نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۲۵۹-۲۵۳

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 9, No. 3, Fall 2013, p. 253-259

بررسی اثر غنی سازی با بتاگلوکان یولاف بر خواص فیزیکی کیک اسفنجی

اعظم حاج محمدی[۱]- جواد کرامت[۲*]- محمد حجت الاسلامی[۳]- هومان مولوی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۲۵

چکیده

افزایش تقاضا برای خرید و استفاده محصولات با کیفیت بالا همراه با خواص سلامتی بخش باعث شده که در جهت افزایش و حفظ کیفیت محصولات مختلف تلاش های زیادی صورت گیرد. کیک اسفنجی یکی از فرآورده های غلات بوده که بیاتی و فقدان فیبرهای رژیمی در آرد کیک از مشکلات عمده موجود در این محصول می باشد. در این مطالعه جهت بهبود خواص سلامتی، به بررسی امکان غنی سازی کیک با بتاگلوکان یولاف و میزان تاثیر آن بر خواص فیزیکی کیک اسفنجی پرداخته شد. نمونه های کیک حاوی غلظت های مختلف بتاگلوکان به همراه نمونه شاهد تولید شد و شاخص حجم نمونه ها، سختی و میزان تخلخل بافت، رنگ سطح کیک و خواص حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نمونه های حاوی بتاگلوکان، دارای حجم و تخلخل بیشتر، بافت نرمتر (تا ۲درصد) در طول انبارداری و رنگ تیره تری نسبت به نمونه شاهد بودند و افزودن بتاگلوکان تا سطح ۲ درصد تغییر نامطلوبی در خواص حسی نمونه های کیک ایجاد نکرد.

واژه های کلیدی: بتاگلوکان یولاف، تخلخل، حجم، رنگ، بیاتی، خواص حسی کیک اسفنجی

مقدمه

فیبرهای رژیمی، پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای هستند که توسط دستگاه گوارش انسان جذب نمی شوند. این فیبرها به طور مستقیم یا غیر مستقیم، هورمونهای پانکراتیک، قند هپاتیک و متابولیسم چربی ها را تحت تاثیر قرار می دهند(Warner *et al.*, 1997). از جمله این فیبرهای رژیمی بتا گلوکان می باشد که هیدروکلویید اصلی موجود در غلاتی مانند یولاف، جو، چاودار و گندم است. یولاف از جهت دارا بودن مقدار زیاد از این فیبر با ارزش بر سایر غلات برتری دارد. مقدارآن در یولاف وجو ۷-۳درصد، در چاودار در حدود ۲درصد و در گندم کمتر از ۰/۵درصد می باشد. سبوس یولاف حاوی ۲۱/۸درصد بتاگلوکان است، در حالی که سبوس گندم تنها ۳-۲درصد بتاگلوکان دارد. با این حال بتا گلوکان حاصل از گندم با وجود میزان کم آن دارای بیشترین وزن مولکولی و خاصیت ژل کنندگی است (Cui *et al.*, 1999; Dexter *et al.*, 1996&Wood *et al.*, Cui *et al.*, 2000; 2002).

یولاف اثرات مفیدی روی سلامت انسان دارد که اصلی ترین آنها پایین آوردن خطر ابتلا به سرطان روده، کاهش کلسترول سرم خون وسطح گلوکز پس از مصرف غذا در خون است. خواص سلامتی ایجاد شده توسط یولاف به فیبرهای رژیمی محلول آن مربوط است که ترکیب اصلی فیبر محلول در یولاف پلی ساکارید بتا گلوکان با پیوندهای بتا(۳-۱) و بتا(۴-۱) می باشد. بتا گلوکان شامل یک زنجیر خطی به نام تتراوز با پیوند بتا (۴-۱) بوده که دارای انشعابات سلوتریوز وسلو تتراوز با پیوند بتا (۳-۱) می باشد و این انشعابات ساختار محلول و نرم بتا گلوکان را باعث می شوند که قابلیت هیدرولیز آسان تر نسبت به سلولز را فراهم می کنند (Anderson *et al.*, 1991; Anderson *et al.*,1994& Wood, 2007).

صنعت فرآورده های غلات یکی از بزرگترین صنایع غذایی در تمام جهان است و محصولاتی چون انواع بیسکوئیت، کلوچه و کیک از پرطرفدارترین محصولات، به علت راحتی مصرف و عمر ماندگاری طولانی می باشد که معمولا عمر ماندگاری حدود ۴ هفته داشته و حاوی ۱۵ تا ۲۵درصد چربی می باشد. مهاجرت رطوبت، بیاتی و فقدان فیبرهای موجود در آرد کیک از مشکلات عمده موجود در این محصول می باشد(Grti *et al.*, 1993& Matsakidou *et al.*, 2010).

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۲- دانشیار گروه علوم وصنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*- نویسنده مسئول: Email: keramat@aut.ac.ir)
۳ و ۴- استادیار و مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

تا کنون مطالعاتی جهت غنی سازی فرآورده های غلات از جمله انواع نان و کیک صورت گرفته است از جمله: Gomez و همکاران (۲۰۱۰) اثر میزان فیبر، اندازه ذرات و نوع آن بر کیفیت کیک لایه ای را بررسی کردند، که طی آن مشخص شد هر سه فاکتور اندازه ذرات، میزان و نوع فیبر بر خواص کیفی کیک تاثیر گذار بوده و افزودن انواع فیبر تا میزان مشخص و با اندازه متوسط باعث بهبود کیفیت کیک می شود. Lebsi و همکاران (۲۰۱۱) اثر افزودن فیبرهای مغذی و سبوس غلات را به کیک مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که افزودن فیبرهای مغذی به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم بیشتر و بافت نرمتر نسبت به شاهد شده در حالی‌که افزودن سبوس غلات به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم کمتر و بافت سخت تر نسبت به شاهد می شود. Sánchez-Pardo و همکاران (۲۰۱۰) محصول غنی از بتا گلوکان یولاف همراه با دکسترین و نشاسته تغییر یافته را به کیک پوند افزوده و مشاهده کردند کیک حاصل دارای حجم بیشتر و دانسیته کمتر بوده، پراکندگی حباب های گاز به خوبی نمونه شاهد انجام شده و خواص حسی کیک ها بهتر از نمونه شاهد بوده است. Skendi و همکاران (۲۰۰۹) با افزودن بتاگلوکان حاصل از جو به خمیر آرد گندم با کیفیت پایین، خواص رئولوژی مشابه آرد گندم با کیفیت بالا در آن ایجاد نمود. در مطالعه دیگری توسط Skendi و همکاران (۲۰۱۰)، تاثیر دو نوع بتاگلوکان با اندازه ذرات متفاوت بر خواص رئولوژی خمیر و بافت نان مورد بررسی قرار گرفت. از این آزمایشات نتیجه گرفتند که با افزودن بتاگلوکان زمان گسترش خمیر افزایش یافته و خمیر در مقابل تغییر شکل مقاومت بیشتری نشان داد. رنگ نانهای تولیدی تیره تر شده ولی بافت نرمتری در نان ایجاد گردید. Lee و همکاران (۲۰۱۱) مقایسه ای میان اثر جایگزینی آرد گندم با بتاگلوکان یولاف و محصول اکسید شده آن در سطح ۱٪ بر خواص کیک اسفنجی انجام دادند که از نتیجه این مطالعه دریافتند: جایگزینی آرد گندم مورد استفاده در تهیه کیک با محصول اکسید شده بتاگلوکان در مقایسه با بتاگلوکان طبیعی، باعث کاهش خواص خمیر، کاهش حجم و سختی کیک و بروز فاکتور L و b (در پوسته و بافت) پایین تر شده ولی در عوض تقارن کیک های حاوی بتاگلوکان اکسید شده بیشتر بوده و فاکتور a بالاتری در پوسته و بافت داشتند. مطالعاتی توسط Wood (۲۰۰۷) همچنین Wang و همکاران (۲۰۱۱) بر خواص سلامتی یولاف انجام شده، طبق این تحقیقات بتا گلوکان تأثیر مستقیم و ثابت شده ای بر کاهش گلوکز پس از غذای خون، کلسترول سرم و خطر ابتلا به سرطان روده دارد. Warner و همکاران (۱۹۹۷) روی جایگزینی چربی و آرد با فیبر بتاگلوکان و تاثیر آن بر خواص حسی در نوعی کیک و نوعی محصول گوشتی مطالعه کردند و دریافتند که این جایگزینی باعث افزایش احساس چسبندگی و دانسیته کیک، کاهش طعم و بهبود خواص بافتی محصول گوشتی شد.

در این مطالعه، به بررسی امکان غنی سازی کیک اسفنجی با بتاگلوکان یولاف و ارزیابی میزان تاثیر آن بر خواص فیزیکی پرداخته شد.

مواد و روش ها

مواد اولیه مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از :

مواد اولیه پایه کیک : آرد (پروتئین ۹/۱۳ درصد، رطوبت۱۱/۲۲درصد، خاکستر ۰/۵۵درصد)، روغن، شکر، تخم مرغ، نمک، شربت اینورت، ژل نشاسته ای، شربت گلوکز، آب، گلوتن، شیر خشک، نشاسته، اسید سیتریک و پودر پخت. تمام این مواد به استثنای شربت اینورت و ژل نشاسته ای، که در کارخانه تهیه شد، ازنمونه های موجود در بازار خریداری و استفاده شد.

بتاگلوکان یولاف :بتا گلوکان ساخت شرکت ام سی آر او[1] هلند با درصد خلوص ۷۰–۶۵ درصد خریداری شد.

آماده سازی خمیر کیک : نمونه های کیک بر اساس وزن خمیر بر حسب درصد در چهار سطح ۱، ۲، ۳، ۴ درصد بتاگلوکان به همراه نمونه شاهد تهیه شد.

مواد مورد استفاده در تهیه کیک طی سه مرحله مخلوط و آماده سازی شد. در مرحله اول شکر، تخم مرغ و وانیل مخلوط شده، در مرحله دوم سایر مواد مایع و نیمه مایع فرمول از جمله آب، روغن، گلوکز و... اضافه و مخلوط شد. در مرحله آخر مواد جامد فرمول اضافه و مخلوط شد. در هر مرحله عملیات مخلوط کردن به مدت ۳ دقیقه صورت گرفت. بعداز آماده سازی، خمیر در قالب های کیک پر و در فر صنعتی با دمای ^{o}C ۲۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. پس از پخت و سرد شدن در دمای محیط، کیک ها توسط دستگاه در پوشش سلوفان بسته بندی و به مدت ۳۰ روز انبارداری شدند.

اندازه گیری حجم : حجم کیک های تهیه شده طبق استاندارد AA-CC 10-05(2000)(جابه جایی ریز دانه ها) اندازه گیری شد.

بررسی میزان تخلخل در بافت کیک : به منظور بررسی میزان تخلخل و پراکندگی حفرات در بافت، از قسمت های مختلف کیک برش تهیه و با دوربین با حساسیت ۱۴/۵ مگا پیکسل با فاصله وابعاد مشخص عکس گرفته شد. عکس ها با نرم افزار پردازشگر تصویر مدل شماره۶ [2]مورد ارزیابی قرار گرفت.

تست بافت: جهت ارزیابی سختی بافت و روند بیاتی، از تست برش[3]در روز دهم و سی ام تولید استفاده شد. در این تست از قطعات کیک(به ابعاد ۲×۲×۲ سانتیمتر) و دستگاه بافت سنج بروکفیلد مدل CT3[4]مجهز به پروب TA/53، با سرعت ۰/۵ mm/s و میزان حساسیت ۵ گرم، استفاده شد و پس از برداشتن پوسته سطح کیک، برش نمونه ها به اندازه ۱۰ میلی متر انجام شد(Majzoobi1 et al.

1- MCRO
2- Img.pro.plus.6
3- Cutting test
4- Brookfield engineering, Middleboro, USA

2012).

ارزیابی رنگ : جهت ارزیابی و مقایسه فاکتورهای روشنی (L)، قرمزی (a) و زردی (b) سطح کیک، کیک ها را در جعبه قرار داده و با دوربین باحساسیت ۱۴/۵ مگاپیکسل عکس گرفته شد. عکس ها با نرم افزار پردازشگر تصویر مدل شماره۶ مورد ارزیابی قرار گرفت.

ارزیابی خواص حسی : جهت ارزیابی خواص حسی نمونه ها، ده پنلیست (ارزیاب) نمونه های کیک را که هر کدام با یک کد سه رقمی مشخص شده بود ابتدا از لحاظ رنگ ظاهری و سپس از لحاظ طعم و بافت مورد بررسی قرار دادند و روی برگه ارزیابی کد نمونه مورد نظر را با درج مطلوبیت آن یادداشت کردند. درجه مطلوبیت از ۱ تا ۵ بوده که مطلوب ترین نمونه با شماره ۱ و نمونه با کمترین مطلوبیت با شماره ۵ مشخص شد (آزمون رتبه بندی)(Meilgaard *et al.*, 1999). سپس نتایج به دست آمده طبق روش آماری زیر مورد مقایسه قرار گرفتند.

آنالیز آماری : در این تحقیق به منظور مقایسه تاثیر سطوح مختلف بتاگلوکان بر حجم، بافت میزان تخلخل، رنگ سطح کیک و خواص حسی، از طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، آنالیز واریانس یکطرفه و سپس آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵درصد به کمک نرم افزار spss 17.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص حجم

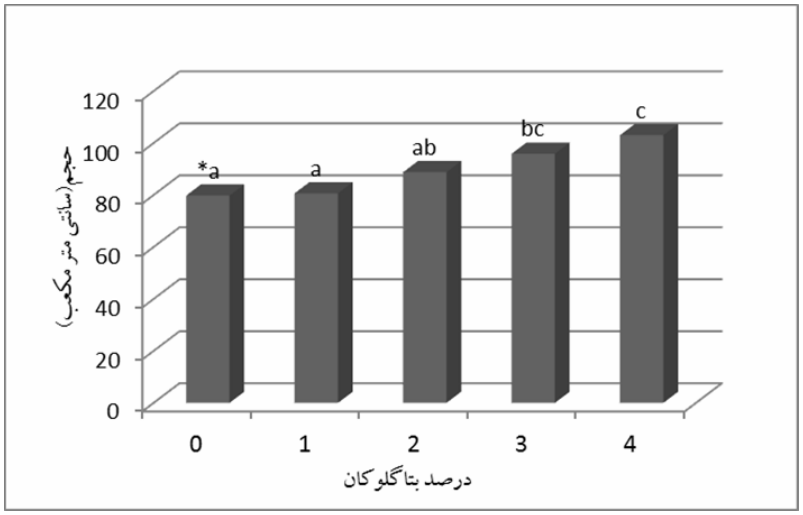
نتایج حاصل از ارزیابی شاخص حجم در شکل ۱ نشان داده شده است. مشاهده می شود با افزایش درصد بتاگلوکان شاخص حجمی افزایش یافته به نحوی که در سطح ۳ و ۴درصد به طور معنی داری ($p<۰/۰۵$) حجم نمونه ها نسبت به نمونه شاهد بیشتر بوده است.

مشابه با این تحقیق توسط Gomez و همکاران(۲۰۱۰) و Sánchez-Pardo و همکاران (۲۰۱۰) بر کیک انجام شد، نتایج به دست آمده حاکی از افزایش حجم با افزایش میزان بتاگلوکان بود که موافق با نتیجه مطالعه حاضر می باشد. همچنین در مطالعه Lee و همکاران (۲۰۱۱) که ۱٪ از آرد با بتاگلوکان یولاف جایگزین شده بود، باز هم افزایش حجم مشاهده شد. دلیل بیشتر شدن شاخص حجم با افزایش درصد بتاگلوکان نسبت به نمونه شاهد، می‌تواند به علت جاذبه الرطوبه بودن بتاگلوکان و ایجاد ویسکوزیته بیشتر درخمیر و در نتیجه حفظ و نگهداری بهتر حباب های گاز تولید شده در کیک نسبت به نمونه شاهد بوده (مراجعه به قسمت ارزیابی میزان تخلخل بافت) که در نتیجه حجم کیک افزایش بیشتری یافته است (Gomez *et al.*, 2010& Skendi *et al.*, 2010).

میزان تخلخل در بافت کیک

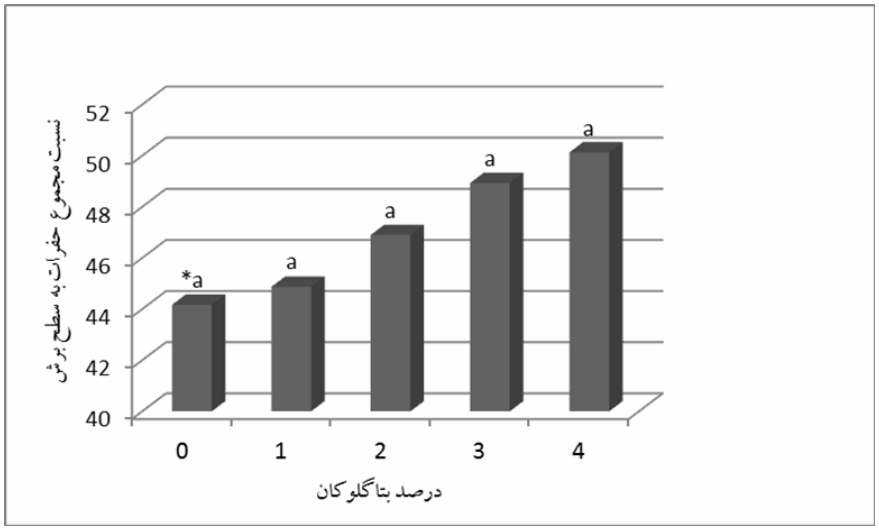
نتایج حاصل از ارزیابی میزان تخلخل بافت کیک در شکل ۲ نشان داده شده است. با مشاهده شکل ۲، می توان دریافت علی رغم بیشتر بودن حجم نمونه های حاوی بتاگلوکان نسبت به نمونه شاهد، تفاوت معنی داری ($p<۰/۰۵$) بین نمونه شاهد و سایر نمونه ها وجود ندارد.

علت افزایش میزان تخلخل با افزایش میزان بتاگلوکان، جذب رطوبت توسط بتاگلوکان و افزایش ویسکوزیته محیط و در نتیجه به دام انداختن میزان بیشتری حباب گاز تولید شده در کیک است (Gomez *et al.*, 2010& Skendi *et al.*, 2010). نتایج بدست آمده مشابه نتایج حاصل از تحقیق توسط Skendi و همکاران (۲۰۱۰) بر نان می باشد.



شکل۱- تاثیر درصدهای مختلف بتاگلوکان بر شاخص حجم

*- حروف a, b ,c .. نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها می باشد.

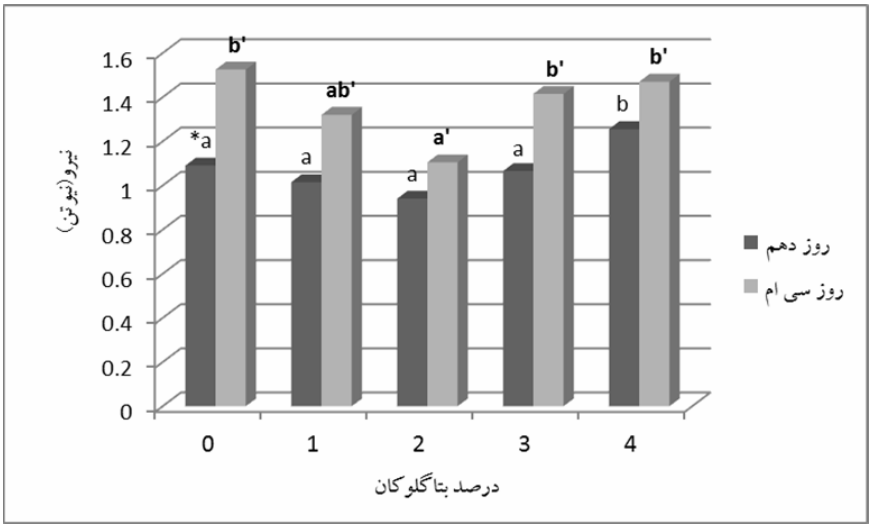


شکل ۲- تاثیر درصدهای مختلف بتاگلوکان بر میزان تخلخل

*- حروف a, b, نشانگر اختلاف معنی دار (در سطح اطمینان ۹۵درصد) آماری بین نمونه ها می باشد.

سختی بافت

نتایج حاصل از ارزیابی سختی بافت در شکل ۳ نشان داده شده است. مشاهده می شود که با افزودن بتاگلوکان نیروی لازم جهت برش بافت تا ۲درصد کاهش یافته(بدون اختلاف معنی دار در روز دهم ($p<۰/۰۵$) و با اختلاف معنی دار در روز سی ام ($p<۰/۰۵$) نسبت به شاهد)، ولی با افزایش درصد بتاگلوکان به ۴درصد، این فاکتور افزایش یافته است، به طوری که در سطح ۴درصد میزان نیروی لازم به طور معنی داری بیشتر از نمونه شاهد بوده است. با گذشت ۳۰ روز مشاهده می شود که نیروی لازم جهت برش بافت نمونه های تهیه شده با بتاگلوکان، افزایش کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت وتمامی نمونه ها نیروی کمتری نسبت به شاهد جهت برش بافت لازم داشتند، که علت آن می‌تواند جذب رطوبت توسط بتاگلوکان و جلوگیری از کریستاله شدن نشاسته و بیاتی کیک باشد(Skendi *et al.*, 2010). مشابه این نتایج را Gomez و همکاران (۲۰۱۰) بر کیک و همچنین توسط Skendi و همکاران (۲۰۱۰) بر نان گزارش کردند. علت کاهش نرمی بافت در میزان بالای بتاگلوکان، می تواند به علت تقویت شبکه اسفنجی موجود در کیک باشد(Kohajdová *et al.*, 2009).



شکل۳- تاثیر بتاگلوکان به عنوان افزودنی بر نیروی لازم جهت برش بافت در روز دهم و سی ام

*- حروف a, b, .. نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها در روز دهم و حروف a',b',... نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها در روز سی ام می باشد.

رنگ

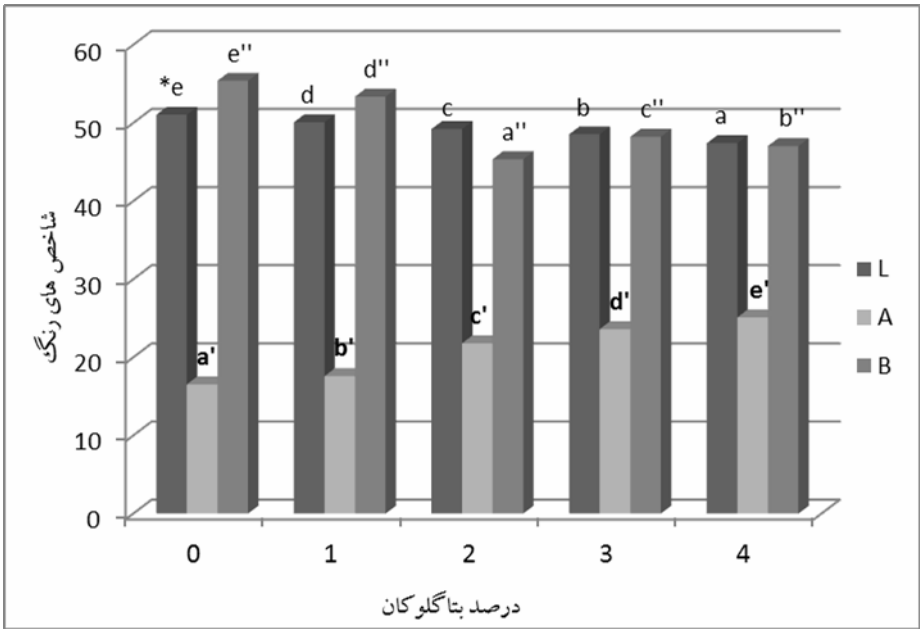
نتایج حاصل از ارزیابی رنگ در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد، میزان فاکتور L که نشان دهنده روشنی و فاکتور b که نشان دهنده زردی می باشد، در نمونه های حاوی بتاگلوکان به طور معنی داری ($p<۰/۰۵$) کمتر از شاهد بوده، در حالیکه فاکتورa که نشان دهنده قرمزی می باشد با افزایش بتاگلوکان به طور معنی داری ($p<۰/۰۵$) نسبت به شاهد افزایش یافته است. این روند نشان دهنده تیره شدن رنگ کیک با افزودن بتاگلوکان می باشد. رنگ پوسته کیک به وسیله واکنش میلارد تاثیر می پذیرد. این واکنش تحت تاثیر پی اچ و میزان رطوبت می باشد. فیبر به عنوان بافر عمل کرده و از کاهش پی اچ محیط در پی انجام این واکنش جلوگیری کرده،همچنین به علت جاذبه الرطوبه بودن بتاگلوکان، رطوبت در حد مناسبی جهت این واکنش موجود بوده و میزان انجام این واکنش در حد بالایی باقی مانده،که باعث تیره تر شدن رنگ کیک شده است(Gomez *et al.*, 2010).این نتایج مشابه نتایج تحقیقات انجام شده توسط Gomez و همکاران (۲۰۱۰)، Lebsi و همکاران (۲۰۱۱) و Lee و همکاران (۲۰۱۱) بر کیک، همچنین Skendi و همکاران (۲۰۱۰) بر نان می باشد.

خواص حسی

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود، میزان مطلوبیت رنگ با افزایش بتاگلوکان کاهش داشته که به علت تیره شدن رنگ کیک‌ها می باشد. همچنین مشاهده می شود که با افزایش بتاگلوکان تا ۲ درصد میزان مطلوبیت بافت افزایش و با افزایش بیشتر بتاگلوکان کاهش داشته ولی تا سطح ۳ درصد مطلوبیت بافت نسبت به نمونه شاهد بیشتر بوده و این مساله به دلیل ایجاد بافتی نرمتر توسط بتاگلوکان تا سطح ۳ درصد می باشد. تولید بافت نرم تر به واسطه ایجاد شبکه ژل مانند توسط بتاگلوکان در کیک و حفظ بهتر رطوبت در آن است ولی در بالای ۳ درصد به علت ایجاد خمیر غلیظ، کیکی با بافت سفت تولید می شود و نرمی بافت کاهش می یابد. در نهایت میزان مطلوبیت طعم فقط در ۱ درصد بهتر از شاهد بوده و با افزایش بیشتر بتاگلوکان میزان مطلوبیت طعم کاهش یافته است. دلیل کاهش مطلوبیت طعم، کاهش میزان شیرینی کیک با افزایش میزان بتاگلوکان می باشد.

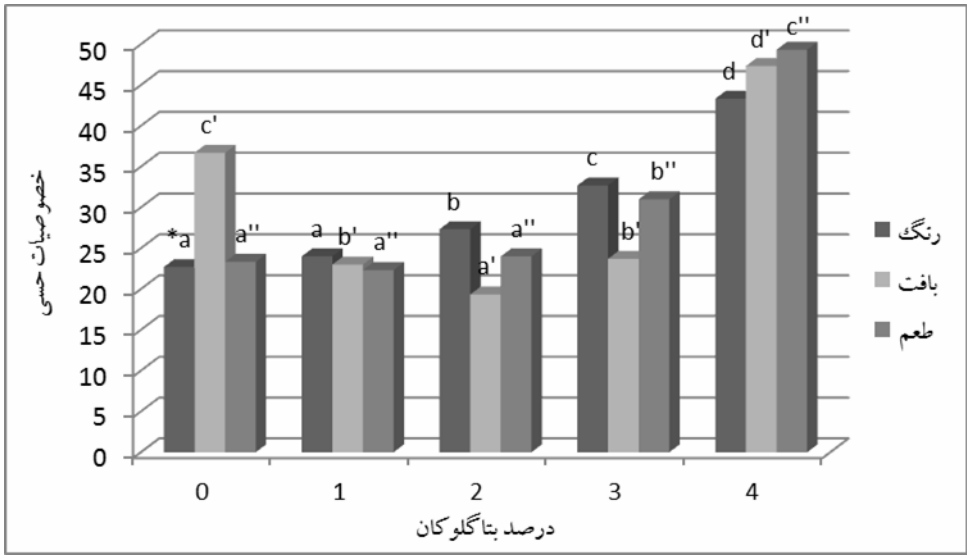
نتیجه گیری

با بررسی نتایج مشخص شد، افزودن بتا گلوکان به کیک باعث افزایش میزان حجم، تخلخل و رنگ سطح نمونه ها شده، روند بیاتی را به تعویق انداخته و سختی بافت را تا سطح ۲درصد کاهش می‌دهد. بنابراین با توجه به خواص سلامتی ذکر شده برای بتاگلوکان و نتایج حاصل از این پژوهش، از بتاگلوکان برای افزایش خواص سلامتی کیک، بدون ایجاد تاثیر نامطلوب بر خواص حسی آن، تا سطح ۲ درصد می توان استفاده کرد.



شکل٤- تاثیر درصدهای مختلف بتاگلوکان بر شاخص های رنگ

*- حروف a, b, .. نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها از نظر فاکتور L ، حروف a',b',... نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها از نظر فاکتور A و حروف a", b", .. نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها از نظر فاکتور B می باشد.



شکل ۵- تاثیر درصدهای مختلف بتاگلوکان بر خواص حسی

*- حروف a, b .. نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها از نظر فاکتوررنگ، حروف a',b',... نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها از نظر فاکتور بافت و حروف a", b" .. نشانگر اختلاف معنی دار آماری (در سطح اطمینان ۹۵درصد) بین نمونه ها از نظر فاکتور طعم می باشد.

منابع

AA-CC., 2000. 10th ed. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (10-05).

Anderson, J. W., Hamilton, G. C.. Horn, J. L., Spencer, D. B., Dillon, D. W. and Zeigler, J. A., 1991, Metabolic effect of insoluble fiber on lean men with type II diabetes. Cereal Chemistry, 68, 291-294.

Anderson, J. W., Jones, A. E., and Riddell-Manson, S., 1994, Ten different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats. Journal of Nutrition, 124, 78–83.

Cui, W., Wood, P. J., Weisz, J., and Beer, M. U., 1999, Non-starch polysaccharides from pre-processed wheat bran: chemical composition and novel rheological properties. Cereal Chemistry, 76, 129–133.

Cui, W., Wood, P. J., Blackwell, B. and Nikiforuk, J., 2000, Physicochemical properties and structural characterization by two-dimensional NMR spectroscopy of wheat b-D-glucan—comparison with other cereal b-D-glucans. Carbohydrate Polymer, 41, 249–258.

Dexter, J. E. and Wood, P. J., 1996, Recent applications of debranning of wheat before milling. Trends in Food Science and Technology, 7, 35–41.

Gomez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E. and Caballero, P. A., 2010, Effect of fiber size on the quality of fiber-enriched layer cakes. LWT - Food Science and Technology, 43, 33-38.

Grti, N. and Reichman. D., 1993, Hydrocolloids as food emulsifiers and stabilizers. Fd. Str., 12,411-426.

Kohajdová, Z., Karovičová, J. and Schmidt. S. 2009, Significance of Emulsifiers and Hydrocolloids in Bakery Industry. ActaChimicaSlovaca, 2, 46-61.

Lebsi, D. M. and Tzia, C., 2011, Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. Food Bioprocess Technology, 4, 219-222.

Lee, K. Y., Park, S. Y. and Lee, H. G., 2011, Effect of oat β-glucan and its oxidised derivative on the quality characteristics of sponge cake. International Journal of Food Science & Technology 46, 2663-2668.

Majzoobi1, M., Darabzadeh, N. and Farahnaky A., 2012, Effects of Percentage and Particle Size of Wheat Germ on Some Properties of Batter and Cake. Journal of Agriculture Science Technology 14, 827-836.

Matsakidou, A., Blekas, G. and Paraskevopoulou, A., 2010, Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. LWT - Food Science and Technology, 43, 949–957.

Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T., 1999, Sensory evaluation techniques. New York. CRC Press.

Sánchez-Pardo, M. E., Jiménez-García, E. and González-García, I., 2010, Study about the addition of chemically modified starches (cross-linked cornstarches), dextrin, and oats fiber in baked pound cake.Journal of Biotechnology, 150, 316.

Skendi, A., Papageorgiou, M. and Biliaderis, C. G., 2009, Effect of barley b-glucan molecular size and level on wheat dough rheological properties. Journal of Food Engineering, 91, 594–601.

Skendi, A., Biliaderis, C. G., Papageorgiou, M. and Izydorczyk, M. S., 2010, Effects of two barley b-glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. Food Chemistry, 119, 1159–1167.

Wang, H. C., Hung, C. H., Hsu, J. D. and Yang, M. Y., 2011, Inhibitory effect of whole oat on aberrant crypt foci formation and colon tumor growth in ICR and BALB/c mice. Journal of Cereal Science, 53:73-77.

Warner, K. and Inglett, G. E., 1997, Flavor and Texture Characteristics of Foods Containing Z-Trim Corn and Oat Fibers as Fat and Flour Replacers. Cereal Foods World, 42(10), 821-825.

Webster, F. H., 1986, Oats: Chemistry and Technology. Pomeranz. Y. AACC, St. Paul.

Wood, P. J., 2007, Cereal b-glucans in diet and health. Journal of Cereal Science, 46, 230–238.

Wood, P. J., Arrigoni, E., Miller, S. and Amando, R., 2002, Fermentability of oat and wheat fractions enriched in B-glucan using human fecal inoculation. Cereal Chemistry, 76,445.