

بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با فیبر گریپ‌فروت بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی

محمد اسماعیل نصرآبادی^{a*}، حماد نوری توپکانلو^b، الهام آزادفر^b، زهره قاضی^c

^a مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی دختران نیشابور، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان خراسان رضوی، ایران

^b دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

^c مدرس گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی دختران نیشابور، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان خراسان رضوی، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۸/۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۳/۴

۶۹

چکیده

مقدمه: کمبود ترکیبات فیبری در رژیم‌های غذایی منجر به یبوست، بیماری‌های قلبی-عروقی و انواع سرطان‌ها می‌شود، لذا در این تحقیق فیبر گریپ‌فروت به‌عنوان یک ترکیب فراسودمند در فرمولاسیون کیک اسفنجی استفاده شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ابتدا فیبر گریپ‌فروت در پنج سطح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد به‌عنوان جایگزین آرد گندم به فرمولاسیون کیک افزوده شد. ویسکوزیته خمیر با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد اندازه‌گیری شد. پس از تهیه کیک، حجم-مخصوص، میزان تخلخل، بافت، مؤلفه‌های رنگی و پذیرش کلی بررسی شد.

یافته‌ها: با افزایش مقدار فیبر رژیمی ویسکوزیته خمیر، درصد فیبر، رطوبت کیک، سفتی بافت و مؤلفه رنگی *b به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی که میزان دانسیته خمیر، pH، پروتئین کیک و مؤلفه‌های رنگی *L کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد داشت. حجم مخصوص و تخلخل کیک‌های حاوی فیبر گریپ‌فروت تا سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند ولی در سطوح بالاتر حجم مخصوص و تخلخل کیک‌ها کاهش یافت، به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد داشت. بر اساس نتایج حاصل از پذیرش کلی که میانگینی از خصوصیات حسی بود، مشخص گردید که نمونه حاوی ۱ درصد فیبر گریپ‌فروت بیشترین مقبولیت را در بین داوران چشایی برخوردار بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده افزودن ۱ درصد فیبر گریپ‌فروت به کیک می‌تواند ضمن حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی کیک، سبب بهبود ارزش تغذیه‌ای آن گردد.

واژه‌های کلیدی: خواص حسی، فیبر گریپ‌فروت، فیزیکوشیمیایی، کیک اسفنجی

مقدمه

کیک یکی از فرآورده‌های مهم و پر مصرف غلات و محصولی از آرد گندم می‌باشد. کیک که جزء فرآورده‌های قنادی محسوب می‌شود، دارای انواع مختلف و با کالری متفاوت بوده که معمولاً کالری زیاد موجود در انواع این محصولات به روغن، تخم‌مرغ و شکر موجود در فرمولاسیون آنها نسبت داده می‌شود (Pabon et al., 1992). در سال‌های اخیر استفاده از فیبر رژیمی منابع مختلف در محصولات غذایی به دلیل اثرات مفید آن بر سلامتی افراد رو به افزایش است. ارزش تغذیه‌ای و بهبود ساختاری کیک اسفنجی ایجاب می‌کند تا از فیبرهای رژیمی بهره‌برداری شود (Lebesi and T zia, 2011). فیبر یک واژه عمومی از انواع مختلف کربوهیدرات‌هاست که از دیواره سلولی گیاهان بدست آمده و به‌وسیله آنزیم‌های هضم‌کننده موجود در بدن انسان تجزیه نمی‌شود. فرموله کردن مواد غذایی با فیبر مرکبات بسیار مفید می‌باشد زیرا انواع ترکیبات فیبری در پوست مرکبات با pHهای خنثی وجود دارد که این ویژگی سبب کاربرد گسترده آن در انواع مواد غذایی می‌شود. ازسویی این نوع فیبرها از لحاظ عطر و طعم، طبیعی و غیرحساسیت‌زا می‌باشند. از مزایای دیگر آنها این است که موجب بهبود عملکرد پخت، افزایش ظرفیت اتصال آب، جذب روغن و بهبود بافت نهایی محصول با صرف هزینه کمتر می‌گردند (Lundberg, 2005). جهت غنی‌سازی کیک، از محصولات خشک‌شده مختلفی استفاده شده است. برای مثال کیک غنی‌شده با پودر کدوخلوایی به‌عنوان جایگزین آرد گندم توسط محققان بررسی شده است (Bhat and Bhat, 2013). ویژگی‌های کیفی کیک اسفنجی حاوی ۳، ۵ و ۷ درصد پودر قارچ صدفی توسط جنونگ و شیم بررسی شد. نتایج ارزیابی حسی حاکی از برتری نمونه‌های حاوی ۳ و ۵ درصد پودر قارچ در مقایسه با نمونه شاهد بود (Jeong et al., 2004). Masoodi و همکاران (۲۰۰۲) استفاده از تفاله سیب را به‌عنوان منبع فیبر رژیمی در کیک بررسی کردند. با توجه به نتایج، ویسکوزیته خمیر با افزایش میزان تفاله سیب کاهش اندازه ذرات افزایش ولی میزان وزن مخصوص و pH کاهش یافت. همچنین وزن کیک، میزان چروکیدگی و اندیس یکنواختی، با افزایش میزان تفاله افزایش یافت در حالی که حجم کیک و تقارن کاهش نشان

داد. همچنین به‌کارگیری صمغ‌های کربوکسی‌متیل سلولز، گوار و آلژینات (به‌عنوان منابع غنی از فیبر) در فرمولاسیون کیک، باعث بهبود حجم، افزایش ویسکوزیته و تاخیر در بیاتی کیک می‌شود (Gomez et al., 2005). اثر مقدار فیبر، اندازه ذرات و نوع آن بر کیفیت کیک لایه‌ای نشان داد که هر سه فاکتور اندازه ذرات، میزان و نوع فیبر بر خواص کیفی کیک تأثیرگذار بوده و افزودن انواع فیبر باعث بهبود کیفیت کیک می‌شود (Gomez et al., 2010). جایگزینی پی‌درپی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد آرد گندم با فیبر رژیمی از گندم، جودوسر و برنج یا سبوس گندم، جودوسر و برنج در فرمولاسیون کیک مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد فیبرهای رژیمی باعث تولید کیک‌هایی با حجم بیشتر و بافت نرم‌تر نسبت به شاهد شده در حالی که افزودن سبوس غلات به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم کمتر و بافت سخت‌تر نسبت به نمونه شاهد می‌شود (Lebesi and T zia, 2011). همچنین پودر سیب باعث افزایش ویسکوزیته خمیر و سفتی بافت کیک گردید (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵). گریپ‌فروت از خانواده مرکبات می‌باشد و میوه و پوست آن حاوی ترکیبات فعالی چون فلاونوئیدها، اسیدهای میوه، اسانس (شامل ۹۶ تا ۹۷ درصد هیدروکربن‌های فعال مانند لیمونن، ژرانیول، سیترال، سیترونال، نرال و میرسن)، آلدئیدهای آلیفاتیک (مانند دکانال و اکتانال)، مقادیر زیادی ویتامین ث و پتاسیم، همچنین منبع خوبی از فولات، آهن، کلسیم و سایر مواد معدنی است. گونه‌های صورتی و قرمز گریپ‌فروت دارای مقادیر زیادی بتاکاروتن (پیش‌ساز ویتامین A) می‌باشند (Bruneton, 1995). میوه گریپ‌فروت به‌عنوان یک مکمل غذایی در بیماران مبتلا به کاهش پتاسیم خون مصرف می‌شود همچنین مقادیر زیاد فیبر محلول در آب میوه این گیاه به کاهش کلسترول خون کمک می‌کند. گریپ‌فروت‌های صورتی و قرمز حاوی مقادیر زیادی لیکوپن هستند که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی می‌باشند و در کاهش بروز سرطان پروستات موثر می‌باشند. اسید فلیک موجود در این گیاه موجب مهار تشکیل نیتروز آمین‌های سرطانزا می‌شود (Lawless, 1995). در سال‌های اخیر با پیشرفت دانش بشری در زمینه تولید و تکنولوژی صنایع غذایی، تولید مواد غذایی عملگرا یا فراسودمند با تغییر در ساختار اجزای فرآورده‌های غذایی از طریق افزودن

پژوهش در جدول ۱ گزارش شده است. ابتدا شکر و روغن به مدت چهار دقیقه توسط همزن برقی مخلوط شدند. سپس تخم‌مرغ در سه مرحله و در مدت زمان دو دقیقه به مخلوط اضافه گردید. ۱۵ میلی‌لیتر از آب اضافه و دو دقیقه هم زده شد. فیبر رژیمی گریپ‌فروت در پنج سطح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد جایگزین آرد کیک شد. سپس همه موارد پودری که از قبل با هم مخلوط و غربال شده بودند، به مخلوط اضافه و تا به دست آمدن یک خمیر یکنواخت مخلوط شدند. باقیمانده آب نیز اضافه و به مدت یک دقیقه مخلوط بهم زده شد. ۳۰ گرم خمیر درون هر قالب ریخته شد و جهت پخت در آون توستر (Oven toaster, Noble, Model :KT-45XDRC) با دمای ۱۹۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۵-۲۰ دقیقه قرار گرفت. کیک‌های پخته‌شده، خنک و سپس در بسته‌های پلی‌پروپیلن عایق نسبت به رطوبت و اکسیژن نگهداری شدند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۱- فرمولاسیون پایه کیک اسفنجی

ترکیب	گرم
آرد	۱۰۰
تخم‌مرغ	۷۲
پودر شکر	۷۲
روغن مایع	۵۷
پودر آب پنیر	۴
پودر شیر خشک	۲
بیکنینگ پودر	۲
وانیل	۰/۵
صمغ گزانتان	۰/۲۵
آب	۳۰

نمونه شاهد (بدون فیبر گریپ فروت) می‌باشد و در سایر نمونه‌ها، فیبر گریپ فروت در چهار سطح ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد جایگزین آرد کیک شد.

ارزیابی خصوصیات شیمیایی آرد گندم و کیک

برای تعیین ویژگی‌های شیمیایی از روش‌های آزمون AACC (۲۰۰۰) استفاده شد. بدین منظور برای اندازه‌گیری رطوبت از روش (۱۵-۴۴)، پروتئین خام از روش (۱۳-۴۶)، چربی از روش (۲۵-۳۰)، خاکستر از روش (۰۱-۰۸)، pH از روش (۲۵-۲)، فیبر از روش (۱-۳۳) و گلوکن مرطوب از روش (۱۱-۳۸) استفاده شد (AACC, 2000).

ترکیبات سلامت بخش به مواد غذایی و غنی‌سازی فرآورده‌های غذایی مورد توجه قرار گرفته است (Siro *et al.*, 2008). کمبود ترکیبات فیبری در رژیم‌های غذایی منجر به یبوست، بیماری‌های قلبی-عروقی و انواع سرطان‌ها می‌شود، لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با فیبر گریپ‌فروت به عنوان یک ترکیب فراسودمند در فرمولاسیون کیک اسفنجی و بررسی ویژگی‌های آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

- تهیه مواد اولیه

مواد اولیه مورد نیاز جهت تهیه کیک شامل آرد نول با رطوبت ۱۲/۱ درصد، پروتئین ۱۰/۳۵ درصد، خاکستر ۰/۴۶ درصد، چربی ۱/۰۱ درصد، فیبر ۰/۴۳ درصد و گلوکن مرطوب ۱۸/۲ (کارخانه آرد بی‌هق)، روغن مایع (شرکت لادن)، شکر (شرکت قند فریمان)، تخم‌مرغ (شرکت تالونگ)، بیکنینگ پودر (شرکت هیرمن)، وانیل (شرکت ردیا)، پودر آب پنیر و شیر خشک بدون چربی (شرکت پگاه) و گریپ‌فروت رقم توسرخ از شهرستان تنکابن تهیه شد. مواد شیمیایی مورد نیاز نیز ساخت شرکت مرک آلمان بود.

- تهیه فیبر رژیمی از گریپ‌فروت

در این تحقیق فیبر گریپ‌فروت از پوست گریپ‌فروت رقم توسرخ با استفاده از روش لارراوری تهیه شد (Larrauri, 1999). بر اساس این روش ابتدا پوست گریپ‌فروت به قطعات کوچک بریده شد. سپس در آب داغ ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه آنزیم‌بری انجام شد تا آنزیم‌های پکتولیتیک خنثی گردند. پس از آبکش کردن، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۵ درصد خشک گردید و سپس آسیاب شد (عظیمی محله و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به اینکه استفاده از پودر فیبر مرکبات با اندازه کوچک‌تر موجب احساس سنی در دهان می‌شود، لذا اندازه ذرات فیبر بین ۱-۰/۵ میلی‌متر انتخاب گردید (Garcia-Perez *et al.*, 2006).

- تهیه کیک اسفنجی

فرمولاسیون پایه کیک اسفنجی تهیه شده در این

بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با فیبر گریپ فروت بر خصوصیات کیک اسفنجی

- آزمون دانسیته خمیر

از تقسیم وزن حجم مشخصی از خمیر کیک بر وزن همان حجم آب، در دمای ثابت محاسبه شد (Gomez *et al.*, 2005).

- آزمون ویسکوزیته خمیر

ویسکوزیته خمیر کیک‌های اسفنجی با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, model RVDV- II+ pro, USA) با سرعت برشی ۶۰ بر ثانیه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از اسپیندل شماره S07 اندازه‌گیری شدند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵).

- آزمون حجم مخصوص کیک

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص، از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا استفاده شد. ابتدا حجم ظرف و کلزا اندازه گرفته شد، سپس کیک داخل ظرف خالی گذاشته شد و در آن دانه‌های کلزا ریخته شد. سپس کیک را خارج کرده و حجم اشغالی توسط دانه‌های کلزا اندازه‌گیری شد. اختلاف عدد حاصله حجم کیک است. حجم مخصوص از رابطه ۱ محاسبه گردید (Weining, 2008).

$$S.V = \frac{V}{M} \quad \text{رابطه (۱)}$$

S.V: حجم مخصوص میلی‌لیتر بر گرم، V: حجم برحسب cm^3 و M: جرم بر حسب gr است.

- تعیین میزان تخلخل کیک

برای ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک در فواصل زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد 2×2 سانتی متر از مغز کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ نقطه در اینچ، تصویربرداری شد. سپس تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار z Image قرار گرفت. تصاویر موجود در این نرم‌افزار، مجموعه‌ای از نقاط تاریک و روشن بوده و نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل در نمونه‌ها برآورد می‌گردد (زاوه زاد و حقایق، ۱۳۹۵).

میزان سفتی بافت کیک (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۰۹۷۴) با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل M350-10CT، ساخت انگلیس) صورت پذیرفت. این آزمون دو ساعت پس از پخت کیک‌ها در سه تکرار انجام گرفت. به این ترتیب که از قسمت مغز کیک‌ها برش‌هایی در ابعاد تقریبی 2×2 سانتی متر جدا گردید. مقادیر نیرو (مقدار نیرویی که باید فک بالایی دستگاه به نمونه وارد کند) معادل ۴۰ درصد ضخامت نمونه‌های کیک در نظر گرفته شد به گونه‌ای که نمونه‌ها را ۸ میلی‌متر فشرده نماید. همچنین میزان سرعت حرکت فک بالایی، ۳۰ میلی‌متر در دقیقه تنظیم گردید. در این آزمون از پروب صفحه‌ای استفاده شد (AACC, 2003).

- ارزیابی رنگ پوسته کیک

آنالیز رنگ دو ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها برشی به ابعاد 2×2 از کیک تهیه شد و از قسمت کف آن به وسیله اسکنر (مدل HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (Sun, 2008). اندیس قهوه‌ای شدن^۱ BI نیز از روابط ۲ و ۳ محاسبه شد (وطن دوست و همکاران، ۱۳۹۴).

$$B.I = \frac{100(x-0.31)}{017} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$x = \frac{(a+1.75 \times L)}{5.645 \times L + a - 3.012 \times b} \quad \text{رابطه (۳)}$$

- ارزیابی خصوصیات حسی کیک‌های تولیدی

- بررسی میزان سفتی بافت کیک

^۱ Browning Index

نرم افزار MSTATC (در سطح اطمینان $p < 0.05$) انجام گردید. برای رسم نمودارها از برنامه EXCEL 2013 استفاده شد.

یافته‌ها

- دانسیته خمیر

دانسیته خمیر کیک‌های غنی شده با درصد‌های مختلف فیبر گریپ‌فروت در شکل ۱ آمده است. با توجه به شکل تفاوت معنی‌داری بین کلیه نمونه‌ها مشاهده شد. به طوری که نمونه شاهد دارای بیشترین و نمونه حاوی ۲ درصد فیبر گریپ‌فروت دارای کمترین میزان دانسیته بودند.

- ویسکوزیته خمیر

ویسکوزیته خمیر کیک‌های غنی شده با درصد‌های مختلف فیبر گریپ‌فروت در سرعت برشی برابر با ۶۰ بر ثانیه در شکل ۲ به نمایش درآمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد جایگزینی فیبر گریپ‌فروت، ویسکوزیته خمیر کیک‌ها افزایش یافته است.

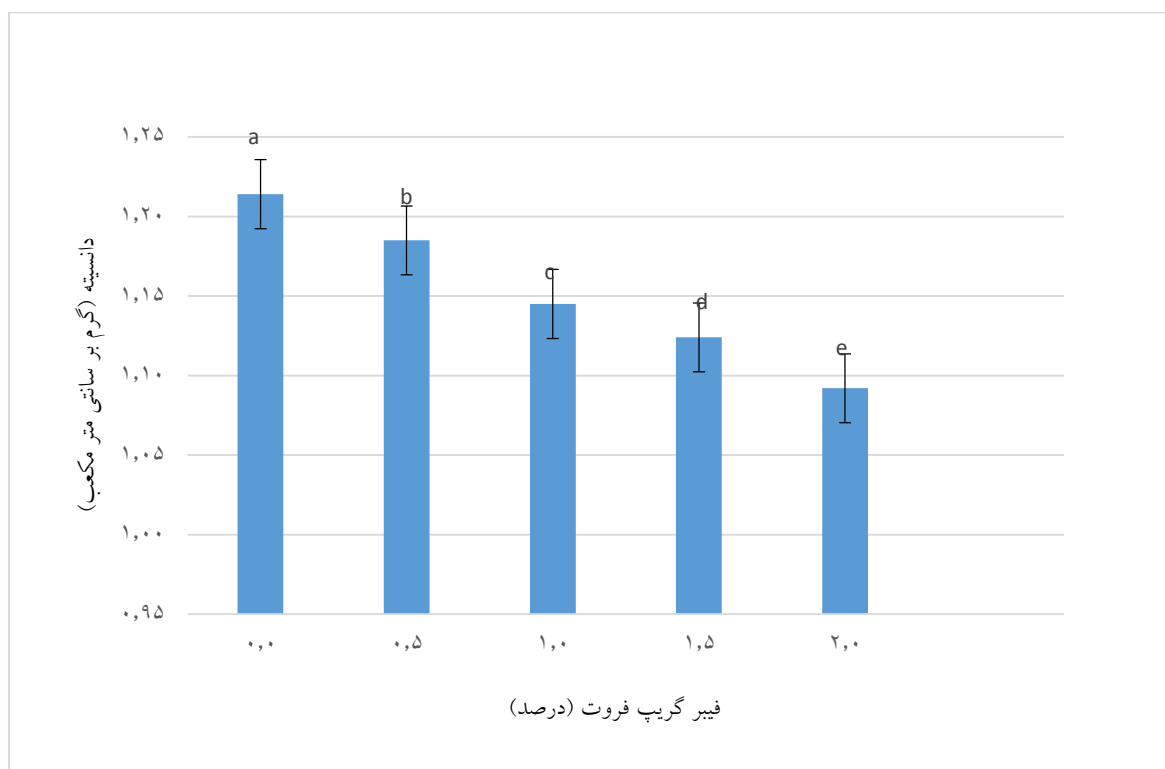
خصوصیات حسی کیک‌های تولیدی در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت (تازه)، از طریق آزمون چشایی ارزیابی شد. ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده، خصوصیات کیک‌های تولیدی را جهت تعیین میزان پذیرش کلی، رنگ پوسته، قابلیت جویدن، سفتی بافت، طعم، تخلخل و خاصیت ارتجاعی بر مبنای مقیاس ۱-۵ (۱ کمترین و ۵ بالاترین امتیاز) ارزیابی کردند و در نهایت با اعمال ضریب ارزشیابی برای هر صفت، پذیرش کلی کیفیت نان با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید (زاوه زاد و حقایق، ۱۳۹۵).

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P} \quad \text{رابطه (۴)}$$

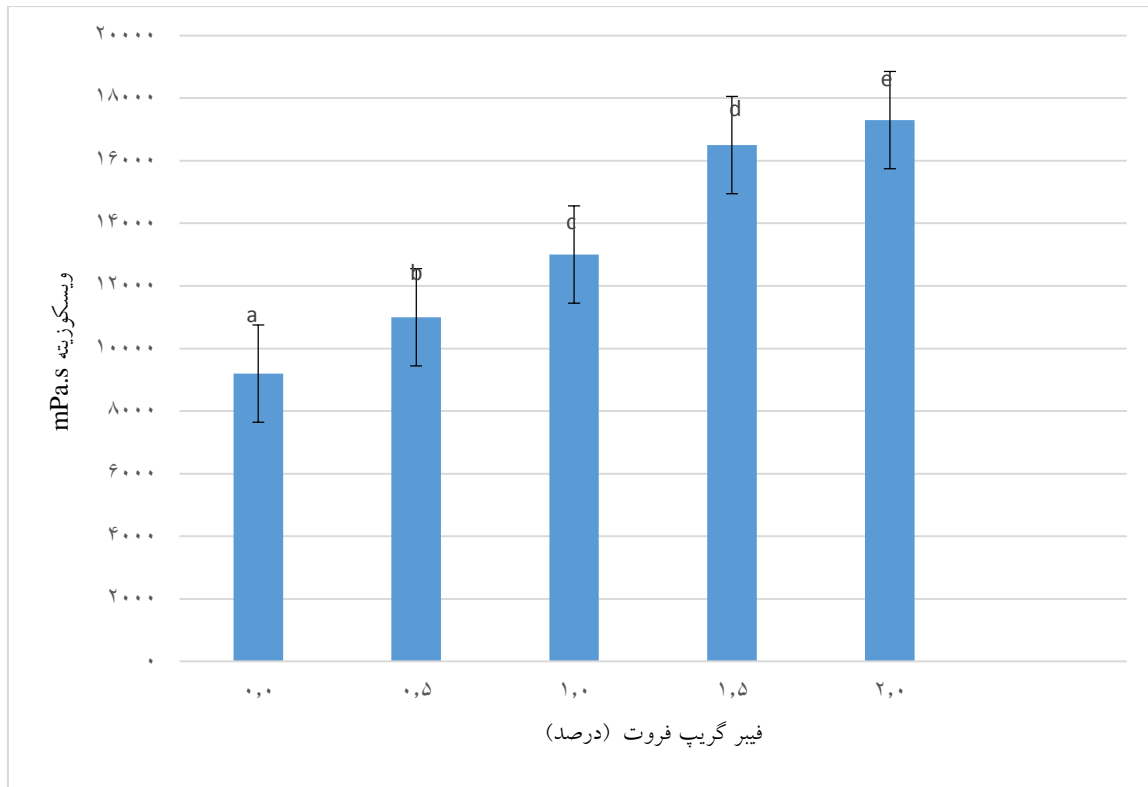
$Q =$ پذیرش کلی (عدد کیفیت کیک)، $P =$ ضریب رتبه صفات و $G =$ ضریب ارزیابی صفات.

- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور انجام آزمایش و تجزیه تحلیل داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از



شکل ۱- میانگین دانسیته خمیر نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی مقادیر متفاوت فیبر گریپ‌فروت



شکل ۲- میانگین ویسکوزیته خمیر نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی مقادیر متفاوت فیبر گریپفروت

افزایش فریب گریپفروت باعث کاهش مقدار pH کیک‌های تولیدی گردید. به طوری که نمونه شاهد دارای بیشترین pH و نمونه حاوی ۲ درصد فیبر گریپفروت دارای کمترین مقدار pH بود.

حجم مخصوص نمونه‌های کیک

با توجه به نتایج شکل ۳ افزودن فیبر گریپفروت تا سطح ۱ درصد تفاوتی در حجم کیک‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد ایجاد نکرده است ولی در سطوح بالاتر سبب کاهش حجم کیک به میزان قابل ملاحظه‌ای شده است.

ترکیبات شیمیایی کیک‌های غنی شده

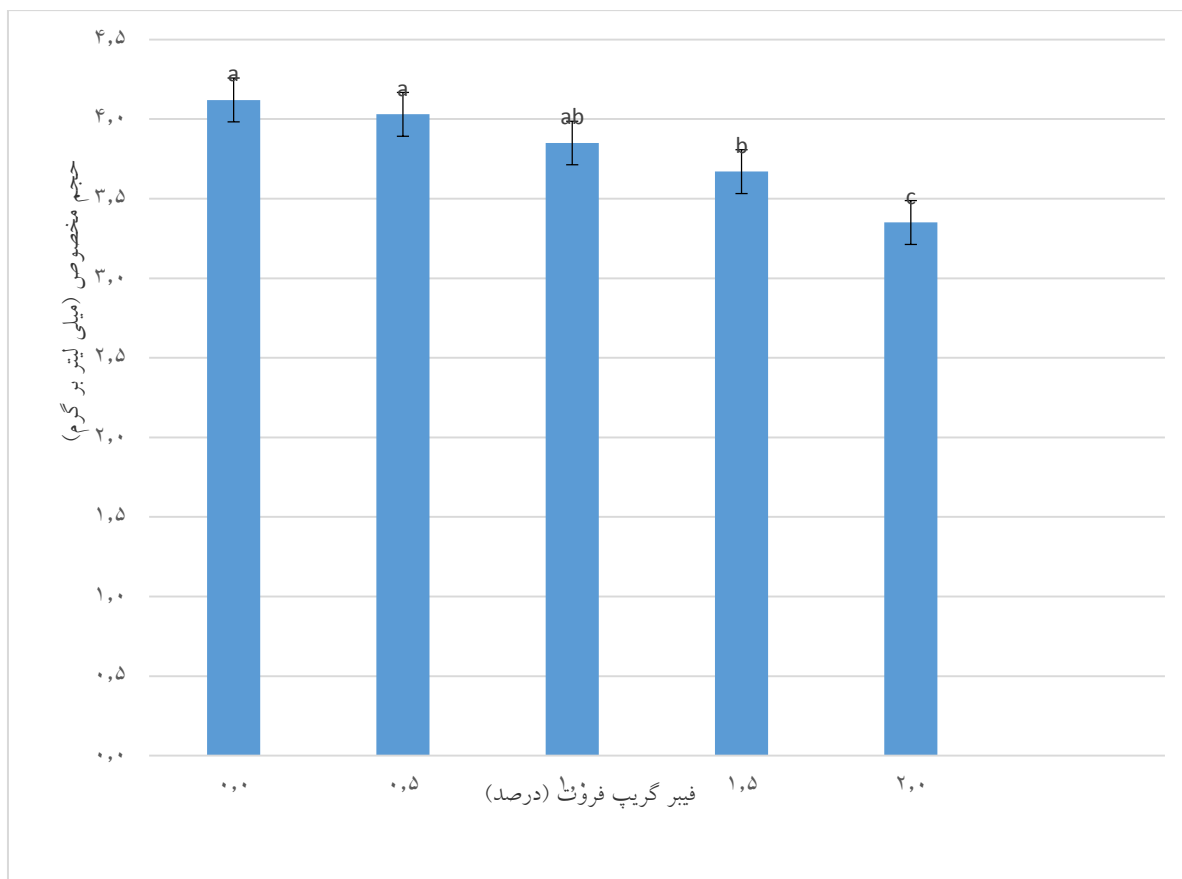
در جدول ۲ آنالیز ترکیبات شیمیایی کیک‌های غنی شده با فیبر گریپفروت به نمایش درآمده است. با افزایش درصد فیبر گریپفروت از صفر تا ۲ درصد مقدار رطوبت و فیبر کیک‌ها افزایش یافت درحالی که مقدار پروتئین و pH موجود در کیک‌ها کاهش یافت. از طرفی با افزایش مقدار فیبر گریپفروت، درصد فیبر کیک‌های تولیدی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. به طوری که نمونه حاوی ۲ درصد فیبر گریپفروت با ۲/۹۷ درصد، بیشترین مقدار فیبر و نمونه شاهد با ۰/۱۲ درصد، کمترین مقدار فیبر را دارا بود. همچنین

۷۴

جدول ۲- آزمایشات شیمیایی کیک شاهد و نمونه‌های حاوی فیبر گریپفروت

pH	فیبر (درصد)	پروتئین (درصد)	رطوبت (درصد)	فیبر گریپفروت (درصد)
۷/۲۳±۰/۰۱ ^a	۰/۱۲±۰/۳۳ ^e	۸/۶۲±۰/۰۱ ^a	۱۹/۲±۰/۰۳ ^e	۰ (شاهد)
۷/۱۶±۰/۰۲ ^b	۰/۹۷±۰/۱۱ ^d	۸/۴۲±۰/۰۸ ^b	۳۳/۳±۰/۰۱ ^d	۰/۵
۶/۹۲±۰/۰۱ ^c	۱/۲۱±۰/۱۳ ^c	۸/۲۵±۰/۰۷ ^c	۳۳/۹±۰/۰۳ ^c	۱
۶/۵۳±۰/۰۳ ^d	۲/۲۲±۰/۴۲ ^b	۸/۰۱±۰/۱۳ ^d	۳۴/۶±۰/۱۱ ^b	۱/۵
۶/۲۶±۰/۰۱ ^e	۲/۹۷±۰/۱۳ ^a	۷/۸۳±۰/۲۶ ^e	۳۵/۳±۰/۰۱ ^a	۲

اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند ($p < 0.05$).



شکل ۳- تاثیر افزودن فیبر گریپ فروت بر حجم مخصوص کیک

۷۵

است. فاکتور a^* که نمایگر گرایش رنگ بافت کیک به سمت رنگ قرمز می باشد در کلیه نمونه ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. فاکتور b^* که نمایگر رنگ زرد بافت مغز کیک است در کلیه تیمارها نسبت به نمونه شاهد افزایش معنی داری داشت.

پذیرش کلی

ارزیابی حسی نمونه ها نشان داد که مصرف کنندگان از کیک های حاوی ۱ درصد فیبر گریپ فروت رضایت مندی بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند، در حالی که نمونه های حاوی ۰/۵ و ۱/۵ درصد فیبر گریپ فروت امتیاز مشابه نمونه شاهد کسب نمودند.

بحث

با توجه به نتایج دانسیته و ویسکوزیته خمیر، چنین به نظر می رسد که به دام افتادن حباب های هوا در خمیر کیک های حاوی فیبر گریپ فروت، در افزایش ویسکوزیته، افزایش قوام خمیر و کاهش دانسیته خمیرهای مذکور موثر بوده

تخلخل نمونه های کیک

با توجه به نتایج شکل ۴ افزودن فیبر گریپ فروت تا سطح ۱ درصد تفاوتی در میزان تخلخل کیک های تولیدی نسبت به نمونه شاهد ایجاد نکرده است ولی در سطوح بالاتر سبب کاهش تخلخل کیک ها نسبت به نمونه شاهد شده است.

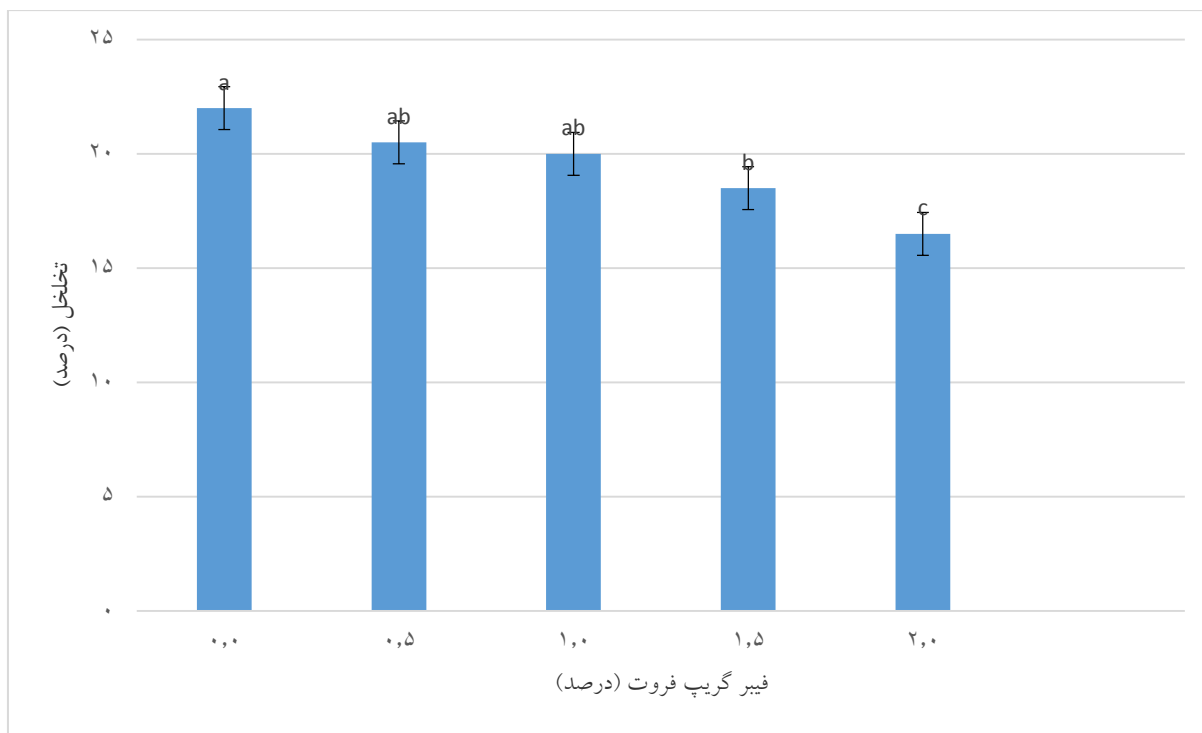
بافت نمونه های کیک

نتایج آزمون بافت نمونه های کیک با مقادیر مختلف فیبر گریپ فروت در شکل ۵ آمده است. همان طور که مشاهده می شود، با افزایش درصد جایگزینی فیبر گریپ فروت بجای آرد گندم، سختی بافت نمونه های کیک به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش می یابد.

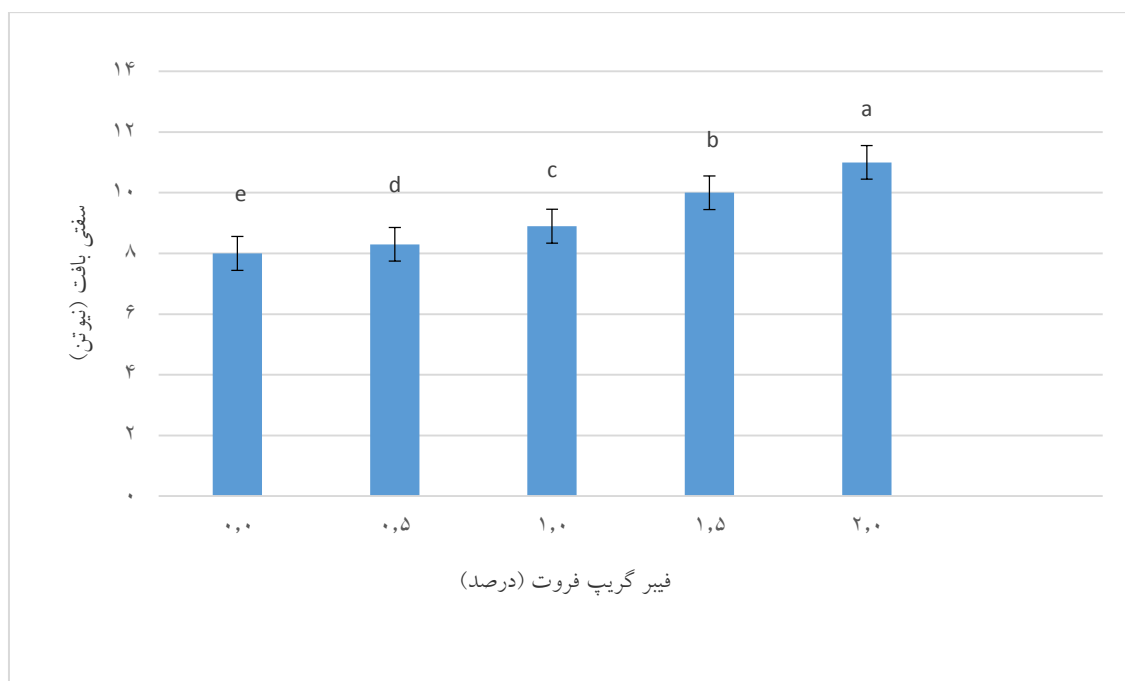
ارزیابی مؤلفه های رنگی پوسته کیک ($a^* b^* L^*$)

همانطور که در جدول ۴ کاملاً مشهود است با افزودن فیبر گریپ فروت در کلیه سطوح فاکتور L^* که نمایگر روشنی رنگ بافت کیک است افزایش معنی داری یافته

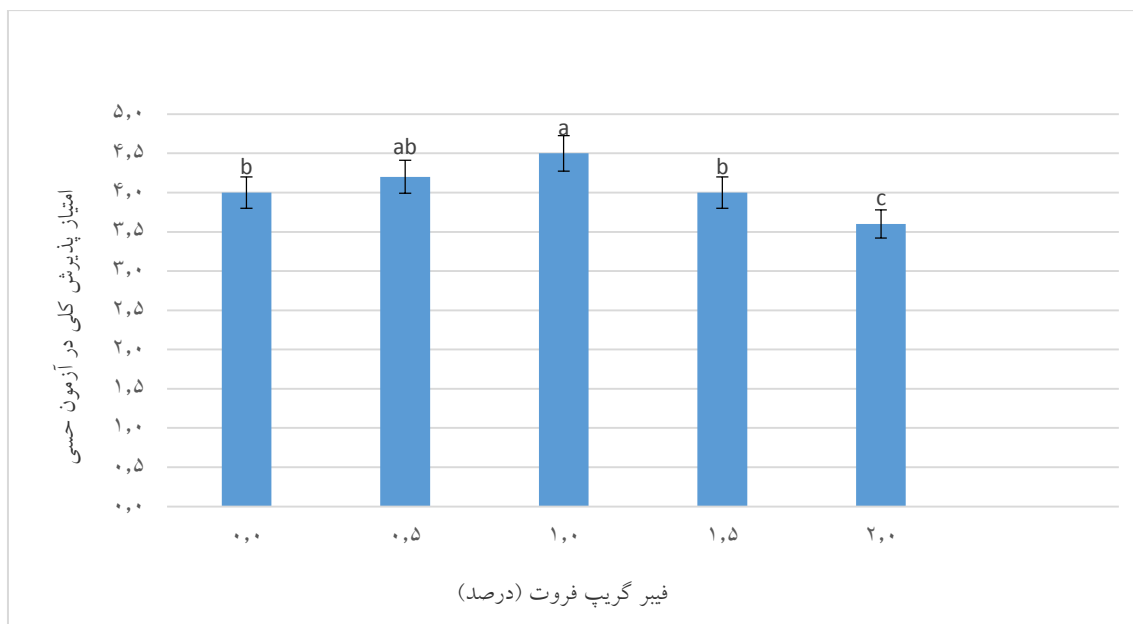
بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با فیبر گریپ فروت بر خصوصیات کیک اسفنجی



شکل ۴- تأثیر افزودن فیبر گریپ فروت بر درصد تخلخل کیک



شکل ۵- میانگین سفتی بافت نمونه‌های کیک حاوی مقادیر متفاوت فیبر گریپ فروت



شکل ۶- تأثیر فیبر گریپ فروت در سطوح متفاوت بر امتیاز پذیرش کلی کیک‌ها در آزمون حسی

جدول ۴- تأثیر فیبر گریپ فروت در سطوح متفاوت بر میزان مؤلفه‌های رنگی کیک اسفنجی

مؤلفه‌های رنگی				فیبر گریپ فروت (درصد)
BI	b*	a*	L*	
۱۴۷/۳۶۶	۳۲/۲۵±۲/۰۵ ^c	-۲/۷۵±۱/۰۴ ^a	۸۸/۵۸±۲/۱۲ ^a	صفر (شاهد)
۱۵۶/۴۵۶	۳۴/۳۵±۱/۴۸ ^d	-۲/۴۶±۰/۹۸ ^a	۸۱/۳۶±۲/۲۳ ^b	۰/۵
۱۶۲/۷۶۶	۳۶/۱۴±۲/۵۳ ^c	-۲/۲۶±۰/۳۶ ^a	۷۸/۶۵±۳/۲۱ ^c	۱
۱۸۱/۲۹۶	۳۹/۲۲±۲/۵۵ ^b	-۲/۲۸±۱/۱۳ ^a	۶۹/۵۸±۲/۴۳ ^d	۱/۵
۲۰۵/۹۵۲	۴۴/۳۵±۲/۳۳ ^a	-۲/۱۴±۱/۲۱ ^a	۶۵/۶۳±۳/۴۷ ^e	۲

اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند ($p < 0.05$).

توانایی رشد و متورم شدن، بالا بردن ویسکوزیته و جلوگیری از سینریزس را توجیه می‌کند (Sahan et al., 2013). نتایج به‌دست آمده با نتایج Salehi و همکاران (۲۰۱۶) که ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک غنی‌شده با پودر سیب را بررسی می‌کردند مطابقت دارد. همچنین نجفی و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقات خود عنوان نمودند که جایگزینی آرد گندم با فیبر پرتقال در کیک مافین سبب افزایش ویسکوزیته خمیر گردید.

افزایش مقدار رطوبت کیک، با افزایش مقدار فیبر، ناشی از ترکیبات جاذب الرطوبه موجود در فیبر گریپ فروت است که با جذب بیشتر و قدرت نگهداری بیشتر آب سبب افزایش مقدار رطوبت در محصول حاصله می‌شوند. نتایج این تحقیق با نتایج Bhat و همکارش بر تأثیر جایگزینی

است. نجفی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقات خود عنوان نمودند که جایگزینی آرد گندم با فیبر پرتقال در کیک مافین سبب کاهش دانسیته خمیر گردید. نتایج تحقیقات حاضر با نتایج تحقیقات Masoodi و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت داشت که اعلام نمودند افزودن تفاله سیب به‌عنوان منبع فیبر رژیمی به کیک سبب کاهش دانسیته خمیر آن می‌گردد. روند افزایشی مشاهده شده در ویسکوزیته نمونه‌های مذکور، مربوط به افزایش میزان فیبر می‌باشد. در میوه جات، دیواره سلولی بخشی مهم محسوب می‌شود و ویژگی اتصال با مولکول‌های آب در فیبرهای میوه باعث بهبود رفتارهای رئولوژیکی در مواد غذایی می‌گردد. به‌طور کلی ویژگی کلیدی فیبر میوه‌ها، خاصیت هیدراته شدن یا جذب آب آن می‌باشد. جذب آب توسط فیبر میوه،

بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با فیبر گریپ فروت بر خصوصیات کیک اسفنجی

آرد گندم با پودر کدو حلوائی مطابقت دارد. این محققین افزایش رطوبت کیک دارای آرد ترکیبی گندم و پودر کدو حلوائی را به ویژگی آب دوستی پودر کدو تنبل و ظرفیت جذب آب بالاتر در آرد ترکیبی در مقایسه با آرد گندم نسبت دادند (Bhat & Bhat, 2013). نتایج بررسی وطن دوست و همکاران، نیز بر افزایش رطوبت نان همبرگر با افزایش مقدار پودر سنجد دلالت داشت (وطن دوست و همکاران، ۱۳۹۵). افزایش درصد فیبر گریپ فروت در فرمولاسیون کیک به طور معنی داری باعث کاهش میزان پروتئین کیک های تولیدی نسبت به کیک شاهد شد. با توجه به کاهش درصد آرد گندم در فرمولاسیون کیک های تولیدی، کاهش پروتئین قابل پیش بینی بود. صالحی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن پودر سیب به عنوان منبع فیبر رژیمی به کیک، سبب کاهش پروتئین محصول می شود. استفاده از فیبر پرتقال به دلیل جذب آب بیشتر و تأثیر بر میزان تحرک یون های هیدروژن، در کاهش میزان pH نمونه های کیک بسیار موثر بوده (Lundberg, 2005). Masoodi و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن تفاله سیب به عنوان منبع فیبر رژیمی به کیک، سبب کاهش pH محصول می شود.

دلیل کاهش حجم مخصوص کیک ها، احتمالاً ناشی از کاهش مقدار گلوتن و در نتیجه کاهش قدرت نگهداری گاز در خمیر می باشد. نتایج بررسی زارع و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان داد که جایگزینی آرد گندم با پودر سنجد حجم کیک را کم می کند. این محققین بیان نمودند که علت این کاهش احتمالاً تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی خمیر بوده است. Salehi و همکاران (۲۰۱۶) نشان گزارش نمودند که جایگزینی آرد گندم با پودر سیب سبب کاهش حجم و افزایش دانسیته کیک می شود. کاهش میزان تخلخل کیک ها با افزودن فیبر گریپ فروت را می توان به تغییر ترکیبات خمیر و در نتیجه کاهش قدرت انبساط و نگهداری گاز در خمیر نسبت داد، که منجر به کاهش اندازه حفرات تشکیل شده در بافت کیک و کاهش تخلخل کمتر کیک شده است. Heenana و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که تخلخل تمام نمونه ها با افزایش سطح فیبر کاهش می یابد که متعاقباً این موضوع باعث افزایش سختی کیک می شود. Gomez و همکاران (۲۰۰۸) اعلام نمودند

که افزودن فیبر آرد نخودچی سبب کاهش تخلخل کیک می شود. با افزایش درصد جایگزینی فیبر گریپ فروت بجای آرد گندم، سختی بافت نمونه های کیک نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش می یابد. به طور کلی فاکتور سختی تلفیقی از میزان مقاومت مغز و پوسته در اثر فشردگی است. از طرف دیگر استحکام کیک ارتباط مستقیمی با دانسیته و ارتباط غیر مستقیمی با حجم کیک دارد به طوری که هر چه دانسیته افزایش یابد، استحکام و مقاومت کیک نیز بیشتر می شود، بنابراین میزان سختی نیز افزایش می یابد (Lee et al., 2005). صالحی و همکاران (۱۳۹۵) اعلام نمودند با افزودن پودر سیب به کیک اسفنجی، حجم کیک کاهش و سفتی آن افزایش می یابد. همچنین Gomez و همکاران (۲۰۰۸) اعلام نمودند که در اثر افزودن فیبر آرد نخودچی سفتی بافت کیک افزایش می یابد.

افزایش رنگ زرد نمونه ها در اثر افزایش مقدار فیبر را می توان به وجود رنگدانه های زرد کاروتنوئیدی در فیبر گریپ فروت نسبت داد. مجموع این فاکتورها منجر به افزایش معنی دار میزان قهوه ای شدن (اندیس BI) رنگ مغز کیک نسبت به نمونه شاهد شده است. عظیمی محله و همکاران (۱۳۹۲) کاهش میزان روشنایی را در نمونه های ماست میوه ای حاوی فیبر پرتقال را گزارش کردند. جایگزینی پودر قارچ صدفی با آرد کیک اسفنجی باعث کاهش زردی و روشنایی پوسته کیک شد در حالی که قرمزی افزایش یافت (Jeong and Shim, 2004).

امتیاز پذیرش کلی میانگین امتیاز سایر ویژگی های حسی (شامل رنگ پوسته، قابلیت جویدن، سفتی بافت، طعم، تخلخل و خاصیت ارتجاعی) است. مصرف کنندگان از کیک های حاوی ۱ درصد فیبر گریپ فروت رضایت مندی بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند، به نظر می رسد پذیرش مصرف کنندگان به کاهش سختی کیک تولیدی تا سطح ۱ درصد فیبر گریپ فروت مرتبط باشد. نجفی و همکاران اعلام کردند با افزایش فیبر پرتقال در کیک پذیرش کلی بیشتر شده و نمونه حاوی ۲ درصد فیبر پرتقال بیشترین مقبولیت را داشت.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان می دهد که افزایش سطوح فیبر

غذایی، سال دوازدهم، شماره ۴۹، صفحات ۸۴-۷۳.

AACC. (2000). Approved methods of the American Association of the Cereal Chemist, 10th edition.

AACC. (2003). Approved methods of analysis of the American association of Cereal Chemists, St. Paul.MN US.

Bhat, M. A. & Bhat, A. (2013). Study on physico-chemical characteristics of pumpkin blended cake. *Journal of Food Processing & Technology*, 4(9), 4-9.

Bruneton, J. (1995). *Pharmacognosy phytochemistry medicinal plants*. Intercept Ltd. England. pp: 449.

Garcia-Pe rez, F.J., Sendra, E., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. & Perez-Alvarez, J. A. (2006). Rheology of orange fiber enriched yogurt. *Milchwissenschaft*, 61, 55-59.

Gomez, M., Ronda, F., Coballera, A., Blanco, A. & Rosell, M. (2005). Functionality of diffehydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167-173.

Gomez, M., Oliete, B., Rosell, C. M., Pando, V. & Fernandez, E. (2008). Studies on cake quality made of wheat chickpea flour blends. *LWT-Food Science and Technology*, 41, 1701-1709.

Gomez, M., Ruiz-París, E., Oliete, B. & Pando, V. (2010). Modeling of texture evolution of cakes during storage. *Journal Texture Studies*, 41, 17-33.

Heenana, S. P., Dufoura, J. P., Hamida, N., Harvey, W. & Delahunty, C. M. (2010). The influence of ingredients and time from baking on sensory quality and consumer freshness perceptions in a baked model cake system. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 1032-1041.

Jeong, C. H. & Shim, K. H. (2004). Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 33, 716-722.

Lawless, J. (1995). *The Illustrated Encyclopedia of Essential Oils*. Rockport, MA: Element Books, pp: 57-60.

Larrauri, J. A. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fiber powders from fruits by-products. In: *Trends in Food Science and Technology*, 10, 24-29.

Lebesi, D. M. & Tzia, C. (2011). Effect of the addition of different dietary fiber and

گریپ فروت در کیک منجر به افزایش ویسکوزیته خمیر، رطوبت، فیبر، سفتی بافت و رنگ قهوه‌ای کیک و کاهش دانسیته خمیر، پروتئین، حجم و تخلخل کیک اسفنجی نسبت به نمونه شاهد شد. با توجه به تجزیه و تحلیل حسی، نمونه حاوی ۱ درصد فیبر گریپ فروت بیشترین امتیاز را کسب نمود. با توجه به نتایج بدست آمده نمونه حاوی ۱ درصد فیبر گریپ فروت به دلیل خواص حسی بهتر از شاهد، فیبر بیشتر و در نتیجه دریافت کالری کمتر پیشنهاد می‌شود.

منابع

زارع، ز.، نوری، ل. و فهیم دانش، م. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سنجد بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی. نشریه ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی، سال هشتم، شماره ۲، صفحات ۵۵-۶۵.

زاهو زاد، ن. و حقایق، غ. (۱۳۹۵). استفاده از آرد دانه ی خربزه به عنوان مقلد چربی در تولید کیک کم چرب و بررسی خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، سیزدهم، شماره ۳، صفحات ۲۳-۱۵. صالحی، ف.، کاشانی راد، م. و علی پور، ن. (۱۳۹۵). بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی کیک اسفنجی غنی شده با پودر سیب. فصلنامه فناوری‌های نوین غذایی، سال سوم، شماره ۱۱، صفحات ۴۷-۳۹.

عظیمی محله، ا.، زمردی، ش.، محمدی ثانی، ع. و احمدزاده قویدل، ر. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر میوه فیبر پرتقال بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست میوه‌ای توت فرنگی به روش پاسخ سطح. مجله نوآوری در علوم و فنون غذایی، سال پنجم، شماره ۱، صفحات ۲۳-۳۵.

نجفی، ز.، موحد، س. و احمدی چنارین، ا. (۱۳۹۶). تأثیر جایگزینی فیبر پرتقال با روغن و تخم مرغ بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و ارگانولپتیک مافین. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، سال سیزدهم، شماره ۴، صفحات ۴۶۸-۴۵۸.

وطن دوست، س.، عزیزی، م. ح.، حجت الاسلامی، م.، مولوی، ه. و رئیسی، ز. (۱۳۹۴). تأثیر افزودن پودر سنجد بر ویژگی‌های کیفی نان همبرگر. فصلنامه علوم و صنایع

edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 710-722.

Lee, S., Kim, S. & E Inglett, G. (2005). Effect of shortening replacement with oatrim on the physical and rheological properties of cakes. *Cereal Chemistry*, 82, 120-124.

Lundberg, B. (2005). Using highly expanded citrus fiber to improve the quality and nutritiona properties of food. *Cereal Foods World*, 50 (5), 248-252.

Masoodi, F. A., Sharma, B. & Chauhan, G. S. (2002). Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 121-128.

Pabon, C. V., Frouts, P., Latres, J. L. & Frouts, G. (1992). Invitro study of mixed controlled of bread baked indifferent ovens. *Food Science and Nutrition*, 18, 2163-2173.

Sahan, Y., Dundar, A.N., Aydin, E., Kilci, A., dna Dulger, D., Kaplan, F. B., Gocmen, D. & Celik, G. (2013). Characteristics of Cookies

Supplemented with Oleaster (*Elaeagnus ngustifolia* L.) Flour. I Physicochemical, Sensorial and Textural Properties. *Journal of Agricultural*, 5, 160-168.

Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F. & Najafi, A. (2016). Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1418-1423.

Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B. & Lugasia, A. (2008). Functional food product development marketing and consumer acceptance. *Areview, Appetite*, 51, 456-467.

Sun, D. (2008). Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press. New York.

Weining, H. & Kim, Y. (2008). Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature. *Journal of Cereal Science*, 45, 1-8.

Effect of Replacing Wheat Flour with Grapefruit Fibers on Physicochemical and Sensory Characteristics of Sponge Cake

M. S. Nasrabadi^{a*}, H. Nori Topkanloo^b, E. Azadfar^b, Z. Ghazi^c

^a Instructor of the Department of Food Science and Technology, Technical Girls Faculty of Neyshabour, Razavi Khorasan Branch, Technical and Vocational University (TVU), Iran.

^b PhD Student of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

^c Lecturer of the Department of Food Science and Technology, Technical Girls Faculty of Neyshabour, Razavi Khorasan Branch, Technical and Vocational University (TVU), Iran.

Received: 25 May 2019

Accepted: 26 October 2019

Abstract

11

Introduction: Deficiency of fiber compounds in diets leads to constipation, cardiovascular diseases and various types of cancers. Therefore, in this research, grapefruit fiber was used as a hybrid compound in the formulation of sponge cake.

Materials and Methods: In this study, grapefruit fiber was first added to cake formulation at five levels of zero, 0.5, 1, 1.5 and 2% as a substitute for flour. The viscosity of the dough was measured by *Brookfield* viscometer. After making the cake, the specific volume, amount of porosity, texture, color components, and acceptability were investigated.

Results: The results indicated that by increasing the amount of dietary fiber, the dough viscosity, fiber percentage, cake moisture, texture firmness and b * color were significantly increased, while dough density, pH, cake protein and L * color were significantly decreased as compared to the control sample. The specific volume and porosity of the cakes containing grapefruit fiber were not significantly different up to 1% of the control sample but decreased at higher levels of specific volume and porosity of the cakes therefore the difference was significant as compared to the control sample. Based on the results of the acceptance mediated by sensory properties, it was found that the sample containing 1% grapefruit fiber was the most accepted among the referees.

Conclusion: The result indicated that, adding 1% grapefruit fiber to the cake can improve the nutritional value of the cake while maintaining the quantitative and qualitative characteristics of the cake.

Keywords: Grapefruit Fiber, Physicochemicals, Sensory Properties, Sponge Cake.

* Corresponding Author: mohammadnasrabadi33@yahoo.com