



خصوصیات فیزیکوشیمیایی، فعالیت آنتی اکسیدانی و ویژگی‌های حسی کیک اسفنجی تهیه شده از پوست آلوی سیاه و اسیدسیتریک به عنوان جایگزین آرد گندم

تکتم محمدی مقدم^{*}، مهسا بردبار

گروه علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشکده بهداشت و پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران

چکیده

مقاله پژوهشی اصیل

مقدمه

پوست آلوی سیاه ماده فرعی حاصل از فراوری آلو و حاوی انواع مختلف ترکیبات مغذی است که می‌تواند جهت تولید فراورده‌های غذایی و یا بهبود کیفیت آنها به کار برده شود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق اثر پودر پوست آلوی سیاه (۵، ۱۰ و ۱۵٪) و اسید سیتریک (۰، ۱، ۲ و ۳٪) بر خصوصیات شیمیایی (رطوبت و pH)، ظرفیت آنتی اکسیدانی، ویژگی‌های بافتی (سختی، چسبندگی، پیوستگی، صمغیت، خاصیت ارتجاعی و فنریت) و خواص حسی (رنگ، طعم، بو، سختی، چسبندگی، تخلخل، فنریت و پذیرش کلی) کیک اسفنجی با استفاده از روش آماری فاکتوریل و در سطح ۵٪ مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

افزایش درصد پوست آلوی سیاه و اسیدسیتریک باعث افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی، رطوبت محتوی، امتیاز رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها گردید. با افزایش درصد پوست آلوی سیاه کلیه پارامترهای بافتی افزایش یافتند. بر اساس نظر ارزیابان نمونه کیک اسفنجی حاوی ۱۵٪ پوست آلوی سیاه و ۳٪ اسید سیتریک به عنوان بهترین نمونه شناسایی شد. از دیدگاه ارزیابان کیک اسفنجی حاوی پوست آلوی سیاه می‌تواند به عنوان یک محصول جدید قابلیت مناسبی داشته باشد. روش رگرسیون حداقل مربعات جزئی توانست به خوبی رابطه بین ویژگی‌های حسی و بافتی را بیان کند.

نتیجه‌گیری

تولید کیک اسفنجی پوست آلوی سیاه علاوه بر غنی‌سازی و بهبود کیفیت کیک، باعث استفاده بهینه از ضایعات فراوری آلو می‌شود که می‌تواند از دیدگاه رشد صنعتی و اقتصاد کشاورزی اهمیت فراوانی داشته باشد.

کلیدواژه‌ها

پوست آلوی سیاه، کیک اسفنجی، بافت، فعالیت آنتی اکسیدانی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۹

*نویسنده مسئول: تکتم محمدی مقدم؛

گروه علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشکده بهداشت و پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران.
تلفن:

پست الکترونیک:

Mohammadit1@nums.ac.ir

Mohammadimoghaddam@yahoo.com



مقدمه

محصولات آردی از پر مصرف‌ترین محصولات غذایی در سراسر جهان محسوب می‌شوند. از میان این محصولات، کیک به واسطه ویژگی‌های کام‌پذیری مناسب، مورد استقبال و پسند مصرف‌کنندگان واقع شده است. به طوری که امروزه در اکثر کشورهای اروپایی بیش از بیست نوع کیک با طعم و ارزش غذایی متنوع تولید می‌شود. معمولاً در تولید کیک از آرد گندم استفاده می‌شود (۱). یکی از مشکلات اصلی در مورد فرایند و نگهداری کیک و محصولات آردی مشابه، بیات شدن زودرس می‌باشد که حجم و بافت محصول را دستخوش تغییر، جویدن را دچار مشکل، عطر و طعم را کاهش و زمان ماندگاری محصول را کوتاه می‌کند. با اضافه کردن آنتی‌اکسیدان‌ها و نگه دارنده‌ها می‌توان ماندگاری کیک را بالا برد. همچنین، افزودن فیبرهای غذایی به این نوع محصولات باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای آنها می‌گردد. امروزه تقاضا برای محصولات سلامت‌گرا که دارای فیبر بالا، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و کالری کم هستند، به دلیل اثرات مفید بهداشتی آنها افزایش یافته است. جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای و بهبود ساختار کیک اسفنجی می‌توان در فرمولاسیون آن از ترکیبات حاوی فیبرهای رژیمی استفاده نمود (۲).

آلو، میوه‌ای تک هسته، از خانواده *Rosacea* و جنس *Prunus* است که از لحاظ رنگ، شکل و اندازه دارای گونه‌های متفاوتی است (۳). آلو یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله است و از نظر اقتصادی پس از هلو در درجه دوم اهمیت قرار دارد (۴). براساس گزارش فائو، در سال ۲۰۱۸ مقدار آلو تولید شده در جهان بیش از ۱۹ میلیون تن بوده است. چین، رومانی و ایالات متحده آمریکا بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های این محصول در جهان می‌باشند. ایران با تولید ۳۱۳۱۰۳ تن آلو و آلوچه در رتبه

پنجم دنیا قرار دارد (۵). شهر نیشابور و بخصوص شهرستان خرو، بزرگ‌ترین تولیدکننده آلو در کشور می‌باشد و میزان آلو تولیدی آن در سال ۱۳۹۸ حدود ۵۰۰۰۰ تن بوده است (۶). از نظر خواص تغذیه‌ای آلو دارای انواع مواد معدنی شامل آهن، کلسیم، فسفر، منیزیم، منگنز، فلور، گوگرد، پتاسیم و قند و همچنین دارای ویتامین‌های آ، ب۱، ب۲، ث و نیاسین امید است (۷). همچنین به علت داشتن اسیدهای فنولیک، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و پکتین می‌تواند به عنوان یک ماده غذایی مفید در رژیم غذایی انسان به کار برده شود. وجود ترکیبات فعال زیستی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها و آنتوسیانین‌ها باعث شده است که از آلو به عنوان یک ماده غذایی فوق‌العاده یاد شود (۸-۱۱). بطور کلی یک پنجم وزن آلو را پوست آن تشکیل می‌دهد. طی فراوری آلو در نیشابور، سالیانه حدود ۸۰۰۰ تن پوست آلو تولید می‌گردد (۶). رطوبت و حجم انبوه این ماده و فساد آن، سبب آلودگی محیط زیست و تحمیل هزینه‌های پاک‌سازی محیط می‌شود. تاکنون هیچ کاربردی برای آن بیان نشده است؛ در حالی که این ماده دارای ترکیبات با ارزش شامل ویتامین‌ها و مواد معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها و ترکیبات فنولیک است و همچنین به علت داشتن فیبر قابل توجه می‌تواند به عنوان جایگزین آرد در صنایع غلات برای تولید کیک استفاده شود (۱۲).

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه استفاده از میوه‌ها و ضایعات آنها بر خصوصیات مختلف انواع کیک انجام شده است (۲۰-۱۳). اما هیچ تحقیقی در ارتباط با استفاده از پوست آلو بر ویژگی‌های کیک انجام نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش استفاده از پوست آلو سیاه به عنوان منبع غنی از فیبر و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در ساختار کیک اسفنجی بوده است. برای این منظور تاثیر فرمولاسیون کیک با توجه به تیمارهای درصد اسید سیتریک و درصد



ظاهری، چسبندگی و رنگ مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت بهترین مقادیر شامل ۰، ۱، ۲ و ۳٪ اسید سیتریک به عنوان تیمارهای نهایی انتخاب شدند.

تولید کیک اسفنجی

مواد اولیه جهت تولید کیک اسفنجی عبارت بودند از: آرد گندم (۳۲/۵٪)، به عنوان مقدار پایه مورد استفاده (گلها، تهران، ایران)، پودر پوست آلود سیاه (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد جایگزین آرد گندم شد)، آب (۱۳٪)، روغن آفتابگردان (۹٪)، نینا، سیرجان، ایران)، تخم مرغ (۲۲/۵٪)، شکر (۱۹/۵٪)، بیکنینگ پودر (۱/۳٪) (گلها، تهران، ایران)، شیرخشک (۲٪) (ملودی، امارات متحده عربی) و وانیل (۰/۲٪) (ملودی، امارات متحده عربی). جهت تولید کیک ابتدا تخم مرغ ها در داخل یک ظرف به خوبی هم زده شدند تا مخلوطی یکنواخت به دست آید. سپس به مخلوط هم زده شده شکر، روغن و آب اضافه شد و به مدت پنج دقیقه توسط همزن^۳ مخلوط گردید. در مرحله بعد مخلوط آرد همراه با پودر پوست آلود سیاه اضافه گردید. سپس بیکنینگ پودر، شیر خشک و وانیل به مایع داخل ظرف اضافه شد. ابتدا با دور آرام همزن و سپس با دور تند به مدت پنج دقیقه مخلوط گردید. سپس قالب کیک توسط کاغذ روغنی پوشانده و مخلوط خمیر کیک داخل قالب ریخته شد. قالب به مدت ۴۵ دقیقه داخل فر (سینجر، ایران) با دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد تحت فرایند پخت قرار گرفت. نمونه ها در دمای اتاق (۵±۰/۲۵ درجه سانتی گراد) خنک شدند. سپس در کیسه های پلاستیکی زیپ دار قرار گرفتند و بلافاصله جهت انجام آزمون ها مورد استفاده قرار گرفتند (شکل ۱ تصویری از آلود سیاه و پوست آن و نمونه ای از کیک های تولید شده را نشان می دهد).

پودر پوست آلود سیاه مورد استفاده بر خواص شیمیایی (pH و رطوبت)، ظرفیت آنتی اکسیدانی، ویژگی های بافتی (سختی، چسبندگی، پیوستگی، فنریت، صمغیت و خاصیت الاستیکی) و خصوصیات حسی (رنگ، طعم، بو، فنریت، سختی، چسبندگی مغز، تخلخل و پذیرش کلی محصول) کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

آماده سازی پودر پوست آلود سیاه

پوست آلود سیاه از کارخانجات فراوری آلود نیشابور تهیه گردید و پس از شستشو و زدودن ناخالصی و مواد اضافی در خردکن صنعتی خرد شده و در فریزر نگهداری شد. جهت آماده سازی پودر پوست آلود سیاه، ابتدا نمونه ها در دمای اتاق قرار گرفتند تا از حالت انجماد خارج شوند. نتایج ابتدایی نشان داد استفاده از پوست آلود سیاه کیفیت رنگ قابل قبولی ایجاد نمی کند. بنابراین جهت بهبود و تثبیت رنگ، پوست های آلود تحت تیمار با درصدهای مختلف اسید سیتریک خوراکی (شرکت کشت و صنعت جوی، سبزوار، ایران) قرار گرفتند. جهت آماده سازی پودر پوست آلود سیاه، ابتدا محلول ۵٪ اسید سیتریک تهیه گردید. در مرحله بعد پوست های آلود سیاه به مدت ۲۴ ساعت توسط شیکر^۱ هم زده و مخلوط شدند و به مدت ۱۲ ساعت توسط آون (فن آزما گستر شرق، ایران) تا دمای ۶۰ درجه سانتی گراد و رطوبت ۲٪ خشک شدند. پوست های آلود خشک شده توسط آسیاب برقی^۲ پودر شده، پس از عبور از الک با مش ۴۰، جهت تولید کیک پوست آلود سیاه مورد استفاده قرار گرفتند. در ابتدا مقادیر صفر تا ۶ درصد اسید سیتریک جهت آماده سازی پودر پوست آلود استفاده شد و نمونه های کیک آنها تولید گردید. در مرحله بعد نمونه ها از نظر کیفیت

1. BenyaminTeb, Iran
2. Sunwwod, Italy

3. Starix, Japan



شکل ۱- آلو، پوست آلو سیاه و بهترین نمونه کیک حاوی پودر پوست آلو سیاه

جدول ۱- فرمولاسیون های مختلف کیک اسفنجی حاوی پودر پوست آلو سیاه

شماره نمونه	مقدار اسیدسیتریک (%)	مقدار پودر پوست آلو سیاه (%)
۱	۰	۵
۲	۰	۱۰
۳	۰	۱۵
۴	۱	۵
۵	۱	۱۰
۶	۱	۱۵
۷	۲	۵
۸	۲	۱۰
۹	۲	۱۵
۱۰	۳	۵
۱۱	۳	۱۰
۱۲	۳	۱۵

در این تحقیق اثر اسید سیتریک (۰، ۱، ۲، ۳٪) و پودر پوست آلو سیاه (۵، ۱۰، ۱۵٪ جایگزین آرد گندم) بر خصوصیات شیمیایی (pH و رطوبت)، ظرفیت آنتی اکسیدانی، ویژگی های بافتی (سختی، چسبندگی، پیوستگی، فنریت، صمغیت و خاصیت ارتجاعی) و خصوصیات حسی (رنگ، طعم، بو، فنریت، سختی، چسبندگی مغز، تخلخل و پذیرش کلی محصول) کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است درصدهای مختلف پوست آلو سیاه با انجام آزمون های ابتدایی و بررسی های حسی انتخاب شدند. جدول ۱ فرمولاسیون های مختلف کیک اسفنجی حاوی پودر پوست آلو سیاه را نشان می دهد.



آزمون‌های کیک اسفنجی

آزمون‌های شیمیایی

رطوبت: رطوبت نمونه‌های کیک بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۰۵ اندازه‌گیری شد (۲۱). برای این منظور وزن مشخصی از نمونه‌های کیک شامل پوسته و مغز کاملاً خرد شده و تا زمان رسیدن به وزن ثابت داخل آون (فن آزما گستر شرق، ایران) تحت دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بر اساس تغییرات وزن نمونه ابتدایی و نمونه نهایی، میزان رطوبت نمونه‌ها تعیین شد.

pH: میزان pH خمیرکیک بر اساس استاندارد ملی شماره ۳۷ و توسط pH متر (DANA، آلمان) اندازه‌گیری شد (۲۲). **اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی:** ابتدا ۱۰ گرم از نمونه‌های کیک اسفنجی داخل ۱۰ میلی‌لیتر متانول (۸۰٪) هموژنیزه شده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد توسط همزن مگنت مغناطیسی هم زده شد. سپس عصاره به دست آمده در دمای اتاق (۲۵±۰/۵) درجه سانتی‌گراد) با ۱۲۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ^۱ شده و محلول رویی آن جمع‌آوری شد. عصاره به دست آمده برای تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی مورد استفاده قرار گرفت. فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش دی پی پی اچ^۲ تعیین گردید. ۳ میلی‌لیتر از محلول اتانولی دی پی پی اچ (۳/۰ میلی مول بر میلی‌لیتر) به ۳ میکرو لیتر از محلول نمونه اضافه شده و مخلوط به منظور انجام واکنش به مدت ۶۰ دقیقه در دمای اتاق و تاریکی قرار گرفت. سپس جذب نمونه‌ها در مقابل نمونه شاهد مناسب شامل ۳ میلی‌لیتر معرف دی پی پی اچ بعلاوه ۱۰۰ میکرو

لیتر از آب مقطر در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر^۳ قرائت شدند (۲۳).

آزمون حسی

جهت انجام آزمون‌های حسی پس از انجام آموزش و آزمون ابتدایی، ارزیابان از بین دانشجویان و کارکنان دانشکده علوم پزشکی نیشابور انتخاب شدند. جهت آزمون و انتخاب ارزیابان از روش سه وجهی استفاده گردید. به منظور ارزیابی از روش مقیاس هدونیک^۴ ۹ نقطه‌ای استفاده شد. به هر ارزیاب ظرف‌های حاوی نمونه که توسط اعداد تفکیک شده بودند و یک لیوان آب به همراه یک فرم ارزشیابی داده شد. هر ارزیاب تمام نمونه‌ها را به صورت تصادفی تست کرده و بدین ترتیب هشت فاکتور رنگ، طعم، بو، سختی، چسبندگی مغز، تخلخل، فنریت و پذیرش کلی محصول مورد ارزیابی قرار گرفت.

آزمون بافتی

خصوصیات بافتی نمونه‌های کیک اسفنجی با استفاده از دستگاه بافت سنج^۵ انجام گرفت. نمونه‌های کیک در مکعب‌های با ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر مکعب برش داده شدند و توسط پروب تخت استوانه‌ای با قطر ۷۵ میلی‌متر و تا ۵۰٪ ارتفاع ابتدایی مورد آزمون آنالیز پروفیل بافت^۶ قرار گرفتند. مشخصات آزمون عبارت بودند از: سرعت پیش آزمون ۵ میلی‌متر بر ثانیه، سرعت آزمون ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت پس از آزمون ۵ میلی‌متر بر ثانیه. پارامترهای اندازه‌گیری شده عبارت بودند از سختی^۷ (حداکثر ارتفاع منحنی نیرو در اولین فشار)، چسبندگی^۷ (مقدار کار لازم برای جدا کردن صفحه فشار دهنده دستگاه بافت سنج از ماده غذایی می‌باشد و به صفات حسی چسبی و لعابی بودن

3. UV/Vis Jenway 7315 model, U.K
4. Stable Micro Systems, England, UK
5. Texture Profile Analysis (TPA)
6. Hardness
7. Adhesiveness

1. Jenway 7315 model, U.K
2. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)



جدول ۲- اثر پودر پوست آلود سیاه و اسید سیتریک بر خصوصیات شیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی کیک اسفنجی پوست آلود سیاه

متغیرها (%)	pH	رطوبت (%)	فعالیت آنتی اکسیدانی (%)
۰	۶/۹۷ ± ۰/۰۶ a*	۲۷/۸۷ ± ۰/۵۸ d	۱/۷۴ ± ۰/۱۱ d
۱	۶/۹۳ ± ۰/۱۲ a	۲۸/۴۲ ± ۰/۴۲ c	۲/۰۶ ± ۰/۰۳ c
۲	۶/۸۳ ± ۰/۰۸ b	۲۸/۷۲ ± ۰/۳۶ b	۲/۲۷ ± ۰/۱۰ b
۳	۶/۷۶ ± ۰/۰۷ c	۲۸/۸۶ ± ۰/۴۷ a	۲/۶۷ ± ۰/۱۳ a
۵	۶/۹۰ ± ۰/۰۳ a	۲۸/۱۳ ± ۰/۵۷ b	۲/۰۰ ± ۰/۰۶۸ b
۱۰	۶/۸۷ ± ۰/۱۱ ab	۲۸/۵۳ ± ۰/۳۵ a	۲/۲۲ ± ۰/۱۳ a
۱۵	۶/۸۴ ± ۰/۱۲ b	۲۸/۵۶ ± ۰/۴۶ a	۲/۳۴ ± ۰/۱۲ a

*حروف ناهمسان بیانگر معنی داری داده ها می باشد ($P < 0.05$)

مواد مربوط است)، پیوستگی^۱ (نسبت مساحت ناحیه دوم به ناحیه اول اعمال نیرو می باشد)، صمغیت^۲ (حاصل ضرب سختی در پیوستگی است)، فنریت^۳ (میزان بازیابی انرژی را در فشار اول و دوم نشان می دهد که بیان کننده خاصیت کشسانی نمونه است) و خاصیت ارتجاعی^۴ (مقدار انرژی قابل بازیابی در اولین فشردگی سازی) (۲۴). شکل ۱ تصویری از منحنی آزمون بافتی را برای نمونه کیک حاوی پودر پوست آلود سیاه نشان می دهد.

آنالیز آماری

داده ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل مورد آزمون آماری قرار گرفتند. آزمون های شیمیایی و اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی در ۳ تکرار و آزمون بافت در ۴ تکرار انجام گرفت. به منظور تجزیه واریانس نتایج، نرم افزار Minitab^۵ مورد استفاده قرار گرفت. میانگین تکرارها در قالب آزمون توکی و در سطح آماری ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم منحنی ها از نرم افزار GraphPad

یافته ها

خصوصیات شیمیایی

جدول ۲ نتایج آنالیز آماری خصوصیات شیمیایی خمیر کیک اسفنجی حاوی پودر پوست آلود سیاه را نشان می دهد. افزایش درصد اسید سیتریک و پودر پوست آلود سیاه باعث کاهش pH نمونه ها شد ($P < 0.05$). آنالیزهای آماری نشان داد افزایش درصد پوست آلود سیاه و اسید سیتریک اثر معنی دار بر رطوبت نمونه های کیک دارد ($P < 0.05$).

فعالیت آنتی اکسیدانی

نتایج آنالیز آماری فعالیت آنتی اکسیدانی کیک حاوی پوست آلود سیاه در جدول ۲ آورده شده است. افزایش درصد اسید سیتریک و پودر پوست آلود سیاه، اثر معنادار بر ظرفیت آنتی اکسیدانی کیک اسفنجی نشان داد ($P < 0.05$).

1. Cohesiveness
2. Gumminess
3. Springiness
4. Resilience
5. Version 16, USA, 2010

6. Version 8.0.1, USA

7. Partial Least Squares Regression (PLSR)

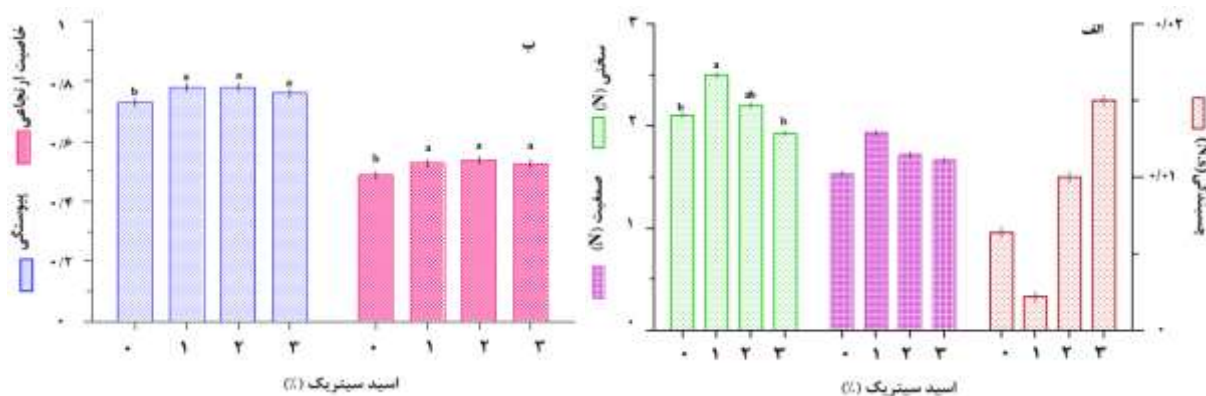


خصوصیات حسی

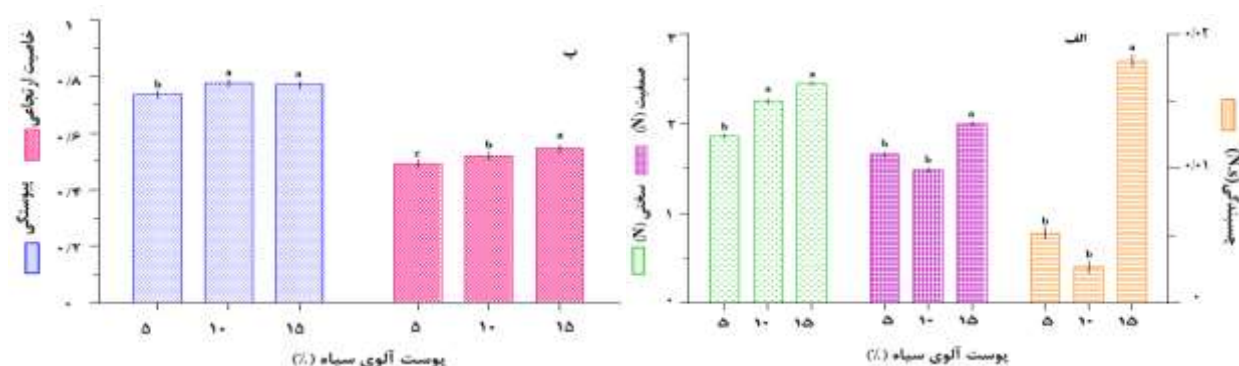
نتایج آنالیز واریانس خصوصیات حسی کیک پوست آلود سیاه در جدول ۳ آورده شده است. افزایش درصد اسید سیتریک و پوست آلود سیاه، باعث افزایش معنی دار امتیاز رنگ کیک حاوی پودر پوست آلود سیاه گردید ($P < 0.05$). افزایش درصد اسید سیتریک اثر معنادار بر خصوصیات حسی شامل طعم، چسبندگی، فنری و تخلخل کیک حاوی پودر پوست آلود داشت ($P < 0.05$) به طوریکه با افزایش مقدار اسید سیتریک امتیاز این پارامترها افزایش پیدا کرد. بطور کلی استفاده از اسید سیتریک جهت آماده سازی پودر پوست آلود سیاه نسبت به زمانی که پوست آلود سیاه بدون آماده سازی به کار برده شد، باعث افزایش معنی دار در امتیاز سختی نمونه ها شد. گرچه استفاده از درصدهای مختلف اسید سیتریک تغییر معنی داری بر سختی نمونه ها نشان نداد ($P > 0.05$)، نتایج آنالیز حسی نشان داد افزایش درصد پوست آلود سیاه اثر معنادار بر امتیاز بو، سختی، چسبندگی، تخلخل و فنری نمونه ها ندارد. با افزایش درصد اسید سیتریک و پوست آلود سیاه امتیاز پذیرش کلی نمونه ها افزایش یافت ($P < 0.05$). شکل ۱ تصویر بهترین نمونه از نظر ارزیابان را نشان می دهد.

خصوصیات بافتی

شکل های ۲ و ۳ (الف و ب) نتایج آنالیز واریانس خصوصیات بافتی کیک حاوی پودر پوست آلود را نشان می دهد. سختی حداکثر نیروی اعمال شده طی گاز زدن می باشد. این شاخص به صفات نرمی یا سفتی مواد غذایی مربوط است (۲۴). افزایش درصد اسید سیتریک و پوست آلود سیاه باعث تغییر معنی دار بر سختی نمونه های کیک اسفنجی گردید. علاوه بر این اثر برهم کنش اسید سیتریک و پوست آلود سیاه هم بر سختی نمونه ها معنی دار بود ($P < 0.05$). پیوستگی نتیجه حاصل از تعامل نیروهای ساختاری در سطح ملکول ها می باشد (۲۴). شکل ۲ (ب) نشان می دهد استفاده از اسید سیتریک جهت آماده سازی پوست آلود سیاه باعث بهبود و افزایش پیوستگی نمونه ها - نسبت به زمانی که پوست آلود سیاه به تنهایی و بدون آماده سازی به کار رود، می شود ($P < 0.05$). اما بین نمونه های مختلف با درصدهای مختلف اسید سیتریک اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). همچنین ملاحظه می گردد، با افزایش درصد پودر پوست آلود سیاه، پیوستگی نمونه ها افزایش یافته است ($P < 0.05$) (شکل ۳، ب).



شکل ۲- اثر اسید سیتریک بر الف: سختی، صمغیت و چسبندگی و ب: خاصیت ارتجاعی و پیوستگی کیک حاوی پودر پوست آلود سیاه



شکل ۳- اثر پودر پوست آلود سیاه بر الف: سفتی، صمغیت و چسبندگی و ب: خاصیت ارتجاعی و پیوستگی کیک حاوی پودر پوست آلود سیاه

صمغیت به صمغی بودن و خمیری بودن نمونه مربوط است. در حقیقت نیروی لازم برای هضم دهانی مواد غذایی و آماده کردن آن برای بلع است (۲۴). نتایج آنالیز واریانس نشان داد افزایش درصد پوست آلود سیاه باعث افزایش صمغیت

جدول ۳- اثر پودر پوست آلود سیاه و اسید سیتریک بر خصوصیات حسی کیک اسفنجی پوست آلود سیاه

متغیرها (%)	رنگ	طعم	بو	سختی	چسبندگی مغز	تخلخل	فنری	پذیرش کلی
۰	۴/۸۷ ± ۰/۸۶ c	۵/۰۰ ± ۰/۲۳ c	۶/۶۷ ± ۰/۵۶	۵/۱۰ ± ۰/۵۶ b	۵/۰۳ ± ۰/۷۳	۵/۲۰ ± ۰/۳۴ c	۵/۳۰ ± ۰/۳۸ b	۵/۲۰ ± ۰/۵۳ c
۱	۴/۹۰ ± ۰/۳۵ c	۵/۷۰ ± ۰/۵۴ b	۵/۵۶ ± ۰/۴۷	۶/۱۳ ± ۰/۶۸ a	۶/۳۳ ± ۰/۶۸ a	۵/۴۷ ± ۰/۷۳ bc	۵/۱۳ ± ۰/۴۵ b	۵/۵۰ ± ۰/۵۶ c
۲	۵/۷۰ ± ۰/۶۵ b	۵/۸۷ ± ۰/۶۲ b	۵/۹۳ ± ۰/۷۹	۶/۱۷ ± ۰/۷۶ a	۵/۹۳ ± ۰/۴۶ a	۵/۸۷ ± ۰/۶۰ b	۵/۶۳ ± ۰/۷۸ b	۵/۱۳ ± ۰/۱۱ b
۳	۷/۴۷ ± ۰/۷۴ a	۷/۴۷ ± ۰/۴۸ a	۷/۰۷ ± ۰/۸۶	۶/۲۰ ± ۰/۴۵ a	۶/۲۰ ± ۰/۶۳ a	۷/۳۷ ± ۰/۴۵ a	۷/۲۳ ± ۰/۲۳ a	۷/۷۰ ± ۰/۴۳ a
۵	۵/۵۲ ± ۰/۴۸ b	۵/۹۰ ± ۰/۴۹	۵/۹۸ ± ۰/۶۵	۶/۰۰ ± ۰/۷۳	۶/۱۰ ± ۰/۴۵	۶/۰۲ ± ۰/۳۹	۵/۸۰ ± ۰/۳۶	۶/۰۲ ± ۰/۴۴
۱۰	۵/۶۸ ± ۰/۶۴ ab	۵/۹۵ ± ۰/۳۸	۵/۶۸ ± ۰/۳۸	۵/۷۲ ± ۰/۴۹	۵/۷۲ ± ۰/۷۶	۵/۸۰ ± ۰/۶۵	۵/۷۲ ± ۰/۴۸	۶/۰۰ ± ۰/۵۷
۱۵	۶/۰۰ ± ۰/۳۲ a	۶/۱۸ ± ۰/۴۷	۷/۲۸ ± ۰/۵۶	۵/۹۸ ± ۰/۸۷	۵/۸۰ ± ۰/۴۳	۶/۱۰ ± ۰/۷۲	۵/۹۵ ± ۰/۴۶	۶/۳۸ ± ۰/۳۸

*حروف ناهمسان بیانگر معنی داری داده ها می باشد ($P < 0.05$).

دارد (۲۴). افزودن درصدهای مختلف پودر پوست آلود سیاه باعث افزایش چسبندگی نمونه ها شد ($P < 0.05$) همچنین نتایج نشان داد حضور اسیدسیتریک بر چسبندگی نمونه ها اثر معنی دار ندارد ($P > 0.05$).

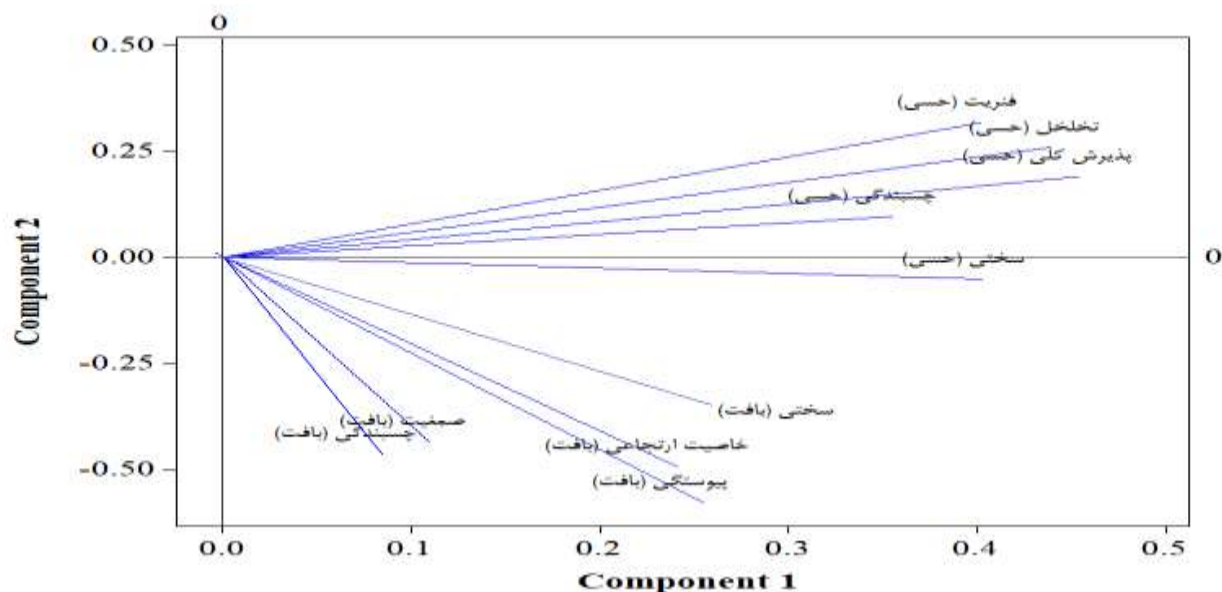
چسبندگی عبارت است از مقدار کار مشخص برای غلبه بر نیروهای بین سطح ماده غذایی و سطح ماده ای که با آن در تماس است و مقدار آن به ترکیب نیروهای چسبنده و سایر پارامترها مانند ویسکوزیته و خاصیت الاستیسیته بستگی



زمینه کنترل کیفی و طراحی به کار برده می‌شود. دستیابی به همبستگی بالا بین خصوصیات بافتی و حسی هدف دانشمندان علوم مختلف شامل دانشمندان علوم غذایی، فیزیکدانان، روانشناسان و دندانپزشکان می‌باشد (۲۴). شکل ۴ نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون PLS2 را بر خصوصیات حسی و بافتی کیک اسفنجی پوست آلود سیاه نشان می‌دهد. در بین خصوصیات مختلف، خواص حسی شامل فنریت، تخلخل و پذیرش کلی دارای اهمیت بیشتری نسبت به سایر پارامترها هستند؛ چون خطوط آنها دارای طول بیشتری است. علاوه بر این چسبندگی و صمغیت حاصل از خصوصیات بافتی دارای کمترین اهمیت هستند؛ زیرا خط مربوط به آنها دارای طول کمتری است. رگرسیون حداقل مربعات جزئی اول و دوم به ترتیب ۱۴٪ و ۷۵٪ تغییرات را برای پوست آلود سیاه و اسیدسیتریک پیشگویی کردند.

نتایج حاصل از آنالیز داده‌های فنریت نشان داد، افزایش درصد پوست آلود سیاه و اسیدسیتریک اثر معنی دار بر میزان فنریت نمونه‌ها ندارد. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز ANOVA استفاده از اسیدسیتریک در فرمولاسیون کیک اسفنجی باعث افزایش خاصیت انعطاف‌پذیری نمونه‌های کیک حاوی پودر پوست آلود می‌شود؛ گرچه بین نمونه‌های مختلف حاصل از مقادیر متفاوت اسید سیتریک اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

بافت، صفتی است که از ترکیب خصوصیات درک شده توسط احساس انسان، شامل دهان، لمس، بینایی و شنوایی حاصل می‌شود. این خصوصیات می‌توانند شامل شکل، اندازه، تعداد، ماهیت و ترکیبات سازنده ماده مورد نظر باشند. بافت ماده غذایی بطور اطمینان، بر نظر مصرف‌کننده اثرگذار است و این خاصیت جهت شناسایی کالاهای برتر در



شکل ۴- کاربرد رگرسیون حداقل مربعات جزئی جهت پیشگویی رابطه خصوصیات بافتی و حسی کیک پوست آلود سیاه



بحث

خصوصیات شیمیایی

نتایج حاصل از بررسی pH نمونه‌های خمیر کیک حاوی پودر پوست آلود سیاه نشان داد، خاصیت اسیدی پوست آلود سیاه ($pH = 3/79$) در کنار حضور اسید سیتریک باعث اثر هم افزایی و کاهش بیشتر pH می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق مقدار pH نمونه‌ها در دامنه $6/99 - 6/74$ قرار داشت.

رطوبت نمونه‌ها در دامنه $27/84 - 28/96$ درصد قرار داشت. با افزایش درصد اسید سیتریک و پوست آلود، رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت. احتمالاً پوست آلود به علت داشتن ترکیبات فیبری و حضور اسید سیتریک و ایجاد پیوند هیدروژنی با آب باعث نگهداری بیشتر آب در بافت کیک شده است. مشاهدات نشان داد، نمونه‌های حاوی اسید سیتریک و پوست آلود، بیشتر دارای بافت خمیری هستند که این عامل بر خصوصیات حسی محصول اثر بسزایی داشت. یو و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر پودر توت بر کیک پوندی گزارش دادند با افزایش پودر توت مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش و میزان pH آن‌ها کاهش می‌یابد (۱۸).

فعالیت آنتی اکسیدانی

ظرفیت آنتی اکسیدانی نمونه‌ها در دامنه $2/94 - 1/66$ ٪ قرار داشت. با افزایش درصد اسید سیتریک و پودر پوست آلود سیاه ظرفیت آنتی اکسیدانی افزایش یافت. علت آن را می‌توان خاصیت آنتی اکسیدانی پوست آلود سیاه دانست. گرچه با توجه به درصد نه چندان بالای پودر پوست آلود سیاه در ساختمان کیک و حرارت بالا طی پخت درصد بالایی به دست نیامد، اما می‌توان گفت حضور اسید سیتریک تا حدی باعث محافظت از آنها طی فرایند پخت شده است. ناجا و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند استفاده از

پودر عناب می‌تواند باعث افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنولیک شود (۱۶).

خصوصیات حسی

در بررسی رنگ نمونه‌های کیک حاوی پودر پوست آلود سیاه مشخص شد حضور پودر پوست آلود سیاه می‌تواند باعث ایجاد رنگ متفاوت نسبت به کیک معمولی در نمونه‌ها شود. پوست آلود سیاه حاوی حجم بالای آنتوسیانین و رنگ قرمز است. گرچه طی فرایند خشک کردن، رنگ پوست آلود سیاه و پودر آن کمی تیره و به سمت قهوه‌ای گرایش پیدا کرد، اما حضور اسید سیتریک و کاهش pH محیط باعث بهبود رنگ آن گردید که از نظر ارزیابان در اکثر موارد، این رنگ پذیرش خوبی داشت. بر اساس نظر ارزیابان امتیاز رنگ نمونه‌های کیک در دامنه $7/8 - 4/6$ قرار داشت.

نتایج نشان داد استفاده از اسید سیتریک در فرمولاسیون کیک باعث افزایش میزان چسبندگی نمونه‌ها می‌شود؛ گرچه از نظر چسبندگی، بین نمونه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این نتایج با نتایج حاصل از رطوبت نمونه‌ها همخوانی دارد. چون استفاده از اسید سیتریک باعث چسبندگی شدن نمونه‌ها، ایجاد حالت خمیری و افزایش رطوبت در کیک گردید، بر اساس نظر ارزیابان امتیاز چسبندگی نمونه‌های کیک در دامنه $6/5 - 4/8$ قرار داشت.

بر اساس نظر ارزیابان امتیازهای طعم، بو، سختی، فنریت و تخلخل نمونه‌های کیک به ترتیب در دامنه $4/9 - 7/7$ ، $4/3 - 4/8$ و $4/5 - 4/6$ ، $7/4 - 5/1$ و $7/6 - 5/1$ قرار داشت. امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های کیک در دامنه $8/0 - 5/1$ قرار داشت که بر این اساس می‌توان گفت استفاده از پوست آلود سیاه و اسید سیتریک باعث بهبود کیفیت کیک اسفنجی می‌شود. بیشترین امتیاز مربوط به نمونه حاوی 15 ٪ پودر پوست آلود و 3 ٪ اسید سیتریک و کمترین امتیاز مربوط به نمونه‌های حاوی 5 و 10 ٪ پودر پوست آلود و بدون اسید



بوده است. بر اساس نظر ارزیابان، ۵۰ درصد نمونه‌های کیک دارای امتیاز خوب و ۵۰ درصد نمونه‌ها بسیار خوب ارزیابی شدند. با توجه به نظر ارزیابان می‌توان گفت، افزودن پودر پوست آلودی سیاه و اسید سیتریک باعث افزایش کیفیت و پذیرش نمونه‌های کیک شده است که با بررسی کلیه فاکتورهای حسی می‌توان گفت اثر اسید سیتریک بر خصوصیات حسی کیک اسفنجی چشمگیر بوده است. کوئیل و همکاران (۲۰۱۸) اثر جایگزینی تفاله توت سیاه و میوه آرونیای حاصل از کارخانجات تولید آبمیوه را بر کیک اسفنجی بررسی و گزارش دادند (۱۵)، جایگزین کردن تفاله حاصل از این میوه‌ها باعث نرم‌تر شدن کیک اما تولید حباب‌های هوای بزرگتر می‌شود. ناجا و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند افزودن پودر عناب اثری بر پذیرش نمونه توسط مصرف‌کنندگان ندارد و بهترین نتایج مربوط افزودن ۵٪ پودر عناب به کیک اسفنجی بود (۱۶).

خصوصیات بافتی

بررسی خصوصیات بافت دستگاهی کیک حاوی پودر پوست آلودی سیاه نشان داد با افزایش درصد پوست آلودی سیاه، سختی نمونه‌ها افزایش می‌یابد؛ در حالیکه مقدار آن با افزایش مقدار اسید سیتریک کاهش یافت. به نظر می‌رسد وجود ترکیبات فیبری بخصوص پکتین در ساختار پوست آلودی سیاه و همچنین اثر برهم کنش با اسید سیتریک در فرمولاسیون کیک باعث ایجاد شبکه ژلی محکم و افزایش میزان سختی نمونه‌ها شده است. سختی نمونه‌های کیک اسفنجی پوست آلودی سیاه در دامنه $N = 2/86 - 1/43$ به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده پیوستگی نمونه‌ها در دامنه $0/80 - 0/68$ قرار داشت. بررسی پارامترهای صمغیت و چسبندگی نمونه‌های کیک حاوی پودر پوست آلودی سیاه نشان داد این نتایج با نتایج حاصل از خواص حسی همخوانی دارد؛ با افزایش درصد پوست آلودی سیاه

نمونه‌ها حالت خمیری پیدا کردند. صمغیت نمونه‌ها در دامنه $N = 2/28 - 1/30$ قرار داشت. بر اساس نظر ارزیابان نمونه‌های با درصد پوست آلودی بالاتر، چسبنده‌تر بودند. به نظر می‌رسد برهم‌کنش و حضور اسیدسیتریک و پکتین موجود در پوست آلودی سیاه باعث نگهداری آب بیشتر در ساختار کیک و چسبنده‌تر شدن نمونه‌ها می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق چسبندگی نمونه‌ها در دامنه $N.S = 0/324 - 0/008$ قرار داشت. میزان فنریت همه نمونه‌ها در محدوده $1/000 - 0/996$ قرار داشت. با افزایش درصد پوست آلودی سیاه خاصیت انعطاف پذیری کیک اسفنجی افزایش یافت. شاید بتوان این افزایش را به حضور ترکیبات فیبری موجود در پوست آلودی سیاه مربوط دانست. خاصیت ارتجاعی نمونه‌ها در دامنه $0/56 - 0/42$ قرار داشت. ناجا و همکاران (۲۰۲۰) اثر افزودن پودر عناب را بر خصوصیات بافتی کیک اسفنجی مورد بررسی قرار دادند. افزایش درصد پودر عناب باعث افزایش سختی و صمغیت نمونه‌ها شد؛ در حالیکه میزان فنریت کاهش یافت (۱۶). بوسم و بونیاساوات^۱ (۲۰۲۰) از پوست میوه دوربان جهت تولید کیک کره‌ای استفاده کردند. با افزایش درصد پوست میوه، فنریت و پیوستگی کاهش یافتند، در حالیکه سختی و صمغیت افزایش قابل توجهی نشان دادند (۱۳). یوکار و همکاران (۲۰۱۸) نتایج متفاوتی را در افزودن پودر میوه‌های وحشی به کیک اسفنجی گزارش نمودند. بر اساس گزارش آنان با افزایش درصد پودر میوه‌ها، سختی و صمغیت نمونه‌ها کاهش یافت (۱۹).

رابطه بین خصوصیات حسی و بافتی کیک حاوی پودر پوست آلودی سیاه

نتایج حاصل از آزمون حداقل مربعات جزئی نشان داد خصوصیات حسی شامل فنریت، تخلخل، پذیرش کلی و

1. Bhoosem, C. and J. Bunyasawat



چسبندگی با یکدیگر رابطه مثبت دارند، در حالیکه ارتباط آن‌ها با سختی و کلیه پارامترهای بافتی منفی است. بر این اساس می‌توان گفت هرچه مقدار پارامترهای بافتی و سختی حسی بیشتر باشد، نمونه‌ها از پذیرش پایین‌تری برخوردارند. به عبارت دیگر ارزیابان نمونه‌هایی را ترجیح می‌دهند که سخت نباشند و چسبندگی آن‌ها در کم‌ترین مقدار باشد.

نتیجه‌گیری

پوست آلود سیاه ماده فرعی حاصل از فراوری آلو است. این ترکیب دارای انواع مواد مغذی شامل ویتامین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها و فیبرها است. علاوه بر این منبعی غنی از ترکیبات آنتی اکسیدانی و مواد فنولیک است که می‌تواند در تولید فراورده‌های جدید غذایی به کار برده شود. در این تحقیق خصوصیات شیمیایی، ظرفیت آنتی اکسیدانی، خصوصیات حسی و بافتی کیک اسفنجی، حاوی پوست آلود سیاه مورد بررسی قرار گرفت. افزایش درصد پودر پوست آلود سیاه، باعث افزایش خاصیت آنتی

اکسیدانی و کلیه پارامترهای بافتی گردید. از دیدگاه ارزیابان، کیک اسفنجی حاوی ۱۵٪ پودر پوست آلود سیاه و ۳٪ اسیدسیتریک، دارای بیشترین پذیرش بود. بر اساس نظر ارزیابان، ۵۰ درصد نمونه‌های کیک، دارای امتیاز خوب و ۵۰ درصد نمونه‌ها بسیار خوب ارزیابی شده‌اند. بنابراین کیک پودر پوست آلود سیاه به عنوان یک محصول جدید می‌تواند مورد استقبال مصرف‌کنندگان قرار گیرد. تولید کیک پودر پوست آلود سیاه علاوه بر تولید یک محصول جدید، باعث ایجاد استفاده بهینه از ضایعات فراوری آلو و کمک به رشد اقتصاد کشاورزی می‌شود.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم پزشکی نیشابور جهت همکاری در طرح شماره ۹۷۲۶۳ و با کد اخلاق IR.NUMS.REC.1397.13 نهایت تشکر و سپاسگزاری را داریم.

تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافع ندارند.

References

1. Suarez, M., et al., Methods for preparing phenolic extracts from olive cake for potential application as food antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009. 57(4): p. 1463-1472.
2. Naghavi, M. and Z. Sayyed-Alangi, Effect of cardamom and dried red pomegranate (*Punica granatum*) peel powder on organoleptic and rheological characteristics of cupcake. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 2018. 12(4): p. 83-94.
3. Stacewicz-Sapuntzakis, M., et al., Chemical composition and potential health effects of prunes: a functional food? *Critical reviews in food science and nutrition*, 2001. 41(4): p. 251-286.
4. Bolin, H., Effect of processing on nutrient composition and texture of prunes. *Journal of Food Quality*, 1977. 1(2): p. 125-133.
5. FAOSTAT, www.FAO.org, 2020.
6. Jihad Agriculture, K.R., <https://koaj.ir/>. 2020.
7. Bennett, L.E., D.P. Singh, and P.R. Clingeleffer, Micronutrient mineral and folate content of Australian and imported dried fruit products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2010. 51(1): p. 38-49.
8. Walkowiak-Tomczak, D., Characteristics of plums as a raw material with valuable nutritive and dietary properties-a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2008. 58(4).



9. Díaz-Mula, H.M., et al., Changes in physicochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars: a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2008. 88(14): p. 2499-2507.
10. Pistollato, F., F. Giampieri, and M. Battino, the use of plant-derived bioactive compounds to target cancer stem cells and modulate tumor microenvironment. *Food and Chemical Toxicology*, 2015. 75: p. 58-70.
11. Rupasinghe, H.V., S. Jayasankar, and W. Lay, Variation in total phenolics and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Scientia Horticulturae*, 2006. 108(3): p. 243-246.
12. Mohammadi-Moghaddam, T., et al., Black plum peel as a useful by-product for the production of new foods: chemical, textural, and sensory characteristics of Halva Masghati. *International Journal of Food Properties*, 2020. 23(1): p. 2005-2019.
13. Bhoosem, C. and J. Bunyasawat, Nutritional, physical and sensory quality of butter cake substituted with durian rind powder for wheat flour replacement. 2020.
14. Prokopov, T., et al., Effects of powder from white cabbage outer leaves on sponge cake quality. *International Agrophysics*, 2015. 29(4).
15. Quiles, A., et al., Use of berry pomace to replace flour, fat or sugar in cakes. *International Journal of Food Science & Technology*, 2018. 53(6): p. 1579-1587.
16. Najjaa, H., et al., Jujube (*Zizyphus lotus* L.): Benefits and its effects on functional and sensory properties of sponge cake. *PloS one*, 2020. 15(2): p. e0227996.
17. Lee, H.-J., J.-H. Park, and S.-S. Yoo, Quality characteristics of Karedduk containing cactus fruit (*Opuntia humifusa*) powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 2009. 19(4): p. 610-617.
18. Yoo, S.-S. and H.-C. Jeong, Quality characteristics of pound cake with added mulberry fruit powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 2012. 22(2): p. 239-245.
19. Uçar, B. and M. Hayta, Bioactive and physicochemical properties of wild fruit powder added sponge cake. *Food and Health*, 2018. 4(4): p. 254-263.
20. Ho, L.-H., M. Paet, and M.A. Suhaimi, The Physicochemical and Sensory Attributes of Watermelon Rind Flour Incorporated Steamed Cupcake. *Journal of Agrobiotechnology*, 2018. 9(1S): p. 31-42.
21. Iran, I.o.S.a.I.R.o., (ISIRI Standard No. 2705). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=46619> (in Persian). Cereals and its products - a method of measuring moisture, 2010.
22. Iran, I.o.S.a.I.R.o., (ISIRI Standard No. 37). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=51678> (in Persian). Biscuits - Features and Test Methods, 2018.
23. Moo-Huchin, V.M., et al., Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food chemistry*, 2015. 166: p. 17-22.
24. Bourne, M., *Food texture and viscosity: concept and measurement*. 2002: Elsevier.
25. Mohammadi-Moghaddam, T., et al., Physicochemical properties, sensory attributes, and antioxidant activity of black plum peel sharbat as affected by pectin and puree concentrations. *International Journal of Food Properties*, 2020. 23(1): p. 665-676.



Physicochemical properties, antioxidant activity and sensory properties of sponge cake prepared with black plum peel and citric acid as wheat flour substitution

Toktam Mohammadi-Moghaddam*, Mahsa Bordbar

Department of Nutritional Sciences and Food Technology, Faculty of Health and Paramedical Sciences, Neyshabur University of Medical Sciences, Neyshabur, Iran

Original Article

Received: 23 Feb 2021

Accepted: 11 Oct 2021

*Corresponding Author:

Toktam Mohammadi-Moghaddam, Department of Nutritional Sciences and Food Technology, Faculty of Health and Paramedical Sciences, Neyshabur University of Medical Science

TEL:

Email:

Mohammadit1@nums.ac.ir
Mohammadimoghaddam@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction

Black plum peel is a by-product of plum processing and contains various types of nutrients that can be used to produce new food products or improve their quality.

Materials and Methods

In this study, the effect of black plum peel powder (5, 10, and 15%) and citric acid (0, 1, 2, and 3%) on chemical properties (moisture and pH), antioxidant capacity, texture characteristics (hardness, adhesiveness, cohesiveness, resilience, gumminess, and springiness) and sensory properties (color, flavor, odor, hardness, adhesiveness, porosity, springiness and total acceptability) of the sponge cake with factorial design at $P \leq 0.05$ level were investigated.

Results

Increasing the percentage of black plum peel and citric acid increased antioxidant capacity, moisture content, color score, and total acceptance of samples. With increasing the percentage of black plum peel, all texture parameters raised. According to the panelists, the sponge cake containing 15% black plum peel and 3% citric acid was the best sample. From the panelists' point of view, sponge cake containing black plum peel can be suitable as a new product. The Partial Least Squares Regression was able to well express the relationship between sensory and textural properties.

Conclusion

To produce the black plum peel sponge cake, in addition to enriching and improving the quality of the cake, causes the optimal use of plum processing waste, which can be of great importance from the perspective of industrial growth and agricultural economy.

Keywords

Black plum peel, Sponge cake, Texture, Antioxidant activity

► Please cite this article as: Mohammadi-Moghaddam T, Bordbar M. Physicochemical properties, antioxidant activity and sensory properties of sponge cake prepared with black plum peel and citric acid as wheat flour substitution. J Neyshabur Univ Med Sci 2022;9(4):60-73.