

تغییرات ترکیبات فراسودمند و برخی ویژگی‌های شیمیایی در کیک غنی شده با جوانه گندم

فروغ زارع‌نژاد^۱، صدیف آزادمرد دمیرچی^{۲*}، سیده‌های پیغمبردوست^۲، محبوب نعمتی^۳، سید عباس رأفت^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* نویسنده مسئول (sodeifazadmard@yahoo.com)

۳- دانشیار گروه فارماکولوژی و کنترل مواد غذایی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۴- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۳۰

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۱۰

واژه‌های کلیدی

اسید چرب ضروری

توکوفرول

جوانه گندم تثبیت‌شده

جوانه گندم خام

کیک

جوانه گندم یک مکمل غذایی مغذی و سالم است که می‌تواند در جلوگیری از سرطان‌ها و دیگر مشکلات سلامتی مؤثر باشد. در این مطالعه، اثر افزودن جوانه گندم خام و تثبیت‌شده بر ویژگی‌های شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای کیک مطالعه شد. جوانه گندم خام تثبیت‌شده و سپس آسیاب شد و جوانه گندم خام و تثبیت‌شده در مقدارهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به فرمولاسیون کیک افزوده شد. ویژگی‌های تغذیه‌ای کیک‌های غنی شده با ۲۰ درصد جوانه گندم مانند میزان پلی‌فنول‌ها، پروفایل اسیدهای چرب و میزان توکوفرول‌ها و برخی ویژگی‌های شیمیایی مانند اسیدیته و پراکسید مورد ارزیابی قرار گرفت و همین‌طور ویژگی‌های حسی در همه تیمارهای غنی‌شده با جوانه گندم ارزیابی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که مقدار پلی‌فنول‌ها از ۲۶۳/۲ پی‌پی‌ام در کیک شاهد به ۳۲۶ پی‌پی‌ام و ۲۹۶/۱۹ پی‌پی‌ام به ترتیب در کیک‌های دارای جوانه گندم خام و تثبیت‌شده افزایش یافت. با افزودن ۲۰ درصد جوانه گندم در فرمول کیک، کاهش در اسیدهای چرب اشباع و افزایش در اسیدهای چرب غیر اشباع به ویژه اسید لینولئیک مشاهده شد. افزایش در مقدار α -توکوفرول و β -توکوفرول نیز در کیک‌های غنی‌شده مشاهده شد ($P < 0.05$). بررسی اسیدیته و پراکسید نشان داد که کیک کنترل دارای اسیدیته و پراکسید بالاتر نسبت به کیک‌های غنی‌شده بود.

مقدمه

کیک‌ها شهرت ویژه‌ای دارند و در نظر مصرف‌کنندگان به صورت یک محصول خوشمزه با ویژگی‌های ارگانولپتیک ویژه هستند (Matsakidou et al., 2010). کیک‌ها با استفاده از مقدار زیادی چربی تهیه می‌شوند. به دلیل انرژی و کالری بالا و وجود مقدار زیاد شکر و چربی در فرمول آن، مصرف مداوم و طولانی مدت این ماده غذایی چاقی و به دنبال آن

غلات از اولین غذاهای شناخته شده بشر بوده که از زمان‌های بسیار کهن تاکنون همواره نقش بسیار مهمی در اقتصاد و تغذیه مردم دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه داشته است (پایان، ۱۳۸۴). محصولات پخت یکی از مواد غذایی هستند که در دنیا بیشترین مصرف را دارند. در بین این محصولات،

سلول‌ها، در جلوگیری از بیماری‌های کرونری خاص مؤثرند (Kornsteiner *et al.*, 2006). جوانه گندم در اسیدهای چرب غیراشباع به ویژه اسیدهای اولئیک، لینولئیک و α -لینولئیک و در مواد فراسودمند جزئی به ویژه فلاونوئیدها، استرول‌ها، اکتاکوزانول‌ها و گلوکوتایون غنی است (Rizzello *et al.*, 2010). پروتئین جوانه گندم دارای ارزش تغذیه‌ای بالاست که قابل مقایسه با پروتئین‌های حیوانی است و از نظر اسیدهای آمینه ضروری لیزین، متیونین و ترئونین که خیلی از غلات دارای کمبود هستند، غنی می‌باشد (Arshad *et al.*, 2007). اسیدآمینه ضروری تریپتوفان در جوانه گندم وجود ندارد، و اسید آمینه غیرضروری سیستمین از اسیدهای آمینه محدودکننده در جوانه گندم است (Zhu *et al.*, 2006).

با توجه به ارزش تغذیه‌ای جوانه گندم، این محصول در فرمول کیک استفاده شد. هدف از این تحقیق، تعیین ارزش تغذیه‌ای و میزان ترکیبات فراسودمند در کیک غنی‌شده با جوانه گندم خام و تثبیت‌شده و بررسی تغییرات برخی از ویژگی‌های شیمیایی مهم در طول نگهداری و میزان مقبولیت توسط مصرف‌کننده در محصول جدید تولید شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند در تولید محصولی جدید که ویژگی‌های آن بهتر از محصول قبلی بوده و مصرف‌کننده با اطمینان بیشتر به فواید آن، این محصول را مصرف نماید، مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

آرد نول، شکر آسیاب شده، روغن هیدروژنه نیمه جامد، وانیل، بیکینگ پودر، شیرخشک، پودر آب پنیر و تخم‌مرغ از فروشگاه‌های مواد غذایی تهیه شد.

تهیه جوانه گندم

گندم از فروشگاه‌های محلی خریداری شد و در دمای محیط و رطوبت ۹۰ درصد و در محل تاریک تا رشد جوانه به اندازه مطلوب (تا ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر) تیمار شد. سپس جوانه‌ها به صورت دستی جداسازی شد و به صورت روزانه مورد استفاده قرار گرفت.

مشکلات سلامتی ایجاد می‌کند (Sowmya *et al.*, 2009). این روزها مصرف‌کنندگان، مواد غذایی آماده و رژیم‌های غذایی با کالری پایین، کلسترول پایین، چربی پایین یا به عبارت دیگر مواد غذایی سالم را ترجیح می‌دهند و به رابطه بین رژیم غذایی و بیماری بیشتر آگاه شده‌اند. با توجه به تلاش‌ها برای کاهش بروز بیماری‌هایی مثل سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی (CHD) و بهبود سلامتی، گسترش غذاهای غنی از مواد گیاهی و ضد سرطان می‌تواند نقشی اساسی در تضمین سلامتی داشته باشد (Sidhu *et al.*, 2001). گسترش محصولات فقط محدود به تولید محصولات غذایی متفاوت نیست بلکه شامل تجدید محصول، توسعه خطوط و فرمولاسیون دوباره مواد موجود است. در بین سامانه‌های مواد غذایی مختلف با ارزش افزوده، محصولات پخت یک فرصت عالی برای ترکیب بخش‌های قابل خوردن دانه‌ها، سبزی‌ها یا دیگر منابع غذایی غیر متداول را که مورد غفلت قرار گرفته‌اند، فراهم می‌کند (Nasir *et al.*, 2009).

جوانه گندم محصول جانبی صنایع آسیاب است که برای غذای دام و تولید روغن به کار می‌رود. پس‌ماند سالانه جوانه گندم در دنیا ۲۵۰۰۰۰۰۰ تن ارزیابی می‌شود (Rizzello *et al.*, 2010). جوانه گندم جزء سازنده دانه گندم با بالاترین ارزش تغذیه‌ای و منبع بی‌نظیری از مواد مغذی تغلیظ شده است. روغن جوانه گندم یکی از غنی‌ترین منابع طبیعی α -توکوفرول‌ها است (Eisenmenger & Dunford, 2008) همچنین منبع غنی از فیتواسترول‌ها، پلی‌کوزانول‌ها، ویتامین‌های گروه B، اسیدهای چرب غیراشباع، پروتئین، فیبر رژیمی و مواد معدنی است (Zhu *et al.*, 2006). مقدار کل ویتامین E در روغن جوانه گندم ۱۳۰۰ ppm است (Hassanein *et al.*, 2009). این ویتامین یک ویتامین محلول در چربی است. α -توکوفرول بالاترین فعالیت ویتامین E را دارد که آن را به مهمترین توکوفرول برای جلوگیری از گرفتگی شریان‌ها تبدیل می‌کند (Hassanein *et al.*, 2009). توکوفرول‌ها علاوه بر حفاظت سلول‌های بدن از آسیب رادیکال‌های آزاد و تعویق در فرایند پیری

روش تولید کیک

خمیر کیک با استفاده از روش شکر-خمیر و بر اساس جدول ۱ طبق روش پیغمبردوست (۱۳۸۸) تهیه شد و جوانه گندم در مرحله تهیه خمیر به آن افزوده شد. پس از تهیه خمیر کیک، ۴۰ گرم خمیر در قالب‌هایی به ابعاد ۸ × ۵ × ۴ سانتی‌متر ریخته شده و به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه در فر با دمای ۲۰۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد پخت گردید. پس از پخت، خنک کردن در دمای محیط به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه انجام گرفت. سپس کیک‌ها در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی با درز بندی حرارتی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام تجزیه‌های بعدی نگهداری شدند. پخت نمونه‌ها در دو تکرار و آزمون‌های در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در تهیه کیک‌ها در جدول ذکر شده است.

پایدار سازی جوانه گندم طبق روش Srivastava و همکاران (۲۰۰۷) با اندکی اصلاح انجام گرفت. جوانه‌ها با استفاده از بخاردهی در فشار اتمسفر برای ۱۵ دقیقه و خشک کردن در آن (Memmert, Germany) در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه تثبیت شدند. جوانه‌های گندم خام و تثبیت‌شده به وسیله آسیاب Molinex خرد شد و در مقادیر ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن آرد به کیک افزوده شد.

آزمون‌های آرد کیک

رطوبت آرد با استفاده از روش AACC 44-15، خاکستر با روش AACC 08-01، گلوتن مرطوب با روش AACC 38-10، رسوب زنی بر اساس روش AACC 56-60، اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- مراحل تهیه خمیر با روش شکر-خمیر

مواد اولیه	درصد بر اساس وزن آرد	روش
روغن	۵۷	کرم کردن تا تولید رنگ روشن انجام شد (در حدود ۱۰ دقیقه)
شکر	۷۲	
تخم‌مرغ	۷۲	در ۴-۵ قسمت اضافه گردید
آرد	۱۰۰	با هم الک شده و افزوده شد تا خمیر بصورت نیمه صاف درآمد
بیکنگ پودر	۱/۳۴	
شیر خشک	۲	
وانیل	۰/۵	
پودر آب پنیر	۴	
آب	۲۵	بعد از افزودن خمیر بصورت صاف درآمد

جدول ۲- فرمولاسیون مورد استفاده در تهیه کیک

کنترل	R5	R10	R15	R20	S5	S10	S15	S20	تیمار
-	٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰	-	-	-	-	جوانه گندم خام
-	-	-	-	-	٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰	جوانه گندم تثبیت شده

R: خام S: تثبیت‌شده

آزمون‌های کیک

چرب، توکوفرول، اسیدیتته و عدد پرکسید مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اینکه اسیدیتته و پراکسید از معیارهای کیفی مهم کیک می‌باشند، بنابراین تغییرات این دو پارامتر در طول ۹۰ روز نگهداری، هر ۳۰ روز یک‌بار، مطابق روش (AOAC,

مقدار چربی به روش سوکسله با استفاده از روش Al-Rashdan و همکاران (۲۰۱۰) اندازه‌گیری شد و استخراج چربی به روش سرد با استفاده از روش Mentos و همکاران (۲۰۰۸) انجام گردید. روغن به دست آمده برای اندازه‌گیری پلی‌فنول‌ها، پروفایل اسید

2005) اندازه‌گیری شد. پلی‌فنول‌ها به روش Guttinger (۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد.

مقدار از روش استاندارد خارجی (آزادمرد دمیرچی، ۱۳۹۱) استفاده شد.

تعیین پروفایل اسیدهای چرب

برای اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای چرب، ابتدا متیل استر اسیدهای چرب تهیه گردید و تجزیه متیل استر اسیدهای چرب مطابق روش Azadmard-Damirchi & Dutta (۲۰۰۶) انجام گرفت. به منظور تجزیه متیل استر اسیدهای چرب، از دستگاه گاز کروماتوگرافی GC (6890N, AGILENT, VSA) مجهز به ستون مویینی سیلیکایی BPX ۷۰ (SGE, Austin, USA) با طول ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای اولیه ۸۰ درجه سانتی‌گراد بود و با سرعت ۱۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید و در این دما ۱۰ دقیقه نگهداری شد، سپس با افزایش ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید و در این دما ۵ دقیقه نگهداری شد. دمای محل تزریق ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان گاز حامل (هلیوم) ۱ میلی‌لیتر در دقیقه بود. روش تزریق به GC به صورت Split (۹۰/۱۰) صورت گرفت، مقدار تزریق ۱ میکرولیتر بود.

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی کیک توسط ۱۵-۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده با روش AACC 10-90 اصلاح شده و بر اساس روش Ronda و همکاران (۲۰۰۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور از فرم ارزیابی هدونیک ۵ نقطه‌ای برای بررسی این ویژگی‌ها (خلل و فرج، نرمی و سفتی بافت، خشک یا خمیری بودن بافت در حین جویدن، رنگ پوسته، رنگ مغز و عطر و طعم کیک) استفاده شد.

طرح آماری

ویژگی‌های کیک‌های تهیه شده با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با رویه مدل‌های خطی تعمیم یافته GLM (General Linear Model) نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. در صورت معنی‌دار بودن اثرات مورد بررسی در جدول تجزیه واریانس مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و توکی با سطح احتمال خطا ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

قابلیت نگهداری ضعیف جوانه گندم، به دلیل وجود مقدار بالای چربی‌های غیراشباع و آنزیم‌های اکسیدکننده و هیدرولیزکننده (Srivastava et al., 2009) لپپاز و لیپواکسیژناز محصول را بسیار حساس به تندی می‌سازد و باعث تخریب اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌ها می‌شود و ویژگی‌های حسی ضعیف و بی‌ثبات را در مواد پخت تولید شده از آرد گندم شامل جوانه، به ویژه در طول نگهداری را ایجاد می‌کند و محدودیت اصلی در کاربرد آن را مطرح می‌سازد. تلاش متعددی برای گسترش فرایندها برای تثبیت و بهبود ماندگاری جوانه انجام شده است. تحقیقات گزارش شده در مورد تثبیت جوانه گندم شامل: ۱. غیرفعال کردن آنزیم‌ها تحت تیمارهای پخت حرارتی، مایکروویو و اکستروژن ۲. جداسازی بخش روغن از جوانه گندم (Rizzello et al., 2010)

اندازه‌گیری توکوفرول‌ها

اندازه‌گیری مقدار توکوفرول‌ها، مطابق روش Fathi-achachlouei و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا HPLC ساخت شرکت KNAUER آلمان انجام شد. به این منظور ستون LICHROSORB SI ۶۰-۵ با ابعاد ۲۵۰ × ۴/۶ میلی‌متر و اندازه ذرات ۵ میکرولیتر، پمپ KNAUER ۱۰۰۰ و آشکارساز فلورسنس ۵۵۱ RF- KNAUER مورد استفاده قرار گرفت. فاز متحرک ترکیبی از n-هگزان: ایزوپروپانول (۶:۹۴) بود. سرعت جریان فاز متحرک ۰/۵ میلی‌لیتر در دقیقه بود. مقدار تزریق نمونه ۱۰ میکرولیتر و دمای ستون برابر دمای اتاق بود. بر اساس زمان بازداری α -توکوفرول و نیز کروماتوگرام حاصل از نمونه‌های روغن، ترکیبات توکوفرولی در نمونه‌ها مشخص گردید. جهت تعیین

بروز تغییرهای نامطلوب به کار می‌رود (حامدی و همکاران، ۱۳۸۳). فرایند تثبیت همانطور که در جوانه گندم انجام می‌گیرد، در برخی از منابع روغنی مانند میوه‌های نخل، زیتون و سبوس برنج که فعالیت آنزیمی زیادی دارند نیز به کار می‌رود (حامدی و همکاران، ۱۳۸۳).

۳. بسته‌بندی در بسته‌های کامپوزیت ۳ لایه با پوشش پلی‌اتیلن (Srivastava *et al.*, 2009). ۴. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها ۵. استفاده از بیوتکنولوژی خمیرترش جوانه گندم تخمیرشده (Rizzello *et al.*, 2010). تثبیت گرمایی روشی است که برای غیرفعالسازی آنزیم‌های میوه‌ها و سبزی‌ها به منظور جلوگیری از

جدول ۳- ویژگی‌های آرد مصرفی

ویژگی	درصد
رطوبت	۱۳/۵۶
گلوتن مرطوب	۲۳/۸
خاکستر	۰/۴
عدد زلنی	۱۷

جدول ۴- میزان چربی در تیمارهای مختلف کیک

میزان چربی	کیک کنترل	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم تثبیت‌شده
درصد	۲۴/۶ ^b ± ۰/۴۳	۲۵/۲۳ ^{ab} ± ۰/۱۶	۲۵/۶۱ ^a ± ۰/۲۳

گندم به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) بالاتر از کیک شاهد است. کیک‌های غنی شده با جوانه گندم خام دارای α -توکوفرول و β -توکوفرول بیشتری نسبت به کیک‌های دارای جوانه گندم تثبیت‌شده می‌باشند و احتمالاً به دلیل فرایند تثبیت در جوانه گندم تثبیت شده می‌باشد که حرارت باعث از بین رفتن مقداری از توکوفرول‌ها شد.

۷- توکوفرول‌ها در کیک شاهد به طور معنی‌داری بالاتر از کیک‌های غنی‌شده با جوانه گندم بود که به دلیل کم بودن مقدار این ترکیب در روغن جوانه گندم نسبت روغن مورد استفاده در ترکیب کیک می‌باشد. کیک‌های دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام نیز به طور معنی‌داری ۷-توکوفرول بالاتری نسبت به کیک‌های دارای ۲۰ درصد جوانه گندم تثبیت‌شده داشتند.

Bansal و همکاران (۲۰۱۱) ویژگی‌های تغذیه‌ای و کیفی بیسکوئیت‌های تهیه شده با ۴۰ درصد جوانه گندم بخاردهی شده و چربی‌گیری شده را بررسی کردند. آنان گزارش کردند که محتوای ویتامین E در نمونه کنترل و بیسکوئیت‌های تهیه شده با جوانه گندم چربی‌گیری شده قابل شناسایی نبود، در حالیکه بیسکوئیت‌های تهیه شده با جوانه گندم بخاردهی شده دارای ۲/۲۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ویتامین E بودند.

پلی‌فنل

بررسی نتایج حاصل نشان داد که افزودن جوانه گندم در فرمولاسیون کیک باعث افزایش مقدار پلی‌فنل در کیک‌های غنی‌شده گردید (جدول ۵). مقدار ترکیبات پلی‌فنلی در کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) بالاتر از کیک شاهد است. این نتیجه به دلیل مقدار بالای ترکیبات پلی‌فنلی در جوانه گندم خام می‌باشد. ترکیبات فنلی به دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی اهمیت ویژه‌ای در مواد غذایی و سلامتی بشر دارند. این ترکیبات باعث کاهش ^۱LDL، کاهش خطر بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطان می‌شود (Baydar *et al.*, 2004).

توکوفرول‌ها

مقدار توکوفرول‌ها در کیک‌های تهیه شده با جوانه گندم نسبت به کیک شاهد به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت، (جدول ۶) زیرا جوانه گندم یکی از غنی‌ترین منابع طبیعی توکوفرول‌هاست. مقدار α -توکوفرول و β -توکوفرول در کیک شاهد ناچیز است. مقدار این ترکیبات در کیک‌های دارای جوانه

جدول ۵- ترکیبات پلی فنلی (پی پی ام) در نمونه های مختلف

پلی فنل	کیک شاهد	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم تثبیت شده
پلی فنل	۲۶۳/۲۱±۲/۲۴ ^b	۳۲۶/۰۷±۰/۲۰ ^a	۲۹۶/۱۹±۷/۰۳ ^{ab}

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0.05$ و حروف مشابه نشان دهنده اختلاف غیر معنی دار است

جدول ۶- ترکیبات توکوفرولی (پی پی ام) در نمونه های مختلف کیک

توکوفرول	کیک شاهد	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم
α -توکوفرول	۲۲۰/۱ ^c ±۲/۵	۳۴۰/۰ ^a ±۴/۷	۳۰۰/۷ ^b ±۴/۵
β -توکوفرول	-	۱۹۵/۸ ^a ±۱/۲	۱۲۸/۳ ^b ±۲/۵
γ -توکوفرول	۲۷۰/۳ ^a ±۳	۲۴۰/۱ ^b ±۲/۸	۲۲۰/۲۱ ^c ±۳/۵

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0.05$ و حروف مشابه نشان دهنده اختلاف غیر معنی دار است.

پروفایل اسیدهای چرب

روغن جوانه گندم دارای ۸۱ درصد اسیدهای چرب غیراشباع و ۶۴ درصد اسیدهای چرب چند غیراشباعی است (Eisenmenger *et al.*, 2008). این روغن شامل مقدار قابل قبولی اسید اولئیک است که یک اسیدچرب تک غیراشباع می باشد که اهمیت زیادی به دلیل ارزش تغذیه ای و افزایش پایداری روغن ها دارد، همین طور دارای اسید لینولئیک و اسید لینولنیک است که اسیدهای چرب چند غیراشباعی و ضروری هستند که برای عملکرد فیزیولوژیکی بدن انسان لازم است و به وسیله بدن ساخته نمی شود (Hassanein *et al.*, 2009).

نتایج نشان داد که مقدار اسید پالمیتیک (۱۶:۰)، استئاریک (۱۸:۰) و اسید اولئیک (۱۸:۱) در کیک شاهد به طور معنی داری ($P < 0.05$) بالاتر از کیک های دارای جوانه گندم بود (جدول ۸). بالاتر بودن مقدار این اسیدهای چرب در کیک شاهد نسبت به کیک های دارای جوانه گندم به دلیل وجود مقدار کم از این اسیدهای چرب در ترکیب جوانه گندم می باشد. اسید لینولئیک (۱۸:۲) یک اسید چرب ضروری (ω۶) است که می تواند در کاهش میزان کلسترول خون و خطر ابتلا به بیماری های قلبی و عروقی مؤثر باشد (Negro *et al.*, 2003). در کیک های دارای جوانه گندم به طور معنی داری ($P < 0.05$) بیشتر از کیک شاهد بود که به دلیل حضور مقدار بالای اسید لینولئیک در ترکیب روغن جوانه گندم می باشد. تفاوت معنی دار بین مقدار این اسید چرب در کیک های دارای جوانه خام و تثبیت شده ناشی از فرایند تثبیت می باشد زیرا حرارت باعث تسریع

اکسایش می شود (فاطمی، ۱۳۸۳) و اکسایش مقدار این اسید چرب را کاهش می دهد. مقدارهای کم اسید لینولنیک در روغن های خوراکی مطلوب است، زیرا اسید لینولنیک به آسانی اکسید می شود. بنابراین مقادیر بالای این اسید چرب می تواند در روغن تولید بو و طعم نامطلوب کند، و پایداری و ماندگاری روغن را کاهش دهد (Hassanein *et al.*, 2009). مقدار اسید لینولنیک (۱۸:۳) در کیک های غنی شده با جوانه گندم خام به طور معنی داری بالاتر از کیک شاهد بود. کاهش معنی دار در این اسید چرب در کیک های دارای ۲۰ درصد جوانه گندم تثبیت شده نسبت به کیک های دارای جوانه گندم خام ممکن است، به دلیل فرایند تثبیت در جوانه گندم تثبیت شده باشد.

بنابراین به دلیل غنی بودن جوانه گندم در ترکیبات آنتی اکسیدانی و نقش محافظت کنندگی این ترکیبات در برابر اکسیداسیون ناشی از حرارت پخت، اسیدهای چرب موجود در جوانه گندم به ویژه اسیدهای چرب غیراشباع در اثر حرارت پخت از بین رفته و باعث افزایش در ارزش تغذیه ای کیک های غنی شده و کاهش اسیدهای چرب اشباع و افزایش در محتوای اسیدهای چرب غیراشباع ضروری شد.

Sowmya و همکاران (۲۰۰۹) ویژگی های کیفی و پروفایل اسیدهای چرب کیک های تولید شده با جانشینی چربی کیک با روغن کنجد را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که پروفایل اسیدهای چرب کیک های با ۵۰ درصد روغن کنجد، ۲/۴ برابر کاهش در محتوای اسید پالمیتیک و ۵/۹ برابر افزایش در محتوای اسیدهای چرب ضروری را نشان داد.

جدول ۷- پروفایل اسیدهای چرب جوانه گندم (درصد) *

اسید چرب	جوانه گندم خام	جوانه گندم تثبیت شده
۱۶:۰	۱۶/۱ ^c	۱۶/۱ ^c
۱۸:۰	۰/۵ ^c	۰/۵ ^c
۱۸:۱	۱۵/۵ ^c	۱۴/۹ ^c
۱۸:۲	۵۵/۷ ^a	۵۴/۸ ^a
۱۸:۳	۶/۳ ^a	۵/۹ ^a

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0/05$ و حروف مشابه نشان دهنده اختلاف غیر معنی دار است. CV/ کمتر از ۵ است.

* زارع نژاد و همکاران، ۱۳۹۲

جدول ۸- پروفایل اسیدهای چرب کیک‌های تهیه شده با جوانه گندم (درصد)

اسید چرب	کیک شاهد	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام	کیک دارای ۲۰ درصد جوانه گندم تثبیت شده
۱۶:۰	۱۹a±۱	۱۸/۱ ^b ±۰/۵	۱۸/۳ ^b ±۱
۱۸:۰	۱۸/۱ ^a ±۱	۱۶ ^b ±۰/۵	۱۶/۳ ^b ±۱
۱۸:۱	۳۰/۱ ^a ±۱/۵	۲۸/۷ ^b ±۱/۵	۲۸/۳ ^b ±۱/۹
۱۸:۲	۲۰/۵ ^d ±۱/۷	۲۴/۷ ^b ±۱/۲	۲۳ ^c ±۲
۱۸:۳	۲/۳ ^c ±۰/۱	۲/۶ ^b ±۰/۱	۲ ^c ±۰/۱

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0/05$ و حروف مشابه نشان دهنده اختلاف غیر معنی دار است. CV/ کمتر از ۵ است.

اسیدیته

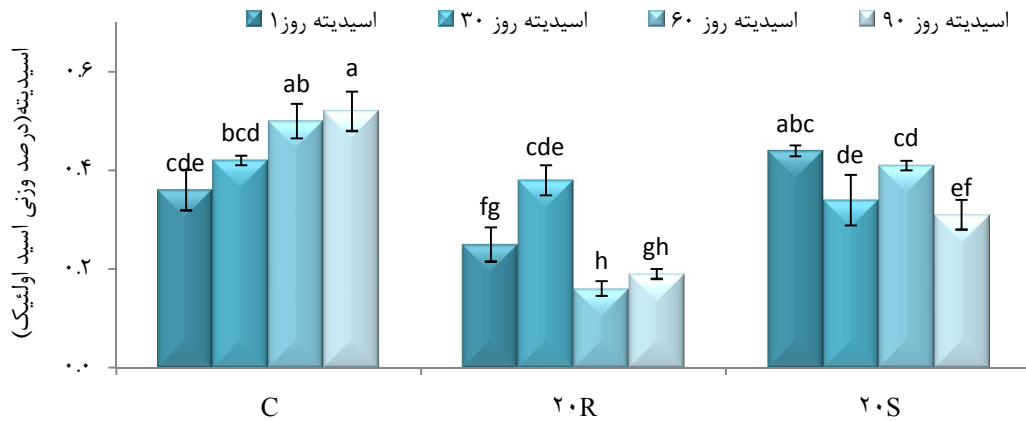
معنی داری افزایش یافت اما کیک‌های دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام و تثبیت شده در طول نگهداری روند منظم و معنی داری نداشت و دلیل علمی معتبر و قانع کننده‌ای برای این نتایج بدست نیامد، بنابراین اسیدیته در کیک‌های غنی شده با جوانه گندم و تغییرات آن در طول نگهداری، نیاز به بررسی و مطالعه علمی بیشتری دارد. این احتمال وجود دارد که برخی از ترکیبات موجود در جوانه گندم مانعی برای هیدرولیز و افزایش اسیدهای چرب آزاد باشد. با توجه به اینکه در صورت تغییر اسیدیته، این پارامتر بیشترین تغییر را در نمونه‌های دارای ۲۰ درصد جوانه گندم می‌تواند داشته باشد بنابراین اسیدیته فقط در کیک‌های غنی شده با ۲۰ درصد جوانه گندم بررسی شد و این نتیجه را می‌توان به نمونه‌های با درصد پایین تر جوانه گندم نیز تعمیم داد.

Pinarli و همکاران (۲۰۰۴) اثر نگهداری روی ویژگی‌های انتخابی ماکارونی تقویت شده با جوانه گندم خام و مایکروویو شده را بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان اسیدیته ماکارونی‌های تقویت شده در روز تولید و بعد از نگهداری به مدت یک سال، بیشتر از نمونه کنترل بود. نمونه‌های دارای جوانه گندم خام اسیدیته بالاتری از نمونه‌های دارای جوانه گندم

اسیدیته عبارت است از مقدار اسیدهای چرب آزاد موجود در چربی، که توسط میلی گرم هیدروکسید پتاسیم مورد نیاز برای خنثی کردن آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. اسیدیته اندازه‌گیری غیرمستقیم محتوای اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن است و از این رو شاخص تازگی محصول است. اسیدیته بالاتر مستعد بودن روغن به رنسدیتی را نشان می‌دهد (Nasir et al., 2009). نتایج حاصل نشان داد که هر سه نمونه شاهد و نمونه‌های تهیه شده از جوانه گندم خام و جوانه گندم تثبیت شده تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند (شکل ۱). کیک کنترل در مجموع ۹۰ روز نگهداری بالاترین اسیدیته را داشت و کیک تهیه شده از جوانه گندم خام دارای کمترین اسیدیته بود. بالاتر بودن اسیدیته در کیک‌های تهیه شده از جوانه گندم تثبیت شده (S) نسبت به جوانه گندم خام (R)، احتمالاً به دلیل فرایند تثبیت قبل از پخت در جوانه‌های گندم تثبیت شده می‌باشد. در طول تثبیت می‌تواند به دلیل حرارت، مقداری آبکافت صورت گیرد که علت افزایش اسیدیته در نمونه تثبیت شده هم احتمالاً مربوط به آن است. اسیدیته کیک کنترل در مجموع ۹۰ روز نگهداری به طور

لیپوکسیژناز است که اسیدیته را در طول نگهداری افزایش می‌دهد.

میکروویو شده داشتند. این محققان علت این امر را این طور گزارش کردند که جوانه گندم دارای مقدار بالایی اسید چرب غیراشباع و آنزیم‌ها به ویژه لیپاز و



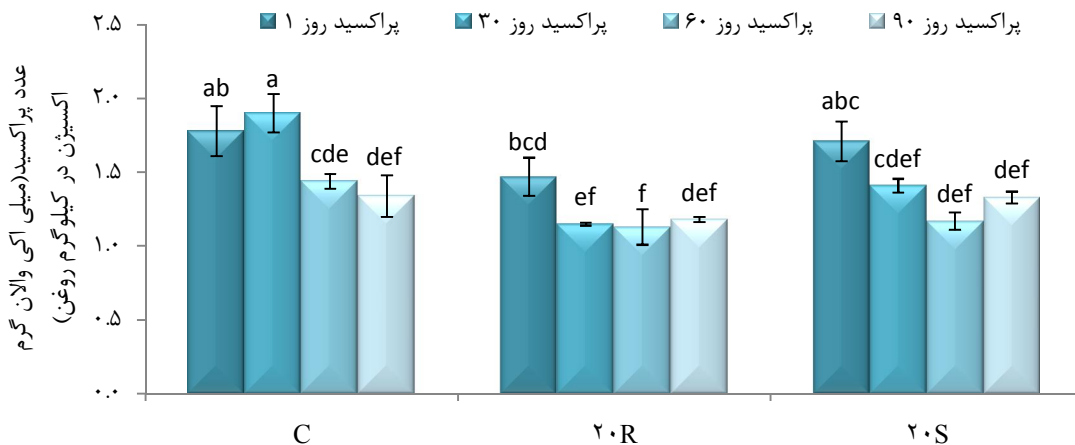
شکل ۱- تأثیر تیمار و روز نگهداری بر اسیدیته کیک

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است و بازه‌های خطا نشان‌دهنده انحراف استاندارد می‌باشد.

حرارت‌دهی در جوانه گندم تثبیت شده می‌باشد زیرا حرارت باعث تسریع اکسایش می‌شود (فاطمی، ۱۳۸۳) از سوی دیگر حرارت باعث کاهش در مقدار توکوفرول‌ها و ترکیبات پلی‌فنولی می‌شود بنابراین باعث کاهش اثر ضداکسایشی این ترکیبات می‌شود. بررسی این نتایج نشان داد که عدد پراکسید در طی روزهای نگهداری سیر نزولی داشته است و در هر سه نمونه در مدت ۹۰ روز نگهداری عدد پراکسید کاهش یافت. علت کاهش در عدد پراکسید را می‌توان اینطور توضیح داد که محصولات اولیه یا پراکسیدهای تولید شده ناپایدار بوده و در طول زمان تجزیه می‌شوند و عدد پراکسید کاهش می‌یابد.

عدد پراکسید

عدد پراکسید، پراکسیدهای تولید شده توسط واکنش‌های اکسایش خودبخودی را تخمین می‌زند (Gonzalez et al., 2003). عدد پراکسید برای اندازه‌گیری رنسیدیتی اکسیداتیو روغن استفاده می‌شوند و یکی از مهمترین پارامترها برای ارزیابی درجه فساد لیپیدهاست. روغن‌های تازه تصفیه شده باید عدد پراکسید صفر داشته باشند، اما عدد پراکسید برای پایداری نگهداری قابل قبول باید کمتر از ۵ میلی‌مول بر کیلوگرم نمونه باشد (Nasir et al., 2009). عدد پراکسید در تیمار S20 به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) بالاتر از تیمار R20 بود (شکل ۲) که به دلیل فرایند تثبیت و



شکل ۲- تأثیر تیمار و روز نگهداری بر عدد پراکسید کیک

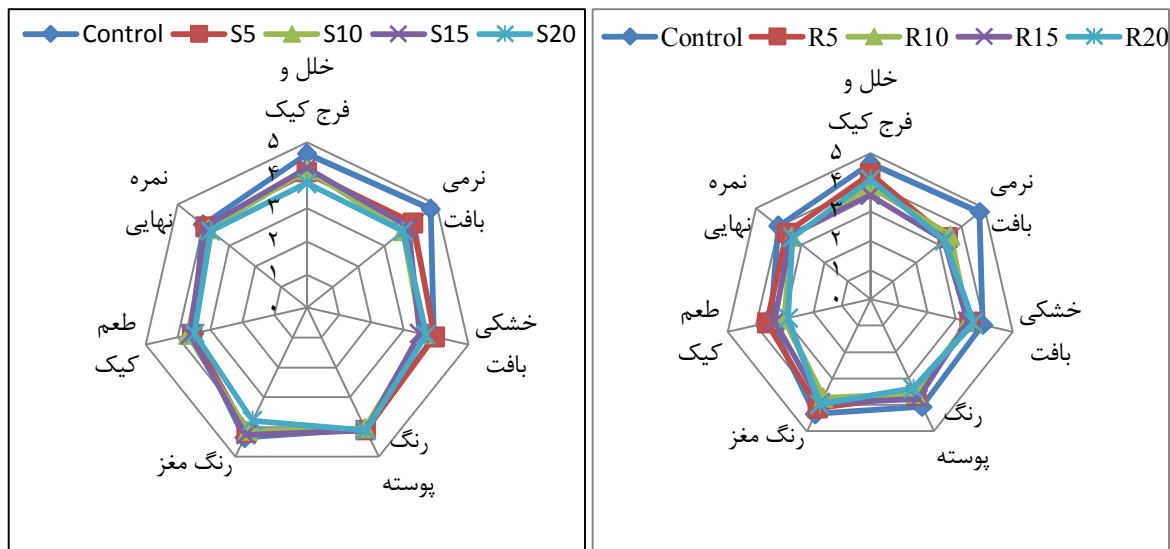
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است و بازه‌های خطا نشان‌دهنده انحراف استاندارد می‌باشد.

ارزیابی حسی

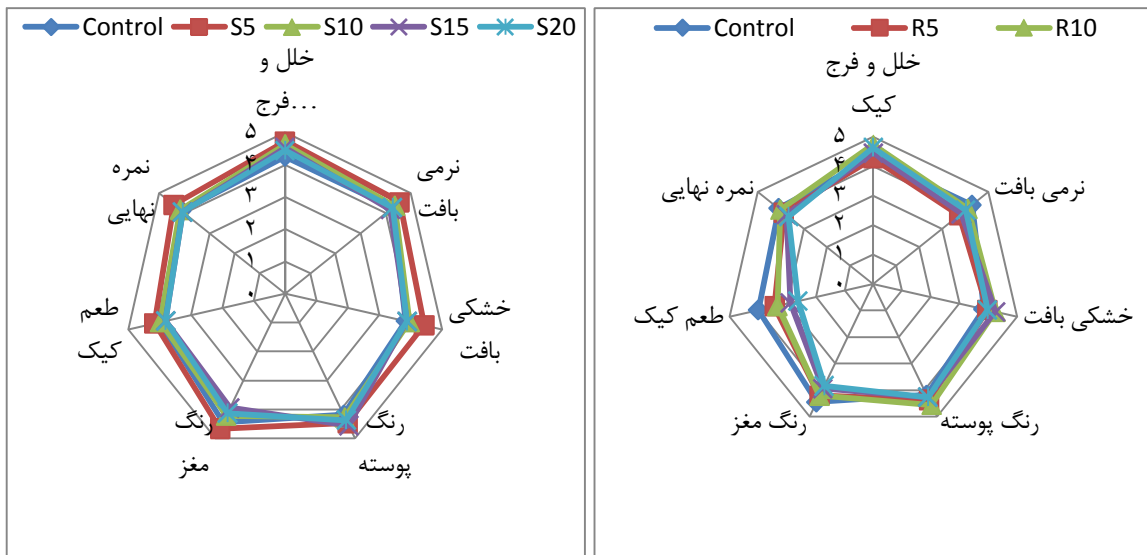
ارزیابی حسی کیک شاهد و کیک‌های تهیه شده با ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد جوانه گندم خام و تثبیت‌شده در روزهای اول، هفتم و چهاردهم بعد از تولید در نمودارهای تار عنکبوتی آمده است. نتایج بدست آمده نشان داد که تیمارهای دارای جوانه گندم تثبیت‌شده و تیمار شاهد از نظر مصرف‌کنندگان بافت نرمتری داشتند. بررسی رنگ مغز کیک نشان داد که تیمار کنترل و تیمار دارای ۵ درصد جوانه گندم تثبیت‌شده از نظر مصرف‌کنندگان بیشترین امتیاز را دریافت کردند. تیمارهای دارای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد جوانه گندم خام نامطلوب‌ترین رنگ مغز کیک را داشتند. در ویژگی طعم، تیمارهای دارای جوانه گندم تثبیت‌شده و تیمار شاهد دارای امتیاز حسی طعم بالاتری نسبت به کیک‌های دارای جوانه گندم خام بودند. تفاوت در امتیاز حسی طعم بین جوانه گندم خام و تثبیت‌شده معنی‌دار بود.

کمترین امتیاز عطر و طعم کیک از نظر مصرف‌کنندگان متعلق به تیمار دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام بود و در این تیمار اندکی طعم تلخ وجود داشت و بالاترین امتیاز عطر و طعم کیک متعلق به تیمار کنترل و تیمار دارای ۵ و ۱۰ درصد جوانه گندم تثبیت‌شده بود.

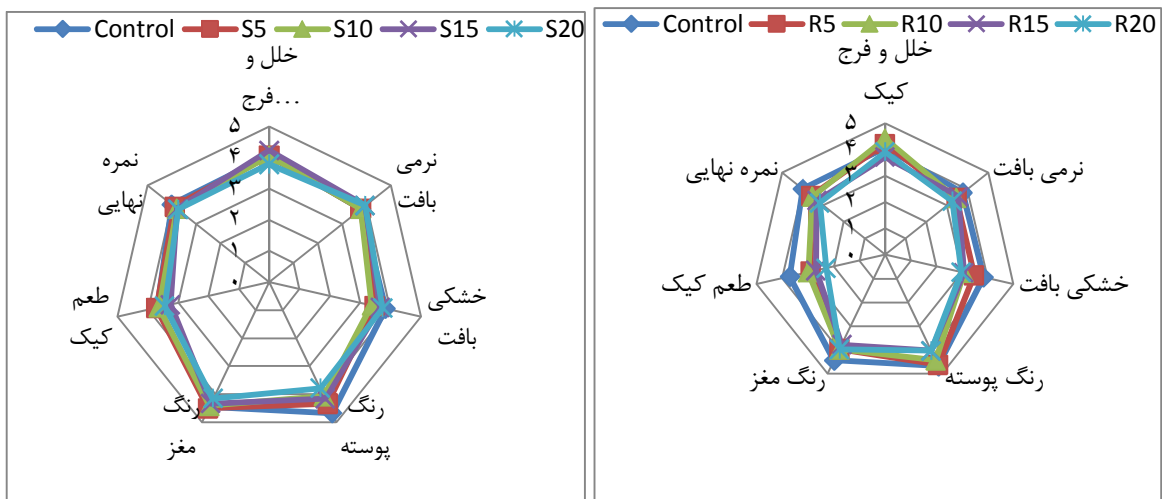
نمره نهایی ارزیابی حسی برای تیمار شاهد و تیمار دارای ۵ درصد جوانه گندم تثبیت‌شده (S5) بالاترین بود. کمترین امتیاز ارزیابی حسی از نظر مصرف‌کنندگان متعلق به تیمار دارای ۲۰ درصد جوانه گندم خام بود (R20). در حالت کلی تیمارهای دارای جوانه گندم تثبیت‌شده (S) نسبت به تیمارهای دارای جوانه گندم خام (R) مطلوبیت بیشتری داشته و امتیاز بالاتری از نظر مصرف‌کنندگان دریافت کردند و تفاوت معنی‌داری بین امتیاز حسی نمونه شاهد (C) و تیمارهای تهیه شده از جوانه گندم تثبیت‌شده (S) وجود نداشت.



شکل ۳- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک دارای جوانه گندم با نمونه کنترل در روز اول نگهداری



شکل ۴- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک دارای جوانه گندم با نمونه کنترل در روز هفتم نگهداری



شکل ۵- مقایسه ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک دارای جوانه گندم با نمونه کنترل در روز چهاردهم نگهداری

نتیجه‌گیری

شد. ارزیابی حسی کیک‌های غنی‌شده با جوانه گندم خام نشان داد که با افزایش میزان جوانه گندم، از مطلوبیت کیک‌ها کاسته شد. امتیاز حسی تیمارهای غنی‌شده با جوانه گندم تثبیت شده تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت و در نظر مصرف‌کنندگان مطلوبیت بالایی داشت، بنابراین استفاده از جوانه گندم تثبیت‌شده می‌تواند راهکاری مناسب برای تولید محصولی جدید و فراسودمند و مطلوب باشد که در بهبود کیفیت تغذیه‌ای مصرف‌کنندگان مؤثر است، هر چند برای صنعتی شدن این محصول، مطالعات بیشتری باید صورت گیرد.

نتایج این پژوهش نشان داد، جوانه گندم که در توکوفرول‌ها، اسیدهای چرب ضروری، پلی‌فنول‌ها و دیگر ترکیبات فراسودمند جزئی غنی است، با موفقیت در ترکیب کیک استفاده شد. افزودن جوانه گندم به کیک، ارزش تغذیه‌ای آن را افزایش داد و موجب افزایش در مقدار پلی‌فنول‌ها، توکوفرول‌ها و اسیدهای چرب ضروری شد. فرایند تثبیت در جوانه گندم تثبیت‌شده باعث کاهش در مقدار پلی‌فنول‌ها، توکوفرول‌ها و اسیدهای چرب ضروری شد. بنابراین افزودن جوانه گندم خام باعث افزایش بیشتر در مقدار این ترکیبات فراسودمند

منابع

- ۱- آزادمرد دمیرچی، ص. ۱۳۹۱. شیمی و تجزیه مواد غذایی. انتشارات عمیدی، صفحات ۴۰۷-۴۰۸.
- ۲- پایان، ر. ۱۳۸۵. مقدمه‌ای به تکنولوژی فرآورده‌های غلات. انتشارات آبیژ، صفحات ۱-۵۵.
- ۳- پیغمبردوست، س. ه. ۱۳۸۸. تکنولوژی فرآورده های غلات. جلد دوم. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز، صفحات ۱-۱۲۹.
- ۴- فاطمی، ح. ۱۳۸۳. شیمی مواد غذایی. انتشارات شرکت سهامی انتشار، صفحات ۲۰۲-۱۳۷.
- ۵- حامدی، م. آزادمرد دمیرچی، ص. و صفافر، ح. ۱۳۸۳. آثار تثبیت گرمایی برکیفیت و میزاج استحصال روغن زیتون. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، ۱: ۳۰-۲۵.
- ۶- زارع‌نژاد، ف. پیغمبردوست، س. ه. و رأفت، س. ع. ۱۳۹۲. اثر فرایند تثبیت بر ترکیبات فراسودمند و پروفایل اسیدهای چرب جوانه گندم رشد داده شده. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، در حال چاپ.
- 7- AACC. 1999. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Method 10-91. The Association, St Paul, MN.
- 8- AOAC, official Method ch 4-9 /. Sampling and analysis of commercial fats and oils; 1993. AOAC. 1993 Official Methods of Analysis of AOAC international. Maryland, USA: AOAC international
- 9- Al-Rashdan, A., Helaleh, M.I.H., Nisar, A., Ibtisam, A. & Al-Ballam, Z. 2010. Determination of the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in toasted bread using gas chromatography mass spectrometry. International Journal of Analytical Chemistry, 22: 216-314.
- 10- Arshad, M.U., Anjum, F.M. & Zahoor, T. 2007. Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ. Food Chemistry, 102: 123-128.
- 11- Azadmard-Damirchi, S. & Dutta, P.C. 2006. Novel solid-phase extraction method to separate 4-desmethyl-, 4-monomethyl-, and 4, 4-dimethylsterols in vegetable oils. Journal of Chromatography A, 1108: 183-187.
- 12- Bansal, S. & Sudha, M.L. 2011. Nutritional, microstructural, rheological and quality characteristics of biscuits using processed wheat germ. International Journal of Food Science and Nutrition, 62: 474-479.
- 13- Baydar, N., Ozkan, G. & Sagdi, O. 2004. Total phenolic contents and antibacterial activities of grape (*Vitis vinifera* L.) extracts. Food Control, 15: 335-339.
- 14- Eisenmenger, M. & Dunford, N.T. 2008. Bioactive components of commercial and supercritical carbon dioxide processed wheat germ oil. Journal of the American Oil Chemist Society, 85: 55-61.
- 15- Fathi-achachlouei, B. & Azadmard Damirchi, S. 2009. Milk thistle seed oil constituents from different varieties in Iran. Journal of the American Oil Chemists Society, 86: 643-649.

- 16- Gonzalez, S., Duncan, S.E., Okeefe, S.F., Sumner, S.S. & Herbein, J.H. 2003. Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. *Journal of Dairy Science*, 86: 70-77.
- 17- Guttinger, T. 1981. Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 58: 966-968.
- 18- Hassanein, M.M.M. & Abedel-Razek, A.G. 2009. Chromatographic quantitation of some bioactive minor components in oils of wheat germ and grape seeds produced as by-products. *Journal of Oleo Science*, 58: 227-233.
- 19- Kornsteiner, M., Wanger, K.H. & Elmadfa, I. 2006. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chemistry*, 98: 381-387.
- 20- Matsakidou, A., Blekas, G. & Paraskevopoulou, A. 2010. Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *Food Science and Technology*, 43: 949-957.
- 21- Menten, O., Bakkalbai, E. & Ercan, R. 2008. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. *Food Science and Technology International*, 14: 299-306.
- 22- Nasir, M., Butt, M.S., Anjum, F.M., Jamil, A. & Ahmad, I. 2009. Physical and sensory properties of maize germ oil fortified cakes. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11: 311-315.
- 23- Negro, C., Tommasi, L. & Miceli, A. 2003. Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. *Bioresource Technology*, 87: 41-44.
- 24- Pinarli, I., Ibanoglu, S. & Oner, M.D. 2004. Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ. *Journal of Food Engineering*, 64: 249-256.
- 25- Rizzello, C.G., Nionelli, L., Coda, R., Cagno, R.D. & Gobetti, M. 2010. Use of sourdough fermented wheat germ for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of the white bread. *European Food Research and Technology*, 230: 645-654.
- 26- Ronda, F., GÃmez, M., Blanco, C.A. & Caballero, PA. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90: 549-555.
- 27- Sidhu, J.S., Al-Hooti, S.N., Al-Saqer, J.M. & Al-Othman, A. 2001. Studies on the development of pan bread using raw wheat germ. *Journal of Food Quality*, 24: 235-247.
- 28- Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. & Indrani, D. 2009. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocolloids*, 23: 1827-1836.
- 29- Srivastava, A.K., Sudha, M.L. & Baskaran, V. 2007. Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *European Food Research and Technology*, 224: 365- 372.

- 30- Zhu, K., Zhou, H. & Qian, H. 2006. Comparative study of chemical composition and physicochemical properties of defatted wheat germ flour and its protein isolate. *Journal of Food Biochemistry*, 30: 329-341.

Functional components and some chemical characteristics changes in cakes fortified with wheat germ

Foroug Zarenejad¹, Sodeif Azadmard-Damirchi^{2*}, Seyed Hadi Peighambardoust², Mahboob Nemati³, Seyed Abas Rafat⁴

1- MSc. graduated student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

2- Associate professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

*Corresponding author (sodeifazadmard@yahoo.com)

3- Associate professor, Department of Pharmaceutical & Food Control, Faculty of Pharmacy, University of Tabriz

4- Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

Abstract

Wheat germ is a healthy nutritious food supplement that can prevent certain cancers and other health problems. In this study, the effect of raw and stabilized wheat germ addition on chemical characteristics and nutritional value of cake was studied. Raw wheat germ was stabilized then milled and added to the formulation of the cake by 5, 10, 15 and 20%. Nutritional characteristics of the cakes enriched with 20% wheat germ such as polyphenole, fatty acid profile and tocopherol content and some chemical characteristics such as acidity and peroxide value were evaluated and also sensory characteristics in all cakes containing wheat germ were investigated. Results showed that the amount of polyphenoles increased from 263.2 ppm in control sample to 326ppm and 296.19ppm in cakes containing raw and stabilized wheat germ, respectively. By adding 20% of wheat germ in the cake formulation, decline in saturated fatty acids and increase in unsaturated fatty acids- especially linoleic acid- was observed. An increase in the amounts of α and β -tocopheroles in enriched cakes was also observed. Control cakes had the highest acidity and peroxide values.

Keywords: Cake; Essential fatty acid; Row wheat germ; Stabilized wheat germ; Tocopherol