ کنسروهای برنج تولید شده با طرح فاکتوریل و بافت با طرح عوامل خرد شده در زمان، آنالیز شدند. به منظور مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

ابعاد دانه‌های پخته شده

نتایج آنالیز آماری نشان داد که در بین دانه‌های پخته شده رقم‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌دار از نظر طول و نسبت طول به عرض وجود دارد. باسماتی دارای بیشترین طول (۱۱/۷۹ میلی‌متر) و بالاترین نسبت طول به عرض (۵/۳۹) بود، در حالی که رقم طارم محلی مازندران و طارم هاشمی کمترین طول و نسبت طول به عرض را نشان دادند (شکل ۱). از نظر اقتصادی بالا بودن نسبت طول به عرض پس از پخت خصوصیت مطلوبی محسوب می‌شود، زیرا این عامل سبب افزایش حجم و مقدار محصول آماده شده می‌گردد.

رنگ برنج کنسرو شده

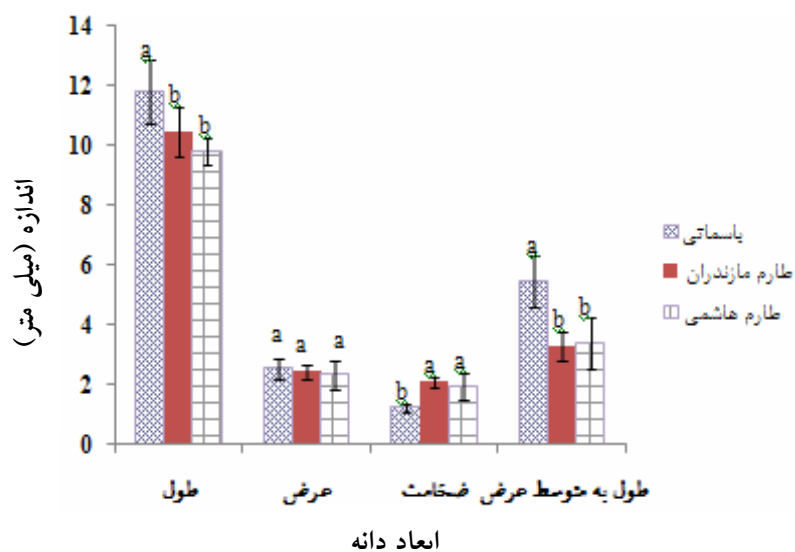
رنگ دانه برنج یکی از عوامل مهم در پذیرش آن است. نتایج آنالیز آماری نشان داد که رقم، نوع و سطح پایدارکننده اثر معنی‌داری بر فاکتور a ندارند. براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) برنج باسماتی با میانگین ۳۴/۲- کمترین میزان پارامتر a و طارم محلی مازندران با ۳۳/۵- بیشترین میزان پارامتر a را نشان دادند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع رقم تأثیر معنی‌داری بر فاکتور b دارد اما نوع و سطح پایدارکننده تأثیر معنی‌داری بر این فاکتور ندارند. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) نیز نشان داد که باسماتی با میانگین ۱۴/۱۹ بیشترین و طارم محلی مازندران با میانگین ۸/۰۸ (بدون

اختلاف معنی‌دار با طارم هاشمی) کمترین میزان پارامتر b را دارند. مثبت بودن عامل b دلیل بر وجود رنگ زرد در نمونه‌ها است. رقم تأثیر معنی‌داری بر فاکتور L داشت، در حالی که نوع و سطح پایدارکننده تأثیری بر این پارامتر نداشت. بر طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) بیشترین درجه روشنایی مربوط به طارم محلی مازندران (۹۳/۵۲) و کمترین درجه روشنایی مربوط به باسماتی (۸۷/۶) بود.

بافت برنج پخته شده

تأثیر رقم برنج بر بافت

نتایج آنالیز آماری نشان داد که نوع و سطح پایدارکننده، رقم و زمان، تأثیر معنی‌داری بر بافت برنج پخته شده دارند. در ابتدای دوره نگهداری برنج باسماتی بیشترین میزان سفتی (۲ نیوتن بر میلی‌متر مربع) و طارم هاشمی و طارم محلی مازندران کمترین میزان سفتی (به ترتیب ۱/۵۹ و ۱/۶۲ نیوتن بر میلی‌متر مربع) را نشان دادند (شکل ۲). علت بالاتر بودن سفتی در باسماتی را می‌توان به محتوای بالای پروتئین و آمیلوز نسبت داد که منجر به کاهش اثر پخت بر نرم شدن دانه می‌شوند. در رابطه با دو رقم ایرانی علاوه بر محتوای پائین پروتئین و آمیلوز، وجود دانه‌های دارای بافت گچی نیز منجر به کاهش سفتی می‌شود، تحقیقات نشان داده دانه‌های دارای بافت گچی در یک رقم نسبت به دانه‌های شفاف دارای آمیلوز کمتر می‌باشند و هم‌چنین حضور گرانول‌های منفرد و حفره‌های هوا در بافت دانه‌های گچی منجر به انتشار سریع‌تر آب به درون دانه‌ها و بنابراین خروج سریع مواد از دانه می‌شود (۳). ایتوریگا و همکاران (۷) گزارش نمودند که برنج پخته با محتوای آمیلوز بالاتر، سخت و خشک است. هم‌چنین گونزالز و همکاران (۶) بیان نمودند که بافت برنج تحت تأثیر رقم، محتوای آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و شرایط فرآیند قرار می‌گیرد و رابطه خطی میان سفتی و محتوای آمیلوز برنج پخته شده وجود دارد. چانگ و همکاران (۳) گزارش کردند که به‌عنوان یک قانون کلی محتوای آمیلوز بالا در برنج پخته شده



شکل ۱. ابعاد برنج پخته شده پس از استریلیزاسیون و سرد شدن تا دمای اتاق
تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک با آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۱. مقایسه میانگین عوامل L، a و b رنگ برنج پخته شده

b	a	L	رقم برنج
۱۴/۱۹ ^a	-۳۴/۲ ^a	۸۷/۶ ^b	باسماتی
۸/۰۸ ^b	-۳۳/۵ ^a	۹۳/۵۲ ^a	مازندران
۹/۱۲ ^b	-۳۳/۹ ^a	۹۳/۱۴ ^a	هاشمی
۱۰/۳ ^a	-۳۳/۹ ^a	۹۱/۵۶ ^a	زانتان
۱۰/۶ ^a	-۳۳/۸ ^a	۹۱/۳۱ ^a	مونو و دی گلیسرید
۱۰/۵ ^a	-۳۳/۷ ^a	۹۰/۸۲ ^a	۰
۱۰/۹ ^a	-۳۳/۸ ^a	۹۱/۱۶ ^a	۰/۳۷
۱۰/۶ ^a	-۳۴/۰۷ ^a	۹۲/۰۵ ^a	۰/۷۵
۹/۶ ^a	-۳۳/۸۵ ^a	۹۱/۷۱ ^a	۱/۵

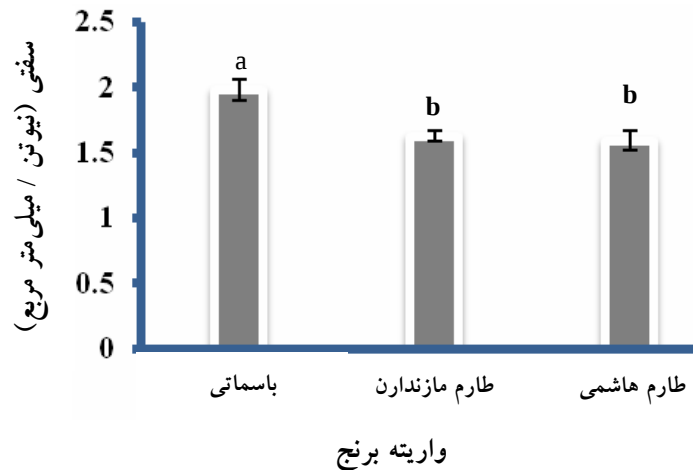
در هر ستون تفاوت میانگین‌ها دارای حروف غیر مشترک با آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.
اعداد، میانگین $\pm$ SD و حاصل ۱۰ تکرار است.

که پایدارکننده در زمان پخت و پس از تولید بر سفتی دانه دارد و بخش دوم تأثیراتی که پایدارکننده در طی زمان بر تغییرات بافت برنج پخته دارد. نمونه‌های تیمار شده با زانتان در ابتدای دوره نگهداری بافتی نرم‌تر نشان دادند. با اضافه نمودن زانتان (۱/۵ درصد) سفتی بافت در رقم باسماتی، طارم هاشمی و طارم محلی مازندران به ترتیب ۱/۶۴، ۱/۴۸ و ۱/۵۰ نیوتن بر

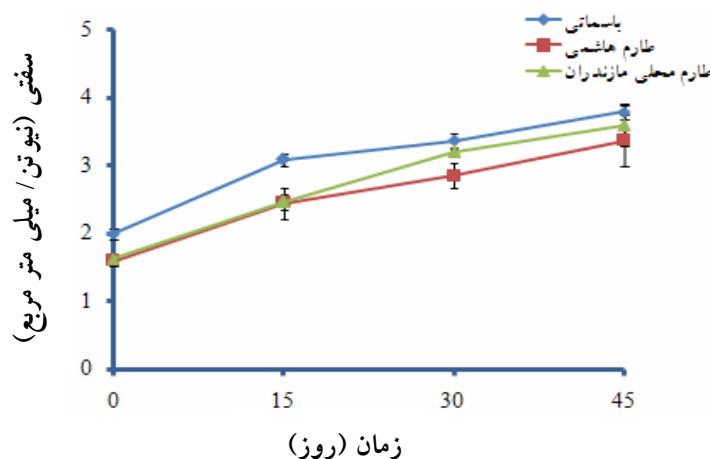
منجر به سفتی برنج می‌شود و هم‌چنین خواص بافتی برنج پخته بیشترین وابستگی را به نشاسته دارد.

اثر پایدارکننده‌ها بر بافت

در بررسی اثر نوع پایدارکننده و سطح آن می‌توان تأثیر پایدارکننده را در دو بخش مورد بررسی قرار داد. ابتدا تأثیری



شکل ۲. سفتی سه رقم برنج مورد مطالعه پس از استریلیزاسیون (در ابتدای دوره نگهداری) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با استفاده از روش بک اکستروژن تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک با آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی دار است.

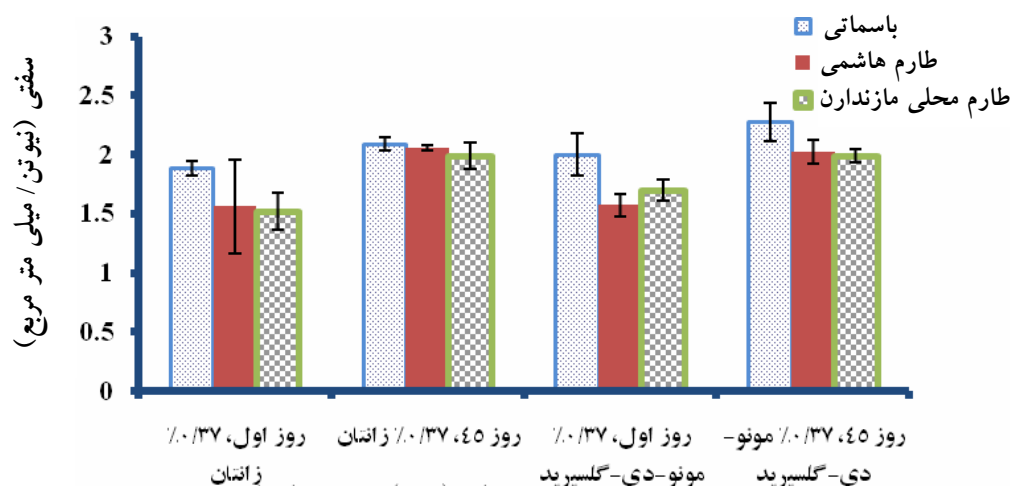


شکل ۳. سفتی سه رقم برنج مورد مطالعه طی ۴۵ روز نگهداری در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد که با روش بک اکستروژن ارزیابی شد

به گرانول‌های در حال تورم بیشتر و در نهایت سفتی دانه‌های برنج کاهش یابد. مونو و دی گلیسرید به این دلیل که در انتهای پخت به دانه‌های آبکش شده اضافه شد با آمیلوز و آمیلوپکتین موجود در سطح دانه‌ها برهمکنش داده و تراکم لایه‌های سطحی را افزایش و دانه‌هایی سخت و مجزا ایجاد نمود.

زمان اثر معنی داری بر افزایش سفتی دانه‌های پخته شده داشت به طوریکه با گذشت زمان میزان سفتی افزایش یافت. افزایش میزان سفتی در تیمارهای بدون پایدارکننده (شکل ۳) بسیار محسوس‌تر از حالتی است که پایدارکننده اضافه شده

میلیتر مربع بدست آمد در حالی که نمونه‌های تیمار شده با مونو و دی گلیسرید بافتی سخت تر نسبت به نمونه‌های تیمار شده با زانتان نشان دادند، به طوریکه با اضافه نمودن مونو و دی گلیسرید (۱/۵ درصد) سفتی بافت در رقم باسماتی، طارم هاشمی و طارم محلی مازنداران به ترتیب ۲/۰۳، ۱/۵۳ و ۱/۶۲ نیوتن بر میلی‌متر شد. با توجه به این که زانتان در زمان پیش پخت اضافه گردید، موجب شد که آب پخت دارای ویسکوزیته بیشتر باشد و سرعت انتشار آب به درون دانه کاهش یابد، زمان پخت طولانی‌تر و خروج ماده خشک از دانه بیشتر شود، آسیب



زمان (روز) و نوع پایدار کننده

شکل ۴. اثر زمان و پایدار کننده بر سفتی سه رقم مورد مطالعه طی ۴۵ روز نگهداری در دمای

۴۵ درجه سانتی‌گراد که با روش بک اکستروژن ارزیابی شد

دارند، با مولکول آمیلوز کمپلکس تشکیل داده و از کریستاله شدن مولکول آمیلوز و واگشتگی نشاسته جلوگیری نموده و توزیع آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند که در نهایت منجر به جلوگیری از ایجاد سفتی در طی دوره نگهداری می‌شوند (۴).

پیوستگی

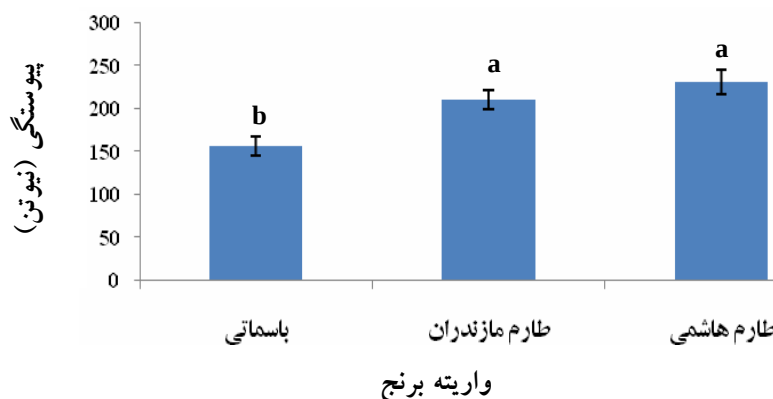
نتایج آنالیز آماری نشان داد که رقم، نوع و سطح پایدار کننده و زمان نگهداری اثر معنی‌داری بر پیوستگی برنج پخته شده دارند. در بررسی اثر رقم بر پیوستگی برنج‌های پخته، در ابتدای نگهداری طارم هاشمی و طارم محلی مازندران بیشترین میزان پیوستگی (به ترتیب ۲۳۱ و ۲۱۰ نیوتن) و باسماتی با اختلاف معنی‌دار با دو رقم دیگر کمترین میزان پیوستگی (۱۵۶ نیوتن) را نشان داد (شکل ۵). علت پیوستگی بیشتر طارم هاشمی نسبت به دو رقم دیگر را می‌توان به محتوای پائین آمیلوز و پروتئین و خروج ماده خشک بیشتر نسبت داد.

یکی از دلایل اصلی پیوستگی برنج پخته شده خروج ماده خشک از برنج است که این مواد عموماً آمیلوز و آمیلوپکتین می‌باشند. ترکیبات خارج شده یک فیلم سه بعدی در سطح دانه برنج بوجود می‌آورند. این امر منجر به ایجاد پیوستگی بین

است علت این امر واگشتگی نشاسته و تبدیل بخش‌های آمورف به بخش‌های کریستالی است. نارکروگسا و همکاران (۱۰) واگشتگی در کنسرو برنج حاصل از سه رقم برنج تایلندی با محتوای آمیلوز متفاوت را طی دوره نگهداری در دمای ۲۷-۲۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ماه مورد بررسی قرار دادند نتایج این محققین نشان داد که سفتی در طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد و واگشتگی در برنج‌هایی با محتوای بالای آمیلوز بیشتر است.

در طی دوره نگهداری، تغییرات میزان سفتی بافت در نمونه‌های تیمار شده با زانتان و مونو و دی گلیسرید بسیار کمتر بود که علت این امر توانایی زانتان و مونو و دی گلیسرید در کاهش واگشتگی است (شکل ۴).

فونامی (۵) اثر صمغ گالاتومانان و گوار را به ترتیب بر واگشتگی نشاسته گندم و ذرت مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که گالاتومانان طی حرارت دهی توانایی اتصال به شاخه‌های جانبی آمیلوپکتین را دارد و این امر منجر به افزایش گرانروی خمیر و کاهش خروج آمیلوز از محصول شده که از کریستاله شدن و واگشتگی آمیلوز طی نگهداری جلوگیری می‌نماید. مونو و دی گلیسریدها که به عنوان امولسیفایر کاربرد



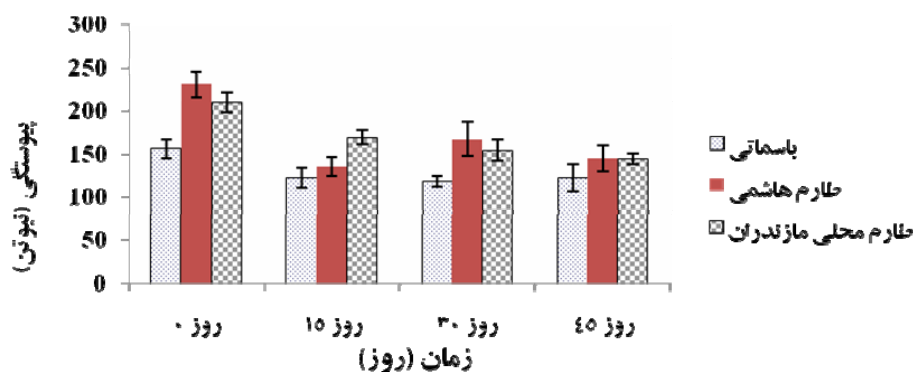
شکل ۵. بررسی اثر رقم بر پیوستگی برنج پخته پس از استریلیزاسیون نمونه‌ها در نمودار، تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک با آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی دار است.

دانه‌ها می‌شود. از آنجا که ماده خشک خارج شده از طارم هاشمی نسبت به دو رقم دیگر بیشتر است این رقم پیوستگی بیشتری دارد. یو و همکاران (۱۶) اثر میزان آمیلوز را بر ویژگی بافتی برنج پخته شده طی نگهداری مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که هم‌بستگی منفی بین پیوستگی و میزان آمیلوز برنج پخته شده وجود دارد، به طوری که برنج پخته شده با محتوی آمیلوز بالاتر، دارای پیوستگی کمتر و بافت سخت‌تر است.

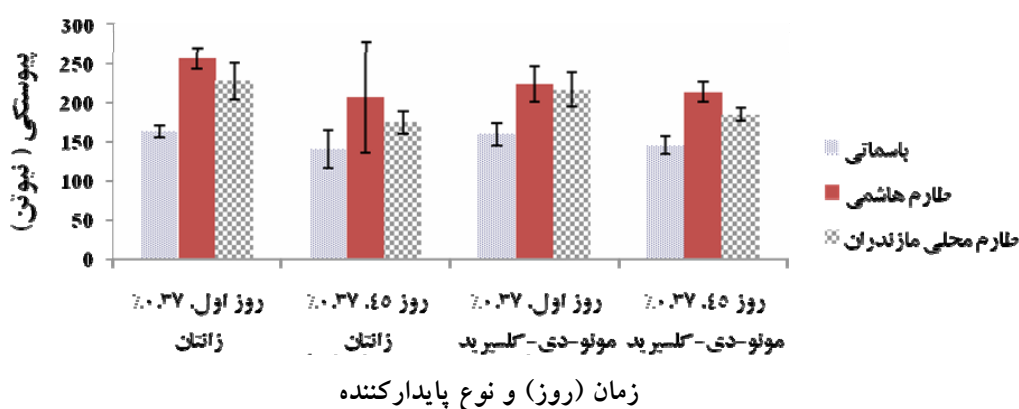
در بررسی اثر نوع پایدارکننده و سطح آن می‌توان تأثیر پایدارکننده را در دو مرحله مورد بررسی قرار داد. ابتدا تأثیری که پایدارکننده در زمان پخت و بعد از تولید بر پیوستگی دارد و سپس تأثیراتی که در طی زمان بر تغییرات بافت برنج پخته دارد. در اوایل دوره نگهداری نمونه‌های تیمار شده با زانتان نسبت به نمونه‌های بدون پایدارکننده و نمونه‌های تیمار شده با مونو و دی گلیسرید پیوستگی بیشتری نشان دادند. با اضافه نمودن زانتان (۱/۵ درصد) رقم‌های باسماتی، طارم هاشمی و طارم محلی مازندران به ترتیب دارای پیوستگی ۲۲۹، ۳۲۰ و ۲۸۶ نیوتن و در سطح ۱/۵ درصد مونو و دی گلیسرید به ترتیب دارای پیوستگی ۱۳۶، ۱۷۵ و ۱۷۵ بودند. در نمونه‌های تیمار شده با زانتان دلیل افزایش میزان پیوستگی در ابتدای نگهداری احتمالاً به دلیل اضافه نمودن زانتان در زمان پخت است که این امر منجر به افزایش

گرانروی آب پخت، بالا رفتن دمای پخت و خروج بیشتر ماده خشک می‌شود. از آنجا که بیشترین میزان ماده خشک خارج شده آمیلوز می‌باشد، این ترکیبات با زانتان باقی مانده از آبکش در سطح دانه‌ها، شبکه سه بعدی تشکیل می‌دهند و باقی ماندن زانتان در سطح نمونه‌ها منجر به افزایش آب در سطح دانه‌ها بعد از آبکش شدن و افزایش پیوستگی می‌شود. مونو و دی گلیسرید به دلیل برهم‌کنشی که با آمیلوز و آمیلوپکتین موجود در سطح دانه‌های برنج پخته ایجاد می‌نمایند منجر به کاهش پیوستگی دانه‌ها می‌شوند. زمان اثر معنی‌داری بر تغییرات پیوستگی دارد، به طوریکه با گذشت زمان در نمونه‌های بدون پایدارکننده کاهش محسوس در مقدار پیوستگی مشاهده شد (شکل ۶). شدت این تغییرات در نمونه‌های حاوی سطوح مختلف زانتان و مونو و دی گلیسرید کاهش یافت. علت تغییرات پیوستگی و بافتی در طی دوره نگهداری واگشتگی نشاسته است که منجر به کاهش پیوستگی و تفکیک دانه‌های برنج می‌شود. بیشترین میزان پیوستگی در ابتدای نگهداری مشاهده گردید اما در طی ۱۵ روز پس از نگهداری این میزان سریعاً کاهش یافت، کاهش سریع پیوستگی مربوط به واگشتگی آمیلوز است در حالیکه با افزایش زمان نگهداری (از ۱۵ روز تا ۴۵ روز) پیوستگی با سرعت کمتری کاهش یافت، که دلیل اصلی آن واگشتگی آمیلوپکتین است.

در بررسی اثر نوع پایدارکننده و سطح آن می‌توان تأثیر پایدارکننده را در دو مرحله مورد بررسی قرار داد. ابتدا تأثیری که پایدارکننده در زمان پخت و بعد از تولید بر پیوستگی دارد و سپس تأثیراتی که در طی زمان بر تغییرات بافت برنج پخته دارد. در اوایل دوره نگهداری نمونه‌های تیمار شده با زانتان نسبت به نمونه‌های بدون پایدارکننده و نمونه‌های تیمار شده با مونو و دی گلیسرید پیوستگی بیشتری نشان دادند. با اضافه نمودن زانتان (۱/۵ درصد) رقم‌های باسماتی، طارم هاشمی و طارم محلی مازندران به ترتیب دارای پیوستگی ۲۲۹، ۳۲۰ و ۲۸۶ نیوتن و در سطح ۱/۵ درصد مونو و دی گلیسرید به ترتیب دارای پیوستگی ۱۳۶، ۱۷۵ و ۱۷۵ بودند. در نمونه‌های تیمار شده با زانتان دلیل افزایش میزان پیوستگی در ابتدای نگهداری احتمالاً به دلیل اضافه نمودن زانتان در زمان پخت است که این امر منجر به افزایش



شکل ۶. پیوستگی سه رقم مورد مطالعه طی ۴۵ روز نگهداری در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد



شکل ۷. اثر زمان و پایدارکننده بر پیوستگی سه رقم برنج پخته مورد مطالعه در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد

ارزیابی حسی

بر اساس نتایج آنالیز آماری نوع پایدارکننده بر طعم و بو اثر معنی‌دار نشان داد اما سطح پایدارکننده بر این ویژگی‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت. رقم و زمان نگهداری بر تمام ویژگی‌های حسی اثر معنی‌داری نشان داد و بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) طعم و بو نمونه‌های تیمار شده با مونو و دی گلیسرید نسبت به نمونه‌های تیمار شده با زانتان امتیاز بالاتری به دست آوردند. در رابطه با اثر رقم نیز باسماتی ظاهر، بافت و پذیرش کلی بهتری نسبت به دو رقم دیگر نشان داد (شکل ۸). طارم هاشمی بیشترین امتیاز (۶/۲۸) و باسماتی کمترین امتیاز (۵/۳۸) را از لحاظ بو داشتند. در مورد طعم، طارم هاشمی بیشترین امتیاز (۶/۲۹) و باسماتی کمترین امتیاز (۵/۳۳) را کسب نمودند. در طی نگهداری ویژگی‌های حسی محصول کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲).

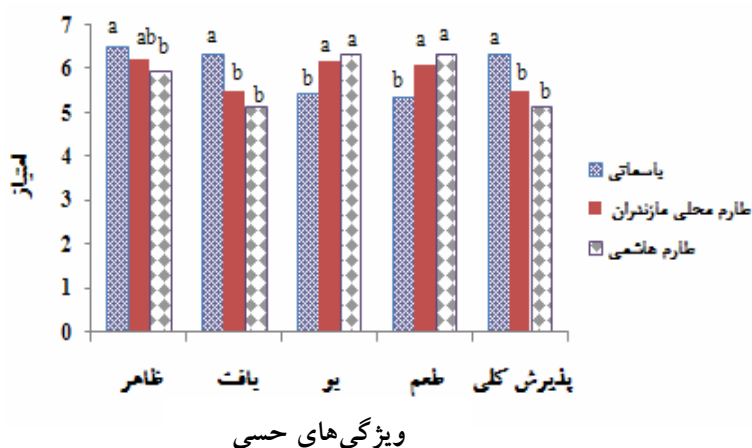
زانتان و مونو و دی گلیسرید موجب به تأخیر انداختن واگشتگی نشاسته برنج می‌شوند و از تغییر میزان پیوستگی طی زمان جلوگیری می‌نمایند (شکل ۷). علت این که پایدارکننده‌ها از واگشتگی جلوگیری می‌نمایند، رقابت پایدارکننده با مولکول‌های نشاسته در جذب آب آزاد محیط، ترکیب شدن با مولکول‌های نشاسته متورم شده مانند آمیلوز و رشته‌های آمیلوپکتین (با وزن مولکولی پائین) و جلوگیری از اتصال این مولکول‌ها به یکدیگر است. ویر و همکاران (۱۵) اثر گوار و زانتان را بر واگشتگی نشاسته معمولی مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که صمغ گوار در غلظت ۰/۱۵ درصد از واگشتگی جلوگیری می‌کند و نمونه‌های تیمار شده با ۰/۱۵ زانتان نسبت به حالت بدون زانتان به طور معنی‌داری کمتر دچار واگشتگی شدند (۱۵).

جدول ۲. مقایسه میانگین داده‌های حاصل از آنالیز حسی برنج پخته شده طی نگهداری

مقایسه میانگین					منابع تغییر	
پذیرش کلی	طعم	بو	بافت	ظاهر		
۶/۲۹ ^a	۵/۳۳ ^b	۵/۳۸ ^b	۶/۲۹ ^a	۶/۴۵ ^a	باسماتی	رقم
۵/۴۷ ^b	۶/۰۷ ^b	۶/۱۳ ^a	۵/۴۷ ^b	۶/۲۰ ^{ab}	مازندران	
۵/۱ ^b	۶/۲۹ ^a	۶/۲۸ ^a	۵/۱ ^b	۵/۹ ^b	هاشمی	
۵/۶۲ ^a	۵/۶۸ ^b	۵/۶۲ ^b	۵/۶۲ ^a	۶/۱۵ ^a	زانتان	پایدار کننده
۵/۶۱ ^a	۶/۱۲ ^a	۶/۲۳ ^a	۵/۶۱ ^a	۶/۲۵ ^a	مونو و دی گلیسرید	
۵/۶۴ ^a	۵/۹۵ ^a	۵/۸۴ ^a	۵/۶۴ ^a	۶/۱۲ ^a	۰/۳۷	سطح پایدار کننده
۵/۶۰ ^a	۵/۸۵ ^a	۶/۰۲ ^a	۵/۶۰ ^a	۶/۲۵ ^a	۰/۷۵	
۵/۷۷ ^a	۶/۲۸ ^a	۶/۳۰ ^a	۵/۷۷ ^a	۶/۶۲ ^a	۰	زمان
۵/۴۷ ^b	۵/۵۲ ^b	۵/۵۵ ^b	۵/۴۷ ^b	۵/۷۵ ^b	۴۵ روز	

در هر ستون تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک با آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی دار است.

اعداد میانگین سه تکرار می‌باشند.



شکل ۸. نتایج مقایسه میانگین فاکتورهای حاصل از ارزیابی حسی. امتیاز بیشتر به معنی کیفیت بهتر است

از لحاظ بافت، ظاهر و پذیرش کلی مربوط به باسماتی و از نظر طعم و آروما مربوط به طارم هاشمی بود. نمونه‌های تیمار شده با مونو و دی گلیسرید نسبت به نمونه‌های تیمار شده با زانتان پذیرش بالاتری را نشان دادند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از گروه صنعتی چیکا جهت تامین بخشی از مواد اولیه و تولید نمونه‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

کنسرو برنج تهیه شده با رقم باسماتی دارای دانه‌های مجزا با پیوستگی کمتر بود. آنالیز بافت نمونه‌های تیمار شده با زانتان و مونو و دی گلیسرید نشان داد که هر دو نوع پایدارکننده منجر به کاهش سفتی دانه در طی دوره نگهداری شدند که میزان سفتی بافت در نمونه‌های تیمار شده با زانتان نسبت به مونو و دی گلیسرید کاهش بیشتری را نشان داد. با بررسی رنگ برنج پخته مشخص شد که بیشترین رنگ زرد و میزان روشنایی به ترتیب مربوط به باسماتی و طارم محلی مازندران بود. نتایج آنالیز حسی نمونه‌ها نیز نشان داد که بیشترین امتیاز

منابع مورد استفاده

1. Adu-Kwarteng, E., W. O. Elis, I. Oduro and J. T. Manful. 2003. Rice grain quality: a comparison of local variety with new variety under study in Ghana. *Food Control* 14: 507-514.
2. Christianson, D. D., J. E. Hodge, D. Osborne and R. W. Detroy. 1981. Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, Guar gum, and Cellulose gum. *Cereal Chemistry* 58: 513-517.
3. Chung, W. K., A. Han, M. Saleh and J. F. Meullenet. 2003. Prediction of long-grain rice texture from pasting properties. *Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series* 517: 355-361.
4. Eliasson, A and G. Ljunger. 1988. Interactions between amylopectin and lipid additives during retrogradation in a model system. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 44: 353-361.
5. Funami, T., Y. Kataoka, T. Omoto, Y. Goto and K. Nishinari. 2005. Effects of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch. *Food Hydrocolloids* 19: 1-13.
6. Gonzalez, R., A. Livore and B. Pons. 2004. Physico-Chemical and cooking characteristics of some rice varieties. *The Brazilian Archives of Biology and Technology* 47: 71-76.
7. Iturriga, L. B., B. L. Mishima and M. C. Anon. 2006. Effect of amylase on starch paste viscoelasticity and cooked grains stickiness in rice from seven Argentina genotypes. *Food Research International* 39: 660-666.
8. Kim, S. K., C. O. Rhee. 2004. Analysing and Improving the Texture of Cooked Rice. Woodhead Pub. Ltd and CRC Press LLC.
9. Mandala, I. G. and E. Bayas. 2004. Xanthan effect on swelling, solubility and viscosity of wheat starch dispersions. *Food Hydrocolloids* 18: 191-201.
10. Narkruga, W. and M. Saeleaw. 2002. Effects of amylose content and sterilizing value (F_0) on the retrogradation of canned rice during storage. *Food Chemistry* 1: 25-33.
11. Ramesh, M., K. R. Bhattacharya and J. R. Mitchell. 2000. Developments in understanding the basis of cooked-rice texture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 40: 449-460.
12. Shewry, P. R. and N. G. Halford. 2002. Cereal seed storage proteins: Structure, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany* 53: 947-958.
13. Singh, N., N. S. Sodhi, M. Kaur and S. K. Saxena. 2003. Physicochemical, morphological, thermal, cooking and textural properties of chalky and translucent rice kernels. *Food Chemistry* 82: 433-439.
14. Singh, N., N. S. Sodhi, M. Kaur and S. K. Saxena. 2005. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. *Food Chemistry* 89: 253-259.
15. Weber, F. H., M. T. Clerici and Y. K. Chang. 2009. Interaction of guar and xanthan gums with starch in the gels obtained from normal, waxy and high-amylose corn starches. *Starch/Stärke* 61: 28-34.
16. Yu, S., Y. Ma and D.W. Sun. 2009. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *Journal of Cereal Science* 50: 139-144.
17. Yu, S., Y. Ma, L. Menager and D-W. Sun. 2010. Physicochemical properties of starch and flour from different rice cultivars. *Food and Bioprocess Technology* 5: 1-12.