مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۱ شماره ۳/ سال ۱۴۰۰/ صفحات ۱۳۳ تا ۱۵۰

DOI: 10.22034/FR.2021.41436.1756

بررسی اثر پودر کدوحلوایی و اسفناج بر کیفیت فیزیکی‌شیمیایی و حسی کیک اسفنجی غنی‌شده

فرهاد خرمالی [۱]، سید حسین حسینی قابوس [۲*] و ابوالفضل فدوی [۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/٦/٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۵

[۱] کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

[۲] استادیار مرکز تحقیقات صنایع غذایی شرق گلستان، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

[۳] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

[*]مسئول مکاتبه: Email: Hosseinighaboos@iauaz.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: کدوحلوایی یک منبع مناسب از کاروتن، ویتامین‌های محلول در آب و اسیدهای آمینه است. اسفناج دارای مقدار قابل‌توجهی مواد مغذی ضروری از جمله پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن، مس، روی، پروتئین، فیبر، ترکیبات فنولی، اسیدهای چرب ضروری غیراشباع از جمله اسید آلفا لینولنیک و اسید لینولئیک است. **هدف**: در این پژوهش از پودرهای کدوحلوایی و اسفناج به دلیل دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا، فیبر، بتاکاروتن و مواد معدنی (کلسیم و آهن) جهت بهبود و افزایش کیفیت کیک اسفنجی استفاده شد. **روش کار**: ابتدا کدوحلوایی و اسفناج در شرایط کنترل شده خشک و به شکل پودر در آمدند. سپس به نسبت برابر و در غلظت‌های ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد در فرمولاسیون کیک اسفنجی استفاده و ویسکوزیته خمیر و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رنگ، بافت و حسی محصول تولید شده مورد مطالعه قرار گرفت. **نتایج**: با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون کیک اسفنجی مشاهده شد که درصد فیبر، آهن و کلسیم نمونه‌ها به ترتیب از ۱/٦۰ به ۱۰/۰٤ درصد، ۹/۷۸ به ۵۰/۹۳ پی‌پی‌ام و ۰/۱۹ به ۰/٤۲ درصد افزایش یافت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت ($P<0/05$). همچنین مقادیر بتاکاروتن، پروتئین، رطوبت و دانسیته کیک‌ها نیز با افزایش درصد جایگزینی پودرها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). با افزایش درصد جایگزینی پودرها در فرمولاسیون کیک اسفنجی از ۰ به ۳۰ درصد، ویسکوزیته خمیر کیک در سرعت برشی $90 s^{-1}$ از ۱٦/۷۲ به ۳۰/۸۲ پاسکال ثانیه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). بر اساس نتایج پردازش تصویر، با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون، شاخص a^* کاهش یافته و منفی شد که حاکی از سبزتر شدن نمونه‌ها با افزایش درصد جایگزینی است. سفتی کیک‌های غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج، با افزایش درصد جایگزینی افزایش یافت و در روز اول و روز چهاردهم به ترتیب در محدوده ۵/٤۲۷-۲/۰۷۱ نیوتن و ٦/۲۰۷-۳/۳۵٤ نیوتن به دست آمد. **نتیجه‌گیری نهایی**: بر اساس نتایج ارزیابی حسی، نمونه حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج بالاترین امتیاز را از نظر پذیرش کلی داشت و با توجه به سایر ویژگی‌های به دست آمده در این مقاله، تولید صنعتی این محصول غنی شده توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: بتاکاروتن، پردازش تصویر، فیبر، ویسکوزیته

مقدمه

امروزه محدودیت منابع کشاورزی، سیر صعودی رشد جمعیت و آلودگی محیط‌زیست ناشی از پسماندهای صنایع غذایی توجه پژوهشگران را به بررسی استفاده دوباره از آنها معطوف داشته است. از سوی دیگر، فرآورده‌های قنادی با توجه به جایگاهی که نزد مصرف‌کننده دارند، با کمبود مواد ارزشمند و فراسودمند مواجه هستند (مقصودلو و همکاران ۱۳۹۵؛ عبدالنبی‌پور و همکاران ۱۳۹۸؛ محروسی و پورفرزاد ۱۴۰۰؛ صالحی و آقاجانزاده ۲۰۲۰). به دلیل توجه و علاقه مصرف‌کنندگان به ویژگی‌های تغذیه‌ای مواد غذایی و همچنین شیوع چاقی و افزایش وزن که منجر به بیماری‌هایی از قبیل دیابت، کلسترول بالا و... می‌شود، تقاضا برای تولید مواد غذایی غنی‌شده افزایش یافته است. گسترش غذاهای غنی از مواد گیاهی حاوی انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی مفید و آنتی‌اکسیدان‌ها، می‌تواند یک نقش مهم در تضمین سلامت افراد داشته باشد (عسگری‌ورجانی و همکاران ۱۴۰۰؛ نصیر و همکاران ۲۰۰۹؛ صالحی ۲۰۱۹).

کدوحلوایی[1] (*Cucurbita moschata*) به جنس *Cucurbita* از خانواده *Cucurbitaceae* تعلق دارد و در سراسر جهان رشد می‌کند. کدوحلوایی یک محصول فصلی است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و دارا بودن ویتامین‌های K،B_6، تیامین، ریبوفلاوین و همچنین مواد معدنی چون پتاسیم، فسفر، منیزیم، آهن و سلنیوم، جهت قرار گرفتن در رژیم غذایی انسانی توصیه می‌شود (راکسجوا و همکاران ۲۰۱۱). کدوحلوایی یک منبع مناسب از کاروتن، ویتامین‌های محلول در آب و اسیدهای آمینه است (حسینی قابوس و همکاران، ۱۳۹۵). کدوحلوایی را می‌توان به آرد تبدیل و به دلیل عطروطعم بسیار مطلوب، شیرینی و رنگ زرد نارنجی-قرمز عمیق به‌صورت مکمل برای بهبود کیفیت تغذیه‌ای در فرمولاسیون کیک، شیرینی و انواع نان استفاده نمود (داس و بانرجی ۲۰۱۵). پودر کدوحلوایی برای تولید محصولات غذایی باکیفیت و بتاکاروتن بالا مناسب می‌باشد (پونگجانتا[2] و همکاران ۲۰۰۶). حسینی قابوس و همکاران (۱۳۹۵) پودر کدوحلوایی را در فرمولاسیون کیک اسفنجی استفاده و بهترین غلظت پودر کدوحلوایی جهت غنی‌سازی کیک اسفنجی را ۱۰ درصد اعلام نمودند. پونگجانتا و همکاران (۲۰۰۳) اظهار نمودند که پودر کدوحلوایی برای تولید محصولات غذایی با کیفیت خوب و دسترسی ارزان و راحت به بتاکاروتن مناسب می‌باشد. در پژوهش دیگری پونگجانتا و همکاران (۲۰۰۴) همچنین نشان دادند که استفاده از ۲۰-۱۰٪ پودر کدوحلوایی جایگزین شده با آرد گندم در دسرهای تایلندی رنگ زرد و مقدار کاروتن آن را بهبود بخشید و به‌وسیله مصرف‌کنندگان مورد پذیرش قرار گرفت. کیا و حسینی قابوس (۲۰۱۸) اثر افزودن پوره کدوحلوایی را بر ویژگی‌های حسی و کیفیت‌های پخت کلوچه سنتی خرمایی مورد بررسی قرار دادند. افزودن پوره کدوحلوایی به کلوچه باعث افزایش رطوبت، خاکستر، فیبر، پروتئین و بتاکاروتن کلوچه گردید اما حجم مخصوص کلوچه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. افزایش در نسبت پوره کدو منجر به کاهش pH و نیز اثر غیر معنی‌دار بر محتوی چربی کلوچه گردید. افزودن پوره کدوحلوایی بر پارامترهای رنگ سطح کلوچه اثر معنی‌دار نداشت اما بر مغز کلوچه اثر گذار بود و منجر به افزایش شفافیت، زردی و قرمزی گردید.

اسفناج با نام علمی *Spinacea oleracea* L. یک از سبزی‌های مهم خانواده چغندریان است. اسفناج بومی مناطق مرکزی آسیا و به‌احتمال قوی ایران است که بیش از ۲۰۰۰ سال سابقه کشت دارد. اسفناج از مهمترین سبزی‌های برگی است که دارای ارزش غذایی مهمی بوده (آگاروال ۲۰۱۷: یون و همکاران ۲۰۱۹) و برگ‌ها و ساقه‌های ظریف آن به‌صورت تازه یا فرآوری شده مصرف می‌شود. اسفناج دارای مقدار قابل‌توجهی

[1] - Pumpkin

[2] - Pongjanta

مواد مغذی ضروری از جمله پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن، مس، روی، پروتئین، فیبر، ترکیبات فنولی، اسیدهای چرب ضروری غیر اشباع از جمله اسید آلفا لینولنیک و اسید لینولئیک هستند. ترکیبات برگ و ساقه اسفناج شامل ۹۱/۱ درصد آب، ۳/۲ درصد کربوهیدرات، ۲/۸ درصد پروتئین، ۰/۳۹ درصد چربی، ۲/۲ درصد فیبر و ۱/۷ درصد مواد معدنی می‌باشد (هلستروم[1] و همکاران ۲۰۰۹). امکان‌سنجی تولید کیک اسفنجی غنی‌شده و کم‌کالری با پوره اسفناج توسط محترمی و همکاران (۱۳۹۷) بررسی شده است. در این تحقیق اثرات پوره اسفناج در سطوح ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ (بر مبنای وزن آرد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، فیبر، دانسیته و فعالیت آنتی‌اکسیدانی) و بافتی کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج گزارش شده توسط این محققان نشان داد که با افزودن پوره اسفناج در فرمولاسیون کیک، محتوای رطوبتی، خاکستر و فیبر افزایش و کربوهیدرات، چربی و پروتئین به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد. در زمینه استفاده از پودر اسفناج در سطوح ۰ تا ۱۰٪ بر مبنای وزن آرد مصرفی در فرمولاسیون نان چاپاتی پژوهشی توسط خان و همکاران (۲۰۱۵) انجام یافته است. نتایج حاصل نشان داد با افزایش سطح پودر اسفناج مصرفی سفتی، قابلیت جویدن و همچنین محتوای کاراتنوئیدی نمونه‌های نان افزایش و میزان ارتجاعیت و صمغیت نمونه‌ها کاهش یافت و سطح ۵٪ پودر اسفناج به‌عنوان سطح بهینه مصرفی با بیشترین امتیاز حسی معرفی شده است. رامو و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه اثر جایگزینی پوره اسفناج در سطوح ۳۰ -۰ درصد با آرد گندم در فرمولاسیون نودل فوری، افزایش در رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین و کاهش میزان کربوهیدرات را در نمونه‌های غنی‌شده گزارش نموده‌اند. افزایش در محتوای رطوبتی، خاکستر، پروتئین و فیبر و کاهش در میزان چربی، کربوهیدرات و کالری نیز با افزایش پودر اسفناج از ۰ تا ۱۵ درصد در فرمولاسیون بیسکویت توسط گالا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است.

با توجه به مطالب فوق الذکر استفاده از کدوحلوایی و اسفناج به‌عنوان منابع با ارزش مواد مغذی جهت غنی‌سازی محصولات بسیار مفید خواهد بود. در این پژوهش اثر غنی‌سازی کیک اسفنجی با پودر کدوحلوایی و اسفناج در خواص فیزیکوشیمیایی، خواص حسی و ارزش غذایی آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

- تهیه پودر کدوحلوایی

برای انجام آزمایش‌ها کدوحلوایی تازه از گونه *C.moschata* از شهر گنبد کاووس تهیه شد. پس از جدا کردن پوست، مواد فیبری و دانه‌های کدوحلوایی، گوشت آن به قطعات کوچک با ضخامت ۵ میلی‌متر بریده شده و سپس در خشک کن هوای داغ با دمای ۶۵°C و سرعت جریان هوای ۱متر بر ثانیه و به مدت ۸ ساعت تا رطوبت ۱۰٪ خشک شدند (حسینی قابوس ۱۳۹۵). در مرحله بعد، از هر یک نمونه‌های خشک شده به کمک آسیاب و با عبور از الک با مش ۸۵ پودر تهیه گردید. پودر کدوحلوایی تهیه شده از هر مرحله خشک شدن درون کیسه‌های پلاستیکی جهت جلوگیری از تبادل رطوبت، بسته‌بندی شده و تا انجام آزمایش‌ها کیفی و تهیه کیک اسفنجی غنی‌شده در محل تاریک و خنک نگهداری شد.

- تهیه پودر اسفناج

پس از جدا کردن ضایعات و ریشه، برگ‌های اسفناج تمیز شده به قطعات کوچک بریده شد و سپس در خشک کن هوای داغ با دمای ۵۵°C و سرعت جریان هوای ۱ متر بر ثانیه و به مدت ۸ ساعت خشک گردید. در مرحله بعد، از هر یک نمونه‌های خشک شده به کمک آسیاب و با عبور از الک با مش ۸۵ پودر تهیه شد. پودر

[1] - Hellström

اسفناج تهیه شده از مرحله خشک شدن درون کیسه‌های پلاستیکی جهت جلوگیری از تبادل رطوبت، بسته‌بندی شد و تا انجام آزمایش‌های کیفی و تهیه کیک اسفنجی غنی‌شده در محل تاریک و خنک نگهداری شد. ویژگی‌های پودر اسفناج شامل رطوبت، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، فیبر خام، خاکستر،pH، آهن، کلسیم، بتاکاروتن و ویتامین A اندازه‌گیری و گزارش شد.

- تهیه کیک اسفنجی

مواد اولیه مورد نیاز جهت تهیه کیک شامل روغن آفتابگردان (از شرکت لادن، ایران)، شکر، تخم‌مرغ، آرد سفید، بیکینگ‌پودر، پودر آب پنیر، وانیل و شیرخشک از یکی از فروشگاه‌های شهر گنبد کاووس خریداری شد. کیک‌های اسفنجی با استفاده از روش شکر- خمیر و بر اساس مواد اولیه گزارش شده در جدول ۱ تهیه گردیدند. از آرد نول مخصوص قنادی عرضه‌شده با نام تجاری تک (شرکت تک ماکارون، ایران)، در فرمولاسیون کیک استفاده شد. آرد استفاده شده حاوی ۱۴/۲ درصد رطوبت، ۰/۵۵ درصد خاکستر، ۸/۵ درصد پروتئین و pH ۶/۲ بود. مقدار کلسیم و آهن آرد مورد استفاده به ترتیب برابر ۰/۲۴ درصد و ۱۹/۵۸۲ پی‌پی‌ام بدست آمد. در این تحقیق برای تهیه کیک غنی‌شده از مخلوط پودر کدوحلوایی و اسفناج به اندازه مساوی و به‌عنوان جایگزین آرد گندم تصفیه شده به نسبت‌های (۱۰۰:۰۰؛ ۹۰:۱۰؛ ۸۰:۲۰؛ ۷۰:۳۰) استفاده شد. ابتدا روغن و شکر تا تولید رنگ کرم روشن، به مدت ۱۰ دقیقه با هم مخلوط شد. سپس تخم‌مرغ‌ها به مدت ٤ دقیقه و در ٤ مرحله به مخلوط اضافه و هم زده شد. ۲۰ سی‌سی از آب اضافه و دو دقیقه هم زده شد. همه مواد پودری شامل مخلوط پودر کدوحلوایی و اسفناج، آرد گندم، بیکینگ‌پودر، شیرخشک، وانیل و پودر آب پنیر با هم الک شده و به مخلوط اضافه گردید و مخلوط ۳ دقیقه دیگر همزده شد. باقی‌مانده آب نیز اضافه و به مدت یک دقیقه مخلوط هم زده شد. سپس مقدار ٤٥ گرم از خمیر آماده شده در قالب‌های کیک حاوی کاغذ روغنی ریخته شد و پس از پخت در آون (فن آزما گستر، ایران) با دمای ۵±۱۹۵ درجه سلسیوس و به مدت ۲۵ دقیقه از آون خارج و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط خنک گردیدند (صالحی ۲۰۱۷؛ حسینی قابوس و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۱- فرمولاسیون پایه کیک اسفنجی غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج

Table 1- Basic formulation of sponge cake enriched with pumpkin and spinach powder

Ingredients	Wheat flour	Egg	Sugar	Oil	Dry milk	Baking powder	Whey powder	Vanilla	Water
g	100	70	70	60	2	1.5	4	0.5	40

- اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی

مواد شیمیایی مورد استفاده در گرید آزمایشگاهی و از شرکت مرک آلمان خریداری شد. چربی، پروتئین، خاکستر، رطوبت، فیبر، آهن، کلسیم و کربوهیدرات نمونه‌ها به روش‌های استاندارد که در ادامه توضیح داده شده است، اندازه‌گیری شدند (راوی[1] و همکاران ۲۰۱۰، AOAC ۱۹۹۵).

- اندازه‌گیری بتاکاروتن

برای اندازه‌گیری بتاکاروتن موجود در نمونه‌ها، ابتدا ۱ گرم از هر نمونه در ۱۵-۱۰ میلی‌لیتر استن در هاون چینی پودر شد و سپس مقدار کمی کریستال سولفات سدیم بدون آب به آن اضافه گردید. سپس مایع رویی به درون بشر ریخته شد و این فرایند دو مرتبه تکرار گردید. مایه رویی جمع‌آوری شده به یک قیف جداکننده منتقل و ۱۵-۱۰ میلی‌لیتر پترولیوم اتر به آن اضافه گردید و مخلوط گردید. پس از پایدار شدن این مخلوط،

[1] - Ravi

دو لایه از هم جدا شدند. لایه پایین دور ریخته شد و لایه رویی در یک فلاسک حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری و حجم آن با پترولیوم اتر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. درنهایت جذب نوری نمونه‌ها در طول‌موج ٤٥٢ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر و با استفاده از پترولیوم اتر به‌عنوان شاهد (بلانک) ثبت و مقدار بتاکاروتن محاسبه گردید (بهات و بهات ۲۰۱۳).

- بررسی خصوصیات رئولوژیکی

ویسکوزیته خمیر کیک‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, USA) در سرعت برشی‌های ۳۰، ٦۰ و ۹۰ بر ثانیه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، با استفاده از اسپیندل شماره RV-5 اندازه‌گیری شد.

- بررسی حجم و دانسیته کیک‌ها

حجم و دانسیته کیک‌ها به روش جابه‌جایی حجم با استفاده از دانه کلزا محاسبه گردید (حسینی قابوس و همکاران، ۱۳۹۵).

- اندازه‌گیری درصد رطوبت کیک‌ها

درصد رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ٤ ساعت و به روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ (کیک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون) به دست آمد. با توجه به اینکه وزن اولیه کیک‌ها ثابت بود (۳۰ گرم)، وزن کیک‌ها بعد از خروج از آون پخت به‌عنوان وزن بعد از پخت گزارش شد (حسینی، ١٣٨٦).

- اندازه‌گیری درصد چربی کیک‌ها

جهت استخراج چربی کیک‌ها از حلال دی اتیل اتر استفاده گردید (حسینی، ١٣٨٦).

- اندازه‌گیری درصد پروتئین

جهت اندازه‌گیری پروتئین از روش کجلدال استفاده شد. مقدار پروتئین از ضرب مقدار ازت به دست آمده در عدد ٦/٢٥ محاسبه شد. درصد پروتئین با استفاده از دستگاه میکروکجلدال اندازه‌گیری و گزارش شد (حسینی، ١٣٨٦).

- اندازه‌گیری خاکستر

جهت اندازه‌گیری مواد معدنی موجود در نمونه‌ها، ظرف خاکستر خشک و تمیز به مدت یک ساعت در کوره (شیماز، ایران) با دمای ٥٥٠-٦٠٠ درجه سلسیوس حرارت داده شد (حسینی، ١٣٨٦).

- بررسی خصوصیات رنگی

جهت بررسی رنگ مغز کیک‌های اسفنجی غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج از روش پردازش تصویر استفاده شد. در این روش از یک اسکنر اچ‌پی مدل (Hp Scanjet 300)، جهت تصویربرداری استفاده شد. نمونه‌های کیک از وسط نصف شده و مغز کیک غنی‌شده اسکن گردید. تصاویر با فرمت jpg و در فضای رنگی RGB ذخیره شدند. تصاویر گرفته‌شده توسط نرم‌افزار Image J از فضای رنگی RGB به L* * a* b تبدیل گردیدند.

- بررسی خصوصیات بافتی

خصوصیات بافتی کیک‌های غنی‌شده شامل آزمون نفوذ جهت بررسی سفتی پوسته جهت بررسی خصوصیات مغز کیک، توسط دستگاه بافت سنج[1](TA-XT Plus, UK) اندازه‌گیری شد. پروب استوانه‌ای P/6 با قطر ٦ میلی‌متر، با سرعت ۱/۰ میلی‌متر بر ثانیه و به عمق ۱۰ میلی‌متر جهت انجام آزمون نفوذ و بررسی سفتی[2] کیک‌های تهیه‌شده انتخاب شد. سرعت رفت‌وبرگشت پروب ۲/۰ میلی‌متر بر ثانیه در نظر گرفته شد. آزمون نفوذ در روزهای اول و چهاردهم پس از تهیه کیک‌ها اندازه‌گیری شد. پروب استوانه‌ای P/36R با قطر ٣٦ میلی‌متر، با سرعت ۱/۰ میلی‌متر بر ثانیه و با کرنش ۵۰ درصد و فاصله زمانی ۳۰ ثانیه بین دو سیکل جهت انجام آزمون TPA و بررسی خصوصیات مغز کیک‌های تهیه‌شده انتخاب شد. سرعت رفت‌وبرگشت پروب ۲/۰ میلی‌متر بر ثانیه در نظر گرفته شد. در این آزمون خصوصیاتی شامل سفتی، فنریت، انسجام و

[1]- Texture analyzer
[2]- Firmness

خاصیت ارتجاعی اندازه‌گیری و گزارش شد. خصوصیات بافتی کیک‌ها توسط آزمون TPA در روزهای اول و چهاردهم پس از تهیه کیک‌ها، بررسی شد (حسینی قابوس و همکاران، ۱۳۹۵).

- ارزیابی حسی

از ۱۴ ارزیاب آموزش‌دیده در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال (۷ نفر مرد و ۷ نفر زن) جهت بررسی خصوصیات کیک‌های اسفنجی غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج استفاده گردید. از روش هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱= ضعیف، ۵= متوسط و ۹= عالی) جهت بررسی خصوصیات حسی کیک‌ها استفاده شد.

- ارزیابی آماری

تجزیه‌وتحلیل آماری در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر کدوحلوایی و پودر اسفناج

خصوصیات شیمیایی پودر کدوحلوایی و پودر اسفناج مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۲ گزارش شده است. پودر کدوحلوایی استفاده شده جهت فرمولاسیون کیک‌ها به ترتیب حاوی ۹/۵۱، ۱/۵۲ و ۱۴/۷۷ درصد خاکستر، چربی و پروتئین بود. مقدار بتاکاروتن، آهن، کلسیم و فیبر پودر اسفناج مورد استفاده نیز به ترتیب برابر ۱/۱ mg/100gr، ۲۸۵ ppm، ۱/۱۲ درصد و ۸/۷۳ درصد به دست آمد.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی پودرهای کدوحلوایی و اسفناج مورد استفاده در این پژوهش

Table 2 - Chemical properties of pumpkin and spinach powders used in this study

Powder	Moisture (%)	Ash (%)	Fat (%)	Protein (%)	β-carotene (mg/100 g)	Iron (ppm)	Calcium (%)	Fiber (%)
Pumpkin	10	9.51	1.52	14.77	10.73	25.132	0.49	9.28
Spinach	9.2	17.7	4.5	25.6	25.9	285	1.12	8.73

ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی کیک‌های غنی‌شده

در جدول ۳ درصد چربی، پروتئین، بتاکاروتن، کربوهیدرات، فیبر، آهن و کلسیم موجود در کیک‌های حاوی پودر کدوحلوایی و اسفناج گزارش‌شده است. اختلاف معناداری در درصد چربی نمونه‌های مختلف مشاهده نشده ($P<0.05$) و درصد چربی نمونه‌ها در محدوده ۱۸/۶۰ تا ۱۹/۱۴ درصد بدست آمد. با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون کیک‌ها، به دلیل بیشتر بودن درصد پروتئین پودر کدوحلوایی و اسفناج نسبت به آرد گندم استفاده شده، درصد پروتئین نمونه‌ها افزایش یافت و درصد پروتئین نمونه‌ها با افزایش درصد جایگزینی پودرها، از ۷/۷۴ به ۱۰/۲۸ درصد افزایش یافت. گالا و همکاران (۲۰۱۷) از پودر اسفناج جهت غنی‌سازی بیسکویت استفاده کردند. این محققان گزارش کردند که با افزایش درصد جایگزینی پودر اسفناج از صفر به ۱۵ درصد، مقدار پروتئین، فیبر و خاکستر بیسکویت‌ها به ترتیب از ۵/۸۸ به ۱۰/۷۹ درصد، ۰/۸۹ به ۲/۸۷ درصد و ۲/۰۶ به ۵/۹۷ درصد افزایش می‌یابد.

ازآنجایی‌که کدوحلوایی و اسفناج غنی از بتاکاروتن هستند، با غنی‌سازی کیک اسفنجی با این محصولات، می‌توان ارزش تغذیه‌ای آنها را بهبود بخشید. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون کیک‌ها مقدار بتاکاروتن محصول افزایش می‌یابد و مقدار بتاکاروتن کیک اسفنجی حاوی ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج برابر ۱۰/۲۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم محاسبه گردید. حسینی قابوس و همکاران (۱۳۹۵) گزارش

کردند که با افزایش درصد جایگزنی پودر کدوحلوایی از صفر به ۲۰ درصد، مقدار بتاکاروتن کیک‌ها به‌طور معناداری از ٦/٨٤ به ۹/۷۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم افزایش می‌یابد. درصد کربوهیدرات موجود در کیک‌ها از اختلاف درصد رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر نمونه‌ها به دست آمد. نتایج حاکی از این بود که اختلاف معناداری در درصد کربوهیدرات نمونه‌های ۲۰ و ۳۰ درصد وجود ندارد ($P<0.05$) و درصد کربوهیدرات نمونه‌ها در محدوده ٤٦/۷۳ تا ۵۵/۸۲ درصد به دست آمد. پودر کدوحلوایی و اسفناج حاوی مقادیر بالایی فیبر، آهن و کلسیم هستند و می‌توان از آنها برای غنی‌سازی محصولات قنادی استفاده نمود (گالا و همکاران ۲۰۱۷). مقدار کلسیم موجود در کدوحلوایی و اسفناج بیشتر از آرد گندم می‌باشد. لذا با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و اسفناج، مقدار کلیسم کیک ها افزایش می یابد. با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون کیک اسفنجی مشاهده شد که درصد فیبر، آهن و کلسیم نمونه‌ها به ترتیب از ۱/٦۰ به ۱۰/۰٤ درصد، ۹/۷۸ به ۵۰/۹۳ پی‌پی‌ام و ۰/۱۹ به ۰/٤۲ درصد افزایش یافت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت ($P<0.05$).

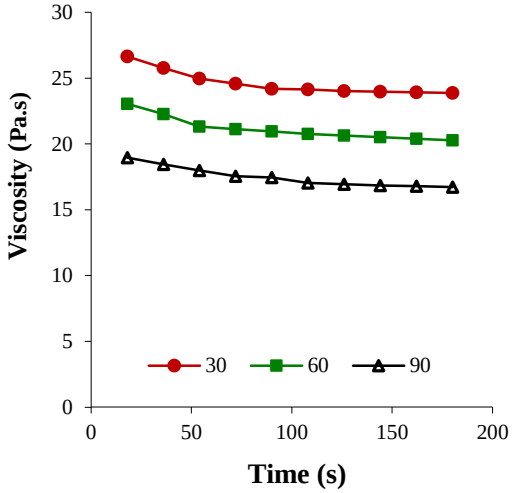
جدول ۳- خصوصیات شیمیایی کیک‌های غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج

Table 3- Chemical properties of cakes enriched with pumpkin and spinach powder

Pumpkin and spinach powder (%)	Fat (%)	Protein (%)	β-carotene (mg/100 g)	Iron (ppm)	Carbohydrate (%)	Calcium (%)	Fiber (%)
0	18.60 ^{a}	7.74 ^{c}	3.32 ^{d}	9.78 ^{d}	55.82 ^{a}	0.19 ^{d}	1.60 ^{d}
10	18.83 ^{a}	8.72 ^{b}	6.68 ^{c}	20.79 ^{c}	52.23 ^{b}	0.24 ^{c}	4.25 ^{c}
20	18.88 ^{a}	9.33 ^{ab}	8.98 ^{b}	31.82 ^{b}	49.28 ^{c}	0.35 ^{b}	7.41 ^{b}
30	19.14 ^{a}	10.28 ^{a}	10.23 ^{a}	50.93 ^{a}	46.73 ^{c}	0.42 ^{a}	10.04 ^{a}

رئولوژی خمیر کیک‌های اسفنجی غنی‌شده

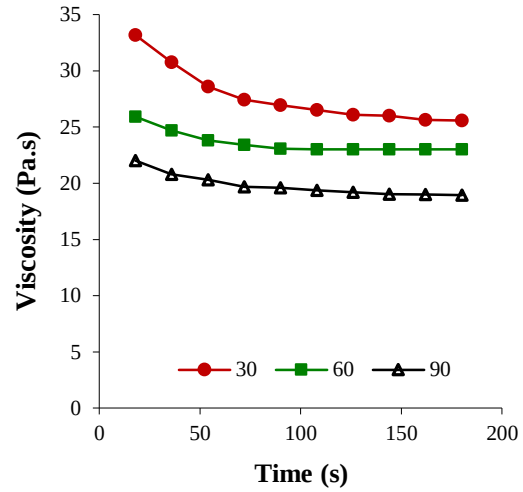
در این پژوهش اثر سرعت برشی (۳۰، ٦۰ و ۹۰ بر ثانیه) و زمان بر ویسکوزیته خمیر کیک اسفنجی حاوی درصدهای پودر کدوحلوایی و اسفناج در شکل‌های ۱ تا ٤ به نمایش در آمده است. در تمامی نمونه‌ها با افزایش سرعت برشی، گرانروی ظاهری به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) کاهش‌یافت و گرانروی اندازه‌گیری شده در سرعت $۳۰s^{-1}$ بیشتر از سرعت $۹۰s^{-1}$ می‌باشد و در تمامی غلظت‌ها رفتار مشابهی مشاهده گردید. کاهش گرانروی با افزایش سرعت برشی، نشان‌دهنده رفتار شل شونده با برش (سودوپلاستیک[1]) خمیر می‌باشد. با افزایش سرعت برشی از ۳۰ به ۹۰ (s^{-1})، گرانروی ظاهری خمیر حاوی ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج از ٤۳/۸ به ۳۰/۸ پاسکال ثانیه کاهش یافت. بیش‌ترین گرانروی مربوط به خمیر حاوی ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج بود. در تمامی غلظت‌ها و سرعت‌ها، گرانروی ظاهری خمیر کیک اسفنجی با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) کاهش یافت.



شکل ۱- اثر سرعت برشی (s^{-1}) و زمان بر ویسکوزیته خمیر کیک حاوی ۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج

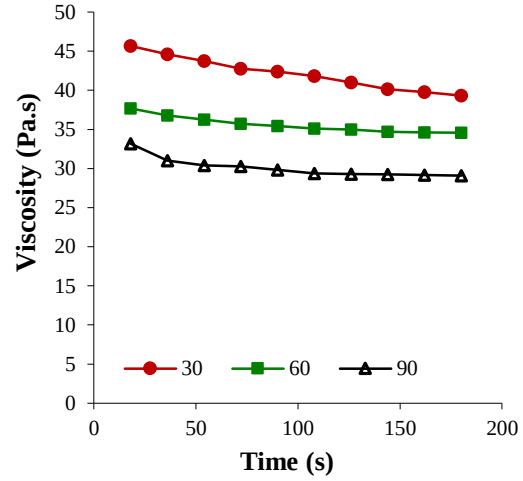
Figure 1 - Effect of shear rate (s^{-1}) and time on the viscosity of cake batter containing 0% pumpkin and spinach powder

[1] - Pseudoplastic behavior



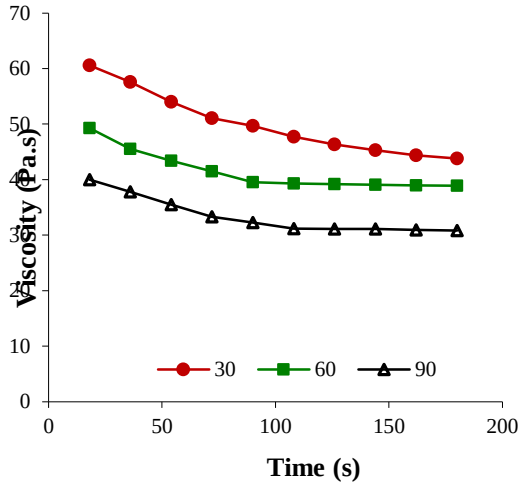
شکل ۲- اثر سرعت برشی (s^{-1}) و زمان بر ویسکوزیته خمیر کیک حاوی ۱۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج.

Figure 2 - Effect of shear rate (s^{-1}) and time on the viscosity of cake batter containing 10% pumpkin and spinach powder.



شکل ۳- اثر سرعت برشی (s^{-1}) و زمان بر ویسکوزیته خمیر کیک حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج

Figure 3 - Effect of shear rate (s^{-1}) and time on the viscosity of cake batter containing 20% pumpkin and spinach powder



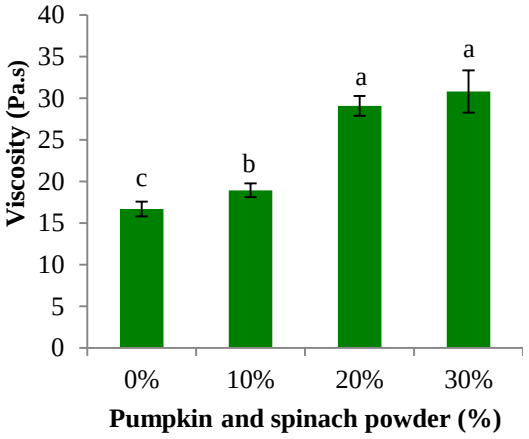
شکل ۴- اثر سرعت برشی (s^{-1}) و زمان بر ویسکوزیته خمیر کیک حاوی ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج

Figure 4 - Effect of shear rate (s^{-1}) and time on the viscosity of cake batter containing 30% pumpkin and spinach powder

در شکل ۵ ویسکوزیته ظاهری خمیر کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف پودر کدوحلوایی و اسفناج در سرعت برشی برابر با $۹۰s^{-1}$ به نمایش درآمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج از صفر به ۳۰ درصد، ویسکوزیته خمیر کیک‌ها به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) از ۱۶/۷ به ۳۰/۸ پاسکال ثانیه افزایش یافت. در سرعت برشی ۹۰ بر ثانیه، از نظر ویسکوزیته بین نمونه‌های ۲۰ و ۳۰ درصد اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P>0.05$). با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج تا ۳۰ درصد، جریان‌پذیری خمیر کاهش یافت و باعث افزایش گرانروی شد. نتایج به دست آمده همراستا با نتایج حسینی قابوس و همکاران (۱۳۹۵) می‌باشد. این محققان پودر کدوحلوایی را به خمیر کیک اسفنجی اضافه کردند و مشاهده کردند که افزودن پودر کدوحلوایی باعث افزایش ویسکوزیته و کاهش سیالیت خمیر کیک‌ها می‌شود.

ویژگی‌های خمیر و خصوصیات کیک اسفنجی حاوی ایزوله پروتئینی سویا (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و صمغ دانه ریحان (۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) توسط صالحی و همکاران (۱۳۹۷) بررسی شده است. این محققان گزارش

کردند که خمیر این کیک‌های اسفنجی تهیه شده جزء سیال‌های غیر نیوتنی و از نوع وابسته به برش و وابسته به زمان بوده است. همچنین با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا از ۱۰ به ۳۰ درصد گرانروی خمیر کیک‌های اسفنجی بررسی شده از ٤٣/٤ تا ۷۰/۸ پاسکال ثانیه افزایش یافته است.



شکل ۵- ویسکوزیته خمیر کیک‌های اسفنجی حاوی پودر کدوحلوایی و اسفناج (سرعت برشی برابر $90 s^{-1}$)

Figure 5 - Viscosity of sponge cake batter containing pumpkin and spinach powder (shear rate equal to s^{-1} 90)

خصوصیات کیفی کیک‌ها

اصلاحات و تغییرات متعددی توسط محققان بر روی فرمولاسیون کیک‌ها صورت گرفته است تا کیفیت ظاهری، بافتی و حسی آن‌ها را بهبود بخشند و همچنین امکان استفاده از آن‌ها را برای افراد مختلف جامعه ایجاد نمایند. در جدول ٤ خصوصیات فیزیکی کیک‌های اسفنجی حاوی پودر کدوحلوایی و اسفناج به نمایش درآمده است. در این جدول وزن بعد از پخت، درصد خاکستر، رطوبت، حجم و دانسیته کیک‌ها گزارش‌شده است. با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج، به دلیل توانایی فیبرهای موجود در این پودرها در حفظ رطوبت، وزن نمونه‌های حاوی پودر مخلوط بیشتر شد و سنگین‌ترین نمونه مربوط به نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر است. مقادیر درصد رطوبت کیک‌ها نیز رفتار مشابهی را از خود نشان داده و با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج، مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت. رامو و همکاران (۲۰۱٦) از پوره اسفناج در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد در فرمولاسیون نودل استفاده کردند. این محققان گزارش کردند که با افزایش درصد جایگزینی پوره اسفناج از صفر به ۳۰ درصد، مقدار رطوبت نمونه‌ها از ٤/۳ به ۷/۵۳ درصد افزایش یافته که به دلیل جذب آب توسط فیبرهای موجود در اسفناج بوده است. دیویدو و همکاران (۱۹۹٦) در بررسی چندین کربوهیدرات با ساختارهای شیمیایی متفاوت در نان حجیم گزارش کردند که کربوهیدرات‌ها قادرند مقدار از دست رفتن رطوبت در طی نگهداری نان و سرعت دهیدراته شدن مغز نان را کاهش دهند و از بیاتی نان جلوگیری کنند. همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود، حجم کیک‌ها به‌طور معنی‌داری با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون کیک کاهش یافت. کم‌حجم‌ترین کیک، کیک با ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج (۸۳/۳۳ سانتی‌متر مکعب) و حجیم‌ترین کیک، کیک شاهد (۹٦/۸۱ سانتی‌متر مکعب) بود. با افزایش درصد جایگزینی دانسیته به‌صورت خطی افزایش یافت. کمترین و بیش‌ترین مقادیر دانسیته به ترتیب مربوط به نمونه شاهد و کیک حاوی ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج که برابر ۳٦۸/۲ و ٤۷۹/۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. محترمی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که با افزایش درصد جایگزینی پوره اسفناج در فرمولاسیون کیک اسفنجی مقادیر فیبر، خاکستر و رطوبت محصول نهایی به ترتیب از ٤/٦۸ به ٦/۰۷ درصد، از ۰/۹۲ به ۱/٤۰ درصد و از ۱۸/۳۱ به ۳۱/۱۰ درصد افزایش یافته است.

تأثیر افزودن آرد کنجاله کنجد (۰ تا ۲۰ درصد براساس وزن آرد) و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا (۰ تا ۲ درصد براساس وزن آرد) بر ویژگی‌های کیک فنجانی توسط بدالنبی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) بررسی شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش درصد آرد

کنجاله کنجد در فرمولاسیون کیک در افزایش افت وزنی، خاکستر، سفتی و کاهش رطوبت، pH، حجم و پیوستگی کیک‌های تولیدی به طور معنی‌داری مؤثر بود؛ اما پلی‌ساکارید محلول در آب سویا، اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی تیمارها نداشت. نمونه حاوی ۹/۲۹ درصد آرد کنجاله کنجد و ۱/۸۷ درصد پلی‌ساکارید محلول در آب سویا به عنوان فرمول بهینه براساس ویژگی‌های مورد بررسی گزارش شده است.

جدول ۴- خصوصیات فیزیکی کیک‌های اسفنجی غنی شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج.

Table 4 - Physical properties of sponge cakes enriched with pumpkin and spinach powder

Pumpkin and spinach powder (%)	Weight after Baking (g)	Ash (%)	Moisture (%)	Volume (cm^3)	Density (kg/m^3)
0	35.64 ^{c}	0.83 ^{d}	17.01 ^{d}	96.81 ^{a}	368.2 ^{a}
10	38.11 ^{b}	1.43 ^{c}	18.80 ^{c}	92.42 ^{b}	405.1 ^{ab}
20	38.72 ^{b}	1.73 ^{b}	20.79 ^{b}	88.37 ^{c}	438.1 ^{ab}
30	39.97 ^{a}	2.17 ^{a}	21.48 ^{a}	83.33 ^{d}	479.7 ^{b}

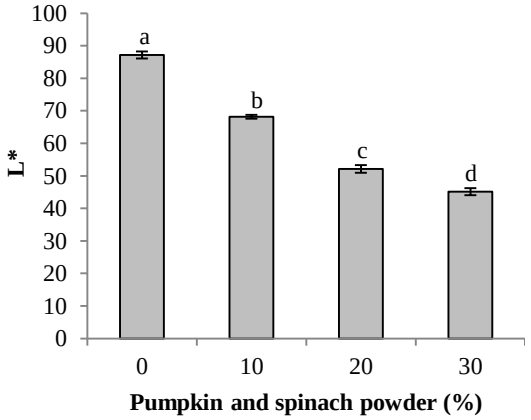
پردازش تصویر

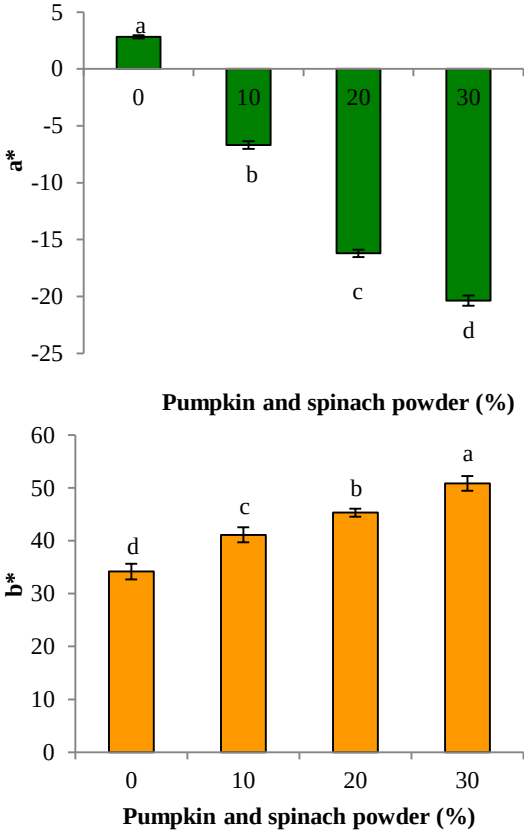
*L شاخص روشنایی تصویر می‌باشد که در محدوده ۰-۱۰۰ بوده که با نزدیک شدن به عدد ۱۰۰، نمونه روشن‌تر می‌شود. *a شاخص سبزی تا قرمزی بودن تصویر است و محدوده آن از ۱۲۰- برای سبزی و ۱۲۰+ برای قرمزی است. *b شاخص آبی تا زردی بودن تصویر است و محدوده آن از ۱۲۰- برای آبی و ۱۲۰+ برای زردی است. در شکل ٦ نتایج مربوط به آنالیز رنگ کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف پودر کدوحلوایی و اسفناج مشاهده می‌شود. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج میزان روشنایی (L^*) کاهش‌یافته و نمونه‌ها تیره‌تر شده‌اند. کاهش روشنایی کیک‌ها با افزایش درصد پودر مخلوط به دلیل تیره‌تر بودن رنگ پودرهای کدوحلوایی و اسفناج استفاده شده در فرمولاسیون می‌باشد که باعث تیره‌تر شدن بافت داخلی کیک‌ها می‌شود. نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر مخلوط از همه تیره‌تر بوده و اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها از نظر روشنایی وجود داشت ($P<۰/۰۵$). مقادیر شاخص a^* در محدوده ۲/۸۲ تا ۲۰/۳۷- به دست آمد و اختلاف معناداری بین نمونه‌ها از نظر شاخص a^* مشاهده شد. با افزایش درصد اسفناج در فرمولاسیون کیک‌ها، مقدار سبزی کیک‌ها افزایش یافت و نمونه‌ها سبزتر شدند. لذا همان‌طور که در شکل هم دیده می‌شود، شاخص a^* با افزایش درصد جایگزینی منفی‌تر شده است.

گالا و همکاران (۲۰۱۷) از پودر اسفناج جهت غنی‌سازی بیسکویت استفاده کردند. نتایج کار این پژوهشگران حاکی از این بود که با افزایش درصد جایگزینی پودر اسفناج از صفر به ۱۵ درصد، مقدار سبزی نمونه‌ها افزایش یافته و شاخص *a محاسبه شده توسط این محققان از ۱۱/۸٦ به ۰/٦۱ کاهش یافته است. همچنین نمونه‌ها تیره‌تر شده و شاخص *L از ٦٦/۱۵ به ٤٤/۷٤ کاهش یافته است. اختلاف معنی‌داری در شاخص b^* مشاهده شد و زردی نمونه‌ها با افزایش درصد جایگزینی پودرها افزایش یافت. این افزایش شاخص به دلیل رنگ زردتر کدوحلوایی نسبت به آرد سفید گندم است. شاخص‌های *L، *a و * b برای نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج به ترتیب برابر ٤٥/۱۲، ۲۰/۳۷- و ٥۰/۸٤ به دست آمد. حسینی قابوس و همکاران (۱۳۹۵) پودر کدوحلوایی را به فرمولاسیون کیک اسفنجی اضافه و مشاهده کردند که با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی، به دلیل افزایش بتاکاروتن نمونه‌ها، به قرمزی و زردی نمونه‌ها افزوده می‌شود. در این پژوهش با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی از صفر به ۲۰ درصد، مقدار عددی پارامترهای *b و *a کیک‌ها به ترتیب از ۳۹/۰۱ به

۷۱/۵۲ و از ۲/۱۹- به ۸/۸٤ افزایش یافته است. در پژوهشی دیگر رامو و همکاران (۲۰۱٦) از پوره اسفناج در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد در فرمولاسیون نودل استفاده کردند. نتایج کار این پژوهشگران نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی پوره اسفناج از صفر به ۳۰ درصد، مقدار زردی نمونه‌ها افزایش یافته و شاخص b* محاسبه شده توسط این محققان از ۱۳/۳۷ به ٦۱/٤۸ افزایش یافته است. همچنین نمونه‌ها تیره‌تر شده و شاخص L* از ۸۲/٤٥ به ٤٤/۳٥ کاهش یافته است.

ویژگی‌های خمیر و خصوصیات کیک اسفنجی حاوی ایزوله پروتئینی سویا (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و صمغ دانه ریحان (۰/۲٥ و ۰/٥ درصد) توسط صالحی و همکاران (۱۳۹۷) بررسی شده است. این محققان گزارش کردند که با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا به فرمولاسیون کیک، روشنایی کیک‌ها کاهش یافته اما پارامترهای قرمزی و زردی نمونه‌ها افزایش می‌یابد. شاخص‌های L*، a* و b* برای نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و ۰/٥ درصد صمغ دانه ریحان به ترتیب برابر ۷٥/٥۲، ۱/۷۹ و ۲٦/۹۰ گزارش‌شده است.





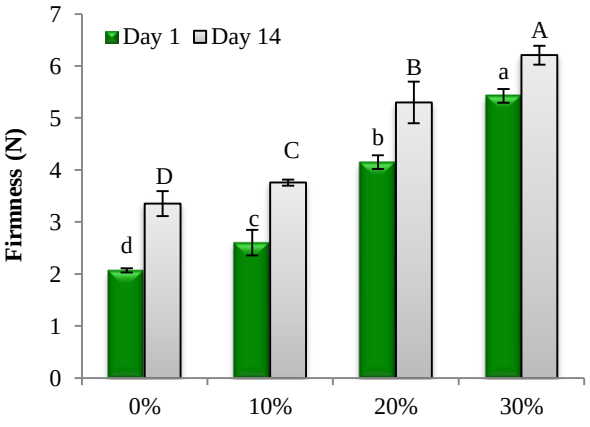
شکل ۶- نتایج پردازش تصویر کیک‌های اسفنجی حاوی پودر کدوحلوایی و اسفناج

Figure 6- Image processing results of sponge cakes containing pumpkin and spinach powder

بافت سنجی

در شکل ۷ سفتی نمونه کیک‌های حاوی پودر کدوحلوایی و پودر اسفناج به نمایش درآمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بین نمونه‌های غنی‌شده اختلاف معنی‌داری از نظر سفتی وجود دارد و در مقایسه با نمونه شاهد، با افزایش درصد پودرها، سفتی نمونه‌ها افزایش‌یافته است. سفتی کیک‌های غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج در روز اول و روز چهاردهم به ترتیب در محدوده ٥/٤۲۷-۲/۰۷۱ نیوتن و ٦/۲۰۷- ۳/۳٥٤ نیوتن به دست آمد. مقدار عددی مربوط به سفتی بافت کیک حاوی ۳۰ درصد مخلوط پودر کدوحلوایی و اسفناج در روز اول برابر ٥/٤۲۷ نیوتن به دست آمد. متوسط سفتی نمونه کیک حاوی ۳۰ درصد مخلوط پودر کدوحلوایی و اسفناج در روز چهاردهم

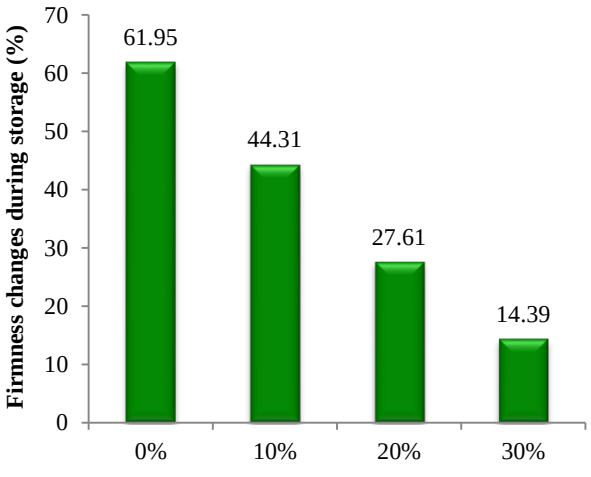
۶/۲۰۷ نیوتن به دست آمد. در طی نگهداری کیک‌ها، سفتی آن‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). در طی نگهداری، درصد تغییر سفتی نمونه‌های غنی‌شده نسبت به نمونه شاهد کمتر بود و سفتی نمونه شاهد در طی نگهداری ۶۱/۶۵ درصد افزایش یافت در حالی که سفتی نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر فقط ۱۴/۳۹ درصد افزایش یافت (شکل ۸). نتایج بدست آمده در این قسمت همراستا با نتایج حسینی قابوس و همکاران (۱۳۹۵) بود که از پودر کدوحلوایی در فرمولاسیون کیک اسفنجی استفاده کردند. این محققان گزارش کرند که با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی از صفر به ۲۰ درصد، مقدار سفتی کیک‌ها در روز اول از ۶۰۳/۷۹ به ۸۶۴/۵۴ گرم افزایش یافته است.



(%) Pumpkin and spinach powder

شکل ۷- مقایسه سفتی پوسته کیک‌های حاوی پودر کدوحلوایی و اسفناج در طی نگهداری

Figure 7- Comparison of firmness of cake crust containing pumpkin and spinach powder during shelf life



(%) Pumpkin and spinach powder

شکل ۸- درصد تغییرات سفتی پوسته کیک‌های حاوی پودر کدوحلوایی و اسفناج در طی ماندگاری

Figure 8- Firmness changes percentage of cake crust containing pumpkin and spinach powder during shelf life

نتایج آنالیز پروفیل بافت (TPA) کیک‌های غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج بعد از یک و چهارده روز نگهداری در جدول ۵ گزارش شده است. با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج از صفر به ۳۰ درصد، مقدار سفتی کیک‌ها در روز اول از ۵۷۷/۱۰ به ۹۴۰/۲۲ گرم افزایش یافت. با افزایش درصد پودر مخلوط از صفر به ۳۰ درصد مقادیر فنریت، انسجام و خاصیت ارتجاعی کیک‌ها کاهش یافت که این پدیده به دلیل کاهش درصد گلوتن در نمونه‌ها است. گلوتن نقش مهمی در ایجاد بافت و انسجام در محصولات قنادی دارد ($p<0/05$).

با گذشت زمان سفتی نمونه‌ها بیشتر شد اما فنریت، انسجام و خاصیت ارتجاعی آن‌ها کاهش یافت ($p<0/05$). سفتی نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر مخلوط برای روزهای اول و چهاردهم به ترتیب برابر ۹۴۰/۲۲ و ۱۰۱۹/۷۵ نیوتن بدست آمد. به دلیل افزایش درصد فیبر کیک‌ها با افزودن پودر مخلوط، تغییرات مشاهده شده برای سفتی نمونه‌های دارای پودر کمتر بود که حاکی از کاهش بیاتی و سفت شدن کیک‌ها در طی زمان است (شکل ۹). با افزودن ۳۰ درصد پودر مخلوط

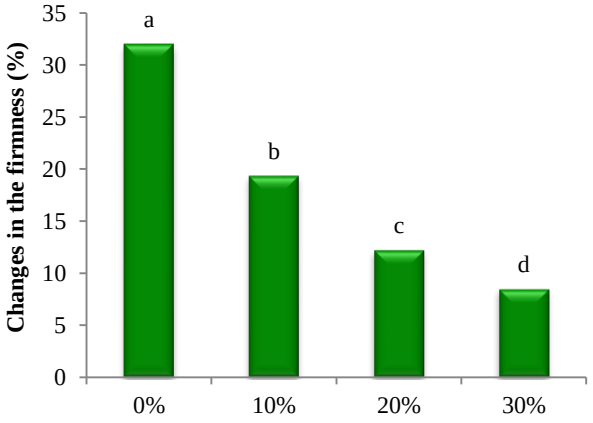
کدوحلوایی و اسفناج خشک شده به فرمولاسیون کیک اسفنجی غنی‌شده مشاهده شد که تغییرات سفتی در طی زمان (چهارده روز) حداقل می‌باشد.

در تحقیق مقصودلو و همکاران (۱۳۹۵)، تأثیر جایگزینی بخشی از آرد با فیبرهای نشاسته مقاوم (در سطوح ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد بر اساس وزن آرد) بر ویژگی‌های کیفی کیک‌های اسفنجی به‌منظور تولید کیکی فراسودمند با میزان کالری‌زایی کمتر و حداقل افت کیفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش حاکی از این بود که کیک‌های محتوی نشاسته مقاوم در مقایسه با شاهد از رطوبت بیشتری برخوردار بودند اما تغییرات قابل‌توجهی در رنگ و ارتفاع این کیک‌ها مشاهده نشد. بررسی آنالیز پروفیل بافتی نیز به‌طور آشکاری مشخص کرد که افزایش سطوح فیبر، سبب تغییر معنی‌دار برخی پارامترهای بافتی دستگاهی گردید.

جدول ۵- نتایج آنالیز پروفیل بافت کیک‌های غنی‌شده با پودر کدوحلوایی و اسفناج بعد از ۱ و ۱۴ روز نگهداری

Table 5- Texture profile analysis results of cakes enriched with pumpkin and spinach powder after 1 and 14 days of storage

Pumpkin and spinach powder (%)	Day 1				Day 14			
	Firmness (g)	Springiness	Cohesiveness	Resilience	Firmness (g)	Springiness	Cohesiveness	Resilience
0	577.10 ^{d}	0.92 ^{a}	0.67 ^{a}	0.26 ^{a}	761.54 ^{d}	0.91 ^{a}	0.65 ^{a}	0.24 ^{a}
10	713.88 ^{c}	0.89 ^{b}	0.64 ^{b}	0.24 ^{ab}	851.85 ^{c}	0.88 ^{ab}	0.60 ^{b}	0.22 ^{a}
20	844.16 ^{b}	0.86 ^{c}	0.59 ^{c}	0.21 ^{bc}	947.22 ^{b}	0.84 ^{bc}	0.54 ^{c}	0.19 ^{b}
30	940.22 ^{a}	0.85 ^{c}	0.56 ^{c}	0.18 ^{c}	1019.75 ^{a}	0.81 ^{c}	0.53 ^{c}	0.17 ^{b}



شکل ۹- تغییرات سفتی کیک‌های حاوی پودر کدوحلوایی و اسفناج در طی ماندگاری

Figure 9- Changes in the firmness of the cakes containing pumpkin and spinach powder during shelf lif.

نتایج ارزیابی حسی

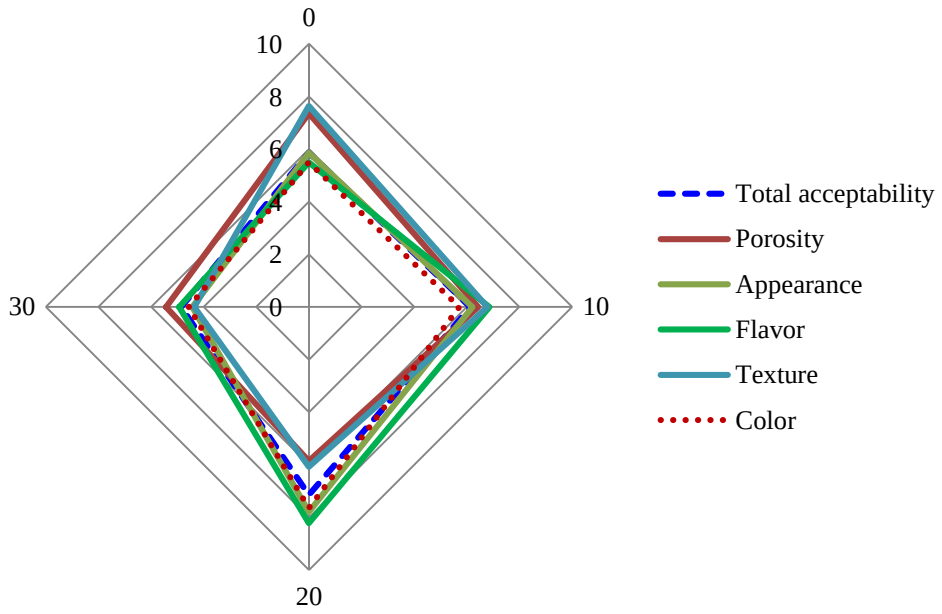
نتایج ارزیابی حسی کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف پودر کدوحلوایی و اسفناج در جدول ٦ و شکل ۱۰ به نمایش درآمده است. از نظر ارزیاب‌ها با افزایش درصد پودر مخلوط کدوحلوایی و اسفناج تا ۲۰ درصد، مطلوبیت رنگ کیک‌ها افزایش یافته است. البته نمونه ۳۰ درصد از نظر ارزیاب‌ها رنگی خوب و قابل قبولی نداشته و امتیاز پایینی گرفته است. به دلیل کاهش حجم کیک‌ها با افزایش درصد پودر مخلوط، مقدار تخلخل کیک‌ها کاهش یافته و به سختی نمونه‌ها افزوده می‌شود که در جدول ارزیابی حسی نیز نتیجه مشابهی توسط ارزیاب‌ها گزارش‌شده است و نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر مخلوط کم‌ترین امتیاز تخلخل را دارد. با افزایش درصد پودر مخلوط تا ۲۰ درصد در فرمولاسیون کیک، خصوصیات ظاهری و طعم کیک بهبود یافت. کدوحلوایی شیرین بوده و افزودن آن به کیک و محصولات قنادی باعث افزایش شیرینی آنها می‌شود. به همین دلیل با افزودن پودر مخلوط به کیک‌ها پذیرش طعم آنها بیشتر شده است اما نمونه ۳۰ درصد به دلیل رنگ و بافت غیرقابل‌قبول، امتیاز طعمی پایینی گرفته و از نظر ارزیاب‌ها نامطلوب بوده است. با افزایش درصد جایگزینی پودر مخلوط به جای آرد گندم، بافت نمونه‌ها سفت شده و نمونه‌های غنی‌شده نسبت به نمونه شاهد امتیاز کمتری گرفتند. در مجموع، به دلیل احساس دهانی

مطلوب و بافت قابل قبول، طعم و پذیرش کلی بالا، نمونه حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج به‌عنوان بهترین نمونه انتخاب شد و از نظر ارزیاب‌های حسی هم بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد. نتایج پژوهش رامو و همکاران (۲۰۱۶) هم‌راستا با نتایج این پژوهش بوده و این محققان استفاده از ۲۰ درصد پوره اسفناج در فرمولاسیون نودل را توصیه کرده‌اند. از نظر پذیرش کلی، اختلاف معناداری بین نمونه حاوی ۰ و ۱۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج مشاهده نشد. نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج، به دلیل رنگ تیره، تخلخل پایین، سفتی بافت و احساس دهانی نامطلوب، از نظر ارزیاب‌ها کمترین امتیاز را به خود اختصاص داد. راکسجوا و همکاران (۲۰۱۱) پارامترهای کیفی نان تولیدی حاوی پودر کدوحلوایی را بررسی نمودند. نتایج پژوهش نشان داد مقدار بهینه پودر کدوحلوایی افزوده شده به خمیر گندم ۱۰٪ مقدار کل آرد تعیین و نان تولیدی در مقدار کاروتنوئید و قندهای احیاء در مقایسه با شاهد غنی‌تر است.

جدول ۶- نتایج ارزیابی حسی کیک‌های غنی‌شده با پودر مخلوط کدوحلوایی و اسفناج

Table 6 - Sensorial analysis results of the cakes enriched with pumpkin and spinach powder

Pumpkin and spinach powder (%)	Color	Texture	Flavor	Appearance	Porosity	Total acceptability
0	5.50 ^{b}	7.64 ^{a}	5.50 ^{c}	5.86 ^{b}	7.36 ^{ab}	5.86 ^{b}
10	5.71 ^{b}	6.79 ^{b}	6.86 ^{b}	6.21 ^{b}	6.43 ^{bc}	6.14 ^{b}
20	7.64 ^{a}	6.07 ^{b}	8.21 ^{a}	7.79 ^{a}	5.86 ^{cd}	7.14 ^{a}
30	4.57 ^{c}	4.36 ^{c}	4.93 ^{c}	4.43 ^{c}	5.43 ^{d}	4.86 ^{c}



شکل ۱۰- نتایج ارزیابی حسی کیک‌های غنی‌شده با پودر مخلوط کدوحلوایی و اسفناج

Figure 10 - Sensorial analysis results of the cakes enriched with pumpkin and spinach powder

نتیجه‌گیری

در این مطالعه از پودرهای کدوحلوایی و اسفناج در غلظت‌های ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جهت غنی‌سازی کیک اسفنجی استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون کیک اسفنجی مقادیر بتاکاروتن، پروتئین، رطوبت، فیبر، آهن، کلسیم و دانسیته نمونه‌ها افزایش می‌یابد ($P<0/05$). با افزایش درصد جایگزینی پودرها در فرمولاسیون کیک اسفنجی از ۰ به ۳۰ درصد، ویسکوزیته خمیر کیک افزایش یافته و از

سیالیت آن کاسته می‌شود ($P<0/05$). بر اساس نتایج پردازش تصویر، با افزایش درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج در فرمولاسیون، شاخص a^* کاهش یافته و منفی شد که حاکی از سبزتر شدن نمونه‌ها با افزایش درصد جایگزینی است. به دلیل افزایش درصد فیبر کیک‌ها با افزودن پودر مخلوط، تغییرات مشاهده شده برای سفتی نمونه‌های دارای پودر کمتر بود که حاکی از کاهش بیاتی و سفت شدن کیک‌ها در طی زمان است. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، نمونه حاوی ۲۰ درصد پودر کدوحلوایی و اسفناج بالاترین امتیاز را از نظر پذیرش کلی داشت.

منابع مورد استفاده

حسینی ز، ۱۳۸٦. روش های متداول در تجزیه مواد غذایی، مرکز نشر دانشگاه شیراز، چاپ ششم.

حسینی قابوس س ح، سیدین اردبیلی س م، کاشانی‌نژاد م، اسدی غ و اعلمی م، ۱۳۹۵. تولید پودر کدوحلوایی با سامانه مادون‌قرمز تحت خلأ و استفاده آن درفرمولاسیون کیک اسفنجی، رساله دکتری در رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

صالحی ف، امین‌اخلاص س و سوری ف. ۱۳۹۷. بررسی ویژگی‌های خمیر و خصوصیات کیک اسفنجی حاوی ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان. علوم و صنایع غذایی ایران، ۸۰ (۱۵)، ۲٦٦-۲۵۷.

عبدالنبی‌پور ا، ناصحی ب و حجتی م، ۱۳۹۸. تأثیر افزودن آرد کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا بر ویژگی‌های کیک فنجانی. پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۹(۲)، ۱٦۹-۱۸۰.

عسگری‌ورجانی س، صالحی‌فر م و شهریاری ش، ۱٤۰۰. ارزیابی اثر ضداکسایشی و ضدمیکروبی صمغ دانه ریحان و اسانس پونه کوهی در ماندگاری کیک شکلاتی کم‌چرب. پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳۱(۱)، ۳۱-۱۷.

محترمی ف، قلی پور د و اشرفی یورقانلو ر، ۱۳۹۷. امکان‌سنجی تولید کیک اسفنجی غنی‌شده و کم‌کالری با پوره اسفناج. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۵ (۸٤)، ۳۷۵-۳۸٤.

محروسی ط و پورفرزاد ا، ۱٤۰۰. بررسی کیفیت و ماندگاری کلوچه فومن غنی شده با سبوس برنج با استفاده از روش‌های چندمتغیره متقارن و نامتقارن، پژوهش های صنایع غذایی، ۳۱(۱)، ۱۱٤-۹۵.

مقصودلو ی، احمدی ع، عزیزی م ح، اعلمی م و قربانی م. ۱۳۹۵. تاثیر فیبرهای نشاسته مقاوم بر ویژگی‌های کیفی و حسی کیک‌های اسفنجی. پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲٦ (۲)، ۱٦۱-۱۷٤.

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

Das S and Banerjee S, 2015. Production of pumpkin powder and its utilization in bakery products development: a review. International Journal of Research in Engineering and Technology 4(5): 478-481.

Davidou S, Le Meste M, Debever E and Bekaert D, 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. Food Hydrocolloids 10(4): 375-383.

El-Sayed SM, 2020. Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese. Heliyon 6: 1-6.

Galla NR, Pamidighantam PR, Karakala B, Gurusiddaiah MR and Akula S, 2017. Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach (*Spinacia oleracea* L.). International Journal of Gastronomy and Food Science *7:* 20-26.

Hellström JK, Torronen AR and Mattila PH, 2009. Proanthocyanidins in common food products of plant origin. Journal of Agricultural and Food Chemistry *57*(17): 7899-7906.

Khan MA, Mahesh C, Semwal AD and Sharma GK, 2015. Effect of spinach powder on physico-chemical, rheological, nutritional and sensory characteristics of chapati premixes. Journal of food science and technology *52*(4): 2359-2365.

Kia S and Hosseini Ghaboos S, 2018. Development of traditional date cookie formulation using pumpkin puree. Journal of Food Biosciences and Technology 08(2): 69-78.

Kulkarni AS and Joshi DC, 2013. Effect of replacement of wheat flour with pumpkin powder on textural and sensory qualities of biscuit, International Food Research Journal 20: 587-591.

Mirhosseini H, Rashid NFA, Amid BT, Cheong KW, Kazemi M and Zulkurnain M, 2015. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta, LWT-Food Science and Technology 63: 184-190.

Nasir M, Butt MS, Anjum FM, Jamil AMER and Ahmad J, 2009. Physical and sensory properties of maize germ oil fortified cakes. International Journal of Agriculture and Biology 11: 311-315.

Nawirska A, Figiel A, Kucharska A Z, Sokół-Łętowska A and Biesiada A, 2009. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. Journal of Food Engineering 94: 14-20.

Obradović V, Babić J, Šubarić D, Jozinović A, Ačkar Đ and Klarić I, 2015. Influence of dried Hokkaido pumpkin and ascorbic acid addition on chemical properties and colour of corn extrudates, Food chemistry 183: 136-143.

Pongjanta J, Naulbunrang A, Kawngdang S, Manon T and Thepjaikat T, 2006. Utilization of pumpkin powder in bakery products. Songklanakarin J. Sci. Technol 28(1): 71-79.

Pongjanta J, Phomphang U, Manon T, Isarangporn R and Thaiou P, 2004. Utilization of pumpkin powder in Thai sweetmeals. Warasan Ahan.

Rakcejeva T, Galoburda R, Cude L and Strautniece E, 2011. Use of dried pumpkins in wheat bread production. Procedia Food Science 1: 441-447.

Ramu L and Maloo S, 2016. Physical, Chemical and Sensory Properties Of Spinach Paste Fortified Instant Noodles. International Journal of Innovative Technology and Research Volume (4): 5318-5322.

Salehi F and Aghajanzadeh S, 2020. Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. Trends in Food Science & Technology 95: 162-172.

Salehi F, 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (*Salvia macrosiphon*). Journal of Food Measurement and Characterization 11(4): 2006-2012.

Salehi F, 2019. Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. Food Science & Nutrition 7 (11): 3391-3402.

Salehi F, 2020. Recent applications of powdered fruits and vegetables as novel ingredients in biscuits: A review. Nutrire 45 (1): 1-10.

Sharoba AM, Farrag MA and El-Salam A, 2013. Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies 19(4): 429-444.

Slavin J L and Lloyd B, 2012. Health benefits of fruits and vegetables. Advances in nutrition 3: 506-516.

Journal of Food Researches/vol.31 No.3 2021/pp 133-150
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/FR.2021.41436.1756

Effect of pumpkin and spinach powder on physicochemical and sensory properties of fortified sponge cake

F Khormali [1], S H Hosseini Ghaboos [2*]and Abolfazl Fadavi [3]

Received: August 24, 2020 Accepted: November 25, 2020
[1]MSc, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[2]Assistant Professor, Food Science and Technology Research Center of East Golestan, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[*]Corresponding author, Email: Hosseinighaboos@iauaz.ac.ir

Introduction: Fruit fibre have better quality due to higher total and soluble fibre content, water and oil holding capacity and colonic fermentability, as well as lower phytic acid content and caloric value (Sharoba et al., 2013). In the fresh mass of the pumpkin (*Cucurbita moschata*), total carotenoid content, a major contributory factor in the high nutritional value of pumpkins, ranges from 2 to 10 mg/100 g, the content of vitamins C and E accounting for 9–10 mg/100 g and 1.03–1.06 mg/100 g, respectively (Hosseini Ghaboos et al., 2016; Nawirska et al., 2009). Pumpkin fruit is also a valuable source of other vitamins, e.g., vitamin A, B_6, K, thiamine, and riboflavin, as well as minerals, e.g., potassium, phosphorus, magnesium, iron and selenium (Mirhosseini et al., 2015; Obradović et al., 2015). Since pumpkin is a valuable micronutrients source, dried pumpkin could be processed into powder for foods to increase fibers, vitamin A and mineral contents. In addition, pumpkin powder can be used in bakery products because of its highly-desirable flavour, sweetness and deep yellow-orange colour (Salehi, 2020). The influence of replacement of wheat flour with pumpkin powder (at five levels of 0, 2.5, 5.0 7.5 and 10 %) on textural properties and sensory qualities of biscuit was studied by Kulkarni and Joshi (2013). As the replacement level of wheat flour with pumpkin powder increased, the firmness and fracturability values were increased. Biscuits with more pumpkin powder had a more yellow colour than those with less pumpkin powder. According to the sensory evaluation results, biscuits containing 2.5 % dried pumpkin powder had the highest total acceptance score. The iron and β-carotene content of biscuits increased with increasing pumpkin powder levels. Spinach is a good source of minerals (Fe, Mn, Zn and Mg), vitamins (E, A, C, K, B_1, B_6 and B_2), protein, fibers and antioxidants, making it a suitable ingredient to be used in the formulation of food products with high nutritional and biological values (Slavin and Lloyd, 2012). El-Sayed (2020) studied the effect of spinach nano-powder (0.5-2%) addition on the quality of ultra-filtered soft cheeses. The author demonstrated that by increasing of spinach powder concentration with retentate, the content of fibers, minerals, total phenolic content, and antioxidant activity of samples was enhanced. In this study, pumpkin and spinach powders were used to improve and enhance the quality of sponge cake due to their high nutritional value, fiber, β-carotene and minerals (calcium and iron).

Material and methods: At first, the pumpkin and spinach were dried and powdered in controlled conditions. Fresh pumpkins (*Cucurbita moschata*) were purchased from local market. The pumpkin slices with 5 mm thickness were dried in an oven (65°C). The dried pumpkins were milled, powdered and passed thru a 125 mesh screen (Hosseini Ghaboos et al., 2016). The ingredients used in the formula of sponge cakes were cake flour (100 g), sucrose (70 g), sunflower oil (60 g), fresh

eggs (70 g), whey (4 g), baking powder (1.5 g), vanilla (0.5 g), water (40 g) and nonfat dry milk (20 g) powder. Sucrose and sunflower oil were poured into a bowl, and mixed for 10 min. Whole egg was added to the bowl, and then mixed for 4 min. The sifted cake flour, whey, baking powder, vanilla, water and nonfat dry milk powder was gradually poured into a bowl, and mixed for 3 min. Water was added to the bowl, and then mixed for 1 min. For each cake, 45 g of cake batter was poured into a cake pan and baked at 195°C for 25 min in an oven toaster. The cakes were allowed to cool for 20 min, and then were removed from the pans. The cooled cakes were packed in polypropylene bags at room temperature before physico-chemical and sensory evaluation analyses. The test sponge cake samples prepared with 0% (control), 5%, 10%, 20 and 30% replacement of cake flour with blend of pumpkin and spinach powder. The blend of pumpkin and spinach at concentrations of 0, 10, 20 and 30% were used in sponge cake formulation and the dough viscosity and physicochemical, color, texture and sensory properties of the product were studied. The texture profile analysis of sponge cake samples from the midsection of the cakes were performed using a texture analyzer (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) with a 36 mm diameter cylindrical probe, 50% compressing and a test speed of 1.0 mm s^{-1}. The crust of cake samples was removed in cake texture determination. A double cycle was programmed and the texture profile was determined using Texture Expert 1.05 software (Stable Microsystems). Other parameters were defined as: pre-test speed 2.0 mm s^{-1}, post-test speed 2.0 mm s^{-1} and trigger force 5 g. The texture parameters recorded were firmness, cohesiveness, springiness and resilience, and the texture parameter of cake was averaged from 3 replications. Statistical analysis was performed in factorial arrangement based on completely randomized design and comparing was performed at the average at 5% level using Duncan's multiple range test.

Results and discussion: With increasing percentage of pumpkin and spinach powder in sponge cake formulation showed that fiber, iron and calcium percentages of samples were increased from 1.60 to 10.04%, 9.78 to 50.93 ppm and 0.19 to 0.42, respectively and there was a significant difference between treatments ($P<0.05$). Also, β-carotene, protein, moisture and density of cakes increased significantly with increasing percentage of powder replacement ($P<0.05$). By increasing the percentage of substitution of powders in sponge cake formulation from 0 to 30%, the viscosity of cake batters at shear rate of 90 s^{-1} was significantly increased from 16.72 to 30.82 Pa.s ($P<0.05$). According to the results of image processing, as the percentage of pumpkin and spinach powder increased in the formulation, the a* index decreased and became negative indicating that the samples became greener with increasing replacement percentage.

Conclusion: The firmness of cakes enriched with pumpkin and spinach powder was obtained in the first day and on the 14th day in the range of 2.071-5.427 N and 3.354-6.207 N, respectively. Based on the sensory evaluation results, the sample containing 20% pumpkin and spinach powder had the highest overall acceptance score.

Keywords: β-Carotene, Fiber, Image processing, Viscosity