تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۲۰/ شماره ۷۱/پاییز و زمستان ۱۴۰۰/ص ۶۲-۴۹

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

بررسی اثر پوست سیب‌زمینی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بیسکویت

حنانه قربانی[۱]، مهدی سیدین اردبیلی[۲] و قاسم فدوی[۳*]

۱ و ۲- به ترتیب: دانش آموخته کارشناسی ارشد؛ و استادیار دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

۳- استادیار، پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده‌های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۷/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱/۸

چکیده

پوست سیب‌زمینی فرآورده‌ای جانبی،در تولید فرآورده‌های سیب‌زمینی و دارای ویژگی‌های عملکردی خوبی است. این فرآوردهٔ فرعی، به دلیل داشتن خاصیت جذب بالای آب و فیبر زیاد، در صنعت غذا مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف تعیین اثر پوست سیب‌زمینی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت اجرا شد. مقادیر مختلف پوست سیب زمینی (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) جایگزین آرد بیسکویت شد و اثرهای آن بررسی گردید. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی، میزان پروتئین، مؤلفه‌های رنگی *L و *b و پیوستگی نمونه‌ها به طور معنی‌داری ($p\leq0.05$) کاهش و میزان فیبر و مؤلفهٔ رنگی *a و سفتی نمونه‌های بیسکویت افزایش می‌یابد. اختلاف آماری معنی‌داری ($p\leq0.05$) در میزان رطوبت، چربی و چسبندگی نمونه‌ها مشاهده نشد. نتایج آزمون حسی نیز نشان داد که بالاترین امتیاز مزه و بو متعلق به نمونه‌های P1 (شاهد) و P2 (محتوی ۵ درصد پوست سیب‌زمینی) است. در نتیجه افزودن مقادیر مختلف پوست سیب‌زمینی، موجب کاهش معنی‌دار امتیاز بو و مزه نمونه‌ها شد. مقایسهٔ میانگین نتایج نمونه‌ها نشان داد که بالاترین امتیاز رنگ، بافت و پذیرش کلی متعلق به نمونهٔ P2 است و پوست سیب‌زمینی، موجب کاهش معنی‌دار امتیاز رنگ و بافت سایر نمونه‌ها می‌شود. تیمار P2 به عنوان تیمار برتر معرفی شد. به طور کلی می‌توان گفت افزودن پوست سیب‌زمینی تا ۵ درصد اثر نامطلوبی در ویژگی‌های حسی نمونه ایجاد نمی‌کند و می‌تواند با هدف افزایش فیبر محصولات غذایی، تا حد ۵ درصد، به کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی

بیسکویت، پسماند سیب‌زمینی، رئولوژی، فیبر بالا

مقدمه

بیسکویت به دلیل طعم متنوع، ماندگاری بالا و قیمت نسبتاً کم، میان‌وعده‌ای محبوب در بین طیف وسیعی از مردم جهان محسوب می‌شود. بیسکویت ممکن است نوعی شیرینی، با رطوبت بسیار کم در نظر گرفته شود که معمولاً با چای یا قهوه خورده

* نگارنده مسئول: Email: fadavi@standard.ac.ir

http://doi: 10.22092/fooder.2022.355569.1316

© 2021,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

می‌شود. آرد گندم، آب، شکر، چربی و تخم‌مرغ، از مواد اصلی تولید بیسکویت هستند که در صورت نیاز، مواد دیگری نیز با خمیر مخلوط می‌شود (Dhankhar *et al.*, 2019).

نظر مصرف‌کنندگان نسبت به بیسکویت سنتی، به دلیل رقابت بین تولیدکنندگان در بازار خرده‌فروشی و افزایش تقاضا برای غذاهای سالم، طبیعی و کاربردی، تغییر چشمگیری یافته است. به همین دلیل، تلاش شده است تا با اصلاح مواد تشکیل‌دهنده و ترکیب آنها، ارزش تغذیه‌ای بیسکویت و عملکرد آن بهبود یابد. ارزش غذایی بیسکویت را می‌توان با غنی‌سازی و استفاده از طیف گسترده‌ای از محصولات گیاهی غنی از فیبر مانند اسفرزه، کاسنی، سبوس غلات و جوانه حبوبات افزایش داد (Tyagi *et al.*, 2007).

از سوی دیگر، حدود ۳۰ درصد از میوه‌ها و سبزی‌ها، شامل گوشت و پوست و دانهٔ آنها، در فرآیندهای مختلف از چرخهٔ مصرف خارج و دور ریخته می‌شود (Li *et al.*, 2022). با این حال، این محصولات فرعی منابع مهمی از قندها، مواد معدنی، اسیدهای آلی، فیبر و ترکیبات فنلی هستند (Luchese *et al.*, 2017).

فیبرها شامل سلولز، همی‌سلولز، لیگنین، پکتین و صمغ و موسیلاژها از اجزای دیوارهٔ سلول‌های گیاهی هستند که توسط آنزیم‌های دستگاه گوارشی انسان به صورت کامل شکسته نمی‌شوند. مصرف فیبرها در کاهش شیوع بیماری‌هایی مانند کلسترول بالا، دیابت، یبوست و نیز کاهش کالری دریافتی مؤثرند. فقدان یا کمبود فیبر در رژیم غذایی ممکن است در ایجاد بیماری‌های متداول، که به بیماری‌های تمدن معروفند، نقش مهمی داشته باشد.

فرآورده‌های نانوایی، به دلیل مصرف بالای آنها، حامل خوبی برای فیبرهای رژیمی هستند (Jaworska *et al.*, 2020). با توجه به افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به فواید تغذیه‌ای فیبرهای خوراکی، به‌کارگیری این ترکیبات در فرمولاسیون فرآورده‌ای مانند بیسکویت بااهمیت است. برابر استانداردهای بین‌المللی، توصیه می‌شود تا در برنامه غذایی روزانه، حدود ۳۵-۲۰ گرم فیبر خوراکی گنجانده شود. میزان فیبر مصرفی روزانهٔ افراد در شهرهای صنعتی کمتر تخمین زده شده است (Reijonen *et al.*, 2022). فیبرهای انحلال‌پذیر (صمغ‌ها و برخی از همی‌سلولزها) در روده دستخوش تخمیر باکتریایی می‌شوند و بر سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها تأثیر می‌گذارند. فیبرهای انحلال‌ناپذیر (سلولز، لیگنین و همی‌سلولز) با افزایش حجم مدفوع سبب تسریع عبور غذا از سیستم گوارشی می‌شوند و از یبوست جلوگیری می‌کنند و با ازدیاد باکتری‌های مفید در فلور روده و جلوگیری از رشد باکتری‌های بیماری‌زا، خطر سرطان روده را کاهش می‌دهند. دانه‌های غلات منبع خوبی از فیبرهای انحلال‌ناپذیر هستند. میوه‌ها و سبزی‌ها، حبوبات، سویا و سبوس جو منابع خوبی از فیبرهای انحلال‌پذیر هستند. ترکیبات فیبری با ایجاد و تشکیل شبکهٔ سه‌بعدی در مواد غذایی، افزون بر تثبیت آب و چربی در محیط غذایی، در استحکام و فرم‌پذیری بهتر فرآورده‌های غذایی نقش دارند. از سویی، تعامل بین مولکول‌های آب و فیبر، ایجاد ساختمان ژل‌مانند را در پی دارد. این ساختار ژل‌مانند به نوع فیبر، میزان pH و حضور یون‌های مختلف بستگی دارد. فیبرهای خوراکی را می‌توان با مصرف میوه‌ها، سبزی‌ها، نان کامل، حبوبات و غلات

تـأمین کـرد یـا کنسـانترهٔ فیبـری را بـه فرآورده‌هـای غـذایی ماننـد ماکـارونی، بیسـکویت، شـیرینی، نـان، کیـک و ... افـزود. لـازم اسـت یـادآوری شـود کـه فـرآورده‌هـایی ماننـد گوشـت، مـرغ، مـاهی، تخم‌مـرغ، فرآورده‌هـای لبنـی، قنـد و چربی‌هـا تقریبـاً فاقـد فیبـر هسـتند (Butt *et al.*, 2008, Santos *et al.*, 2022).

سـیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکـی از مهـم‌تـرین محصـولات کشـاورزی در سراسـر جهـان و سـومین محصـول خـوراکی، پـس از بـرنج و گنـدم، اسـت. تولیـد سـالانهٔ سـیب‌زمینی در جهـان در سـال ۲۰۱۷ بـیش از ۴۸۷ میلیـون تـن بـود (Tessema *et al.*, 2022). سـرانهٔ مصـرف سیب‌زمینی در ایـران ۵۰ کیلـوگرم اسـت و از نظـر رتبـه تولیـد، سـیب‌زمینی پـس از گنـدم، بـرنج و ذرت مقـام چهـارم تولیـد محصـولات غـذایی را دارد (Daneshi, 2019). پوسـت سـیب‌زمینی محصـولی جـانبی و کاملـاً ارزان بـرای تولیـد و اسـتخراج محصـولاتی ماننـد فیبرهـای غـذایی، زیسـت‌پلیمرها، آنتـی‌اکسـیدان‌های طبیعی و مـواد افزودنـی طبیعـی اسـت. فـرآوری صـنعتی سـیب‌زمینی سـالانه بـین ۷۰ تـا ۱۴۰ هـزار تـن پوسـت در سراسـر جهـان ایجـاد مـی‌کنـد (Javed *et al.*, 2019). نتـایج یـک پـژوهش نشـان داد کـه افـزودن پـودر پوسـت سـیب‌زمینی می‌توانـد بهبـود ویژگی‌هـای بـافتی را بـه همـراه داشـته باشـد و جـایگزینی آرد بـا پـودر پوسـت سـیب‌زمینی نیـز سـبب کـاهش سـفتی[1] و مولفـه‌های L* و b* نمونـه‌ها مـی‌شـود. نمونـهٔ حـاوی ۵ درصـد پـودر پوسـت سـیب‌زمینی بهتـرین ویژگی‌هـای حسـی را بـه‌دسـت مـی‌دهـد (Jeddou *et al.*, 2017). در یـک بررسـی بـا عنـوان اثـر افـزودن درصـدهای گونـاگون پوسـته گنـدم (۰، ۵، ۱۵، ۲۵ درصد) به عنوان فیبـر رژیمـی، بـه ترکیـب بیسـکویت بـر پایـهٔ آرد بـرنج، ثابـت شـد کـه ایـن افـزایش موجـب کـاهش درصـد رطوبـت، افـزایش درصـد فیبـر کـل و سـفتی و نیـز سـبب کـاهش ضـخامت، افـزایش نسـبت قطر بـه ضـخامت و کـاهش امتیـاز ویژگی‌هـای حسـی در بیسـکویت‌ها مـی‌شـود؛ بـه طـوری کـه نمونـه دارای ۱۵ درصـد سـبوس، بالـاترین امتیـاز ارزیـابی حسـی را کسـب کـرد و بـه عنـوان بهتـرین نمونـه پیشـنهاد شـد (Fatholahi, 2018).

هـدف از اجـرای ایـن پـروژه تعیـین اثـر افـزودن مقـادیر مختلـف پـودر پوسـت سـیب‌زمینی بـر خـواص بـافتی خمیـر و ویژگی‌هـای فیزیکوشـیمیایی و حسـی بیسکویت است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

سـیب‌زمینی از نـوع پشـندی، از بـازار محلـی، آرد سـتاره از کارخانـهٔ آرد ایـران، شـکر، از شـرکت قنـد ورامـین، روغـن گیـاهی از شـرکت روغـن نبـاتی اویلـا، جوش شیرین و وانیل از شرکت گل‌ها تهیه شد.

کلیـه مـواد شـیمیایی و محلول‌هـای مـورد اسـتفاده، بـا درجهٔ تجزیه‌ای و از برند مرک آلمان تهیه شد.

تهیه پوست سیب‌زمینی

بـرای آمـاده کـردن پوسـت سـیب‌زمینی از روش شـاگوفتا و همکـاران، بـا کمـی تغییـر اسـتفاده شـد. بـه ایـن ترتیـب کـه ابتـدا سـیب‌زمینی‌ها، پوسـت‌گیری و پوست به دسـت آمـده سـه بـار آبکشـی شـد تـا نشاسـته آن شسـته شـود. بـا هـدف غیرفعـال شـدن آنزیم‌هـا و جلـوگیری از قهـوه‌ای شـدن و همچنـین خـروج بیشـتر نشاسـته و کربوهیـدرات، پوسـت سـیب‌زمینی بـه مـدت ۵ دقیقـه در آب جـوش قـرار داده‌شـد، پـس از آن بـا آب سـرد شسـته و در داخـل گرمخانـه بـا دمـای ۶۰ -۵۵ درجه سلسیوس بـه مـدت یـک شـب خشـک شـد. پـودر

1- Hardness

پوست سیب‌زمینی پس از پودرشدن با آسیاب خانگی (پارس خزر مدل Chili) از الک با مش ۴۰ عبور داده شد و در جای خشک و خنک، تا زمان استفاده نگهداری شد (Aziz *et al.*, 2019).

تهیهٔ نمونه‌های بیسکویت

خمیر بیسکویت به روش کرم‌کردن و در مقیاس آزمایشگاهی تولید شد. در این روش، ابتدا روغن و شکر با سرعت زیاد و به شدت با یکدیگر مخلوط شد (حدود ۲ دقیقه) تا کرم روشن به دست آید. در مرحله بعد تخم‌مرغ‌اضافه و بعد از هر مرحله افزودن مواد، مخلوط به‌خوبی هم‌زده شد. پس از این مرحله، مواد طعم‌دهنده، مواد پودری، به همراه آرد الک‌شده، به خمیر اضافه و در پایان مواد مایع (آب و شیر) افزوده شد. مخلوط‌کردن تا آماده شدن خمیر ادامه یافت. برای تولید بیسکویت، بین ۵ تا ۱۵ درصد وزنی از آرد فرمول بیسکویت کاسته و به‌جای آن پوست سیب‌زمینی اضافه شد. خمیر تولید شده با غلتک‌های مخصوص به ضخامت ۴/۵ میلی‌متر پهن و توسط قالب‌زن دستی به دایره‌های کوچکی، با قطر ۴۵ میلی‌متر، تقسیم شد. پس از آن، برش‌های خمیر در داخل فر پخت، با میانگین دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس، به مدت ۱۰ تا ۱۲ دقیقه پخته شد. پس از خارج‌کردن از فر، بیسکویت‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط خنک، بسته‌بندی و در همان دما نگهداری شدند (Sulieman *et al.*, 2019). تیمارهای مورد بررسی و شمارهٔ آنها (یکسان برای خمیر و بیسکویت) در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱-تیمارهای مورد مطالعه

تیمارها	شرح
P1	بیسکویت بدون پوست سیب‌زمینی (شاهد)
P2	بیسکویت حاوی ۵ درصد پوست سیب‌زمینی
P3	بیسکویت حاوی ۱۰ درصد پوست سیب‌زمینی
P4	بیسکویت حاوی ۱۵ درصد پوست سیب‌زمینی

آزمون‌های بیسکویت

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بیسکویت

رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی نمونه‌ها مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷ (INSO, 2019) و فیبر مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۱۰۵ به دست آمد (INSO, 2010).

ویژگی‌های بافتی خمیر بیسکویت

ویژگی‌های بافتی خمیر بیسکویت توسط دستگاه آنالیز بافت (Hounsfield H5KS) بررسی شد. از خمیرهای آماده شده قطعاتی با ضخامت ۷ میلی‌متر و طول ۷۰ میلی‌متر تهیه شد و با پروب آلومینیمی استوانه‌ای شکل، با قطر ۳۵ میلی‌متر تحت آزمون فشاری[1] دو مرحله‌ای قرار داده‌شدند. سرعت حرکت پروب ۱ میلی‌متر بر ثانیه، فاصلهٔ فشرده‌سازی[2] ۳ میلی‌متر و دورهٔ بازگشت بین دو مرحله فشرده‌سازی ۵ ثانیه بود. مقادیر سفتی[3]، کشسانی[4] و پیوستگی[5] محاسبه شد (Iuga *et al.*, 2020).

رنگ بیسکویت

مولفه‌های رنگ سطح بیسکویت (L*, a*, b*) بر مبنای سیستم LAB و با استفاده از دستگاه

1- Compression
2- Compression distance
3- Hardness
4- Cohesiveness
5- Cohesiveness

رنگ‌سنج هانترلب (Colorflex EZ) و مطابق دستورالعمل دستگاه اندازه‌گیری شد. مقادیر (L*) نشان‌دهنده تیرگی و روشنی، (a*) نشان‌دهنده رنگ بین سبز و قرمز و (b*) نشان‌دهنده رنگ بین آبی و زرد است.

ارزیابی حسی بیسکویت

آزمون حسی مطابق روش هدونیک ۵ امتیازی توسط ۶ ارزیاب آموزش‌دیده و با تجربهٔ مرکز پژوهش‌های غلات، و در روز پخت اجرا و ویژگی‌های رنگ، بافت، مزه، بو و پذیرش کلی نمونه‌ها بررسی شد. نمونه‌های بیسکویت در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت و از آنان خواسته شد که به نمونه‌ها امتیازی از ۱ (بسیار ناخوشایند) تا ۵ (بسیار خوشایند) اختصاص دهند (Dragomir *et al.*, 2020).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، آزمون روی نمونه‌هایی که کاملاً تصادفی برداشته شده بود، سه بار تکرار و میانگین عددی آنها گزارش شد. برای مقایسهٔ میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($p\leq 0.05$) و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 رسم شد.

نتایج و بحث

ارزیابی نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی بیسکویت‌های تولیدی

نتایج آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی بیسکویت حاوی مقادیر مختلف فیبر پوست سیب‌زمینی در جدول شماره ۲ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی میزان رطوبت نمونه‌ها افزایش یافته‌است؛ هر چند از لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq 0.05$) نیست. مقدار رطوبت در حد مشخص و قابل قبول، فاکتور مناسبی برای افزایش عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می‌شود. از طرفی، جذب آب در خمیر تحت تأثیر پروتئین گلوتن، نشاستهٔ آسیب‌دیده، دانه‌بندی، چربی‌ها، مواد اکسیدکننده و مقدار رطوبت است. استفاده از فیبرهای رژیمی سبب افزایش جذب و نگهداری آب می‌شود و همین امر موجب به تأخیر افتادن بیاتی در محصولات آردی خواهدشد. در انواع فیبرها گروه‌های هیدروکسیل آزاد وجود دارد که این گروه‌ها توانایی اتصال به هیدروژن آب را دارند. هر دو نوع فیبر انحلال‌پذیر و انحلال‌ناپذیر، توانایی نگهداری آب را دارند؛ فیبرهای انحلال‌پذیر به صورت پیوند شده و فیبرهای انحلال-ناپذیر به صورت شبکه‌ای (مانند اسفنج) این عمل را انجام می‌دهند (Yoshida & Prudencio, 2020). از سویی، بیشتر فیبرها در افزایش جذب آب محصول رفتاری مشابه رفتار هیدروکلوئید دارند. دینگرا و همکاران (Dhingra *et al.*, 2012) در بررسی تولید بیسکویت غنی‌شده با فیبرهای سیب‌زمینی و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن می‌گویند که این نوع فیبر سبب تغییر مقدار رطوبت بیسکویت نمی‌شود. در حالی‌که فتح الهی و همکاران (Fatholahi, 2018) در بررسی تأثیر افزودن پوستهٔ گندم (۰، ۵، ۱۵، ۲۵ درصد)، به عنوان فیبر رژیمی در ترکیب بیسکویت بر پایه آرد برنج، نتیجه گرفتند که افزودن پوستهٔ گندم موجب کاهش درصد رطوبت بیسکویت می‌شود. سوزر و همکاران (۲۰۱۴) در مورد تأثیر افزودن سبوس گندم (۳۰-۵ درصد) با اندازه ذرات ۶۸ و ۴۵۰ میکرومتر بر بیسکویت گزارش می‌دهند که با افزودن سبوس گندم میزان رطوبت نمونه‌های بیسکویت نسبت به نمونهٔ شاهد کاهش می‌یابد (Sozer *et*

(Majzoobi *et al.*, 2014). این تأثیر غیر یکسان افزایش فیبر بر میزان رطوبت محصول می‌تواند افزون بر تفاوت ماهیت منبع فیبر، به‌دلیل نوع طراحی تحقیق و تفاوت در فرمولاسیون نمونه‌ها باشد. برخی از پژوهشگران فیبر یا منبع آن را به کل مواد فرمول افزودند (Majzoobi *et al.*, 2018) در حالی‌که در این تحقیق پوست سیب‌زمینی جایگزین آرد شده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پوست سیب‌زمینی، میزان خاکستر در نمونه‌های بیسکویت، افزایش می‌یابد؛ هر چند از لحاظ آماری، این افزایش معنی‌دار ($p\leq 0.05$) نیست. این افزایش می‌تواند به دلیل وجود مقادیر زیاد عناصر معدنی مانند آهن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم و روی در پوست سیب‌زمینی باشد (Joshi *et al.*, 2020). به عبارتی، کاربرد پوست سیب‌زمینی همچون پوست سایر میوه‌ها و سبزی‌ها با داشتن املاح بیشتر، به میزان جزئی سبب افزایش خاکستر در نمونه‌های بیسکویت می‌شود (Saleh & Ali, 2020)، اگرچه معنی‌دار نبودن اختلاف بین نمونه‌ها نیز می‌تواند به‌دلیل افزایش هم‌زمان رطوبت و کم بودن مقدار پوست افزوده باشد. نتایج بررسی اثر پودر پوست سیب‌زمینی بر ویژگی‌های نان نیز، همخوان با نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که نمونه‌های حاوی پوست سیب‌زمینی خاکستر بیشتری دارند و علت این امر به وجود مقادیر بالاتر مواد معدنی در پوست سیب‌زمینی نسبت داده شده‌است (Jacinto *et al.*, 2020). نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات کرباش و همکاران (Kırbaş *et al.*, 2019) در بررسی تأثیر افزودن پودر تفالهٔ پرتقال، سیب و هویج بر ویژگی‌های کیک بدون گلوتن مطابقت دارد. این محققان می‌گویند با افزایش مقادیر پودر تفاله از ۵ تا ۱۵ درصد، میزان خاکستر نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی، میزان پروتئین نمونه‌ها به طور معنی‌داری ($p\leq 0.05$) کاهش می‌یابد. این کاهش جزئی می‌تواند به دلیل پروتئین بیشتر وارد شده از طریق آرد مصرفی در نمونه شاهد و کمی مقدار پروتیین در پوست سیب‌زمینی و رقیق شدن آن در تیمارهای حاوی پوست سیب‌زمینی باشد (Sepelev & Galoburda, 2015). جاسیتو و همکاران نیز در بررسی اثر چند باقی‌ماندهٔ گیاهی (از جمله پوست سیب‌زمینی) روی نان بدون گلوتن نتیجهٔ مشابهی گرفتند و اعلام کردند با افزایش پوست سیب‌زمینی در نمونه‌ها مقدار پروتیین نیز کاهش می‌یابد (Jacinto *et al.*, 2020).

در این تحقیق، با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی، اختلاف آماری معنی‌داری ($p\leq 0.05$) بین مقدار چربی نمونه‌ها مشاهده نشد. دلیل این امر را می‌توان به مقادیر پایین چربی در پوست سیب‌زمینی نسبت داد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۳۷ در ارتباط با ویژگی‌های بیسکویت، میزان چربی بیسکویت نباید کمتر از ۱ درصد باشد (INSO, 2019) و از این نظر تمامی نمونه‌ها در محدوده استاندارد ارزیابی شدند. در این پژوهش مشاهده شد که با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی، فیبر بیسکویت‌های تولیدی افزایش یافت ($p\leq 0.05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۱۱، میزان فیبر در بیسکویت‌های با ادعای منبع/ دارای فیبر باید حداقل ۳ درصد باشد که میزان فیبر نمونه‌های بیسکویت بالاتر از ۳ درصد بود، بنابراین می‌توانند به عنوان منبع فیبر معرفی شوند (INSO, 2011).

با توجه به اینکه مقدار فیبر پوست سیب‌زمینی را حدود ۷۶ درصد اعلام کرده‌اند (Dhingra *et al.*, 2012) افزایش میزان فیبر در نمونه‌ها قابل پیش‌بینی بود. نتیجه حاصل با نتایج دیگر مقالات منتشرشده همسوست (Bakar *et al.*, 2022).

جدول ۲- نتایج آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی بیسکویت حاوی مقادیر مختلف فیبر پوست سیب‌زمینی

نمونه	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)	چربی (درصد)	فیبر (درصد)
P1	۷۰/۶۴±۰/۹۶ a	۱۴/۱۶±۰/۰۱ a	۲/۳۳±۰/۰۲ a	۱۸/۵۷±۰/۰۹ a	۱/۴۸±۰/۰۱ a
P2	۷۰/۱۵±۰/۳۱ a	۱۳/۶۵±۰/۰۲b	۲/۴۷±۰/۰۱ a	۱۸/۴۵±۰/۰۸ a	۵/۰۷±۰/۰۲ b
P3	۶۹/۷۹±۰/۴۳ a	۱۳/۱۸±۰/۵۹ c	۲/۵۶±۰/۰۳ a	۱۸/۶۲±۰/۱۱ a	۱۰/۰۴±۰/۵۹ c
P4	۷۱/۴۷±۰/۵۲ a	۱۲/۸۳±۰/۰۵ d	۲/۴۳±۰/۰۲ a	۱۸/۲۶±۰/۱۰a	۱۴/۵۰±۰/۰۵ d

*حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p\leq 0.05$) دو میانگین است.

رنگ سنجی

نتایج رنگ‌سنجی بیسکویت‌ها با مقادیر مختلف پوست سیب‌زمینی در جدول ۳ نمایش داده شده است. با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی، مؤلفه رنگی (L*) بیسکویت‌های تولیدی به طور معنی‌داری ($p\leq 0.05$) کاهش یافته است. تغییرات رنگ می‌تواند به دلیل وجود رنگدانه‌ها، پلی‌فنول‌ها، واکنش اکسیداسیون، ساکارز شرکت‌کننده در کاراملیزاسیون، طی پخت رخ دهد. یک دلیل تغییر رنگ می‌تواند تغییر میزان رطوبت باشد. اثر فیبر بر میزان رطوبت و تخلخل می‌تواند رنگ را تحت تأثیر قرار دهد (Majzoobi *et al.*, 2018). همچنین با افزایش میزان فیبر پوست سیب‌زمینی، مؤلفه رنگی (a*) بیسکویت‌های تولیدی به طور معنی‌داری ($p\leq 0.05$) افزایش و مؤلفه رنگی (b*) بیسکویت‌های تولیدی به طور معنی‌داری ($p\leq 0.05$) کاهش یافته است. جدو و همکاران (Jeddou *et al.*, 2017) در بهبود ویژگی‌های حسی و بافتی نمونه‌های کیک حاوی پودر پوست سیب‌زمینی می‌گویند افزودن پودر پوست سیب‌زمینی منجر به کاهش روشنایی (L*) قرمزی (b*) نمونه‌ها می‌شود. این اختلاف رنگ و تیره‌تر شدن نمونه‌های دارای پوست سیب‌زمینی می‌تواند به‌دلیل تیره‌تر بودن رنگ پوست سیب‌زمینی باشد (Dhingra *et al.*, 2012) که با نتایج بدست آمده در سایر پژوهش نیز همخوانی دارد (Bakar *et al.*, 2022).

جدول ۳- نتایج رنگ‌سنجی بیسکویت‌ها با مقادیر مختلف پوست سیب‌زمینی

نمونه	L*	a*	b*
P1	۶۳/۰۳±۰/۵۰ a	-۲/۶۰±۰/۱۰ a	۸/۹۷±۰/۲۰ a
P2	۶۱/۸۴±۰/۳۰ b	-۱/۹۸±۰/۱۰ b	۷/۹۵±۰/۱۰ b
P3	۵۹/۳۱±۰/۱۰ c	-۰/۹۹±۰/۳۰ c	۷/۴۲±۰/۶۰ bc
P4	۵۶/۳۷±۰/۵۰ d	۰/۲۷±۰/۱۰ d	۶/۸۶±۰/۳۰ c

*حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار ($p\leq 0.05$) بین دو میانگین است.

رئولوژی نمونه‌های خمیر بیسکویت

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار پوست سیب‌زمینی، سفتی در سیکل فشرده‌سازی اول نمونه‌های خمیر افزایش ($p\leq 0.05$) می‌یابد. همچنین، پایین‌ترین میزان سفتی در سیکل فشرده‌سازی دوم متعلق به نمونه‌های P1 و P2 است ($p\leq 0.05$). شاخص سفتی، حداکثر ارتفاع منحنی نیرو، در اولین فشار است و حداکثر نیروی اعمال شده طی گاز زدن را نشان می‌دهد. در واقع، سفتی حداکثر نیروی لازم برای فشردن ماده غذایی بین دندان‌های آسیا تا حصول تغییر شکل معین است (Dan *et al.*, 2007). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش مقدار پوست سیب‌زمینی، اختلاف آماری معنی‌داری ($p\leq 0.05$) در میزان چسبندگی نمونه‌ها وجود ندارد. افزودن مقادیر مختلف پوست سیب‌زمینی، سبب کاهش معنی‌دار ($p\leq 0.05$) پیوستگی نمونه‌ها می‌شود. پیوستگی، مقدار مقاومت ساختار درونی مواد غذایی را نشان می‌دهد و مقیاسی است از تغییر ماده غذایی، پیش از فروپاشی بافت آن. این ویژگی وابسته به برهم‌کنش‌های اجزای فرمولاسیون، در سطح ملکولی است (Jonkers *et al.*, 2021). مقدار نیروی شکست، بستگی به سفتی و پیوستگی بافت نمونه دارد. بافت‌های ترد، پیوستگی کمی دارند و چسبنده هم نیستند. کاهش نیروی شکنندگی نشان‌دهنده نیروی کمتر مورد نیاز برای شکستن نمونه است (Di Monaco *et al.*, 2008). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج بررسی‌های دیگر محققانی همخوانی دارد که با افزایش مقدار فیبر، در نتیجهٔ افزودن پودر کدو تنبل به بیسکویت (Kulkarni & Joshi, 201)، پودر مرکز میوهٔ آناناس به نوعی کلوچه (Mantou) و در کل مطالعات نشان داده‌اند که شدت اثر فیبرها روی محصولات آردی به نوع فیبر و میزان جایگزینی بستگی دارد (Blanco *et al.*, 2017).

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که بالاترین کشسانی به نمونه شاهد تعلق دارد ($p\leq 0.05$) و افزودن مقادیر مختلف پوست سیب‌زمینی، موجب کاهش معنی‌دار کشسانی نمونه‌های خمیر می‌شود ($p\leq 0.05$). کشسانی به صفات پلاستیک و الاستیک بودن جسم مربوط می‌شود. خاصیت ارتجاعی (برگشت پس از فشردن)، طول سیکل فشاری طی گاز زدن دوم را نشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر، مقدار ارتفاعی است که در مدت زمان بین انتهای اولین گاز زدن و دومین گاز زدن بازیابی می‌شود (Jonkers *et al.*, 2021).

با توجه به اثر جایگزینی آرد با فیبر، در افزایش سفتی و کاهش پیوستگی، تغییر (کاهش) مقادیر کشسانی قابل انتظار است و با نتایج به‌دست آمده از دیگر پژوهش‌ها همسوست (Blanco *et al.*, 2017, Majzoobi *et al.*, 2018, Ayadi *et al.*, 2009).

جدول ٤-نتایج بافت‌سنجی نمونه‌های خمیر

نمونه	سفتی (سیکل فشرده‌سازی اول)	سفتی (سیکل فشرده‌سازی دوم)	چسبندگی	پیوستگی	کشسانی
P1	۲/۵۱±۰/۱۰^{a}	۲/۴۶±۰/۱۰^{a}	۳۹/۵۳±۰/۱۰^{a}	۰/۹۵±۰/۱۰^{a}	۴۳/۷۶±۰/۱۰^{a}
P2	۳/۶۶±۰/۲۵^{b}	۲/۷۳±۰/۲۵^{a}	۴۰/۸۷±۰/۲۵^{a}	۰/۷۷±۰/۲۵^{a}	۴۱/۶۶±۰/۲۵^{a}
P3	۹/۳۷±۰/۵۰^{c}	۶/۷۳±۰/۵۰^{b}	۴۲/۴۳±۰/۵۰^{a}	۰/۱۲±۰/۵۰^{b}	۹/۴۴±۰/۵۰^{b}
P4	۲۱/۰۷±۰/۲۰^{d}	۱۴/۹۰±۰/۲۰^{c}	۳۹/۶۵±۰/۲۰^{a}	۰/۱۳±۰/۲۰^{b}	۲/۸۳±۰/۲۰^{c}

*حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p\leq 0.05$) بین دو میانگین است.

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های بیسکویت در جدول ۵ آمده است. بالاترین امتیاز مزه و بو متعلق به نمونه‌های P1 و P2 است و افزودن مقادیر بیشتر پوست سیب‌زمینی، به کاهش امتیاز مزه نمونه‌ها منجر شده است ($p\leq 0.05$). بالاترین امتیاز رنگ، بافت و پذیرش کلی نیز متعلق به نمونهٔ P1 است و افزودن پوست سیب‌زمینی، سبب کاهش امتیاز رنگ و بافت نمونه‌ها شده است ($p\leq 0.05$). نتایج به‌دست آمده با گزارش دینگرا و همکاران (Dhingra *et al.*, 2012) کاملاً همخوانی دارد که از پوست سیب‌زمینی به عنوان منبع فیبر استفاده کردند و در ارزیابی حسی دریافتند که با افزایش مقدار فیبر از صفر درصد (نمونهٔ شاهد) تا ۱۵ درصد، همه شاخص‌های ارزیابی حسی مورد بررسی کاهش می‌یابد. دیگر پژوهشگران نیز در بررسی اثر افزایش مقدار فیبر (از منابع پوست سیب‌زمینی، سبوس گندم و جو) بر ویژگی‌های حسی فرآورده‌های آردی، به نتیجه مشابهی رسیدند و رابطهٔ معکوس مطلوبیت حسی را با مقدار فیبر افزوده شده، گزارش داده‌اند (Jeddou *et al.*, 2017, Muhammad *et al.*, 2021)؛ اگرچه برخی نیز با استفاده از تفاله میوه‌ها توانستند این مطلوبیت را افزایش دهند که می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات مؤثر در طعم، در تفاله میوه‌ها باشد (Ramya & Anitha, 2020, Tolve *et al.*, 2020).

جدول ۵- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های بیسکویت با مقادیر مختلف پوست سیب‌زمینی

آزمون / تیمار	طعم و مزه	رنگ	بو	بافت	پذیرش کلی
P1	۴/۹۰±۰/۲۰^{a}	۴/۸۷±۰/۲۰^{a}	۴/۸۰±۰/۲۰^{a}	۴/۸۴±۰/۲۰^{a}	۴/۹۰±۰/۲۰^{a}
P2	۴/۵۵±۰/۵۰^{ab}	۴/۵۲±۰/۵۰^{ab}	۴/۴۵±۰/۵۰^{ab}	۴/۵۹±۰/۵۰^{ab}	۴/۵۵±۰/۵۰^{ab}
P3	۴/۴۵±۰/۲۵^{ab}	۴/۴۳±۰/۲۵^{ab}	۴/۳۵±۰/۲۵^{ab}	۴/۴۶±۰/۲۵^{ab}	۴/۴۵±۰/۲۵^{ab}
P4	۴/۲۲±۰/۱۰^{b}	۴/۲۰±۰/۱۰^{b}	۴/۱۰±۰/۱۰^{b}	۴/۲۵±۰/۱۰^{b}	۴/۲۰±۰/۱۰^{b}

*حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار ($p\leq 0.05$) بین دو میانگین است.

نتیجه‌گیری

باتوجه به وجود املاح، فیبرهای رژیمی و اسیدهای چرب ضروری مختلف در پوست سیب‌زمینی، می‌توان از آن برای تولید محصولات، با ارزش تغذیه‌ای بالاتر استفاده کرد. نتایج این بررسی نشان داد که با افزودن میزان فیبر پوست سیب‌زمینی، میزان پروتئین نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش و میزان فیبر و pH بیسکویت‌های تولیدی افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی، مؤلفه‌های رنگی L* و b* بیسکویت‌های تولیدی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. با افزایش میزان پوست سیب‌زمینی، سفتی بیسکویت‌های تولیدی افزایش می‌یابد. بالاترین امتیاز پذیرش کلی بین تیمارها، متعلق به نمونهٔ حاوی ۵ درصد پوست سیب‌زمینی است که به عنوان تیمار برتر معرفی شد. به طور کلی می‌توان گفت افزودن پوست سیب‌زمینی تا ۵ درصد، اثر نامطلوبی بر ویژگی‌های حسی نمونه بیسکویت ایجاد نمی‌کند و می‌تواند با هدف افزایش فیبر محصولات غذایی به کار گرفته شود.

تعارض منافع

نویسندگان در زمینهٔ انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از سوء اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

Ayadi, M., Abdelmaksoud, W., Ennouri, M. and Attia, H. 2009. Cladodes from Opuntia ficus indica as a source of dietary fiber: Effect on dough characteristics and cake making. Journal of Industrial Crops Products. 30(1): 40-47.

Aziz, Y., Rehman, Z. U. and Rehman, S. U. 2019. Evaluation of Phisico- chemical and organoleptic constituents of potato peel fortified buscuits. FUUAST Journal of Biology. 9(2): 195-202.

Bakar, M., Ranneh, Y. and Kamil, N. 2022. Development of high fiber rich antioxidant biscuits from purple and orange sweet potato peels. Journal of Food Research. 6(1): 12-19.

Blanco Canalis, M. S., Steffolani, M. E., León, A. E. and Ribotta, P. D. 2017. Effect of different fibers on dough properties and biscuit quality. Journal of the Science of Food Agriculture. 97(5): 1607-1615.

Butt, M. S., Tahir-Nadeem, M., Khan, M. K. I., Shabir, R. and Butt, M. S. 2008. Oat: unique among the cereals. Journal of European journal of nutrition. 47(2): 68-79.

Dan, H., Okamoto, M., Wada, Y., Dan, I. and Kohyama, K. 2007. First bite for hardness judgment as haptic exploratory procedure. Journal of Physiology Behavior. 92(4): 601-610.

Daneshi, N. 2019. Study of potato production situation in Iran. The Second International Conferece on New Horizon in the Agricultural and Natural Resources and Environment.September. 2019. Tehran (In Persian)

Dhankhar, J., Vashita, N. and Sharma, A. 2019. Development of biscuits by partial substitution of refined wheat flour with chickpea flour and date powder. Journal of Microbiology, Biotechnology Food Sciences. 8(4): 1093-1097.

Dhingra, D., Micheal, M. and Rajput, H. 2012. Physico-chemical characteristics of dietary fibre from potato peel and its effect on organoleptic characteristics of biscuits. Journal of Agricultural Engineering. 49(4): 25-32.

Di Monaco, R., Cavella, S. and MASI, P. 2008. Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements. Journal of Texture Studies. 39(2): 129-149.

Dragomir, N., Nicolae, C. G., Stan, A., Ion, V. A. and Badulescu, L. 2020. Sensorial evaluation of new developed biscuits enriched with organic apple and basil powders: preliminary study. Journal of Scientific Papers. Series D. Animal Science. 63(1): 428-434.

Fatholahi Aghaei M, Q. K. M. 2018. The effect of adding wheat husk as dietary fiber in the composition of biscuits based on rice flour and evaluating its quality. Quarterly Innovation in Food Science and Technology (Journal of Food Science and Technology). 11(3): 59- 73. (In Persian)

Iran National Standards Organization 2010. Agricultural food products – Determination of crude fibre contents – General method. Iranian National Standard, no.3105. (In Persian)

Iran National Standards Organization 2011. Guidelines for use of nutrition and health claims in labelling. Iranian National Standard, no. 10211. (In Persian)

Iran National Standards Organization 2019. Biscuit- Specifications and test methods. Iranian National Standard, no. 37. (In Persian)

Iuga, M., Boestean, O., Ghendov-Mosanu, A. and Mironeasa, S. 2020. Impact of dairy ingredients on wheat flour dough rheology and bread properties. Foods. 9(6): 828.

Jacinto, G., Stieven, A., Maciel, M. J. and Souza, C. F. V. D. 2020. Effect of potato peel, pumpkin seed, and quinoa flours on sensory and chemical characteristics of gluten-free breads. Journal of Brazilian Journal of Food Technology. 23.

Javed, A., Ahmad, A., Tahir, A., Shabbir, U., Nouman, M. and Hameed, A. 2019. Potato peel waste-its nutraceutical, industrial and biotechnological applacations. Journal of AIMS Agriculture Foods. 4(3): 807-823.

Jaworska, D., Królak, M. and Jezewska-Zychowicz, M. 2020. Reformulation of bread rolls using oat fibre: An acceptable way of dietary fibre enrichment? Journal of Nutrition Bulletin. 45(2): 189-198.

Jeddou, K. B., Bouaziz, F., Zouari-Ellouzi, S., Chaari, F., Ellouz-Chaabouni, S., Ellouz-Ghorbel, R. and Nouri-Ellouz, O. 2017. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. Journal of Food Chemistry. 217: 668-677.

Jonkers, N., Van Dommelen, J. and Geers, M. 2022. Intrinsic mechanical properties of food in relation to texture parameters. Journal of Mechanics of Time-Dependent Materials. 26:323–346.

Joshi, A., Sethi, S., Arora, B., Azizi, A. F. and Thippeswamy, B. 2020. Potato Peel Composition and Utilization. Potato. Springer. 229–245.

Kırbas, Z., Kumcuoglu, S. and Tavaman, S. 2019. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. Journal of Journal of Food Science Technology. 56(2): 914-926.

Kulkarni, A. and Joshi, D. 2013. Effect of replacement of wheat flour with pumpkin powder on textural and sensory qualities of biscuit. International Food Research Journal. 20(2): 587.

Li, C., Bremer, P., Harder, M. K., Lee, M. S., Parker, K., Gaugler, E. C. and Mirosa, M. 2022. A systematic review of food loss and waste in China: Quantity, impacts and mediators. Journal of environmental management.303, 114092.

Luchese, C. L., Sperotto, N., Spada, J. C. and Tessaro, I. C. 2017. Effect of blueberry agro-industrial waste addition to corn starch-based films for the production of a pH-indicator film. Journal of International journal of biological macromolecules. 104: 11-18.

Majzoobi, M., Habibi, M., Hedayati, S., Ghiasi, F. and Farahnaky, A. 2015. Effects of commercial oat fiber on characteristics of batter and sponge cake. Journal of Agriculture and Technology. 17: 99-107

Muhammad, K. S., Ismail, M. and Zawawi, N. 2021. Nutritional Composition, Techno-Functional Properties and Sensory Analysis of Pan Bread Fortified with Kenaf Seeds Dietary Fibre. Journal of Sains Malaysiana. 50(11): 3285-3296.

Ramya, H. and Anitha, S. 2020. Nutritional and Sensory Evaluation of Mango Pulp and Milk Powder Incorporated Sponge Cake. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9(7): 71-79.

Reijonen, J. K., Tihtonen, K. M. H., Uotila, J. T., Vihtamäki, T. and Luukkaala, T. H. 2022. Dietary fibre intake and lifestyle characteristics in relation to nausea or vomiting during pregnancy- A questionnaire-based cohort study. Journal of Obstetrics Gynaecology. 42(1): 35-42.

Saleh, S. M. and Ali, S. 2020. Physico-functional properties, nutritional quality, and sensory characteristics of pumpkin peel puree fortified biscuit. Egyptian Journal of Food Science. 48(2): 203-212.

Santos, D., Da Silva=, J. A. L. and Pintado, M. 2022. Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. Journal of LWT- Food science and Technology. 154. 112707.

Sepelev, I. and Galoburda, R. 2015. Industrial potato peel waste application in food production: A Review. Annual 21st International Scientific Conference (Research for Rural Development). 2015. Volume 1: 130-136.

Sozer, N., Cicerelli, L., Heiniö, R.-L. and Poutanen, K. 2014. Effect of wheat bran addition on in vitro starch digestibility, physico-mechanical and sensory properties of biscuits. Journal of Cereal Science. 60(1): 105-113.

Sulieman, A. A., Zhu, K.-X., Peng, W., Hassan, H. A., Obadi, M., Siddeeg, A. and Zhou, H.-M. 2019. Rheological and quality characteristics of composite gluten-free dough and biscuits supplemented with fermented and unfermented Agaricus bisporus polysaccharide flour. Journal of Food Chemistry. 271: 193-203.

Tessema, G. L., Mohammed, A. W. and Abebe, D. T. 2022. Genetic variability studies for tuber yield and yield attributes in Ethiopian released potato (Solanum tuberosum L.) varieties. Journal of PeerJ. 10. e12860.

Tolve, R., Pasini, G., Vignale, F., Favati, F. and Simonato, B. 2020. Effect of grape pomace addition on the technological, sensory, and nutritional properties of durum wheat pasta. Journal of Foods. 9(3): 354.

Tyagi, S., Manikantan, M., Oberoi, H. S. and Kaur, G. 2007. Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. Journal of Food Engineering. 80(4): 1043-1050.

Yoshida, B. Y. and Prudencio, S. H. 2020. Physical, chemical, and technofunctional properties of okara modified by a carbohydrase mixture. Journal of LWT- Food science and Technology.134**.** 110141.

Food Engineering Research/Vol.20/No.71/Autumn & Winter 2021/P: 49-62

Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

Investigating the Effect of Potato Peel on Dough Rheology and Biscuit Properties

H. Ghorbani, M. Seyedain-Ardebili and Gh. Fadavi*

* Corresponding Author: Assisstant professor, Research Center of Food Technology and Agricultural Products, Standard Research Institute, Karaj, Iran. Email: fadavi@standard.ac.ir

Received: 12 October 2021, Accepted: 17 April 2022

http://doi: 10.22092/fooder.2022.355569.1316

Abstract

Potato peel is a by-product of starch production and other potato products. It has notable functional properties and has been considered due to its high absorption properties in the food industry. This study was performed to investigate the effect of potato peel powder on biscuit dough rheology and biscuit properties. The flour was substituted by potato peel powder at the levels of 0, 5, 10 and 15 percent (samples P1 to p4) and the effects were investigated. The results showed that by increasing the amount of potato peel powder, the amount of protein, color indices (L* and b*) and the cohesion of the samples decreased significantly and the amount of fiber, a* index and hardness of biscuit samples increased ($p\leq 0.05$). No significant differences were observed among moisture, fat and adhesion of samples ($p\leq 0.05$). The results of sensory analysis also showed that the highest score of taste and smell belonged to samples P1 (no potato peel fiber) and P2 (containing 5 percent potato peel fiber). Also, the highest score of color, texture and overall acceptance belonged to the P1 and P2 samples ($p\leq 0.05$) and potato skin fiber caused a significant decrease in color and texture scores of other samples. P2 treatment (containing 5 percent potato skin fiber) was introduced as the best treatment. In general, it can be stated that the addition of potato peel powder, up to 5 percent does not create undesirable changes in the sensory properties of the biscuit and can be applied to fortify the product with fiber.

Keywords: Biscuit, High fiber, Potato by-product, Rheology