تاثیر افزودن آرد کتان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک فنجانی

اعظم ایوبی[1*]

۱- دکترای تکنولوژی مواد غذایی، استادیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۳۰)

چکیده

امروزه دانه کتان یکی از مهم‌ترین و مفیدترین مواد غذایی فراسودمند مورد استفاده در صنعت محسوب می‌گردد. در این تحقیق، اثرات افزودن آرد کتان (در چهار سطح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (افت وزنی، pH، تخلخل، حجم، دانسیته، رطوبت، سفتی بافت و رنگ پوسته) و حسی کیک فنجانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که تاثیر آرد کتان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک معنی‌دار بوده است. مشاهدات نشان داد که جایگزین کردن آرد گندم با آرد کتان در فرمولاسیون کیک، افت وزنی، pH، تخلخل، حجم، روشنی، زردی و امتیازات حسی را کاهش داد و سبب افزایش دانسیته، رطوبت، سفتی بافت، قرمزی و اندیس قهوه‌ای شدن پوسته شد. سطوح بالاتر از ۱۰ درصد آرد کتان بر کیفیت کیک اثر منفی گذاشت. بنابراین افزودن آرد کتان در سطوح ۵ و ۱۰ درصد به کیک محصول قابل قبولی را تولید کرد. کمترین افت وزنی (۲۱/۹ درصد)، تخلخل (۱۹/۲ درصد) و زردی (۲۷/۳۱) و بیشترین مقدار دانسیته (۰/۵۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، تیرگی (۳۹/۶۱)، قرمزی (۱۰/۷۵) و اندیس قهوه‌ای شدن کیک (۱۲۷/۲۸) مربوط به سطح جایگزینی ۲۰ درصد آرد کتان بود.

کلید واژگان: اندیس قهوه‌ای شدن، تخلخل، رنگ، کتان، کیک فنجانی.

*مسئول مکاتبات: mayoubi80@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۱- مقدمه

امروزه مواد غذایی علاوه بر اهمیت از نظر تامین مواد مغذی لازم برای بدن از جهت جلوگیری از ابتلا به بیماری‌های مرتبط با تغذیه و کمک به بهبود سلامت جسمی و روانی نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند [۱]. از آنجا که در سال‌های اخیر تمرکز مصرف-کنندگان بیشتر حول محور سلامت بوده است تمایل به مصرف غذاهای فراسودمند افزایش یافته است. غذاهای فراسودمند که از سال ۱۹۹۳ در سطح جهانی رواج یافته‌اند دارای اثرات درمانی بوده و بین غذا و دارو قرار می‌گیرند. مصرف این غذاها بدون داشتن اثرات سمی و جهش‌زایی به ارتقای سطح سلامت مصرف‌کننده کمک می‌کند [۲]. بر اساس گزارشات علمی در دو دهه اخیر کتان، به علت داشتن ترکیبات غذایی مطلوب به عنوان یک افزودنی غذایی فراسودمند مورد توجه قرار گرفته است. بزرک یا کتان با نام علمی *Linum usitatissimum* گیاهی بوته‌ای و یکساله از تیره کتان *Linaceae* می‌باشد که قادر به رشد در شرایط آب و هوایی گرم و خشک ایران بوده و تنها گونه این خانواده است که از لحاظ تجارتی نیز اهمیت فراوانی یافته است. مصرف دانه کتان می تواند به کاهش خطر بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری عروق کرونر، دیابت نوع ۲، بیماری خود ایمنی، ورم مفاصل و سرطان کمک کند. کتان منبع خوب اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ از نوع آلفالینولنیک اسید می‌باشد. اسید آلفا لینولنیک موجود در دانه کتان به کاهش خطر ابتلا به سندرم متابولیک، که منجر به افزایش خطر دیابت نوع ۲ و بیماری عروق کرونر قلب می‌شود کمک می‌کند [۳]. این اسید چرب، یک اسید چرب ضروری برای بدن بوده، که دارای خواص مفیدی برای پیشگیری از پوکی استخوان و آرتروز نیز می‌باشد. بر اساس مطالعات با توجه به اثرات کتان بر سندرم متابولیک، مصرف آن در کاهش وزن نیز موثر است [٤]. مطالعات نشان داده است که در مقایسه با رژیم‌های غذایی فرموله شده با چربی‌های سخت، روغن کتان یا مخلوط روغن کتان و آفتابگردان سبب کاهش کلسترول در موش‌های دارای کلسترول بالا شده است [٥]. گیاه کتان، غنی‌ترین منبع طبیعی لیگنان (اجزای فیتواستروژنیک) و سکوایزولاریسیرزینول دی‌گلیکوزید است [٦]. لیگنان دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی است و می‌تواند بر فعالیت ضدسرطانی کتان موثر باشد [۷]. سکوایزولاریسیرزینول دی‌گلیکوزید به کاهش غلظت کلسترول پلاسما و در نتیجه کاهش خطرات بسیاری از بیماری کمک می‌کند [٦]. همچنین کتان منبع خوبی از فیبر رژیمی، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشد [۸، ۹، ۱۰]. پروتئین کتان در مقایسه با پروتئین سویا و کازئین در کاهش تری‌گلیسریدها و کلسترول پلاسما موثرتر بوده است [۱۱]. کتان منبعی غنی از فیبرهای رژیمی محلول و نامحلول است. فیبر محلول و دیگر ترکیبات تفکیک شده از کتان به طور بالقوه می‌تواند بر ترشح انسولین و مکانیسم عمل آن در حفظ هموستاز گلوکز پلاسما موثر باشد [۷، ۱۲].

کتان به اشکال مختلف نظیر دانه کامل، آرد، پودر و یا روغن می-تواند در محصولات غذایی مورد استفاده قرار گیرد. صنعت پخت یکی از بزرگ‌ترین صنایع مواد غذایی است و محصولات نانوایی به دلایلی همچون آماده مصرف بودن، سادگی، ارزانی، در دسترس بودن و تنوع برای انواع سلیقه‌های مختلف از محبوبیت بالایی برخوردار هستند. فراهم بودن امکان غنی‌سازی محصولات نانوایی با انواع ترکیبات فراسودمند از دیگر مزایای این محصولات است. بررسی تاثیر کاربرد کنجاله و روغن دانه کتان به جای آرد کامل و روغن در خمیر کیک مافین نشان‌دهنده افزایش ویسکوزیته خمیر و افزایش میزان ماکزیمم نیروی لازم برای فشردن مافین، کاهش الاستیسیته داخلی و کاهش قرمزی و روشنی رنگ کیک با افزودن کتان بوده است [۱۳]. مطالعه تاثیر جایگزینی آرد کتان به جای آرد گندم در نان توسط خطاب و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که جایگزینی آرد گندم با آرد کتان چربی گرفته شده سبب افزایش کمی مقدار پروتئین، چربی، فیبر، خاکستر و مواد معدنی و کاهش میزان از دست دادن آب در نان شده و خصوصیات بافتی نان را بهبود داده است [١٤]. استفاده از آرد کتان در نان توسط آلپاسان و حیات (٢٠٠٦) نیز مورد بررسی قرار گرفته است [١٥]. تحقیق مروات و همکاران (٢٠١٥) تایید-کننده امکان غنی‌سازی نان با آرد کتان تا سطح ١٥ درصد بدون ایجاد اثرات نامطلوب در ویژگی‌های کیفی محصول بود [١٦]. مطالعات متعدد نشان‌دهنده پایداری اجزای مغذی ارزشمند کتان نظیر سکوایزولاریسیرزینول دی‌گلیکوزید و آلفالینولئیک اسید در طی فراوری و نگهداری محصولات پخت مدل و تجاری نظیر انواع نان شیرینی، نان، کلوچه و مافین بوده است [۱۷]. نتایج

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

مطالعه گانورکا و جن (۲۰۱٤) نشان داد که آرد کتان می‌تواند تا سطح ۱۵ درصد در کلوچه جایگزین آرد گندم شود و بدون داشتن اثرات منفی بر ویژگی‌های حسی کلوچه، سبب بهبود وضعیت تغذیه‌ای این محصول شود [۱۲]. افزایش ارزش تغذیه-ای و بهبود پارامترهای بافتی در طی دوره نگهداری در نان حاوی آرد کتان در تحقیقات پهجنهیمو و همکاران نیز (۲۰۰٦) گزارش شده است [۱۸].

کیک به عنوان یک محصول پرطرفدار در بین اقشار مختلف جامعه بوده و نوعی شیرینی با بافت و نرمی مخصوص می‌باشد که به لحاظ کالری‌زایی در حدواسط نان و بیسکویت قرار دارد. با توجه به پتانسیل بالای کتان در جهت غنی‌سازی این محصول از نظر ترکیبات فراسودمند، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر غنی‌سازی با آرد کتان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک فنجانی انجام شده است.

۲- مواد و روش‌ها

دانه کتان از یکی از فروشگاه‌های گیاهان دارویی و آرد گندم از کارخانه آرد گندم توکل کرمان تهیه شد. سایر مواد اولیه مورد نیاز برای تولید خمیر کیک از فروشگاه‌های سطح شهر کرمان خریداری شد. دانه کتان پس از تمیز کردن و جداکردن ناخالصی‌ها توسط آسیاب آزمایشگاهی خرد شد و به منظور یکنواخت کردن اندازه دانه‌های آسیاب شده و حذف دانه‌های آسیاب نشده، الک شد. سپس آرد کتان در کیسه پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای ٤ درجه سانتیگراد نگهداری شد. قبل از انجام آزمایشات آرد کتان برای رسیدن به تعادل به مدت ۲٤ ساعت در دمای محیط قرار گرفت. جدول ۱ ویژگی‌های آرد گندم مورد استفاده در تولید کیک و جدول ۲ فرمولاسیون مورد استفاده برای تهیه کیک شاهد را نشان می‌دهد. آرد کتان به نسبت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون کیک شد.

Table 1 Wheat flour properties

Moisture (%)	Wet gluten (%)	Ash (%)	Protein(%)
13.7	32	0.9	10.2

Table 2 Formulation of control cake

Ingredient	flour	sugar	oil	egg	water	Baking powder	invert
%	23.5	18	18	18	19.5	1	2

۲-۱- افت وزنی

برای اندازه‌گیری درصد افت وزنی، نمونه‌های کدگذاری شده قبل و بعد از پخت توزین شده و سپس درصد افت وزنی با توجه به اختلاف وزن‌ها قبل و بعد از پخت محاسبه شد [۱۹].

pH -۲-۲

اندازه‌گیری pH کیک طبق روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ با استفاده از دستگاه pH متر مدل Jenway 3020 ساخت کشور انگلستان در دمای ۱±۲۳ درجه سانتیگراد انجام شد [۲۰].

۲-۳- تخلخل

برای ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. به این منظور تصویربرداری از نمونه‌ها توسط اسکنر مدل (HP Scanjet 2400) ساخت کشور چین با وضوح ۳۰۰ انجام شد. تصاویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار (Image J) قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت[1]، تصاویر سطح خاکستری[2] ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی[3]، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. شکل ۱ نمونه تصویر تبدیل شده به روش پردازش تصویر را نشان می‌دهد. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت (Analysis)نرم‌افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۲۱].

1. Bit
2. Gray level images
3. Binary Images

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

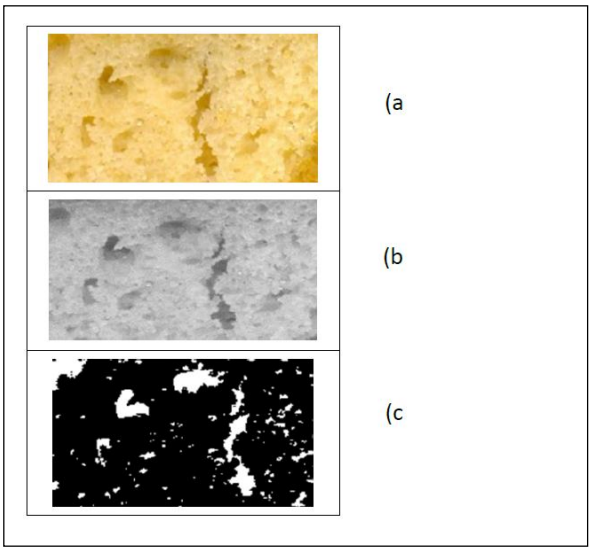

Fig 1 Scanned images of cake used in image analysis (a) crumb, b) gray level image, c) binary Image

۲-٤- حجم

حجم کیک با روش جایگزینی با دانه ارزن اندازه‌گیری شد [۲۲].

۲-۵- دانسیته

پس از تعیین حجم نمونه‌ها با کمک روش جایگزینی با ارزن، دانسیته نمونه‌ها محاسبه گردید [۲۲].

۲-٦- رطوبت

رطوبت کیک در روزهای دوم و هفتم پس از پخت کیک طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ اندازه‌گیری شد [۲۰].

۲-۷- سفتی[4] بافت

بافت کیک در دو روز متفاوت یعنی ۲ و ۷ روز پس از تولید و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج اینسترون ساخت شرکت ژاو آریای مشهد مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا نمونه‌ها به شکل قطعات مکعب به ابعاد ۲×۲/۵×۲/۵ سانتیمتر برش داده شدند و سپس توسط یک پروب صفحه‌ای با ابعاد ۵×۱۰سانتی‌متر به صورت بارگذاری گسترده با سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه و به میزان ۵۰ درصد فشرده گردیدند. نیروی لازم برای فشردگی نمونه‌ها به عنوان سفتی در نظر گرفته شد [۱۹].

۲-۸- رنگ

برای رنگ‌سنجی نمونه‌های کیک، پوسته آنها توسط سیستم رنگ-سنجی هانترلب مدل (TES-135A) ساخت کشور ویتنام پس از استاندارد کردن رنگ‌سنج توسط صفحات کالیبراسیون سیاه و سفید، مورد بررسی قرار گرفت و فاکتورهای L، a و b پوسته کیک اندازه گیری شد. مقادیر L نشان‌دهنده تیرگی و روشنی سطح، a نشان‌دهنده شدت رنگ قرمز و b نشان‌دهنده شدت رنگ زرد در سطح محصول می‌باشد [۲۳]. اندیس قهوه‌ای شدن (BI)[5] با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد [۲٤]:

رابطه (۱):
$$BI = \frac{100(x-0.31)}{0.17}$$

رابطه (۲):
$$x = \frac{(a+1.75\times L)}{5.645\times L+a-3.012b}$$

۲-۹- ارزیابی حسی

صفات حسی مورد مطالعه در این پژوهش شامل بافت (سفتی و نرمی به هنگام جویدن)، رنگ پوسته (شدت، شفافیت و کدورت رنگ ظاهری پوسته کیک)، طعم (میزان درک طعم مطلوب در تست چشایی) و پذیرش کلی (میزان پذیرش محصول با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌های حسی) بودند. ارزیابی صفات حسی با مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱ بسیاربد، ۲ بد، ۳ متوسط، ٤ خوب و ۵ بسیار خوب) توسط ۱۰ آزمونگر صورت گرفت.

۲-۱۰- آنالیز آماری

داده‌های به دست آمده در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار و به کمک نرم افزار (Mstat-C) تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- افت وزنی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر جایگزینی آرد کتان بر افت وزنی کیک معنی‌دار بوده است ($P\leq0.01$).

4. Hardness

5. Browning Index

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

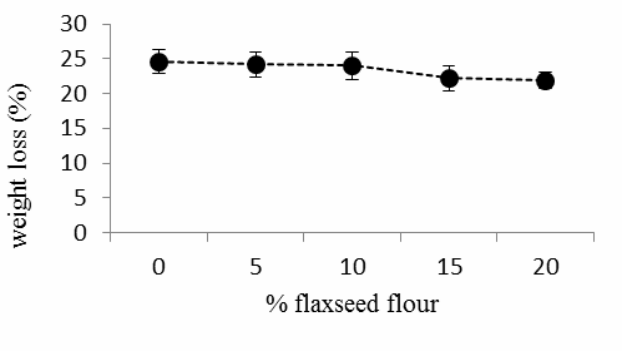

Fig 2 Effect of different flaxseed flour levels on weight loss of cake

استفاده از آرد کتان افت وزنی کیک را کاهش داد؛ البته طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری بین مقدار افت وزنی در سطوح جایگزینی ۵ و ۱۰ درصد آرد کتان با نمونه شاهد وجود نداشت. کمترین مقدار افت وزنی مربوط به نمونه دارای ۲۰ درصد آرد کتان بود (شکل ۲). حضور ترکیبات جاذب رطوبت در فرمولاسیون فرآورده‌های پخت بر میزان حفظ رطوبت و در نتیجه مقدار افت وزنی خمیر پس از پخت موثر است. از آنجا که کتان منبع خوبی از فیبر است و با توجه به با لا بودن قابلیت جذب و نگهداری آب فیبر، لذا علت کاهش افت وزنی کیک را می توان به فیبر موجود در دانه کتان نسبت داد [۲۵]. این نتایج با نتایج مطالعات گانورکارو و جین (۲۰۱٤)، پهجنهیمو و همکاران (۲۰۰٦) و ایکسو و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت دارد [۱۲، ۱۷، ۱۸].

pH -۲-۳

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر جایگزینی آرد گندم با آرد کتان بر pH کیک معنی‌دار بود ($P\leq0.01$) (شکل ۳). مقدار pH نمونه‌های دارای آرد کتان در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. با افزایش سطح جایگزینی، pH کیک کاهش یافت به طوری که بیشترین مقدار pH مربوط به نمونه شاهد و کمترین مقدار pH مربوط به نمونه‌های دارای ۲۰ درصد آرد کتان بود. این نتیجه با نتایج تحقیق لی و همکاران (۲۰۰٤) مطابقت دارد [۲٦].

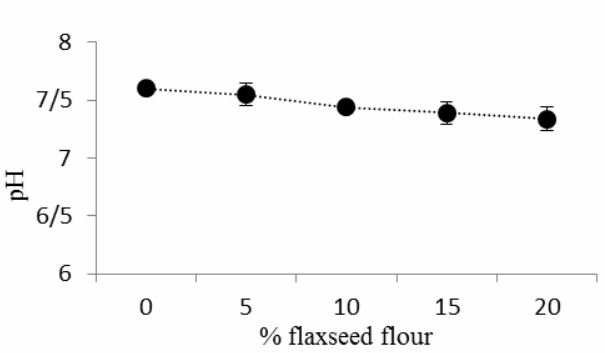

Fig 3 Effect of different flaxseed flour levels on pH of cake

تخلخل -۳-۳

با توجه به نتایج حاصل از آزمون تخلخل، تاثیر جایگزینی آرد گندم با آرد کتان بر تخلخل کیک معنی‌دار بوده است ($P\leq0.01$). با افزایش سطح جایگزینی از میزان تخلخل کیک کاسته شد. بیشترین میزان تخلخل مربوط به نمونه شاهد بود. اگرچه کمترین میزان تخلخل مربوط به سطح جایگزینی ۲۰ درصد بود، اما نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین میزان تخلخل در کیک-های دارای مقادیر مختلف آرد کتان نشان نداد (شکل ٤). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی کیک، داشتن ساختاری متخلخل می-باشد که این ساختار از طریق انبساط حباب های هوا و افزایش حجم در طی فرایند پخت ایجاد می‌شود. ترکیبات موجود در خمیر، بر پایداری خمیر در طی مرحله پخت و در نتیجه افزایش اندازه و تعداد حباب های هوا و توزیع آنها در بافت محصول موثر است (۲۸). با توجه به این‌که در ایجاد بافت متخلخل کیک نقش اصلی بر عهده گلوتن است، به نظر می‌رسد که کاهش مقدار گلوتن در کیک‌های حاوی آرد کتان و در نتیجه تضعیف شبکه گلوتنی، توانایی خمیر کیک را برای نگه داشتن و توسعه حباب-های گاز در حین فرایند پخت کاهش داده است و به همین دلیل میزان تخلخل کیک کم شده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

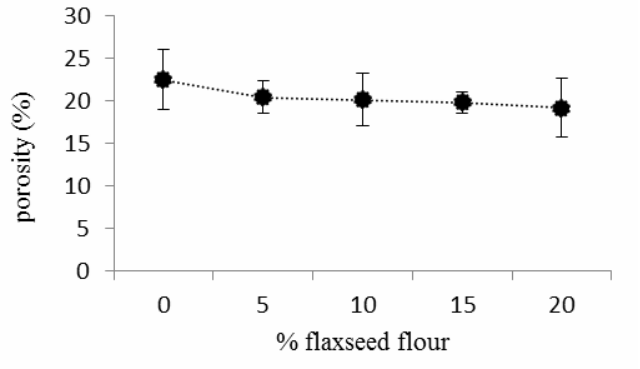

Fig4 Effect of different flaxseed flour levels on porosity of cake

۳-٤- حجم

مطالعه نتایج آزمون حجم نشان داد که استفاده از آرد کتان در فرمولاسیون کیک سبب کاهش معنی‌دار حجم کیک در سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد نسبت به شاهد شد ($P\leq0.01$) (شکل ۵). در مرحله پخت کیک ، با قرار گرفتن خمیر کیک در فر پخت و افزایش دما، شبکه گلوتنی منعقد می‌شود و قسمتی از آب موجود در فرمولاسیون خمیر که توسط گلوتن حبس شده بود آزاد می گردد. همزمان با این تغییرات، نشاسته نیز به دمای ژلاتینه شدن می‌رسد و قسمتی از آب موجود در فرمول خمیر را جذب می-نماید. با ژلاتینه شدن نشاسته، بافت مغز کیک به تدریج شکل گرفته و سفت می‌شود. از طرف دیگر با افزایش دمای خمیر، گاز دی اکسید کربن و بخار آب از خمیر خارج می‌شود که این امر افزایش حجم کیک را به دنبال دارد. عوامل موثر بر قوام خمیر و استحکام شبکه گلوتنی، بر میزان افزایش حجم خمیر موثرند [۲۷]. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه در کیک حاوی آرد کتان مقدار گلوتن کاهش یافته و ساختار شبکه گلوتنی ضعیف می-شود، قابلیت نگهداری گاز خمیر کیک کم شده و لذا حجم کیک کاهش می‌یابد. کاهش حجم نان با افزایش مقدار آرد کتان در نان توسط ایکسو و همکاران (۲۰۱٤) نیز گزارش شده است [۱۷]. نتایج تحقیقات بانکس و همکاران (۱۹۹۷) و همچنین شرستا و نومهرم (۲۰۰۲) نیز نشان‌دهنده کاهش حجم نان و بیسکویت با جایگزینی آرد گندم با آرد سویا بود (۲۹، ۳۰).

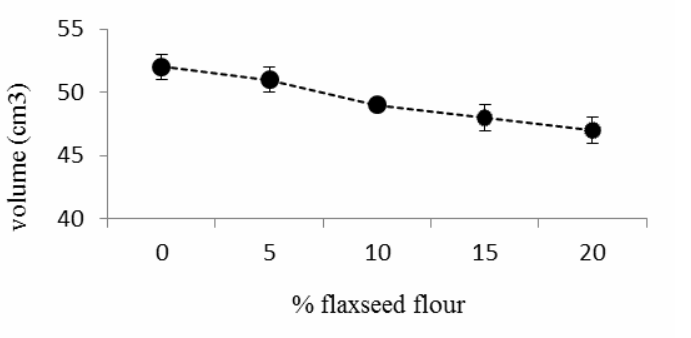

Fig 5 Effect of different flaxseed flour levels on volume of cake

۳-۵- دانسیته

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که افزایش سطح جایگزینی آرد گندم با آرد کتان موجب افزایش معنی‌دار دانسیته کیک شده است ($P\leq0.01$).

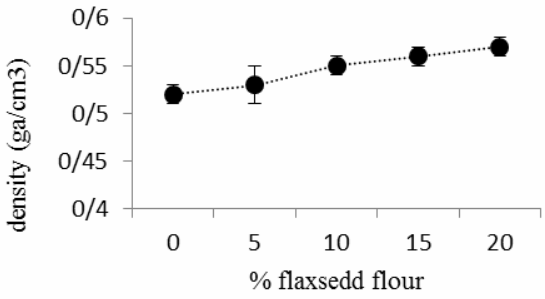

Fig 6 Effect of different flaxseed flour levels on density of cake

بیشترین مقدار دانسیته مربوط به کیک دارای ۲۰ درصد آرد کتان و کمترین مقدار دانسیته مربوط به کیک شاهد بود (شکل ٦). همان‌طور که در بخش نتایج مربوط به آزمون حجم ذکر شد کاهش مقدار گلوتن و در نتیجه تضعیف شبکه گلوتنی قابلیت نگهداری گاز خمیر کیک را کم کرده و کاهش حجم کیک را به دنبال دارد. با توجه به این‌که بین دانسیته و حجم کیک رابطه معکوس وجود دارد لذا با کاهش حجم محصول، دانسیته آن افزایش می‌یابد. این نتایج با نتایج تحقیق ایکسو و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت دارد [۱۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۳-۶- رطوبت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بوده است که جایگزینی آرد گندم با آرد کتان افزایش مقدار رطوبت کیک را در روزهای دوم و هفتم بعد از پخت نسبت به شاهد بدنبال داشته است ($P\leq0.01$). بعد از ۲ و ۷ روز نگهداری، شاهد کمترین مقدار رطوبت را داشت. اگرچه نتایج مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی-داری را بین رطوبت نمونه‌های دارای آرد کتان با یکدیگر در روزهای دوم و هفتم پس از پخت نشان نداد، اما بیشترین مقدار رطوبت مربوط به نمونه دارای ۲۰ درصد آرد کتان بود (شکل ۷). میزان رطوبت در فرآورده‌های غذایی فاکتور مناسبی برای ارزیابی زمان ماندگاری و پایداری میکروبی آنها می‌باشد. همان‌طور که در بخش نتایج مربوط به افت وزنی ذکر شد حضور ترکیبات جاذب رطوبت در فرمولاسیون فرآورده‌های پخت، بر میزان حفظ رطوبت این محصولات موثر است. طبق گزارشات آجیلا و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن پودر دانه انبه به بیسکویت به علت افزایش جذب آب توسط فیبر موجود در پودر دانه انبه، رطوبت بیسکویت افزایش یافت (۳۱). علت افزایش رطوبت کیک دارای آرد کتان را نیز می‌توان به فیبر موجود در دانه کتان که دارای ویژگی حفظ رطوبت بالاتر است نسبت داد [۲۵]. افزایش رطوبت کلوچه با جایگزینی آرد کتان توسط گانورکارو و جین (۲۰۱٤) نیز گزارش شده است [۱۲]. بررسی پهجنهیمو و همکاران (۲۰۰٦) و ایکسو و همکاران (۲۰۱٤) نیز بر افزایش رطوبت نان حاوی آرد کتان نسبت به شاهد دلالت داشت [۱۸، ۱۷].

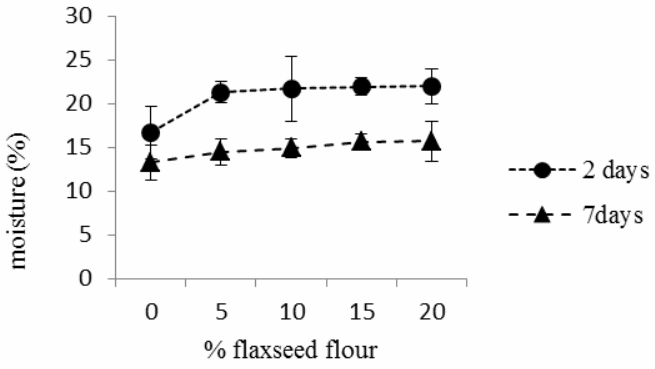

Fig 7 Effect of different flaxseed flour levels on moisture of cake

۳-۷- بافت

بیاتی یا سفت شدن بافت فرآورده‌های پخت طی مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی مانند رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت وتوزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل می‌باشند [۳۲].

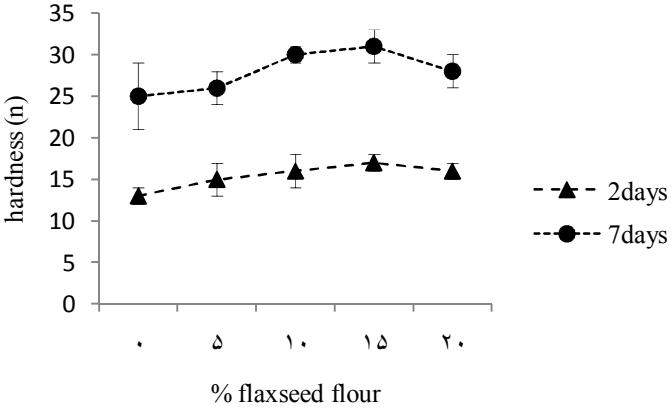

Fig 8 Effect of different flaxseed flour levels on hardness of cake

با افزایش مقدار آرد کتان در کیک تا سطح ۱۵ درصد سفتی بافت کیک در روزهای ۲ و ۷ پس از پخت یک روند افزایشی را نشان داد ($P\leq0.01$) (شکل ۸). به نظر می‌رسد که کاهش حجم و نیز کاهش میزان تخلخل با افزایش سطح جایگزینی، علت افزایش تراکم بافت و در نتیجه سفتی بافت بوده است [۱۹]. در کیک دارای ۲۰ درصد آرد کتان سفتی بافت، در روزهای ۲ و ۷ نگهداری نسبت به نمونه‌های دارای ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کتان، کاهش یافت. با توجه به اینکه کتان حاوی مقادیر نسبتا بالایی چربی است و این چربی سطح شبکه گلوتنی را پوشش می‌دهد و با در نظر گرفتن بالا بودن عملکرد روان‌کنندگی چربی، در سطوح بالاتر جایگزینی آرد گندم با آرد کتان یک بافت نرم تر به دست آمده است [۱۲]. بر اساس گزارشات سایر محققین با افزایش مقدار چربی در فرمولاسیون کیک، به دلیل اینکه چربی، اطراف ذرات آرد را احاطه کرده و مانع جذب آب توسط این ذرات می‌شود سفتی بافت کیک کاهش می‌یابد. در صورتی که مقدار چربی، بیشتر از میزان لازم برای ایجاد پیوندهای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

هیدروفوبی باشد چربی اضافی، بین لایه‌های پروتئینی قرار گرفته و سبب لغزندگی و نرمی بافت می‌گردد؛ به علاوه در این شرایط چربی سبب کاهش تشکیل پیوندهای مختلف از جمله پیوندهای سولفیدی می‌گردد و در نتیجه از میزان سفتی بافت کاسته می‌شود (۳۳، ۳٤). افزایش سفتی بافت کلوچه تا سطح جایگزینی ۱۵ درصد آرد کتان و کاهش سفتی بافت در سطوح بالاتر جایگزینی توسط گانورکارو و جین (۲۰۱٤) نیز گزارش شده است [۱۲]. نتیجه بررسی بارنوال و همکاران (۲۰۱۳) بر استفاده از آرد جوانه ذرت روغن‌گیری شده در بیسکویت نیز بر افزایش سفتی بافت بیسکویت تا سطح ۳۰ درصد آرد جوانه ذرت و کاهش این ویژگی‌ها در سطوح بالاتر از ۳۰ درصد دلالت داشت [۳۵].

۳-۸- رنگ پوسته

در بین خصوصیات فیزیکی مواد غذایی، رنگ به عنوان مهم‌ترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت شناخته شده است. مشتری تمایل دارد که رنگ را با طعم، ایمنی، ماندگاری، کیفیت و خصوصیات تغذیه‌ای محصولات غذایی مرتبط سازد [۳٦]. بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، افزایش سطح آرد کتان کاهش معنی‌دار روشنی پوسته کیک را به دنبال داشت، به طوری که کمترین روشنی پوسته مربوط به کیک دارای ۲۰ درصد آرد کتان بود ($P\leq0.01$). تاثیر آرد کتان بر قرمزی پوسته کیک نیز معنی‌دار بود ($P\leq0.05$). با افزایش مقدار آرد کتان، قرمزی پوسته کیک کاهش یافت؛ البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری بین قرمزی پوسته در کیک‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد آرد کتان با نمونه شاهد وجود نداشت. به علاوه نتایج آنالیز واریانس نشان-دهنده تاثیر معنی‌دار جایگزینی آرد کتان بر زردی پوسته کیک نیز بود ($P\leq0.01$). با افزایش سطح آرد کتان مقدار زردی پوسته کاهش یافت، به طوری که بیشترین زردی مربوط به شاهد و کمترین زردی مربوط به کیک دارای ۲۰ درصد آرد کتان بود. ارزیابی نتایج اندیس قهوه‌ای شدن نیز بر تاثیر معنی‌دار آرد کتان بر این ویژگی دلالت داشت ($P\leq0.01$). استفاده از آرد کتان باعث افزایش اندیس قهوه‌ای شد؛ اگرچه بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری بین اندیس قهوه‌ای شدن کیک دارای ۵ درصد آرد کتان و شاهد وجود نداشت. در طی فرایند پخت کیک، با افزایش دمای خمیر، پوسته کیک آب خود را از دست داده و در دماهای بالاتر، رنگ پوسته به دلیل واکنش قهوه‌ای شدن میلارد به تدریج قهوه‌ای می‌شود. واکنش قهوه‌ای شدن میلارد، نوعی قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی است که بین گروه آمینی پروتئین یا اسید آمینه و گروه کربونیل قند ساده رخ می‌دهد. بنابراین مقدار قند، نشاسته و پروتئین موجود در فرمول محصول و نیز شرایطی که این مواد تحت آن وارد عمل می‌شوند نظیر دما و بی‌آب شدن سطح بر شدت تیره شدن رنگ پوسته موثر است. دانه کتان حاوی ترکیبات فنولیک و پروتئین‌ها می‌باشد. از این رو با جایگزینی آرد گندم با کتان میزان ترکیبات فنولیک و پروتئین موجود در خمیر افزایش می‌یابد. افزایش این ترکیبات باعث افزایش میزان واکنش قهوه‌ای شدن میلارد می‌شود [۹، ۱۷]. بررسی روزگار و همکاران (۱۳۹٤) نشان داد که با افزایش مقدار آرد بزرک میزان روشنی، زردی و قرمزی نان کاهش یافت و رنگ نان تیره‌تر شد [۳۷]. تیره شدن رنگ پوسته نان با جایگزینی آرد گندم با آرد کتان در مطالعه ایکسیو و همکاران (۲۰۱٤) نیز گزارش شده است [۱۷]. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات کوکا و آنیل (۲۰۰۷) و منتس و همکاران (۲۰۰۸) نیز مطابقت دارد [۳۸، ۳۹]. جدول ۳ اثر آرد کتان بر رنگ کیک را نشان می‌دهد.

Table 3 Effect of different flaxseed flour levels on color of cake

Treatment	L	a	b	BI
control	57.19±4.00^{a}	13.51±1.68^{a}	37±3.00^{a}	114.48±2.60^{c}
5% FF	51.76±3.00^{b}	13.07±0.50^{ab}	33.39±2.50^{b}	115.46±2.20^{c}
10% FF	46.2±2.80^{c}	12.83±0.83^{ab}	30.75±2.00^{c}	122.14±1.83^{b}
15% FF	43.57±2.00^{d}	11.29±0.20^{bc}	29.75±1.50^{c}	124.83±0.46^{ab}
20% FF	39.61±1.39^{e}	10.75±0.10^{c}	27.31±1.69^{d}	127.28±3.62^{a}

(Means followed by the same letters are not significantly different)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۳-۹- ارزیابی حسی

نتایج این تحقیق نشان داد که تاثیر آرد کتان بر امتیاز رنگ پوسته کیک معنی‌دار بوده است ($P\leq0.05$). اگرچه با افزایش سطح آرد کتان امتیاز رنگ پوسته کاهش یافت، اما بر اساس نتایج مقایسه میانگین اختلاف امتیاز رنگ پوسته تا سطح جایگزینی ۱۰ درصد با شاهد معنی‌دار نبود. با توجه به تشدید واکنش‌های قهوه‌ای شدن در حضور ترکیبات پروتئینی و ترکیبات فنولیک آرد کتان و در نتیجه تیره‌تر شدن رنگ پوسته کیک، کاهش امتیاز رنگ پوسته کیک با افزایش مقدار آرد کتان در فرمولاسیون کیک دور از انتظار نیست. کاهش امتیاز رنگ کلوچه با افزایش میزان آرد کتان توسط گانورکار و جین (۲۰۱٤) و کاهش امتیاز رنگ پوسته نان با افزایش سطح جایگزینی آرد کتان توسط جعفر و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. بر اساس گزارشات این محققین نیز تاثیر آرد کتان در سطوح پایین جایگزینی بر امتیاز رنگ محصول معنی‌دار نبوده است [۱۲، ٤۰].

بر اساس نتایج آنالیز واریانس امتیاز بافت کیک تا سطح جایگزینی ۱۰ درصد آرد کتان اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد نشان نداد، اما در سطوح بالاتر جایگزینی امتیاز بافت کیک به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P\leq0.05$). کاهش معنی‌دار امتیاز بافت کلوچه در سطوح بالاتر آرد کتان توسط گانورکار و جین (۲۰۱٤) نیز گزارش شده است. این محققین کاهش تردی محصول را علت کاهش امتیاز بافت دانستند [۱۲].

Table 3 Effect of different flaxseed flour levels on sensorial properties of cake

Treatment	Color	Texture	Taste	Overall acceptability
control	4.5^{a}	4.4^{a}	4.5^{a}	4.5^{a}
5% FF	4.4^{ab}	4.5^{ab}	4.4^{a}	4.4^{ab}
10% FF	4.3^{abc}	4.2^{ab}	4.3^{a}	4.3^{ab}
15% FF	4^{c}	3.9^{bc}	4.1^{ab}	4^{bc}
20% FF	3.9^{c}	3.7^{c}	3.8^{b}	3.8^{c}

(Means followed by the same letters are not significantly different)

نتیجه ارزیابی امتیاز طعم نشان داد که استفاده از آرد کتان تنها در سطح ۲۰ درصد سبب کاهش معنی‌دار امتیاز طعم کیک نسبت به شاهد شده است ($P\leq0.01$). نتایج بررسی جعفر و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد که استفاده از آرد کتان در سطح ۲۰ درصد کاهش معنی‌دار امتیاز طعم نان را به دنبال داشته است و در سطوح پایین‌تر آرد کتان اختلاف امتیاز طعم نان با شاهد معنی‌دار نبوده است [٤۰]. این نتیجه با نتایج بررسی گانورکار و جین (۲۰۱٤) بر روی تاثیر آرد کتان بر امتیاز طعم کلوچه نیز مطابقت دارد.

مطالعه نتایج صفات حسی، جهت بررسی پذیرش کلی نشان داد که با افزایش مقدار آرد کتان، امتیاز پذیرش کلی کیک کاهش یافت؛ البته اختلاف امتیاز پذیرش کلی محصول، تنها در سطوح ۱۵ و ۲۰ درصد جایگزینی با شاهد معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). این نتایج با نتایج مطالعات گانورکار و جین (۲۰۱٤) و جعفر و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد [۱۲، ٤۰]. گانورکار و جین (۲۰۱٤) تیره‌تر شدن رنگ، ایجاد سطح خشک، کاهش تردی و نیز ایجاد احساس دهانی زبرتر را از دلایل کاهش امتیاز پذیرش کلی با افزایش مقدار آرد کتان عنوان کردند [۱۲]. اثر آرد کتان بر خصوصیات حسی کیک در جدول ٤ نشان داده شده است.

٤- نتیجه‌گیری

استفاده از آرد کتان در محصولات پخت، علاوه بر تولید محصولات غذایی متنوع، این محصولات را از نظر ترکیبات فراسودمند نظیر آلفالینولئیک اسید، فیبر غذایی و لیگنان غنی نموده و بهبود کیفیت تغذیه‌ای و وضعیت سلامتی مصرف‌کننده را نیز به دنبال دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از آرد کتان در کیک فنجانی تا سطح ۱۰ درصد تاثیر نامطلوب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی این نوع کیک نداشته و خواص حسی محصول را نیز حفظ می‌کند.

۵- منابع

[1] Takachi, R., Manami, I., Junko, I., Norie, K., Motoki, I. and Shizuka, S. 2008. Fruit and vegetable intake and risk of total cancer and cardiovascular disease Japan public health

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

center-based prospective study. American Journal of Epidemiology, 167 (1): 59-70.
[2] Zeng, Y.W., Jia-Zheng, Y., Xiao-Ying, P., Du, J., Yang, T., Yang, S. and Wei-Hua, Z. 2013. Strategies of functional food for cancer prevention in human beings. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 14:1585-1592.
[3] Wu, H., Pan, A., Yu, Z., Qi, Q., Lu, L., Zhang, G., Yu, D., Zong, G., Zhou, Y., Chen, X., Tang, L., Feng, Y., Zhou, H., Chen, X., Li, H., Demark-Wahnefried, W., Hu, F.B. and Lin, X. 2010. Lifestyle counseling and supplementation with flaxseed or walnut influence the management of metabolic syndrome. Journal of Nutrition 140:1937-1942.
[4] Adolphe, J.L., Whiting, S.J., Juurlink, B.H., Thorpe, L.U. and Alcorn, J. 2010. Health effects with consumption of the flax lignan sciosolariciresinol diglucoside. British Journal of Nutrition, 103: 929-938.
[5] Ranhotra, G. S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K. and Potnis, P.S. 1993. Lipidemic responses in rats fed flaxseed oil and meal. Cereal Chemistry, 70 (3): 364–366.
[6] Zhang, W., Wang, X., Liu, Y., Tian, H., Flickinger, B., Empie, M.W. and Sun, S.Z. 2008. Dietary flaxseed lignan extract lowers plasma cholesterol and glucose concentrations in hypercholesterolaemic subjects. British Journal of Nutrition, 99:1301-1309.
[7] Kangas, L., Saarinen, N. and Mutanen, M. 2002. Antioxidant and antitumor effects of hydroxymatairesinol (HM-3000, HMR), a lignan isolated from the knots of spruce. European Journal of Cancer Prevention, 11 (2): S48-S57.
[8] Oomah, B.D. 2001. Flaxseed as functional source. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 889-894.
[9] Hall, C., Tulbek. M. C. and Xu . Y. 2006. Flaxseed. Advances in Food and Nutrition Research, 51: 1-97.
[10] Singh, S. and Jood, S. 2009. Proximate composition, in vitro protein digestibility and anti-nutritional factors of linseed cultivars. Annals of Biology, 25 (2): 181-184.
[11] Bhathena, S.J., Ali, A.A., Mohamed, A.I., Hansen, C.T. and Velasquez, M.T. 2002. Differential effects of dietary flaxseed protein and soy protein on plasma triglyceride and uric acid levels in animal models. Journal of Nutritional Biochemistry, 13 (11): 684–689.
[12] Ganorkar, P.M. and Jain, R.K. 2014. Effect of flaxseed incorporation on physical, sensorial, textural and chemical attributes of cookies. International Food Research Journal, 21(4): 1515-1521.
[13] Shearer, A.E.H. and Davies, C.G.A. 2005. Physicochemical properties of freshly baked and stored whole wheat muffins with and without flaxseed meal. Food Quality, 28: 137-153.
[14] Khattab, R., Mohammad, Z. and Omar, M.B. 2012. Evaluation of pita bread fortified with defatted flaxseed flour. Current Nutrition and Food Science, 8: 91-101.
[15] Alpaslan, M. and Hayat, M. 2006. The effects of flaxseed, soy and corn flours on the textural and sensory properties of a bakery product. Journal of Food Quality, 29: 617–627.
[16] Mervat, E,D., Mahmoud, K.F., Bareh, G.F. and Albadawy, W. 2015. Effect of fortification by full fat and defatted flaxseed Flour sensory properties of wheat bread and lipid profile laste. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 4(4): 581-598.
[17] Xu, Y., Hall, C.A. and Manthey, F.A. 2014. Effect of flaxseed flour on rheological properties of wheat flour dough and on bread characteristics. Journal of Food Research, 3(6): 83-91.
[18] Pohjanheimo, T., Hakala, M., Tahvonen, R., Salminen, S. and Kallio, H. 2006. Flaxseed in bread making, effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products. Journal of Food Science, 71: S343-S348.
[19] Aghamohammadi, B., Ghiassi Tarzi, B., Honarvar, M. and Delkhosh, B. 2012. The effects of using molasses as a replacement for sugar on physicochemical and sensory properties of shortened cake. Journal of Food Science and Technology, 2: 37-45.
[20] Institute of Standard and Industrial Research of Iran. 2007. Cake – Specification and test methods. ISIRI Number 2553.
[21] Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums bake in different ovens. Food Hydrocolloids, 24: 755-762.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

[22] Sahin, S. and Sumnu, S. G. 2006. Physical properties of foods. Springer Science Business Media LLC, New York, 19–21.

[23] Celik, I., Yýlmaz, Y., Isýk, F. and Ustun, O. 2007. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. Food Chemistry, 101(3):907-911.

[24] Vatandoust, S., Azizi, M.H., Hojjatoleslami, M., Molavi, H. and Raesi, Z. 2015. The effect of adding Eleaagnus angustifolia powder to quality characteristics of burger's bread. Journal of Food Science and Technology, 49(12): 73-84.

[25] Cui, W. and Mazza, G. 1996. Physicochemical characteristics of flaxseed gum. Food Research International, 29 (3-4): 397–402.

[26] Lee, S., Inglet, G.E. and Crriere, C.J. 2004. Effec of nutrim oat bran and flaxseed on rheological properties of cakes. Cereal chemistry, 81: 637-642.

[27] Baeva, M., Terzieva, V. and Panchev, N. 2003. Structural development of sucrose-sweetened and sucrose-sree sponge cakes during baking. Nahrung/Food, 3:154–160.

[28] Nourmohammadi, E., Peighambardoust, S.H., Olad Ghaffari, A., Azadmard-Damirchi, S. and Hesari, J. 2011. Effect of sucrose replacement with polyols and aspartame on the characteristics of sponge cake. Journal of Food Research, 21(2): 155-165.

[29] Banks, W.T., Wang, C. and Susan, M. 1997. Partially defatted soy flour effects on sensory and physical characteristics of baked products. Journal of Consumer Studies and Human Economics, 21: 151-156.

[30] Shrestha, A.K. and Noomhorm, A. 2002. Comparison of physicochemical properties of biscuits supplemented with soy and Kinema flours. International Journal of Food Science and Technology, 37: 361-368.

[31] Ajila, C.M., Leelavathi, K. and Prasada Rao U.J.S. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. Journal of Cereal Science, 48: 319-326.

[32] Ahlborn , G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M. and Huber, C.S, 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. Cereal Chemistry, 82: 328-335.

[33] Ferrari, I., Alamprese, C., Mariotti, M., Lucisano, M. and Rossi, M. 2013. Optimization of cake fat quantity and composition using response surface methodology. International Journal of Food Science and Technology, 48(3):468-76.

[34] Bitaghsir, M., Kadivar, M. and Shahedi, M. 2014. Investigation of the possibility of producing low-calorie cake containing flaxseed mucilage as fat replacer. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 9(3): 73-82.

[35] Barnwal, P., Kore, P. and Alka, S. 2013. Effect of partially de-oiled maize germ cake flour on physicochemical and organoleptic properties of biscuits. Journal of Food Processing Technology, 4(4): 1-4.

[36] Pedreschi, F., Leo´n, J., Mery, D. and Moyano, P. 2006. Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. Food Research International, 39: 1092-1098.

[37] Roozegar, M.H., Shahedi, M. and Hamdami, N. 2015. Production and rheological and sensory evaluation of Taftoon bread containing flaxseed. Journal of Food Science and Technology, 48(12): 231-244.

[38] Koca, A.F. and Anil, M. 2007. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and bread quality. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87: 1172-1175.

[39] Mentes, O., Bakkalbas, E. and 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.

[40] Gaafar, A.M., Header, E.A., El-sherif, F.A., El-dashlouty, M.S. and El-brollose, S.A. 2010. Sensory, chemical and biological evaluation of some products fortified by whole flaxseed. Egyptian Journal of Agricultural Research, 88(1): 257-271.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Effect of flaxseed flour incorporation on physicochemical and sensorial attributes of cupcake

Ayoubi, A. [1*]

1.Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture,ShahidBahonar university of Kerman, Kerman, Iran.

(Received: 2017/01/18 Accepted:2017/02/18)

Flaxseed is one of the most important and most beneficial functional foods used in the industry today. In this study, the effects of flaxseed flour incorporation (at 4 levels; 5, 10, 15 and 20%) on the physicochemical (including weight loss, pH, porosity, volume, density, moisture, hardness of texture and color of crust) and sensorial properties of cupcake were studied. Data analysis showed that flaxseed flour, significantly affected the physicochemical and sensorial properties of the cake. It was discovered that by replacing wheat flour with flaxseed flour in cake formulation, weight loss, pH, porosity, volume, lightness, yellowness and sensory scores decreased and density, moisture, hardness of product texture, redness and browning index of crust increased. Above 10% of flaxseed flour incorporation, cake quality adversely affected. Thus, 5 and 10% incorporation level of flaxseed flour in cake resulted in acceptable product. Least value of weight loss (21.9%), porosity (19.2%), yellowness (27.31) and most value of density (0.57 g/cm3), darkness (39.61), redness (10.75) and browning index of cake (127.28) were related level of 20% replacing flaxseed flour.

Keywords: Browning Index, Color, Cupcake, Flaxseed, Porosity.

* Corresponding Author E-Mail Address: mayoubi92@uk.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]