نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۲/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱ تا ۱۲

اثر جایگزینی آرد برنج با آرد نخودچی بر بیاتی کیک فاقد گلوتن

پونه فرد[۱]، جعفر محمدزاده میلانی[۲*] و محمدرضا کسایی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۸

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران
[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران
[*] مسئول مکاتبه: Email: jmilany@yahoo.com

چکیده

بیماری سلیاک یک اختلال خود ایمنی بوده که بیمار در معرض عدم تحمل دائمی به گلوتن است و تنها درمان مؤثر برای آن پایبندی به یک رژیم غذایی فاقد گلوتن در سراسر عمر بیمار می‌باشد. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن و با کیفیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف این تحقیق، به منظور بررسی ویژگی‌های کیفی و بافتی کیک بدون گلوتن حاصل از آرد برنج با درصدهای مختلف جایگزینی بود. برای این منظور درصدهای جایگزینی صفر (R100)، ۳۰ (R70C30)، ۵۰ (RC50)، ۷۰ (R30C70) و ۱۰۰ (C100) آرد نخودچی طی دوره نگهداری (روز اول، هفتم و چهاردهم) بر روی رطوبت، فعالیت آبی، خصوصیات بافتی و حرارتی نمونه های کیک بررسی شد. رطوبت مغز و پوسته نمونه‌ها طی دوره نگهداری به ترتیب روند کاهشی و افزایشی بود ($P<۰/۰۵$). نمونه RC50 کمترین میزان تغییرات رطوبت مغز را نشان داد. فعالیت آبی نمونه‌ها طی دوره نگهداری کاهش یافت اما در اغلب نمونه‌ها معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نبود و RC50 کمترین میزان تغییرات فعالیت آبی را نشان داد. سفتی بافت نمونه‌ها طی دوره نگهداری افزایش یافت که این افزایش در مورد نمونه RC50 معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) نبود و کمترین میزان تغییرات را نشان داد. به هم پیوستگی و فنریت بافت نمونه‌ها طی مدت نگهداری کاهش یافت. نمونه C100 و سپس R30C70 کمترین میزان تغییرات به‌هم‌پیوستگی و فنریت را نشان دادند. صمغیت و قابلیت جویدن نمونه‌ها تا ۵۰٪ آرد نخودچی روند کاهشی و سپس افزایشی داشت. RC50 و C100 کمترین تغییرات آنتالپی را نشان دادند که تغییرات بافتی کمتر نمونه RC50 با آزمون حرارتی‌اش مطابقت دارد. نتایج حاصل از این بررسی، ۵۰٪ جایگزینی آرد نخودچی را در فرمولاسیون کیک‌های بدون گلوتن پیشنهاد می کند.

واژگان کلیدی: کیک بدون گلوتن، آرد برنج، آرد نخودچی، بیاتی

مقدمه

کیک نوعی شیرینی با بافتی اسفنجی است که مواد اصلی آن آرد، روغن، شکر و تخم مرغ بوده و از فراورده هایی است که به سبب طعم مناسب، ارزش غذایی بالا، و سهولت مصرف کاربرد زیادی دارد. به علاوه در زمان حاضر در تغذیه افراد جهان دارای جایگاه مهمی است، به

طوری که امروزه در اکثر کشورهای اروپایی، بیش از ۲۰ نوع کیک با طعم و ارزش غذایی متنوع تولید می‌شود که حتی برخی از آن‌ها برای افراد خاص تهیه می‌گردند (گومز و همکاران ۲۰۰۵). معمولاً در تولید کیک از آرد گندم که حاوی گلوتن است، استفاده شده، اما با توجه به شیوع بیماری سلیاک که نوعی حساسیت به گلوتن است، تولید کیک‌های فاقد گلوتن در اکثر مناطق جهان رو به گسترش است (گلیناس و جولیت ۱۹۹۹). بیماران سلیاکی باید از مصرف گلوتن تا پایان عمر اجتناب کنند. بنابراین نمی‌توانند گندم، جو، چاودار و یولاف مصرف نمایند (پاکار ۲۰۰۷).

برنج یکی از مهم‌ترین غلات مناسب جهت تولید محصولات فاقد گلوتن برای بیماران مبتلا به سلیاک بوده که به علت ویژگی‌های مهمی همچون طبیعی بودن، عدم ایجاد حساسیت، بی رنگی و طعم ملایم آن است. این ماده دارای پروتئین بسیار پایین، سدیم، چربی، فیبر و مقادیر بالایی از کربوهیدرات‌های سهل الهضم است. از این رو، استفاده از آن در غذاهای کودک، پودینگ‌ها و غذای بیماران مبتلا به سلیاک پیشنهاد شده است (گوجرال و همکاران ۲۰۰۳). از طرف دیگر، در تهیه محصولات پخت می‌توان از حبوبات مانند عدس، نخودچی، لوبیا و... به دلیل غنی بودن پروتئین تغذیه‌ای استفاده نمود. یکی از حبوباتی که می‌تواند از نظر تغذیه‌ای و کیفی جایگزین پروتئین گلوتن گردد، نخودچی است. دانه کامل نخودچی در صد گرم ماده خشک، حدود ۲۳٪ پروتئین، ۶۳/۵٪ کربوهیدرات، ۵/۸٪ قندهای معمولی، ۵/۳٪ چربی، ۳/۲٪ مواد معدنی (خاکستر) داشته، و غنی از کلسیم (۱۸۶/۶ میلی گرم)، فسفر(۳۴۲/۹ میلی گرم) و منگنز (۱۴۱ میلی گرم) است. نخودچی در ماندگاری محصولات پخت تأثیر بسزایی دارد زیرا رتروگراداسیون نشاسته را به تعویق می‌اندازد و حاوی مقادیر بالای پروتئین بوده که بیشتر محلول و قابل هضم در روده است (کامالجیت و همکاران ۲۰۱۰). هیدروکلوئیدها نیز دسته‌ای از افزودنی‌ها هستند که به منظور کنترل جذب آب و بهبود رئولوژی خمیر و زمان ماندگاری به واسطه حفظ محتوای رطوبت و به تأخیر انداختن بیاتی به محصولات پخت اضافه می‌گردند (ابراهیم پور و همکاران ۱۳۸۹).

تحقیقات متعددی در خصوص تولید کیک بدون گلوتن انجام شده است. گومز و همکاران (۲۰۰۸) اثر کلی و جزئی جایگزینی آرد گندم بوسیله آرد نخودچی بر خصوصیلت کیفی کیک اسفنجی و لایه‌ای مورد بررسی قرار دادند. با افزایش میزان آرد نخودچی حجم، همگنی، خصوصیات رنگی و شاخص رنگی L^* پوسته و مغز کیک کاهش یافت. جایگزینی آرد گندم با آرد نخودچی سبب افزایش استحکام اولیه در کیک‌ها شد، اما پیوستگی و قابلیت ارتجاعی آن را کاهش داد و باعث سفت شدن محصول نهایی گردید (گومز و همکاران ۲۰۰۸). در تحقیق دیگری، موحد و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر افزودن صمغ زانتان و کربوکسی متیل سلولز بر خواص شیمیایی، حسی و بیاتی کیک بدون گلوتن تهیه شده از برنج را مطالعه کردند. میزان رطوبت، خاکستر و پروتئین نمونه‌های حاوی صمغ در مقایسه با نمونه فاقد صمغ نشان افزایش یافت. همچنین، افزودن صمغ‌های مذکور سبب بهبود ویژگی‌های حسی و تأخیر در میزان بیاتی نمونه‌ها گردید (موحد و وهمکاران ۱۳۹۲؛ گولارتی و همکاران، ۲۰۱۲) به بررسی تأثیر آرد حبوبات مختلف بر کیفیت، ترکیب شیمیایی، پروتئین و هضم نشاسته درکیک‌های لایه‌ای بدون گلوتن پرداختند. استفاده از نخودچی باعث افزایش حجم کیک نسبت به نمونه شاهد شد. آرد حبوبات باعث افزایش سختی و قابلیت جویدگی در کیک‌ها شد بخصوص زمانی که از آرد عدس استفاده شد. غنی سازی کیک‌ها با آرد نخودچی باعث افزایش پروتئین کل، پروتئین در دسترس، مواد معدنی و چربی شد (گولارتی و همکاران، ۲۰۱۲).

با وجود مطالعات انجام شده، تاکنون تحقیقی به مطالعه اثر جایگزینی آرد نخودچی در ترکیب کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج و بررسی روند بیاتی کیک‌های تولیدی طی دوره نگهداری طولانی مدت نپرداخته است. بنابراین،

هدف از این تحقیق، بررسی ویژگی‌های کیفی (رطوبت، فعالیت آبی، آنالیز بافت و آنالیز حرارتی) کیک‌های بدون گلوتن حاصل از آرد برنج با جایگزینی صفر (R100)، ۳۰ (R70C30)، ۵۰ (RC50)، ۷۰ (R30C70) و ۱۰۰ (C100) درصد آرد نخودچی طی دوره نگهداری (روز اول، هفتم و چهاردهم) است.

مواد و روش‌ها

کلیه مواد اولیه جهت تهیه کیک بدون گلوتن از جمله روغن مایع مخصوص پخت پز(آفتابگردان-لادن)، ، شکر، تخم مرغ، برنج (واریته ژاپنیکا)، آرد نخودچی، بکینگ پودر، شیر، وانیل و صمغ زانتان از فروشگاه‌های داخلی در استان مازندران خریداری شد.

نحوه آماده سازی کیک‌ها

ابتدا شکر و روغن به مدت ۳ دقیقه با دور متوسط همزن برقی (بوش، آلمان) مخلوط شد. سپس، تخم مرغ و وانیل اضافه و به مدت ۵ دقیقه با دور تند همزده شد. در نهایت شیر، آرد برنج و نخودچی، بکینگ پودر و زانتان به ظرف اضافه و با دور کند مخلوط گردید. خمیر آماده شده با وزن یکسان درون قالب پخت فنجانی ریخته و در آون (آریستون، ایتالیا) با دمای ۱۹۵°C به مدت ۲۰ دقیقه پخت شد (گولارتی و همکاران ۲۰۱۲). نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۴۰ تا۴۵ دقیقه در دمای محیط خنک شدند و در نایلون‌های غیر قابل نفوذ به هوا و رطوبت بسته بندی شدند. کلیه نمون‌ها تا زمان انجام آزمایشات بعدی در دمای اتاق (۲۳±۱°C) نگهداری شدند. جهت آماده سازی کیک‌ها از فرمولاسیون زیر استفاده گردید: مخلوط آرد برنج و نخودچی (۱۰۰)، دیگر مواد براساس وزن آرد اضافه شد که شامل تخم مرغ (۴۵)، زانتان (۲-۱)، شکر (۶۰)، روغن (۶۰)، شیر (۵۰)، وانیل (۲) و بکینگ پودر (۴) است. آرد مصرفی در فرمولاسیون کیک، به صورت آرد برنج با جایگزینی صفر (R100)، ۳۰ (R70C30)، ۵۰ (RC50)، ۷۰ (R30C70) و ۱۰۰ (C100) درصد آرد نخودچی استفاده شدند.

اندازه گیری رطوبت مغز و پوسته

رطوبت مغز و پوسته کیک با استفاده از روش آون گذاری تا رسیدن به وزن ثابت (سه ساعت در دمای ۱۰۰°C) و مطابق با روش روش ۴۴-۱۱ AACC انجام شد (۲۰۰۰ AACC).

فعالیت آبی نمونه ها

فعالیت آبی مغز کیک‌ها دو ساعت پس از پخت و در روزهای مربوط با دستگاه سنجش فعالیت آبی (نوازینا سوئیس، مدل labswift_aw) اندازه گیری شد (جی و همکاران، ۲۰۰۷).

آزمون بافت سنجی

بافت سنجی نمونه‌های کیک با آزمون پروفایل بافت[1] و با دستگاه سنجش بافت (بروکفیلد امریکا، مدل CT3 10K) انجام شد. استوانه‌ای به ارتفاع ۲ سانتی متر و قطر سه سانتی متر از بافت مغز کیک جدا و به میزان ۲۵٪ فشرده گردید. سرعت پروب دستگاه ۱۰۰ میلی متر بر دقیقه و قطر پروب ۵۰ میلی متر بود. کلیه پارامترهای بافت سنجی شامل سفتی، بهم پیوستگی، فنریت، صمغیت وقابلیت جویدن توسط نرم‌افزار دستگاه محاسبه و گزارش شد (گومز و همکاران، ۲۰۰۵).

آزمون حرارتی

اندازه گیری‌های حرارتی نمونه‌های کیک با دستگاه آنالیز حرارتی روبشی تفاضلی گرمایشی[2] (DSC متلر سوئیس، مدل 1700) انجام گردید. نمونه با وزن تقریبی ۵±۲ میلی‌گرم با سرعت حرارت دهی ۱۰°C/min در گسترده دمایی ۱۵۰°C-۲۰ حرارت دهی شد. میزان حرارت بر حسب وات بر گرم ثبت و منحنی جریان حرارتی رسم شد. آنتالپی هر نمونه مطابق با ناحیه محاط شده توسط خط مستقیم بین دمای شروع ژلاتیناسیون و دمای نهایی ژلاتیناسیون است و برحسب ژول بر گرم

[1]- Texture profile analysis

[2]- Differential scanning calorimetry

بر پایه وزن خشک نمونه بیان شد (لشکری و همکاران، ۱۳۹۱).

تجزیه و تحلیل آماری

تحقیق شامل ۵ تیمار (پنج سطح مختلف آرد نخودچی) سه دوره زمانی (روز یک، هفت و چهارده) است. کلیه آزمون‌ها به جز آزمون حرارتی در سه تکرار انجام شدند. برای تعیین معنی‌دار بودن داده‌ها، از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ با نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ انجام شد. کلیه نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel 2007 رسم شدند.

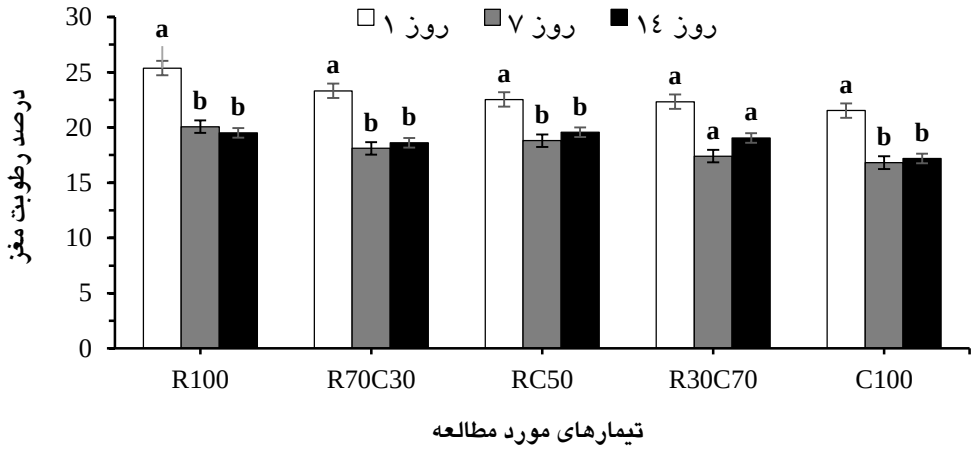
نتایج و بحث

اندازه گیری محتوای رطوبت مغز و پوسته

انتقال رطوبت از مغز به پوسته، عامل مهمی در بیاتی کیک است. مقادیر رطوبت مغز نمونه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، رطوبت مغز تمامی نمونه‌ها طی دوره نگهداری ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت (به جز نمونه R100 که روند کاهشی بود). تغییرات میزان رطوبت مغز هر نمونه در روز اول با روز هفتم و چهاردهم معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود؛ اما تفاوت بین روزهای هفتم و چهاردهم معنی‌دار نبود که نشان می‌دهد بیشترین تغییرات تبادل رطوبت در هفته اول تولید اتفاق می‌افتد. به طور کلی، تغییرات رطوبت مغز نمونه‌ها روند کاهشی نشان داد. جی و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که رطوبت مغز کیک‌های بر پایه آرد برنج طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد و بعد از گذشت چند روز میزان تغییرات ناچیز است (جی و همکاران ۲۰۰۷). در جدول ۱، معادلات برازش شده برای میزان رطوبت هر نمونه طی دوره نگهداری گزارش شده است. براساس شیب خطوط گزارش شده، نمونه RC50 و بعد R30C70 نسبت به بقیه تیمارها کمترین میزان تغییرات را نشان دادند و در این بین نمونه R100 بیشترین میزان تغییرات را دارا است. با توجه به میزان رطوبت مغز کیک‌ها در روز اول، افزودن آرد نخودچی باعث کاهش میزان رطوبت محصول نهایی شده است.

مقادیر رطوبت پوسته نمونه ها و معادلات برازش شده روند تغییرات رطوبت طی دوره نگهداری به ترتیب در شکل ۲ و جدول ۱، گزارش شده است. با توجه به شکل ۲، رطوبت پوسته تمامی نمونه‌ها طی مدت نگهداری پیوسته افزایش یافت که افزایش میزان رطوبت پوسته در مورد نمونه‌های R100، R70C30 و RC50 معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. با توجه به شیب خطوط برازش شده نیز می‌توان بیان کرد که کمترین و بیشترین میزان تغییرات رطوبت پوسته به ترتیب مربوط به نمونه‌های C100 و R100 است.

چنین نتایجی را گولارتی و همکاران، (۲۰۱۲) در مورد کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد حبوبات گزارش کردند (گولارتی و همکاران، ۲۰۱۲). تساتساراکو و همکاران (۲۰۱٤) در مورد کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج و نشاسته مقاوم مشاهده کردند که رطوبت پوسته و مغز کیک به ترتیب طی دوره نگهداری افزایش و کاهش می‌یابد (تساتساراکو و همکاران ۲۰۱٤). گزارشات مربوط با روند تغییرات رطوبت مغز و پوسته کیک‌های این تحقیق همخوانی دارد. در این تحقیق کمترین میزان تغییرات رطوبت مغز طی نگهداری مربوط به RC50 و R30C70 و در مورد پوسته کیک کمترین میزان تغییرات رطوبت طی مدت نگهداری به ترتیب مربوط به C100 و RC50 می باشد که می توان عنوان کرد که از بین نمونه ها، تیمار RC50 کمترین تغییرات تبادل رطوبتی را داشته است.

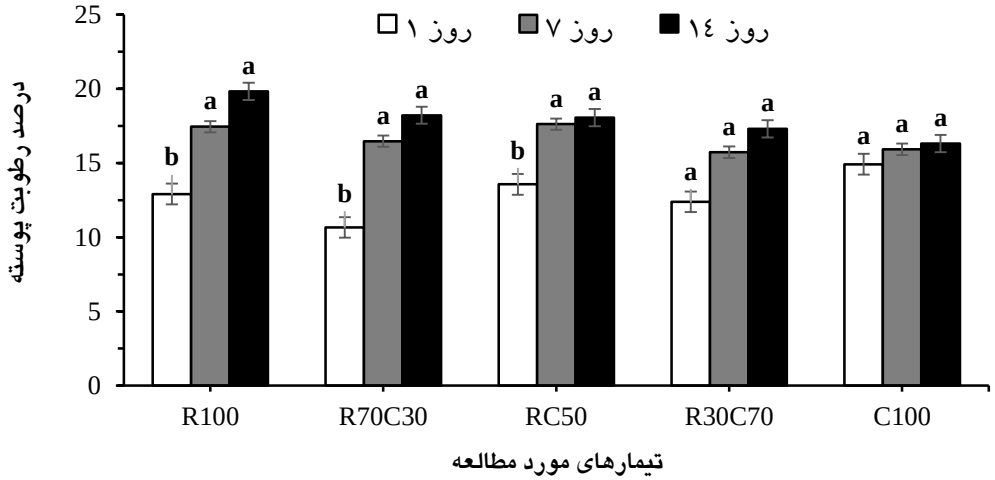


شکل۱- رطوبت مغز نمونه‌ها طی دوره نگهداری

(حروف غیر مشابه در هر تیمار نشان دهنده معنی بودن در سطح ۰/۰۵ است)

جدول۱- مشخصات خطوط برازش شده برای روند تغییرات رطوبت مغز و پوسته نمونه‌های کیک طی چهارده روز نگهداری

تیمار	مغز			پوسته		
	معادله خط برازش	شیب خط	R^2	معادله خط برازش	شیب خط	R^2
R100	$y = -2.93x + 27.51$	- ۲/۹۳	۰/۸۲	$y = 3.46x + 9.81$	۳/٤٦	۰/۹۷
R70C30	$y = -2.35x + 24.71$	- ۲/۳۵	۰/٦۷	$y = 3.78x + 7.56$	۳/۷۸	۰/۹۱
RC50	$y = -1.48x + 23.27$	- ۱/٤۸	۰/۵۷	$y = 2.25x + 11.91$	۲/۲۵	۰/۸۲
R30C70	$y = -1.65x + 22.89$	- ۱/٦۵	۰/٤۳	$y = 2.46x + 10.22$	۲/٤٦	۰/۹٦
C100	$y = -2.16x + 22.85$	- ۲/۱٦	۰/٦۸	$y = 0.69x + 14.32$	۰/٦۹	۰/۹٤



شکل۲- رطوبت پوسته نمونه‌ها طی دوره نگهداری

(حروف غیر مشابه در هر تیمار نشان دهنده معنی دار بودن، در سطح ۰/۰۵ است)

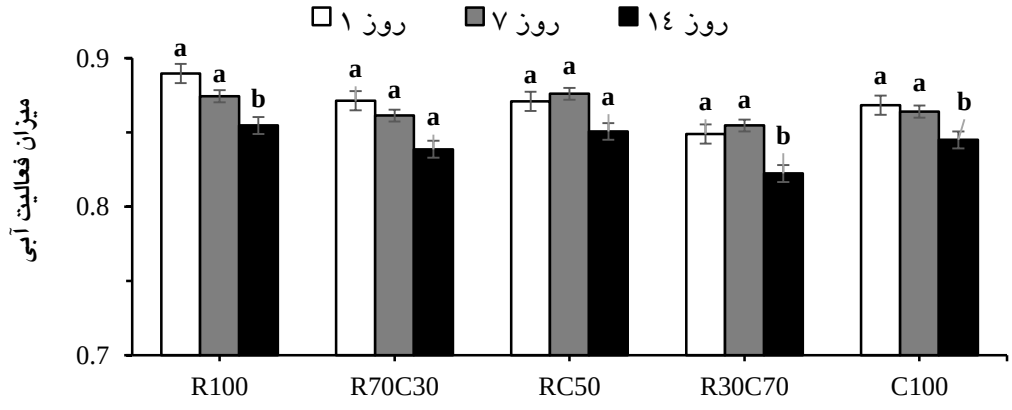
فعالیت آبی نمونه ها

فعالیت آبی عامل مهمی در تعیین ماندگاری محصولات است. تغییرات فعالیت آبی نمونه‌ها و معادلات برازش شده تغییرات فعالیت آبی طی نگهداری به ترتیب در شکل ۳ و جدول ۲، گزارش شده است. با توجه به شکل ۳، فعالیت آبی نمونه‌ها طی دوره نگهداری کاهش یافت اما تغییرات برای هر نمونه طی دوره نگهداری معنی دار ($p<۰/۰۵$) نبود. میزان فعالیت آب همه تیمارها کمتر از ۰/۹ تعیین شد. با توجه به جدول ۲، کمترین میزان تغییرات فعالیت آبی طی نگهداری مربوط به RC50 و بیشترین تغییرات مربوط به نمونه R100 است. کمتر بودن تغییرات فعالیت آبی نمونه RC50 با نتایج تغییرات رطوبت مغز و پوسته آن مطابقت دارد. جی و همکاران، (۲۰۰۷) مشاهده کردند که فعالیت آبی کیک‌های بر پایه آرد برنج طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد اما تغییرات آن معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نیست که با نتایج بالا همخوانی دارند (جی و همکاران، ۲۰۰۷). بر طبق نتایج، با افزایش درصد آرد نخودچی تغییرات فعالیت آبی طی چهارده روز دارای شیب کمتری است و این را می توان به افزایش میزان پروتئین کیک تولیدی نسبت داد. زیرا میزان پروتئین آرد نخودچی در مقایسه با آرد برنج بالاتر است و از انتقال رطوبت مغز به پوسته آن و خروج رطوبت جلوگیری می‌کند. ایوبی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که با افزایش درصد کنسانتره آب پنیر به کیک روغنی فعالیت آبی طی نگهداری کاهش یافت که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. با افزایش ۵۰٪ آرد نخودچی بیشترین کاهش فعالیت آبی بدست آمد و در درصد های نخودچی بیشتر، افزایش کمی در فعالیت آبی نسبت به ۵۰٪ نخودچی، طی بیاتی مشاهده شد.

جدول۲- مشخصات خطوط برازش داده شده برای روند تغییرات فعالیت آبی نمونه‌های کیک طی چهارده روز نگهداری

Table 2- Regression line specifications for water activity changes of cake samples during 14 days of storage

تیمار	معادله خط برازش	شیب خط برازش	R^2
R100	$y=-0.017x+0.91$	-۰/۰۱۷	۰/۹۹
R70C30	$y=-0.016x+0.89$	-۰/۰۱۶	۰/۹۵
RC50	$y=-0.010x+0.89$	-۰/۰۱۰	۰/۵۷
R30C70	$y=-0.013x+0.87$	-۰/۰۱۳	۰/۶۰
C100	$y=-0.012x+0.88$	-۰/۰۱۲	۰/۸۸



شکل۳- فعالیت آبی نمونه‌ها طی دوره نگهداری

(حروف غیر مشابه در هر تیمار نشان دهنده معنی دار بودن، در سطح ۰/۰۵ است)

بافت سنجی نمونه ها

سفتی: مقاومت مغز کیک به تغییر شکل یک ویژگی بافتی است که بیانگر ثبات و استحکام مغز کیک است و درجه این استحکام و افزایش آن با گذشت زمان عامل مهمی در ارزیابی بیاتی است و توسط آنالیز بافت اندازه گیری می‌شود. فرایند بیاتی ناشی از رتروگراداسیون نشاسته بوده که افزایش اتصالات رشته‌های نشاسته ژلاتینه شده و به دنبال آن ایجاد ساختار منظم، در این فرایند و تحت تاثیر میزان رطوبت اولیه موثر است. سرعت پایین سفت شدن و نیز پایین‌تر بودن سفتی نهایی بعد از دوره نگهداری می‌تواند با میزان رطوبت بالاتر ترکیب در ارتباط باشد (تساتساراکو و همکاران، ۲۰۱٤).

نتایج بافت سنجی نمونه‌ها طی دوره نگهداری در جدول ۳ گزارش شده است. با افزایش میزان آرد نخودچی در فرمولاسیون کیک‌ها، میزان سفتی در روز اول کاهش یافت و در این بین نمونه C100 اختلاف معنی داری ($p<۰/۰۵$) با بقیه داشت. با توجه به نتایج، سفتی بافت تمامی نمونه‌ها طی دوره نگهداری افزایش یافت اما این میزان افزایش بافت تنها در مورد نمونه RC50 طی چهارده روز تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نداشت. برای سایر تیمارها تفاوت سفتی بین روز اول و هفتم معنی‌دار است (به جز نمونه R100) اما تفاوت سفتی بین روز هفتم و چهاردهم معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نیست. با توجه به معادلات برازش شده داده‌های سفتی بافت نمونه‌ها (جدول ٤)، کمترین و بیشترین میزان تغییرات سفتی بافت به ترتیب در نمونه R70C30 و C100 مشاهده شد. نمونه RC50 نیز در مرتبه دوم کمترین میزان تغییرات سفتی بافت طی دوره نگهداری قرار دارد که این مشاهده می‌تواند با روند تغییرات کمتر رطوبت مغز و پوسته آن تأیید گردد. علت اصلی سفت شده بافت کیک‌های بدون گلوتن، کاهش رطوبت و مهاجرت راحت‌تر آن از مغز کیک به سمت پوسته است که در نتیجه عدم حضور گلوتن است. از اینرو افزودن ۵۰ درصد آرد نخودچی با کنترل تبادل رطوبتی، می‌تواند از افزایش سفتی بیش بافت کیک بدون گلوتن طی دوره نگهداری جلوگیری نماید. نتایج با تحقیق گولارتی و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص افزایش سفتی بافت کیک نخودچی-گندم طی بیاتی مطابقت دارد. همچنین، جی و همکاران (۲۰۰۷) نیز سفت شدن بافت کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج طی دوره نگهداری را گزارش کردند (جی و همکاران ۲۰۰۷).

به هم پیوستگی: با توجه به نتایج جدول ۳، به هم پیوستگی بافت نمونه‌ها طی مدت نگهداری کاهش یافت. به طور کلی، طی فرایند بیاتی مغز رطوبت از دست می‌دهد و این خود م تواند عاملی جهت کاهش پیوستگی بافت طی بیاتی باشد. جدول ٥ نشان می‌دهد که کمترین میزان تغییرات به‌هم‌پیوستگی طی نگهداری مربوط به نمونه C100 و سپس R30C70 است. به هم پیوستگی نمونه‌ها با افزایش میزان آرد نخودچی کاهش یافت (روز اول) که نشان‌دهنده کاهش اتصال بین مواد است و نمونه C100 تفاوت معنی‌داری با بقیه داشت.

فنریت: نتایج فنریت بافت نمونه‌ها طی دوره نگهداری در جدول ۳ گزارش شده و با توجه به نتایج، فنریت نمونه‌ها طی این مدت کاهش یافت که براساس معادلات برازش شده در جدول ٥، کمترین میزان تغییرات طی بیاتی مربوط به نمونهC100 و بعد از آن R30C70 است. داده‌های فنریت نمونه‌ها در روز اول نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین آنهاست و افزودن آرد نخودچی اثری بر پارامتر فنریت ندارد.

صمغی بودن: نتایج صمغی بودن بافت نمونه‌های کیک و معادلات برازش شده تغییرات صمغی به ترتیب در جداول ۳ و ٦ گزارش شده است. براساس نتایج، صمغیت بافت طی نگهداری روند متغیری داشته است. تا افزایش ۵۰٪ آرد نخودچی طی بیاتی، حالت صمغی کاهش یافت و بعد از افزایش آرد نخودچی، میزان صمغی بودن طی بیاتی افزایش یافت و کمترین میزان تغییرات صمغی بودن طی نگهداری برای نمونه RC50 مشاهده شد. براساس نتایج، تنها صمغیت برای تیمارهای RC50 و R30C70 طی روزهای اول، هفتم و چهاردهم معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نبود.

آنالیز آماری صمغیت نمونه‌ها در روز اول نشان داد که تیمارهای R100 و C100 به ترتیب بالاترین و کمترین میزان صمغیت را دارند و از اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با بقیه برخوردار هستند.

جدول۳- تغییرات سفتی، به هم پیوستگی، فنریت، صمغیت و قابلیت جویدن نمونه‌های کیک طی دوره نگهداری

آزمون		تیمارها				
		R100	R70C30	RC50	R30C70	C100
سفتی Firmness	روز ۱	۱٤٦۱/۳۷۱±۳۳/۱۲^{bA}	۱۱۹۹/۲۲٤±۳۳/۰۲^{bAB}	۱٤۳۸/۳٤۷±۰۰/۰۳^{aA}	۹٥۸/۳٥٦±٦۷/۲۹^{bAB}	۹۲٤/۱۷۱±۳۳/٥۹^{bB}
	روز ۷	۲۱٤٥/۳۷۲±۰۰/۱٥^{a}	۱٦٤۰/۳۱۰±۳۳/٥۰^{ab}	۱۷۱٦/۲۷٥±۳۳/۸۳^{a}	۱٥۲۳/۳٥٦±٦۷/۲۹^{ab}	۱۹۰۷/٦۱۹±٦۷/۲۰^{ab}
	روز ۱٤	۲٦۹۲/۱۳۹±۰۰/٥۰^{a}	۱۷۱۰/۱٤٥±٦۷/٤۷^{a}	۲۰۹۸/٦۳۱±۰۰/۲۳^{a}	۲۰۳۲/۲۸۲±۳۳/۰٥^{a}	۲٦۱۲/۲۳۸±۰۰/۰٥^{a}
به هم پیوستگی Adhesiveness	روز ۱	۰/۰±٤۸/۰۲^{aA}	۰/۰±٤۷/۰۲^{aAB}	۰/۰±٤۸/۰۲^{aAB}	۰/۰±٤۳/۰۲^{aAB}	۰/۰±٤۱/۰۸^{aB}
	روز ۷	۰/۰±۱۹/۰٤^{b}	۰/۰±۲۷/۰۲^{b}	۰/۰±۳٥/۰٦^{b}	۰/۰±۳٦/۰٤^{ab}	۰/۰±۳٦/۰۸^{a}
	روز ۱٤	۰/۰±۱۹/۰۳^{b}	۰/۰±۲۲/۰۲^{c}	۰/۰±۲٥/۰۳^{c}	۰/۰±۳۱/۰٦^{b}	۰/۰±۳۷/۰٤^{a}
فنریت Springiness	روز ۱	۷/۰±٦٦/۰۷^{aA}	۷/۰±۸۰/۱۹^{aA}	۸/۰±۰٥/۲۰^{aA}	۷/۰±٥۳/٥۲^{aA}	۷/۰±۸۳/٤۹^{aA}
	روز ۷	۷/۰±۳۲/۱۰^{a}	۷/۰±۹٥/۱۱^{a}	۷/۰±۸۰/۲۲^{a}	۷/۰±۹۷/۲۷^{a}	۸/۰±۰٦/۳٤^{a}
	روز ۱٤	٦/۰±۱٥/۰۹^{c}	٦/۰±٤۸/٥٤^{bc}	۷/۰±۲۱/٥٦^{ab}	۷/۰±۷٥/۳٤^{a}	۷/۰±۸۲/۳۰^{a}
صمغیت Gumminess	روز ۱	۷۱۲/۲۰۷±٦۷/٥۱^{aA}	٥٦۷/۱۳۲±٦۷/٥۹^{aABC}	٦۸۹/۱۹٦±٦۷/۷۱^{aAB}	٤۱٦/۱۲٦±۳۳/۷٥^{aBC}	۳٦۹/۱۳±۰۰/۸٥^{bC}
	روز ۷	٤۰۷/٥٤±۳۳/٤٤^{b}	٤٤۳/٥۰±۰۰/۳۲^{ab}	٦۰۲/۱۹٤±۳۳/٥۰^{a}	٥۳٥/٦٥±۳۳/۸۳^{a}	۷۱٦/۳۷۳±۳۳/۸۹^{ab}
	روز ۱٤	٥۲٤/۹۷±٦۷/۳٤^{ab}	۳۷۷/٦۳±٦۷/٤۱^{b}	٥٤۲/۲۲۳±۳۳/۱۳^{a}	٦٤۲/۲۰۰±۰۰/٦۳^{a}	۹٦۰/۱٦۷±۰۰/۱٤^{a}
قابلیت جویدن Chewiness	روز ۱	٥۳/۱٥±۷۰/۷۸^{aA}	٤۳/۹±۳۰/۲۱^{aAB}	٥٤/۱٥±۳۷/۰٥^{aA}	۳۱/۱۱±۱۳/۳۱^{aB}	۲۸/۰±۳۰/۷۰^{bB}
	روز ۷	۲۹/٤±۳۰/۰۱^{b}	۳٤/٤±٥۳/۳٦^{ab}	٤٦/۱٦±۳۳/۱٥^{a}	٤۱/٦±۹۳/٥۰^{a}	٥٦/۳۱±۹۳/۲۲^{ab}
	روز ۱٤	۳۱/٥±٦۰/٦۲^{b}	۲٤/٥±۱۰/۲۰^{b}	۳۹/۱۸±۱۷/٥۰^{a}	٤۹/۱۷±۱۰/۰۰^{a}	۷۳/۹±۳۰/۸۰^{a}

- حروف غیر مشابه کوچک برای هر تیمار نشان دهنده معنی‌دار بودن طی دوره نگهداری، در سطح ۰/۰۵ است
- حروف غیر مشابه بزرگ برای هر پارامتر نشان دهنده معنی‌دار بودن تیمار، در سطح ۰/۰۵ است

جدول۴- مشخصات خطوط برازش شده برای روند تغییرات سفتی نمونه‌های کیک طی چهارده روز نگهداری

تیمار **Treatment**	معادله خط برازش **Regression line equation**	شیب خط برازش **Regression line slope**	R^2
R100	$y = 615.33x + 868.78$	٦۱٥/۳۳	۰/۹۹
R70C30	$y = 255.67x + 1005.4$	۲٥٥/٦۷	۰/۸٥
RC50	$y = 330x + 1090.8$	۳۳۰	۰/۹۹
R30C70	$y = 536.83x + 431.22$	٥۳٦/۸۳	۰/۹۹
C100	$y = 843.83x + 127$	۸٤۳/۸۳	۰/۹۹

جدول۵- مشخصات خطوط برازش شده برای روند تغییرات به هم پیوستگی و فنریت نمونه‌های کیک طی چهارده روز نگهداری

تیمار Treatment	به هم پیوستگی Cohesiveness			فنریت Springiness		
	معادله خط برازش Regression line equation	شیب خط Line slope	R^2	معادله خط برازش Regression line equation	شیب خط Line slope	R^2
R100	$y = -0.145x + 0.579$	-۰/۱٤٥	۰/۷٤	$y = -0.43 + 8.54$	-۰/٤۳	۰/۹٥
R70C30	$y = -0.127x + 0.576$	-۰/۱۲۷	۰/۹۰	$y = -0.66x + 8.73$	-۰/٦٦	۰/٦٦
RC50	$y = -0.112x + 0.583$	-۰/۱۱۲	۰/۹۹	$y = -0.43x + 8.53$	-۰/٤۳	۰/۹٥
R30C70	$y = -0.058x + 0.484$	-۰/۰٥۸	۰/۹۹	$y = -0.11x + 7.54$	-۰/۱۱	۰/۲٤
C100	$y = -0.018x + 0.416$	-۰/۰۱۸	۰/٥٦	$y = -0.01x + 7.91$	-۰/۰۱	۰/۰۰۱

جدول۶- مشخصات خطوط برازش داده شده برای روند تغییرات صمغیت و قابلیت جویدن نمونه های کیک طی چهارده روز نگهداری

تیمار Treatment	صمغیت Gumminess			قابلیت جویدن Chewiness		
	معادله خط برازش Regression line equation	شیب خط Line slope	R^2	معادله خط برازش Regression line equation	شیب خط Line slope	R^2
R100	$y = -94x + 736$	-۹٤	۰/۳۷	$y = -11.1x + 60.3$	-۱۱/۱	۰/٦۷
R70C30	$y = -95x + 653$	-۹٥	۰/۹۷	$y = -9.6x + 53.2$	-۹/٦	۰/۹۹
RC50	$y = -74x + 759$	-۷٤	۰/۹۹	$y = -7.6x + 61.8$	-۷/٦	۰/۹۹
R30C70	$y = 113x + 306$	۱۳۳	۰/۹۹	$y = 8.9x + 22.6$	۸/۹	۰/۹۹
C100	$y = 295x + 91$	۲۹٥	۰/۹۹	$y = 22.5x + 7.8$	۲۲/٥	۰/۹۸

قابلیت جویدن: با توجه به وابستگی پارامتر قابلیت جویدن و صمغیت به هم، قابلیت جویدن طی مدت نگهداری نیز مانند صمغیت روند متغیری داشت. با افزایش ۵۰٪ آرد نخودچی قابلیت جویدن طی بیاتی کاهش یافت و بعد از افزایش میزان آرد نخودچی روند افزایشی داشت و کمترین میزان تغییرات ژارامتر قابلیت جویدن طی بیاتی مربوط به RC50 بود. مشابه پارامتر صمغیت، میزان قابلیت جویدن تیمارهای RC50 و R30C70 طی روزهای اول، هفتم و چهاردهم معنی‌دار ($p<۰/۰٥$) نبود. جی و همکاران (۲۰۰۷) افزایش صمغیت و قابلیت جویدن بافت کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج را طی دوره نگهداری گزارش کردند (جی و همکاران ۲۰۰۷) که با نتایج R30C70 و C100 همخوانی دارد. قابلیت جویدن کیک‌های تولیدی در روز اول نشان داد که با افزایش آرد نخودچی میزان آن کاهش می یابد و نمونه C100 کمترین میزان را نشان داد. به طور کلی، فرایند سفت شدن بافت کیک‌های بدون گلوتن را می‌توان به دو اتفاق نسبت داد که اولین مورد خروج رطوبت از بافت کیک است که منجر به سفت شدن بافت محصول شده و در ادامه، فرایند رتراگراداسیون نشاسته و بیاتی درگیر هستند.

آزمون حرارتی

رتروگراداسیون عامل اصلی بیاتی محصولات نانوایی است. آنتالپی در آزمون کالریمتری روبشی تفاضلی، معادل میزان نشاسته رتروگرید شده است و میزان انرژی لازم برای ذوب کریستال‌های نشاسته رتروگرید شده را بیان می‌کند. آنتالپی نمونه‌ها طی دوره نگهداری در جدول ٥ گزارش شده است. آنتالپی نمونه‌ها در روز اول با افزایش آرد نخودچی افزایش یافت. ژلاتینه شدن کمتر نشاسته برنج منجر به باقی ماندن برخی گرانول‌ها شده که شرایط برای ذوبشان فراهم نگردیده و وارد فرایند ژلاتینه شدن نگردیده‌اند، چنین گرانول‌های بلوری در مرحله قرار دادن در دستگاه در دمای پائین‌تری ذوب می‌شوند و سبب پائین آمدن آنتالپی می‌شوند. بنابراین، احتمالاً تعداد گرانول‌های نشاسته سالم در تیمارهای با میزان بالای آرد برنج بیشتر است که اندازه گرانول کوچکتر آن در مقایه با آرد نخودچی می‌تواند تأییدی بر آن باشد. منحنی‌ها ضمیمه شوند.

از طرف دیگر، آنتالپی تیمارهای R100 و R70C30 طی نگهداری افزایش یافت که این افزایش آنتالپی به معنی افزایش رتروگراداسیون نشاسته است. میزان نشاسته بالاتر آرد برنج در مقایسه با آرد نخودچی می تواند در رتروگراداسیون سریعتر تیمارهای با مقدار بالاتر آرد برنج مؤثر باشد. به طور کلی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در رتروگراداسیون میزان نشاسته، نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین و طول زنجیره جانبی آمیلوپکتین است. بنابراین، رتروگراداسیون به میزان زیادی تحت تأثیر نوع آرد قرار می‌گیرد. عمدتاً در آردهای با محتوای آمیلوز کمتر، دما ژلاتیناسیون و میزان رتروگرید شدن کمتر است (فن و همکاران ۱۹۹۸). از اینرو با افزایش درصد آرد نخودچی طی چهارده روز، میزان آنتالپی کاهش یافت بدین معنی که رتروگرید شدن دیرتر اتفاق می‌افتد که این موضوع با کاهش میزان آمیلوز آرد نخودچی در مقایسه با آرد برنج ارتباط دارد. از بین نمونه‌ها، تیمار RC50 و C100 کمترین تغییرات آنتالپی را طی چهارده روز نشان دادند که تغییرات بافتی کمتر نمونه RC50 با نتایج آزمون حرارتی‌اش مطابقت دارد. جی و همکاران (۲۰۰۷) افزایش آنتالپی طی دوره نگهداری را برای کیک های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج گزارش کردند (جی و همکاران ۲۰۰۷).

جدول۷- تغییرات آنتالپی (ژول بر گرم نمونه) نمونه های کیک طی دوره نگهداری

تیمار	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم
Treatment	**Day 1**	**Day 7**	**Day 14**
R100	٥٢/٣١	١٨٨/٦٤	١٨٠/٣٤
R70C30	٨٩/٨٣	٢٠٦/٣٧	١٩٤/٢١
RC50	١٨٧/٤٨	١٨٧/٧١	١٦٦/٤٧
R30C70	٢٢١/٥٣	١٩٠/٢٩	١٦٦/٩٤
C100	٢٠٣/٥٠	٢٣٠/٨٧	١٩٢/٦٠

نتیجه گیری

رطوبت مغز و پوسته کیک‌های بدون گلوتن حاصل از آرد برنج و نخودچی به ترتیب روند کاهشی و افزایشی نشان دادند. نمونه RC50 و بعد R30C70 نسبت به بقیه تیمارها کمترین میزان تغییرات را نشان دادند. رطوبت پوسته تمامی نمونه‌ها طی مدت نگهداری پیوسته افزایش یافت که افزایش میزان رطوبت پوسته در مورد نمونه‌های R100، R70C30 و RC50 معنی‌دار ($p<۰/۰٥$) بود. فعالیت آبی نمونه‌ها طی دوره نگهداری کاهش یافت و کمترین میزان تغییرات فعالیت آبی طی نگهداری مربوط به RC50 و بیشترین تغییرات مربوط به نمونه R100 است. سفتی بافت تمامی نمونه‌ها طی دوره نگهداری افزایش یافت اما این میزان افزایش بافت تنها در مورد نمونه RC50 طی چهارده روز تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰٥$) نشان نداد. کمترین و بیشترین میزان تغییرات سفتی بافت به ترتیب در نمونه R70C30 و C100 مشاهده شد. به هم پیوستگی و فنریت بافت نمونه‌ها طی مدت نگهداری کاهش یافت. نمونه C100 و سپس R30C70 کمترین میزان تغییرات به‌هم‌پیوستگی و فنریت را نشان دادند. صمغیت و قابلیت جویدن نمونه ها تا ٥٠٪

آرد نخودچی روند کاهشی و سپس افزایشی داشت. آنتالپی نمونه‌ها در روز اول با افزایش آرد نخودچی افزایش یافت و نتایج آنالیز حرارتی نشان داد که آنتالپی R100 و R70C30 طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد. RC50 و C100 کمترین تغییرات آنتالپی را نشان دادند که تغییرات بافتی کمتر گزارش شده نمونه RC50 با آزمون حرارتی اش مطابقت دارد. براساس نتایج بالا، می توان بیان کرد که۵۰٪ جایگزینی آرد نخودچی در فرمولاسیون کیک‌های بدون گلوتن، مناسب است.

منابع مورد استفاده

ابراهیم‌پور ن، پیغمبردوست س ه، آزادمرد دمیرچی ص، ۱۳۸۹، تأثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگی‌های کیفی نان حجیم بدون گلوتن، مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳، ۹۸-۸۵.

ایوبی ا، حبیبی نجفی م، کریمی، م، ۱۳۸۷، تأثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و صمغ‌های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکو شیمیایی کیک روغنی، مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ٤، ٤٦-٣٤.

لشکری ف، ۱۳۹۱. بررسی ارقام برنج ایرانی در تولید نان فاقد گلوتن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

موحد سارا، رنجبر س، احمدی چنارین ح، ۱۳۹۲، ارزیابی ویژگی های شیمیایی، بیاتی، و ارگانولپتیکی کیک های بدون گلوتن حاوی صمغ های زانتان و کربوکسی متیل سلولز، مهندسی بیوسیتم ایران، ۲، ۱۷۳-۱۷۸.

AACC, 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., and Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

Fan J and Marks BP, 1998. Retrogradation kinetics of rice flours as influenced by cultivar. Cereal Chemistry 75: 153-155.

Gelinas P and Gullet M, 1999. Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf-life test. Journal of Food Science 64: 937-940.

Gomez M, Ronda F, Caballero PA, Blanco CA and Rosell CM, 2005. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocolloids 21: 167-173.

Gomez M, Oliete B, Rosel MC, Pando V and Fernandez E, 2008. Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. LWT- Food Science and Technology 41: 1701-1709.

Gujral HS, Guardiola I, Carbonell JV and Rosser CM, 2003. Effect of cyclodextrinase on dough Rheology and bread quality from rice flour. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 3814-3818.

Gularte MA, Gomez M and Rosell CM, 2012. Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes. Food Bioprocess Technology 5: 3142-3150.

Ji Y, Zhu K, Qian H and Zhou H. 2007. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. Food Chemistry 104: 53-58.

Kamalit K, Baljeet S and Amarjeet K, 2010. Preparation of bakery products by incorporating pea flour as a functional ingredient. American Journal of Food Technology 5: 130-135.

Rakker PS, 2007. Development of gluten-free commercial bread. Master of Science Thesis. Auckland University of Technology, New Zealand.

Tsatsaragkou K, Papantoniou M and Mandala L, 2014. Rheological, physical, and sensory attributes of gluten-free rice cakes containing resistant starch. Journal of Food Science. 80: 341-348.

Effect of rice flour substitution with chickpea on staling of gluten-free cake

P Fard[1], J Mohammadzaheh Milani[2] and M R Kasaai[2]

Received: September 22, 2016 Accepted: January 7, 2017
[1]MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[*]Corresponding author: Email: jmilany@yahoo.com

Abstract
Celiac disease is an autoimmune disorder in which the patient is permanently exposed to gluten intolerance during their life. The only effective method for celiac disease is strict adherence to a gluten-free diet. So, attention to the high quality food production without gluten is important. The aim of this study was evaluation of quality and textural properties (moisture, water activity, textural properties, and thermal analysis) of gluten-free cake produced by rice flour (R) with different percent of chickpea flour (C) as a substituent. The effects of different percent of chickpea flour as a substituent for the rice flour as follows: 0.0% of C (R100), 30% of C (R30C70), 50% of C (RC50), 70% of C (R70C30), and 100% of C (C100), during storage (1, 7, and 14 days) on moisture content, water activity, textural and thermal properties of cake were investigated. During storage, moisture of crumb of the samples decreased ($P<0.05$), whereas moisture of crust increased ($P<0.05$). The sample RC50 showed the least changes of crumb moisture content. No significant changes in water activity ($P<0.05$) of most samples were observed, and in a few samples, water activity of samples decreased during storage. The sample RC50 had the least water activity changes. The firmness of samples increased during storage, however this increment was not significant ($P<0.05$) in the case of RC50. Adhesiveness and springiness of samples decreased during storage. The samples C100 and R30C70 showed the least changes, respectively. Gumminess and chewiness of the samples up to 50 percent chickpea flour addition decreased and then increased at higher level. RC50 and C100 showed the least enthalpy changes. A Smaller change in textural property for the RC50 was in accordance to its thermal analysis. 50 percent of chickpea flour replacement can be suggested in the formulation of gluten-free cakes.

Keywords: Gluten-free cakes, Rice flour, Chickpea flour, Staling