



بررسی اثرات استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر خصوصیات رئولوژیکی، ارگانولپتیکی و بافت دونات روغنی

الناز خلفی^۱، مانیا صالحی‌فر^{۲*}

۱- کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: salehifarmania@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷، پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۴/۱۷

چکیده

در مطالعه حاضر، دونات حاوی صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی (به‌عنوان منبع فیبرهای رژیمی) و صفر، ۳، ۵ و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر، تهیه شد و پارامترهای فارینوگرافی خمیر (جذب آب خمیر، زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر، درجه سست شدن خمیر و عدد کیفی) و سفتی بافت، بیاتی و خصوصیات حسی دونات، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد خصوصیات فارینوگرافی خمیر دونات تحت تأثیر سطوح افزودن پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌باشد. به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب حداکثر تا ۱۰ و ۵ درصد) در فرمولاسیون دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، جذب آب، زمان پایداری خمیر و عدد کیفی خمیر را افزایش داد؛ اما افزایش مقدار این افزودنی‌ها زمان توسعه خمیر و درجه سست شدن خمیر را به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، کاهش داد. علاوه بر این، نتایج ارزیابی خصوصیات بافتی و بیاتی دونات نشان داد که سفتی و بیاتی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری با افزایش پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۰ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد کاهش یافت اما افزایش زمان نگهداری افزایش سفتی همه نمونه‌ها را به دنبال داشت. همچنین ارزیابی خصوصیات حسی مشخص نمود که افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب حداکثر تا ۱۰ و ۵ درصد)، منجر به افزایش امتیاز پارامترهای حسی شد به‌طوری‌که تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بالاترین امتیاز قابلیت پذیرش کلی را در مقایسه با سایر تیمارها داشت. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت استفاده از ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بهترین ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر و خصوصیات بافتی، بیاتی و حسی در محصول نهایی را در مقایسه با سایر تیمارها به دنبال خواهد داشت و به‌عنوان نمونه بهینه انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: دونات، پودر پوست سیب‌زمینی، کنسانتره پروتئین آب پنیر، فیبر رژیمی، خصوصیات فارینوگرافی

مقدمه

می‌توانند به‌عنوان ناقل مواد مغذی مهم و قابل‌قبول مصرف‌کننده عمل کنند. خواص فیبر در رژیم غذایی روزانه، محققین را بر آن داشت تا برای تأمین فیبر توصیه شده، این ماده را به محصولات نانوائی که ماده غذایی پرمصرف می‌باشد، بیفزایند (۱، ۲، ۳). فیبرهای رژیمی به‌عنوان بخشی از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای مقاوم به هضم در روده کوچک و تخمیر در روده بزرگ (سلولوز، همی سلولوز، پکتین‌ها، سلولزهای اصلاح شده، الیگوساکاریدها و

محصولات نانوائی از جمله مهم‌ترین منابع غذایی در تغذیه مردم و تأمین‌کننده قسمت عمده کالری، پروتئین و ویتامین‌های گروه B بوده و از نظر مواد معدنی نیز دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند، لذا نگهداری و بهبود کیفیت این محصولات برای سلامت افراد، ضروری است. اهمیت انواع محصولات نانوائی در عادات غذایی مردم در این است که این محصولات

را دارا می‌باشد. پوست سیب‌زمینی به‌عنوان منبع غنی از فیبر در نظر گرفته می‌شود، زیرا حدود ۹/۷ تا ۶۸ درصد از کل وزن پوست آن را فیبر تشکیل می‌دهد. سیب‌زمینی متداول‌ترین سبزی مصرف شده در سرتاسر جهان می‌باشد که تولید سالانه سیب‌زمینی ۲۹۳ میلیون تن می‌باشد و در نتیجه مقدار زیادی ضایعات پوست سیب‌زمینی ایجاد می‌شود (۵). همچنین پوست سیب‌زمینی می‌تواند به‌عنوان منبع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در نظر گرفته شود، این محصول جانبی فرآوری سیب‌زمینی حاوی اسیدهای فنولیک است و اخیراً خصوصیات آنتی‌اکسیدان آن در سیستم‌های غذایی، مورد ارزیابی قرار گرفته است. پلی‌فنول‌ها گروه مهمی از آنتی‌اکسیدان‌های موجود در پوست سیب‌زمینی می‌باشند که به‌طور گسترده در پوست آن متمرکز شده‌اند زیرا این ترکیبات نقش دفاعی در مقابل عوامل بیماری‌زا برای سیب‌زمینی دارند. ۹۰ درصد ترکیبات فنولی موجود در پوست سیب‌زمینی متشکل از اسید کلروژنیک می‌باشد که به سه شکل: ایزومری یعنی اسید کلروژنیک، اسید نئوکلروژنیک و اسید کریپتوکلروژنیک در آن وجود دارند. ایزومرهای اسید کلروژنیک فعالیت ضد میکروبی قوی ندارند، اما به اسیدهای کوبینیک و کافئیک تجزیه می‌گردند (۸، ۹، ۱۰). بر این اساس با توجه به آن که دونات می‌تواند به‌عنوان حامل ترکیبات فراسودمند به‌خصوص فیبرهای رژیمی باشد لذا در طی این پژوهش، سعی بر این بود که از پوست سیب‌زمینی به‌عنوان منبع فیبرهای رژیمی و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر (کنسانتره پروتئین آب پنیر) به‌عنوان بهبوددهنده در فرمولاسیون خمیر دونات استفاده شود و خصوصیات فارینوگرافی خمیر و ویژگی‌های بافتی، بیاتی و حسی محصول نهایی، مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۷۲ درصد از شرکت آرد واحد تهران خریداری شد. تهیه پودر کنسانتره

پلی‌فروکتان‌ها مانند: اینولین، صمغ‌ها و موسیلاژها) محسوب می‌شوند. همچنین این ترکیبات شامل الیگوساکاریدهای با درجه پلیمریزاسیون متفاوت و مواد در ارتباط با دیواره سلولی (لیگنین، موم‌ها، کوتین و سوبرین)، هستند. برخی از این فیبرهای رژیمی قبلاً به‌صورت تجاری در صنایع غذایی مانند صمغ‌ها یا پایدار کننده‌ها در محصولات تهیه شده از غلات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با این وجود استفاده آن‌ها به‌عنوان پایدارکننده در سطوح نسبتاً پایین (کمتر از ۱ درصد) انجام می‌شود و سطوح بالاتر بایستی به‌منظور رسیدن به مزایای مفید فیبرهای رژیمی صورت گیرد (۴). فیبرهای رژیمی، نه تنها دارای مزایای تغذیه‌ای مفید می‌باشند؛ بلکه از نظر مزایای کارکردی و تکنولوژیکی نیز حائز اهمیت می‌باشند، زیرا این ترکیبات همچنین می‌توانند برای بالا بردن راندمان تولید محصولات کشاورزی و محصولات جانبی جهت استفاده در ترکیبات غذایی، مورد استفاده قرار گیرند (۵). فیبرهای گیاهی، خصوصیات عملکردی مختلفی را از خود نشان می‌دهند نظیر ظرفیت نگهداری آب^۱ و ظرفیت تورم^۲ که استفاده‌های مفیدی برای درک اثر فیزیولوژیکی فیبرهای رژیمی از ترکیبات شیمیایی آن‌ها دارد (۶). این خصوصیات در ارتباط با ساختار ماتریس متخلخل تشکیل یافته به‌وسیله زنجیرهای پلی‌ساکاریدی می‌باشد که از طریق پیوندهای هیدروژنی می‌تواند مقدار زیادی آب نگه دارند. خصوصیات عملکردی فیبرهای گیاهی وابسته به نسبت به فیبرهای رژیمی نامحلول/فیبرهای رژیمی محلول، اندازه ذرات، شرایط استخراج و منبع گیاهی می‌باشد (۷). ضایعات حاصل از فرآوری میوه و سبزی یکی از منابع مهم و قابل استفاده فیبرهای رژیمی محسوب می‌شوند. پوست سیب‌زمینی به‌عنوان یکی از ضایعات کشاورزی محسوب می‌شود. این محصول جانبی حاصل از فرآوری سیب‌زمینی به‌عنوان یکی از ضایعات دوست‌دار محیط‌زیست شناخته می‌شود، زیرا استفاده‌های متعددی از قبیل خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و همچنین خوراک دام و استخراج فیبر

¹ Water Holding Capacity

² Swelling Capacity

نگهداری از سفتی بافت محصول در روز سوم کم شد و شاخص بیاتی به دست آمد.

ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی، شاخص‌هایی نظیر (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای، استفاده گردید و امتیازبندی کلی حاصل از میانگین امتیازات داده شده به شاخص‌های حسی (در سطوح ارزیابی ۱ تا ۵؛ ۱: غیرقابل مصرف یا خیلی ضعیف؛ ۲: غیرقابل قبول یا ضعیف؛ ۳: قابل قبول یا متوسط؛ ۴: رضایت‌بخش یا خوب و ۵: بسیار رضایت‌بخش یا خیلی خوب) به دست آمد (۱۳).

تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به اینکه این پژوهش، بر اساس ۳ سطح استفاده از پوست سیب‌زمینی (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و سه سطح کنسانتره پروتئین آب پنیر (۳، ۵ و ۷ درصد) در فرمولاسیون خمیر دونات، نمونه شاهد بوده و انجام آزمون‌ها در سه تکرار بود، لذا حجم نمونه‌های مورد بررسی برابر با ۳۰ بود. تیمارهای حاصل از این تحقیق، در جدول (۱)، ارائه شده است.

جدول ۱- نمونه‌های مورد مطالعه در این مقاله

تیمار	پودر پوست سیب‌زمینی (درصد)	کنسانتره پروتئین آب پنیر (درصد)
کنترل	۰	۰
۱	۵	۳
۲	۱۰	۳
۳	۱۵	۳
۴	۵	۵
۵	۱۰	۵
۶	۱۵	۵
۷	۵	۷
۸	۱۰	۷
۹	۱۵	۷

آزمایش‌ها، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، انجام شد. نتایج حاصل از آزمون‌های مختلف

پروتئین آب پنیر با حداقل مقدار پروتئین ۷۵ درصد از شرکت پگاه تهران صورت گرفت. همچنین مخمر خشک فعال از شرکت خمیرمایه رضوی، نمک، شکر، از شرکت گل‌ها، شیراز شرکت پگاه تهیه شد، پودر پوست سیب‌زمینی و تخم‌مرغ از شرکت تلاونگ تهیه شدند.

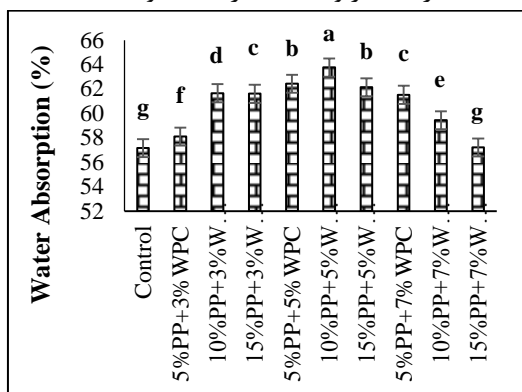
خصوصیات فارینوگرافی خمیر دونات

مقدار ۳۰۰ گرم آرد داخل مخزن دستگاه فارینوگراف (Farinograph A.T., Brabender, Co. Germany) ریخته شد و به مدت ۱ دقیقه یا طولانی‌تر مخلوط‌کن روشن شده تا آرد یکنواخت گردد. به‌وسیله بورت معینی آب داخل مخلوط‌کن ریخته شد تا نمودار به خط ۵۰۰ برابندر برسد و از آن به بعد کم‌کم آب اضافه شد تا نمودار روی خط ۵۰۰ ثابت شود. عدد به‌دست‌آمده از بورت، میزان جذب آب را نشان می‌دهد. درنهایت از طریق نمودارهای به‌دست‌آمده شاخص درصد جذب آب خمیر، زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر، درجه سست شدن خمیر و عدد کیفی آن محاسبه شد (۱۱).

خصوصیات بافتی (سفتی) و بیاتی

برای اندازه‌گیری سفتی نمونه‌ها، از دستگاه بافت سنج (Farnell, UK) در طی سه روز نگهداری، طبق روش Bourne (۱۲)، استفاده شد. برای این منظور ابتدا نمونه‌ها به‌صورت قطعات یکسان روی صفحه نگهدارنده قرار داده شدند و از لود سل ۵ کیلوگرمی استفاده شد. پروپ استوانه‌ای شکل به قطر ۵۰ میلی‌متر و با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه بافت نمونه‌ها را به میزان ۴۰ درصد ارتفاع اولیه فشرده ساخت و حداکثر نیروی لازم جهت فشرده کردن بافت (Fmax) تعیین گردید که بیانگر میزان سفتی بافت بود. این عمل برای سه نمونه نان انجام گرفت و پس از تعیین میانگین، نتایج حاصل برای هر نمونه گزارش شد. همچنین جهت اندازه‌گیری میزانی بیاتی نمونه‌ها میزان سفتی نمونه‌های دونات در روز اول

افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد، به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، میزان جذب آب، افزایش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد، به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، این شاخص کاهش یافت. به‌طوری‌که بالاترین میزان جذب آب خمیر (۶۳/۷۵ درصد)، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان جذب آب خمیر (۵۷/۱۵ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود.



شکل ۱- جذب آب نمونه‌های مختلف دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

زمان گسترش خمیر

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای ارزیابی تأثیر درصد‌های مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر روی زمان گسترش خمیر دونات در شکل (۲)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس مشخص شد که زمان گسترش خمیر دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که در شکل (۲)، نشان داده شده است، با افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۷ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) زمان گسترش خمیر دونات، کاهش یافت. به‌طوری‌که بالاترین میزان

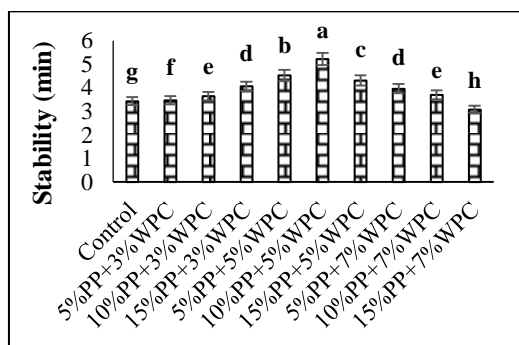
به‌منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از طریق تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA)، با استفاده از نرم‌افزار SPSS.22، تحلیل شدند و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($p < 0.05$)، استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل، صورت پذیرفت. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، به دلیل حضور فیبر و گروه‌های هیدروکسیل در پودر پوست سیب‌زمینی و وجود پروتئین‌های آبدوست موجبات افزایش جذب آب خمیر را فراهم ساخته و همچنین در تیمارها با افزایش پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل رقیق شدن شبکه گلوته‌ای، قابلیت نگهداری گاز خمیر کاهش پیدا کرده و در نتیجه متراکم‌تر می‌شود و به همین دلیل سفتی بافت افزایش می‌یابد و زمان گسترش خمیر و درجه سست شدن خمیر با توجه به اینکه با افزایش این دو ترکیب از میزان گلوته کم شده بنابراین میزان بیاتی دونات در تیمارهای حاوی بیشتر از ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و بیشتر از ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر افزایش پیدا کرد و همچنین بالاترین میزان امتیاز طعم و بافت مربوط به تیمار حاوی صفر تا ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و صفر تا ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و بالاترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه شاهد می‌باشد.

نتایج

جذب آب خمیر

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای ارزیابی تأثیر درصد‌های مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر روی قابلیت جذب آب خمیر دونات در شکل (۱)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص شد که قابلیت جذب آب خمیر دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که در شکل (۱)، نشان داده شده است، با

تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود.

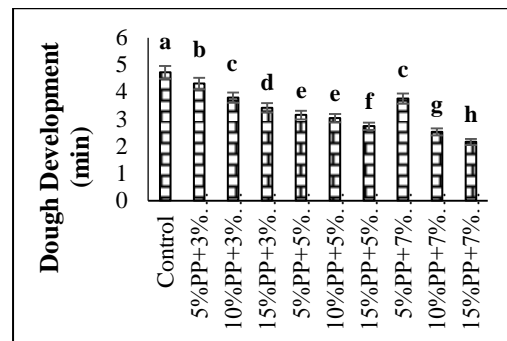


شکل ۳- پایداری نمونه‌های مختلف خمیر دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

درجه سست شدن خمیر

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای ارزیابی تأثیر درصدهای مختلف پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر روی درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه در شکل (۴)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس مشخص شد که درجه سست شدن خمیر دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که در شکل (۴)، نشان داده شده است، با افزایش درصد پودر پوست سیب زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه کاهش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، کاهش پیدا نمود. به‌طوری‌که کمترین درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و بیشترین درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و

گسترش خمیر (۴/۷۲ دقیقه) مربوط به تیمار شاهد و کمترین زمان گسترش خمیر دونات (۲/۱۶ دقیقه) مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود.



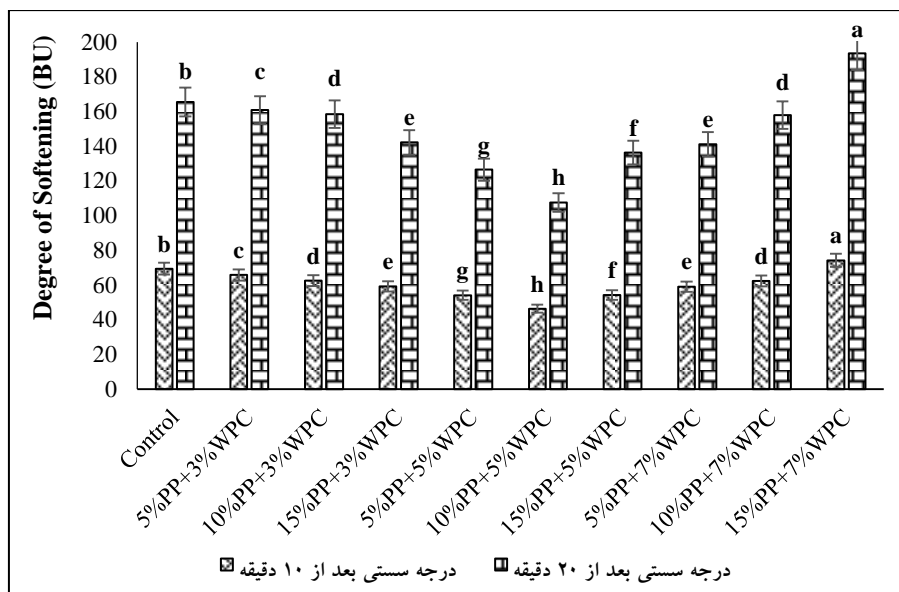
شکل ۲- زمان گسترش نمونه‌های مختلف دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

پایداری خمیر

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای ارزیابی تأثیر درصدهای مختلف پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر روی پایداری خمیر دونات در شکل (۳)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس مشخص شد که پایداری خمیر دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که در شکل (۳)، نشان داده شده است، با افزایش درصد پودر پوست سیب زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، میزان پایداری خمیر افزایش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، پایداری خمیر، کاهش پیدا نمود. به‌طوری‌که بالاترین میزان پایداری خمیر (۵/۲۲ دقیقه)، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان پایداری خمیر (۳/۰۸ دقیقه) مربوط به

پنیر بود.

۲۰ دقیقه، مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب

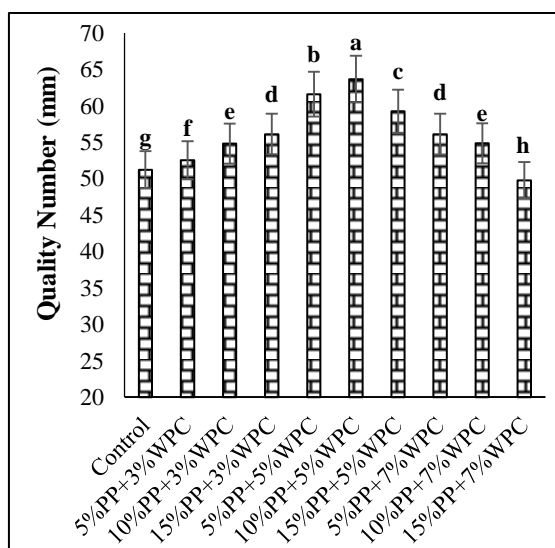


شکل ۴- درجه نرم شدن نمونه‌های مختلف خمیر دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین عدد کیفی خمیر مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود.

عدد کیفی خمیر

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای ارزیابی تأثیر درصدهای مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر روی عدد کیفی خمیر دونات در شکل (۵)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص شد که عدد کیفی خمیر دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که در شکل (۵)، نشان داده شده است، با افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، عدد کیفی خمیر دونات افزایش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، عدد کیفی خمیر دونات، افزایش پیدا نمود. به‌طوری‌که بالاترین عدد کیفی خمیر مربوط به تیمار حاوی ۱۰

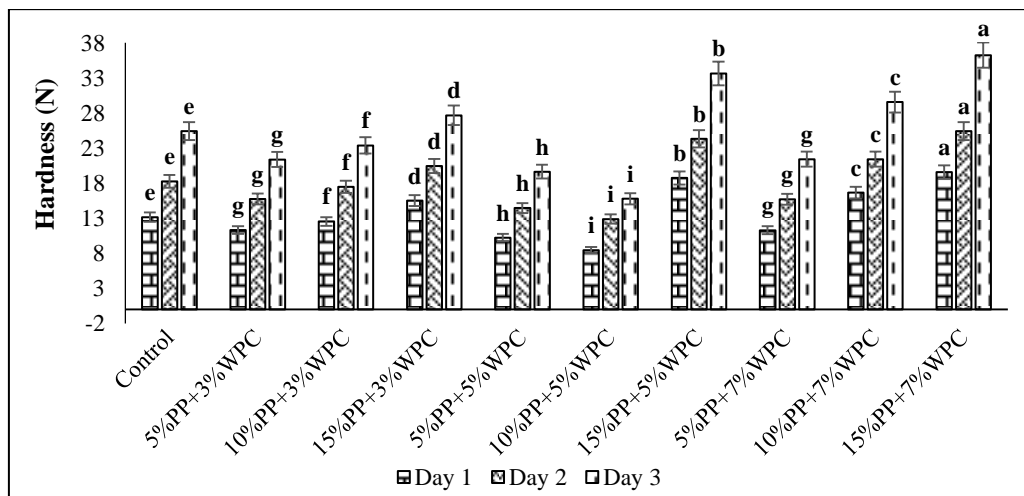


شکل ۵- عدد کیفی نمونه‌های مختلف خمیر دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

سفتی دونات

پوست سیب زمینی از ۱۰ تا ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به طور معنی داری ($p < 0.05$)، سفتی نمونه های دونات را افزایش داد. در بین نمونه های مختلف بالاترین میزان سفتی (۱۹/۵۸ نیوتن) مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان سفتی (۸/۴۶ نیوتن)، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. علاوه بر این ها همان طور که در شکل (۶)، نشان داده شده است با افزایش مدت زمان نگهداری به طور معنی داری ($p < 0.05$) میزان سفتی همه نمونه ها افزایش می یابد، اما در نمونه های که حداکثر حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بودند، میزان سفتی آن ها کمتر از سایر نمونه ها افزایش یافت.

نتایج تغییرات میانگین میزان سفتی نمونه های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در طی سه روز نگهداری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در شکل (۶)، نشان داده شده است. همان طور که نتایج تحلیل واریانس داده ها نشان می دهد تغییرات میزان سفتی نمونه های دونات به طور معنی داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات و نیز مدت زمان نگهداری می باشد. نتایج به دست آمده در طی این مطالعه، نشان داد که افزایش درصد به کارگیری پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به ترتیب تا سطح ۱۰ و ۵ درصد به طور معنی داری ($p < 0.05$)، حداکثر نیروی لازم برای فشردگی (سفتی بافت) نمونه های دونات را کاهش و سفتی بافت کمتر شد، با این وجود افزایش سطح



شکل ۶ - سختی نمونه های دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

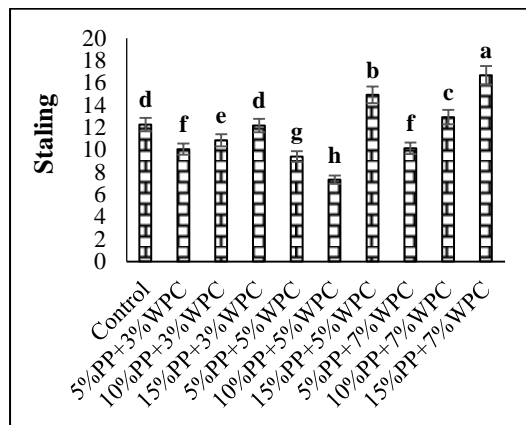
می دهد تغییرات میزان سفتی نمونه های دونات به طور معنی داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات می باشد. نتایج به دست آمده در طی این مطالعه، نشان داد که افزایش درصد به کارگیری پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به ترتیب تا سطح ۱۰ و ۵ درصد به طور

بیاتی دونات

نتایج تغییرات میانگین میزان بیاتی نمونه های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در شکل (۷)، نشان داده شده است. همان طور که نتایج تحلیل واریانس داده ها نشان

طعم بالاتر از سایر تیمارها بود. نتایج حاصل ارزیابی حسی داده‌های مربوط به رنگ پوسته نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول (۲)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس داده‌ها، مشخص شد که امتیاز رنگ پوسته به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح به‌کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. نتایج به‌دست‌آمده در طی این پژوهش، نشان داد امتیاز رنگ پوسته نمونه‌های مختلف دونات با افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، دارای بالاترین امتیاز رنگ پوسته نسبت به سایر تیمارها بود. نتایج حاصل ارزیابی حسی داده‌های مربوط به بافت نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول (۲)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس داده‌ها مشخص شد که امتیاز بافت به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح به‌کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. نتایج به‌دست‌آمده در طی این پژوهش نشان داد امتیاز بافت نمونه‌های مختلف دونات با افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات به ترتیب تا ۱۰ و ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، افزایش می‌یابد، اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی از ۱۰ به ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ به ۷ درصد امتیاز بافت، کاهش یافت. به‌طوری‌که تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، دارای امتیاز بافت بالاتر از سایر تیمارها بود. نتایج حاصل ارزیابی حسی داده‌های مربوط به پذیرش کلی نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر

معنی‌داری ($p < 0.05$)، بیاتی نمونه‌های دونات را کاهش می‌دهد، با وجود این، افزایش سطح پوست سیب‌زمینی از ۱۰ تا ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، سفتی نمونه‌های دونات را افزایش داد.



شکل ۷- بیات شدن نمونه‌های دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

ارزیابی حسی

نتایج حاصل ارزیابی حسی داده‌های مربوط به طعم نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول (۲)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس داده‌ها، مشخص شد که امتیاز طعم به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح به‌کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. نتایج به‌دست‌آمده در طی این پژوهش، نشان داد امتیاز طعم نمونه‌های مختلف دونات با افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات به ترتیب تا ۱۰ و ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، افزایش می‌یابد، اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی از ۱۰ به ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ به ۷ درصد امتیاز طعم کاهش یافت. به‌طوری‌که تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، دارای امتیاز

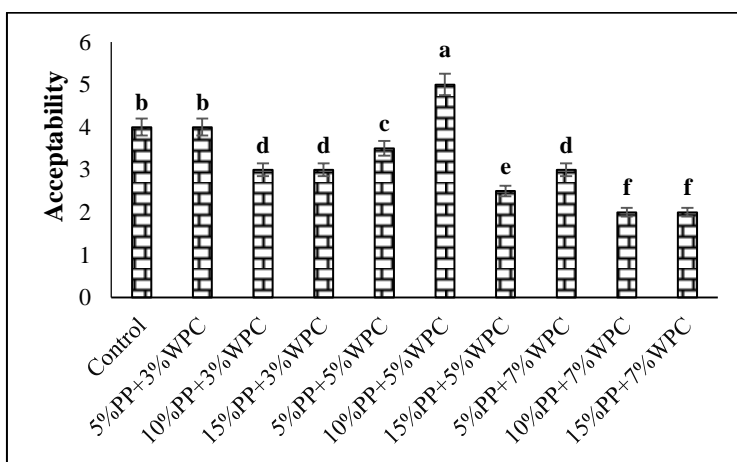
پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در شکل (۸)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس داده‌ها مشخص شد که امتیاز پذیرش کلی به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح به‌کارگیری پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. نتایج به‌دست‌آمده در طی این پژوهش، نشان داد امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های مختلف دونات با افزایش سطح پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

در فرمولاسیون دونات به ترتیب تا ۱۰ و ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، افزایش می‌یابد، اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب زمینی از ۱۰ به ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ به ۷ درصد امتیاز پذیرش کلی کاهش یافت. به‌طوری‌که تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، دارای امتیاز پذیرش کلی بالاتر از سایر تیمارها بود.

جدول ۲- خصوصیات حسی نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

تیمار	پودر پوست سیب زمینی (درصد)	کنسانتره پروتئین آب پنیر (درصد)	طعم	رنگ پوسته	بافت
کنترل	۰	۰	۴/۰۰±۰/۰۰ ^b	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	۴/۰۰±۰/۰۰ ^b
۱	۵	۳	۴/۰۰±۰/۰۰ ^b	۴/۰۰±۰/۰۰ ^b	۴/۰۰±۰/۰۰ ^b
۲	۱۰	۳	۳/۵۰±۰/۰۵ ^c	۳/۵۰±۰/۰۴ ^c	۳/۵۰±۰/۰۵ ^c
۳	۱۵	۳	۳/۰۰±۰/۰۰ ^d	۳/۰۰±۰/۰۰ ^d	۳/۰۰±۰/۰۰ ^d
۴	۵	۵	۳/۵۰±۰/۰۴ ^c	۳/۵۰±۰/۰۶ ^c	۴/۰۰±۰/۰۰ ^b
۵	۱۰	۵	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	۴/۰۰±۰/۰۰ ^b	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a
۶	۱۵	۵	۲/۵۰±۰/۰۶ ^e	۲/۰۰±۰/۰۶ ^e	۲/۵۰±۰/۰۰ ^e
۷	۵	۷	۳/۰۰±۰/۰۰ ^d	۳/۰۰±۰/۰۰ ^d	۳/۰۰±۰/۰۰ ^d
۸	۱۰	۷	۲/۰۰±۰/۰۰ ^f	۲/۰۰±۰/۰۰ ^e	۲/۰۰±۰/۰۰ ^e
۹	۱۵	۷	۲/۰۰±۰/۰۰ ^f	۲/۰۰±۰/۰۰ ^e	۲/۰۰±۰/۰۰ ^e

*حروف کوچک، تفاوت معنی‌داری را در سطح ۹۵ درصد ($p < 0.05$)، نشان می‌دهد.



شکل ۸- قابل‌قبول بودن نمونه‌های دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

بحث

(۱۵). از طرف دیگر کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل قابلیت آب دوستی که دارد توانایی زیادی در برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول‌ها را خواهد داشت (۱۶) که این امر می‌تواند در افزایش جذب آب خمیر دونات، مؤثر باشد. نتایج حاصل از این پژوهش، با یافته‌های دیگر محققین نیز، مطابقت داشت. Ahmed و همکاران (۱۷)، با افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف (کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ گوار)، مشاهده کردند که جذب آب و پایداری خمیر نان چپاتی نیمه پخت افزایش یافت. بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص شد که زمان گسترش خمیر دونات به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که نتایج نشان داد (شکل ۲)، با افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۷ درصد به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، زمان گسترش خمیر دونات کاهش یافت. به طوری که بالاترین میزان زمان گسترش خمیر (۴/۷۲ دقیقه) مربوط به تیمار شاهد و کمترین زمان گسترش خمیر دونات (۲/۱۶ دقیقه)، مربوط به و تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. کاهش زمان گسترش خمیر در نتیجه افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل عوامل مختلفی باشد. از یک طرف استفاده بیش از حد پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل تضعیف شبکه گلوتن و رقیق شدن مقدار گلوتن سبب کاهش زمان توسعه خمیر خواهد شد (۱۸). همچنین استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل خاصیت آب دوستی خود سبب هیدراته شدن سریع این ترکیبات در طی مخلوط کردن می‌شود که توزیع یکنواخت رطوبت را در ساختار خمیر به دنبال خواهد داشت که این امر احتمالاً سبب کاهش زمان گسترش خمیر خواهد شد (۱۹). نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر محققین، نیز مطابقت داشت. صادق‌نیا و همکاران (۲۰)، با مطالعه تأثیر استفاده از زانتان روی زمان

هیدروکلوئیدها، بیوپلیمرهای آب دوستی هستند که ساختمان پلی ساکارید یا پروتئینی دارند و امروزه به دلیل ویژگی‌های عملکردی مناسب نظیر قوام دهندگی، تشکیل ژل، جایگزین چربی، پوشش دهندگی و... در صنایع مختلف بسیار گسترش یافته‌اند (۱۴). بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص گردید که جذب آب خمیر دونات به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که نشان داده شد (شکل ۱)، با افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، میزان جذب آب خمیر، افزایش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، این شاخص کاهش یافت. به طوری که بالاترین میزان جذب آب خمیر (۶۳/۷۵ درصد)، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان جذب آب خمیر (۵۷/۱۵ درصد)، به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. دلیل این رفتارها احتمالاً به خاطر عوامل مختلفی باشد. از یک طرف پودر پوست سیب‌زمینی به دلیل وجود فیبرهای محلول در آب قابلیت جذب آب خمیر را بالا می‌برد زیرا فیبرهای محلول در آب به دلیل توانایی واکنش با آب و برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب می‌توانند با مقدار بیشتری آب واکنش دهند و آن را جذب و یا در شبکه سه‌بعدی خود نگهدارند؛ بنابراین با افزایش محتوی فیبرکل به دنبال آن بالا رفتن محتوی فیبرهای محلول میزان جذب آب توسط خمیر بیشتر می‌شود. از طرف دیگر، فیبرهای رژیمی دارای قابلیت حفظ و نگهداری آب، می‌باشند که به کارگیری آن‌ها موجب نگهداری بیشتر آب در ساختار خمیر، خواهد شد

وجود این، افزایش بیش از حد پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب بالاتر از ۱۰ درصد و بالاتر از ۵ درصد)، به دلیل رقیق شدن بیش از حد شبکه گلوتن و تأثیر منفی آن‌ها روی برقراری شبکه پایدار گلوتن منجر به کاهش پایداری خمیر، خواهند شد. به طور مشابه مرداخانی و همکاران (۲۳)، به مطالعه تأثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر روی خصوصیات فارینوگرافی خمیر منجمد پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده توسط این محققین، مشخص گردید که افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر باعث تأثیر منفی داری در جذب آب آرد، افزایش معنی داری در مقاومت خمیر و کاهش معنی داری در درجه سست شدن خمیر نسبت به خمیر شاهد می شود.

درجه سست شدن خمیر

بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص گردید که درجه سست شدن خمیر دونات به طور معنی داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان طور که نتایج نشان داد (شکل ۴)، با افزایش درصد پودر پوست سیب زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به طور معنی داری ($p < 0.05$)، درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، کاهش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به طور معنی داری ($p < 0.05$)، درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، کاهش پیدا نمود. به طوری که کمترین درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و بیشترین درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. همان طور که بیان شد با افزایش سطح پودر پوست سیب زمینی تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر

گسترش خمیر نان بدون گلوتن، مشاهده کردند که با افزایش مقدار زانتان در فرمولاسیون خمیر، زمان گسترش آن کاهش می یابد.

پایداری خمیر

بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص شد که پایداری خمیر دونات به طور معنی داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان طور که نتایج نشان داد (شکل ۳)، با افزایش درصد پودر پوست سیب زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به طور معنی داری ($p < 0.05$)، میزان پایداری خمیر افزایش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به طور معنی داری ($p < 0.05$)، پایداری خمیر کاهش پیدا نمود. به طوری که بالاترین میزان پایداری خمیر (۵/۲۲ دقیقه)، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان پایداری خمیر (۳/۰۸ دقیقه)، مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. افزایش پایداری خمیر در نتیجه افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح ۵ درصد و پودر پوست سیب زمینی تا ۱۰ درصد می تواند در ارتباط با ایجاد ساختار محکم خمیر و کاهش سست شدن آن، در نتیجه به کارگیری افزودنی های مذکور و پیوند قوی آن ها با اجزای آرد گندم، باشد. می توان گفت که بخش نامحلول در آب ترکیبات مذکور با بخش آب گریز پروتئین های گندم متصل می شود و با ایجاد بار منفی قوی در کمپلکس، به تراکم پروتئین ها و تقویت شبکه گلوتنی خمیر می انجامد (۲۱). همچنین ترکیب اصلی پروتئین آب پنیر، بتالاکتوگلوبولین است که منبع اصلی گروه های دی سولفیدی در شیر است لذا احتمال می رود که هنگام اختلاط خمیر، گروه های سولفیدریل موجود در پروتئین های پودر آب پنیر با ورود اکسیژن هوا به داخل خمیر به پیوندهای دی سولفیدی تبدیل شده و باعث استحکام و قوام خمیر می شوند (۲۲). با

تا ۵ درصد به دلیل خاصیت آب دوستی سبب افزایش زمان پایداری خمیر شدند که این امر سبب افزایش قوام و پایداری خمیر در طی مخلوط کردن می‌شوند که به دنبال چنین امری درجه سست شدن خمیر نیز کاهش خواهد یافت؛ اما افزایش بیش از حد این دو ترکیب احتمالاً به دلیل تأثیر نامطلوبی که روی تشکیل شبکه گلوتن (رقیق شدن بیشتر شبکه گلوتن) و پایداری خمیر دارند لذا سبب افزایش درجه سست شدن خمیر دونات خواهند شد. نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر محققین نیز مطابقت داشت. مویدی و همکاران (۲۴)، با مطالعه تأثیر استفاده از کتیرا روی خصوصیات فارینوگرافی خمیر نان گندم مشاهده کردند که با افزایش مقدار کتیرا جذب آب و پایداری خمیر افزایش یافت و به دنبال آن میزان درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، کاهش یافت. این محققین کاهش درجه سست شدن خمیر را در ارتباط با افزایش پایداری و مقاومت خمیر در نتیجه افزودن کتیرا دانستند. با وجود این، مرداخانی و همکاران (۲۳)، مشاهده کردند که با افزایش میزان کنسانتره پروتئین آب پنیر تا ۷/۵ درصد به طور معنی‌داری سبب کاهش درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، شد که این محققین دلیل این امر را به جذب آب و قوی‌تر شدن شبکه گلوتن، نسبت دادند که سبب بهبود ویژگی‌های ویسکوالاستیک شبکه گلوتنی و تشکیل ژل با ظرفیت جذب آب بالا می‌شود. دلیل تفاوت در یافته‌های این محققین با یافته‌های حاصل از این پژوهش، احتمالاً ناشی از روش تولید، ترکیبات و محصول متفاوت با پژوهش حاضر، می‌باشد.

عدد کیفی خمیر

بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص شد که عدد کیفی خمیر دونات به طور معنی‌داری ($p < 0/05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که در شکل (۵)، نشان داده شد، با افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به طور معنی‌داری ($p < 0/05$)، عدد کیفی خمیر دونات

افزایش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به طور معنی‌داری ($p < 0/05$)، عدد کیفی خمیر دونات افزایش پیدا نمود. به طوری که بالاترین عدد کیفی خمیر مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین عدد کیفی خمیر مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. از مهم‌ترین فاکتورهای اندازه‌گیری شده در فارینوگراف، ارزش نانوائی یا والوریمتری آرد است. به این مفهوم که آرد استفاده شده تا چه اندازه قابلیت پخت و تولید نان را دارد، ضمن آن که افزایش عدد والوریمتری دلیل بر بهبود خصوصیات رئولوژی خمیر نیز، است (۲۴). این مؤلفه رئولوژیکی، برآیندی از مجموع شاخص‌های موجود در منحنی فارینوگرام است که در پژوهش‌های مربوط به ارزیابی کیفیت گندم و آرد قابل استفاده می‌باشد. این مؤلفه همبستگی معنی‌داری با خواص کیفی و نانوائی آرد دارد؛ بنابراین، با توجه به این که افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر تا ۵ درصد به دلیل تأثیر مطلوبی که روی سایر خصوصیات فارینوگرافی خمیر و ایجاد پایداری و تقویت شبکه گلوتن داشتند، لذا انتظار می‌رود که شاخص کیفی خمیر نیز افزایش یابد، اما در غلظت‌های بالاتر از ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل ایجاد تداخل در تشکیل شبکه گلوتن دارند منجر به کاهش عدد والیومتری تیمارهای با مقادیر بیش از حد پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌شوند. نتایج حاصل از این پژوهش، با یافته‌های دیگر محققین نیز تأیید شد. محترمی و همکاران (۲۵)، به مطالعه تأثیر استفاده از پودر آب پنیر و اینولین روی خصوصیات فارینوگرافی خمیر نان پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده توسط این محققین مشخص شد که افزودن پودر آب پنیر و اینولین به دلیل تأثیر مطلوب روی خصوصیات فارینوگرافی و تقویت شبکه گلوتنی خمیر دارند، سبب بهبود عدد کیفی خمیر دونات نیز شدند.

سفتی و بیاتی دونات

سفتی، یکی از فاکتورهای کیفی مؤثر در محصولات نانویی می‌باشد که ارتباط نزدیکی با قابلیت پذیرش مصرف‌کننده دارد. همان‌طور که نتایج به‌دست‌آمده نشان داد (شکل‌های ۶ و ۷)، تغییرات میزان سفتی و بیاتی نمونه‌های دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر، در فرمولاسیون دونات و نیز مدت‌زمان نگهداری بود. نتایج به‌دست‌آمده در طی این مطالعه، نشان داد (شکل‌های ۶ و ۷) که افزایش درصد به‌کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به ترتیب تا سطح ۱۰ و ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، حداکثر نیروی لازم برای فشردگی (سفتی بافت) نمونه‌های دونات را کاهش و سفتی بافت کمتر شد، با وجود این، افزایش سطح پوست سیب‌زمینی از ۱۰ تا ۱۵ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، سفتی نمونه‌های دونات را افزایش داد. در بین نمونه‌های مختلف بالاترین میزان سفتی (۱۹/۵۸ نیوتن) مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان سفتی (۸/۴۶ نیوتن)، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. ترکیبات کلوئیدی و هیدروکلوئیدی (پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها) به‌واسطه خصوصیات مطلوبی که دارند ویژگی‌های بافتی محصول نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از یک‌طرف، این ترکیبات دارای خصوصیات هیدروفیلی و جذب آب هستند که می‌توانند سفتی را از این طریق تا حدودی کاهش دهند. از طرف دیگر استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی (تا سطح ۱۰ درصد) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (تا سطح ۵ درصد)، همان‌طور که مشاهده شد، سبب افزایش حجم مخصوص دونات شدند که نشان‌دهنده افزایش تخلخل و حجم در محصول است که منجر به ایجاد بافتی نرم و مطلوب در دونات، خواهد شد (۲۶). ترکیبات کلوئیدی و هیدروکلوئیدی

(به دلیل قابلیت جذب آب بالا) در طول فرآیند تولید می‌توانند نرمی اولیه بافت را بهبود و سفتی نان را کاهش دهند زیرا این ترکیبات ماهیت آب‌دوست دارند و با آب موجود در سیستم پیوند هیدروژنی، تشکیل می‌دهند و مانع از مهاجرت آب از مغز محصول و امکان تشکیل کمپلکس بین پلیمرهای موجود در آن را کاهش می‌دهند (۲۷). همچنین، افزایش میزان فیبر به دلیل توانایی ویژه آن در حفظ رطوبت داخل بافت محصول و جلوگیری از مهاجرت رطوبت و انتقال آن به رشته‌های نشاسته و کریستاله شدن آن‌ها، می‌شود (۲۸) که این امر سفتی را کاهش می‌دهد. با وجود این، به دلیل افت رطوبت محصولات در طی دوره نگهداری میزان سفتی و همچنین مهاجرت رطوبت از مغز به پوست سفتی بافت و به دنبال آن بیاتی محصول افزایش یافت. دلیل افزایش سفتی با افزایش بیش‌ازحد پودر پوست سیب‌زمینی (بیش از ۱۰ درصد) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (بیش از ۵ درصد)، می‌توان به عواملی چون رقیق شدن شبکه گلوتن در نتیجه افزایش بیش‌ازحد این ترکیبات و نیز کاهش قابلیت حفظ گاز توسط خمیر این نمونه‌ها و در نتیجه کاهش حجم مخصوص آن‌ها نسبت داد. نتایج به‌دست‌آمده در طی این پژوهش، با یافته‌های سایر محققین نیز مطابقت داشت. بر اساس مطالعه صورت گرفته توسط Martínez-Cervera و همکاران (۲۹)، روی به‌کارگیری فیبر کاکائو در فرمولاسیون کیک مشخص شد که تمامی نمونه‌های حاوی فیبر کاکائو دارای سفتی کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. این محققین، کاهش سفتی را به افزایش محتوی رطوبت و نیز وجود بافت متخلخل در این نمونه‌ها نسبت دادند. با این وجود، افزایش بیش‌ازحد به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی (بالاتر از ۱۰ درصد) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (بالاتر از ۵ درصد) به دلیل تأثیر نامطلوبی که روی حجم محصول نهایی دارند سبب افزایش سفتی آن خواهند شد. این یافته‌ها با نتایج دیگر محققین نیز مطابقت داشت. Sudha و همکاران (۳۰) که تأثیر افزودن فیبر از غلات مختلف را روی خصوصیات بیسکویت مورد ارزیابی قرار دادند، دریافتند که استفاده از سطوح زیاد فیبرهای مختلف در

نتیجه گیری

به کارگیری ضایعات کشاورزی در محصولات غذایی در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود معطوف کرده است. استفاده از این ضایعات، از چند جهت حائز اهمیت می‌باشد. ضایعات حاصل از فرآوری مواد گیاهی و لبنی ممکن است وارد محیط زیست شوند که آلودگی آن را به دنبال دارد. همچنین این ضایعات حاوی ترکیبات فراسودمند و باارزشی هستند که در صورتی که بدون استفاده باقی بمانند بخشی از سرمایه بدون استفاده باقی می‌ماند. علاوه بر این با استفاده از ضایعات و به کارگیری آن‌ها در مواد غذایی، محصولاتی با ارزش افزوده تولید می‌گردد که دارای مزایای سلامت بخش نیز می‌باشند؛ بنابراین هدف از این پژوهش، به کارگیری پودر پوست سیب زمینی و پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. به کارگیری پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب حداکثر تا ۱۰ و ۵ درصد) در فرمولاسیون دونات به طور معنی‌داری جذب آب، زمان پایداری خمیر و عدد کیفی خمیر را افزایش داد. با این وجود افزایش این افزودنی‌ها زمان توسعه خمیر و درجه سست شدن خمیر را به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، کاهش دادند. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بهترین خصوصیات فارینوگرافی را در مقایسه با سایر تیمارها داشت و به عنوان نمونه بهینه انتخاب شد.

References

1. Tan KJ, Mittal GS. Physicochemical properties changes of donuts during vacuum frying. *International Journal of Food Properties*. 2006 1;9(1):85-98.
2. Zolfaghari ZS, Mohebbi M, Khodaparast MH. Quality changes of donuts as influenced by leavening agent and hydrocolloid coatings. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2013;37(1):34-45.
3. Mert B, Tekin A, Demirkesen I, Kocak G. Production of microfluidized wheat bran fibers and evaluation as an ingredient in

فرمولاسیون بیسکویت منجر به ایجاد بافتی سفت و رنگی تیره‌تر در محصول نهایی خواهد شد.

ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی (جدول ۲ و شکل ۸) نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر نیز مانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تحت تأثیر درصد به کارگیری پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون محصول بود. همان‌طور که نتایج حاصل از این مطالعه، نشان داد افزایش درصد به کارگیری پودر پوست سیب زمینی تا سطح ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح ۵ درصد در فرمولاسیون دونات به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، منجر به بهبود تمامی خصوصیات حسی یعنی بافت، رنگ، طعم و پذیرش کلی محصول شد. استفاده از سطوح بالاتر از ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و بالاتر از ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر، نیز به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، امتیاز خصوصیات حسی را کاهش داد. همان‌طور که نتایج پذیرش کلی نشان داد، تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، دارای امتیاز بیشتری بود. احتمالاً استفاده از این مقدار پودر پوست سیب زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل تأثیر مطلوبی که روی خصوصیات بافتی، محتوی رطوبت، حجم مخصوص و سفتی محصول نهایی داشته سبب شده که داوران چشایی نیز امتیاز بهتری در مقایسه با سایر تیمارها به این تیمار بدهند. صحرائیان و همکاران (۳۱)، تأثیر اختلاط سبوس برنج و آرد سویا را روی خصوصیات حسی نان باگت را مورد ارزیابی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل یافته‌های این محققین مشخص شد که اختلاط فیبر سیب و آرد سویا به طور معنی‌داری سبب بهبود امتیاز پذیرش کلی و امتیاز حسی محصول نهایی شد.

- Technology Research Journal.2010;6(1):27-36.
15. Shalini R, Gupta DK. Utilization of pomace from apple processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2010; 47:365-71.
 16. Srikanlaya C, Therdthai N, Ritthiruangdej P, Zhou W. Effect of hydroxypropyl methylcellulose, whey protein concentrates and soy protein isolate enrichment on characteristics of gluten-free rice dough and bread. *International Journal of Food Science and Technology*. 2018;53(7):1760-70.
 17. Ahmed A, Anjum M, Ahmad A, Khalid N, Randhawa MA, Ahmad Z, Farid W. Effects of hydrocolloids on partial baking and frozen storage of wheat flour chapatti. *Food Science and Technology Research*. 2013;19(1):97-103.
 18. Kohajdová Z, Karovičová J. Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical Papers*. 2009; 63:26-38.
 19. Gharib Bi, Atai S, Mohammadi. Investigating the effect of adding rice bran on the rheological properties of dough and its chemical composition Oil cake. *Innovation Magazine in Food Science and Technology*. 2012;5(2):1-7
 20. Sadeh Nia N, Azizi MH, Seyedin Ardebili M, Mohammadi M. Effect of xanthan and CMC on rheological properties of Gluten-free bread dough. *Journal of Food Science and Technology*. 2016;13(51):137-48.
 21. Movahhed S, Mirzaei N, AHMADI CH. Evaluation Of additional barley flour and *Lactobacillus plantarum* (ATCC 43332) on quality properties toast Breads. *Iranian Journal of Food Science Technology*. 2012;9(37):37-46
 22. Dobraszczyk BJ. Measuring the rheological properties of dough. *Breadmaking Improving Quality*. Woodhead Publishing. Cambridge, UK. 2003;375-400.
 23. Moradkhani M, Salehifar M, Hashemi M. Studying the emulsifier effect of sodium stearoyl-2-lactylate and protein concentrate Cheese juice in improving dough quality and structure of frozen dough. *Iranian Journal of Food Science and Industry*. 2016;13(59):11-23.
- reduced flour bakery product. *Food and Bioprocess Technology*. 2014; 7:2889-901.
 4. Hamaker, B. R. *Technology of functional cereal products*. 2008, Elsevier.
 5. Sharoba AM, Farrag MA, Abd ES. Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. *J Agroalimnt Proc Technol* 19: 429–444. *Food Technology and Biotechnology*. 2013; 48:435-50.
 6. Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., & BOURGEOIS, C. M. Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber. *Journal of Food Science*. 1997: 62(4), 635-639.
 7. Dawkins, N. L., Gager, J., Cornillon, J. P., Kim, Y., Howard, H., Phelps, O. Comparative Studies on the Physicochemical Properties and Hydration Behavior of Oat Gum and Oatrim in Meat-based Patties. *Journal of Food Science*. 2001; 66(9), 1276-128.
 8. Singh N, Rajini PS. Free radical scavenging activity of an aqueous extract of potato peel. *Food chemistry*. 2004;85(4):611-6.
 9. Wijngaard HH, Ballay M, Brunton N. The optimization of extraction of antioxidants from potato peel by pressurized liquids. *Food Chemistry*. 2012;133(4):1123-30.
 10. Wu D. Recycle technology for potato peel waste processing: A review. *Procedia Environmental Sciences*. 2016; 31:103-7.
 11. Feldsine P, Abeyta C, Andrews WH. AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis. *Journal of AOAC international*. 2002 Sep 1;85(5):1187-200.
 12. Bourne, M. C. *Texture profile analysis (Food acceptability)*. Food technology. 1978.
 - 13 Lawless HT, Heymann H. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science and Business Media; 2010.
 14. Razmkhah Sh, Razavi S, Behzad kh, Mazaheri T. The effect of using pectin, sage seed gum and basil on the properties Physicochemical & Sensory Yogurt Abstract Fat. *Iranian Food Science and*

24. Moayedi S, SADEGHI MA, Azizi MH, Maghsoudlou Y. Effect of different levels of gum tragacanth on bread quality. *Iranian journal of food science and industry*. 2023;38(10):103-112.
25. Mohtarami F, Esmaili M, Alizadeh M, Ardabili SS. Improvement of the rheological properties of dough using transglutaminase and asparaginase enzymes, whey powder and inulin. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 2015;11(4):445.
26. Cauvain SP, Young LS. *Bakery food manufacture and quality: water control and effects*. John Wiley & Sons; 2009.
27. Hejrani T, Sheikholeslami Z, Mortazavi A, Davoodi MG. The properties of part baked frozen bread with guar and xanthan gums. *Food Hydrocolloids*. 2017; 71:252-7.
28. Hajmohammadi A, Keramat J, Hojjatoleslami M, Molavi H. Evaluation effect of tragacanth gum on quality properties of sponge cake. *Iranian Journal of Food Science Technology*. 2014;42(11):1-8.
29. Martínez-Cervera S, Salvador A, Muguerza B, Moulay L, Fiszman SM. Cocoa fiber and its application as a fat replacer in chocolate muffins. *LWT-Food Science and Technology*. 2011;44(3):729-36.
30. Sudha ML, Vetrmani R, Leelavathi K. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food chemistry*. 2007;100(4):1365-70.
31. Sahraiyani B, Mazaheri Tehrani M, Naghipour F, Ghiafeh Davoodi M, Soleimani M. The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 2013;8(3):229-40.

Investigating the effects of potato peel powder and whey protein concentrate on the rheological, organoleptic and texture characteristics of oily Donuts

Elnaz Khalafi¹, Mania Salehifar^{2*}

1-M. Sc, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Quds Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Quds Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,

*Corresponding Author: salehifarmania@yahoo.com

Received: 07/01/2024, Accepted: 07/07/2024

Abstract

In the present study, Donuts containing 0, 5, 10 and 15% of potato peel powder (as dietary fiber source) and 0, 3, 5 and 7% of whey protein concentrate were prepared and dough farinographic parameters (dough water absorption, dough development time, dough stability, softening degree and quality number) and texture hardness, staling and sensory properties of Donuts were evaluated. The results showed that Farinographic characteristics of Donut dough were influenced by the addition levels of potato peel and whey protein concentrate. Application of potato peel powder and whey protein concentrate (up to 10 and 5%, respectively) in Donut formulation significantly ($p<0.05$) increased dough water absorption, dough stability time and dough quality number. But increasing the amount of these additives significantly reduced dough development time and dough softening degree ($p<0.05$). In addition, the results of evaluation of texture and staling properties of the Donut showed that the hardness and staling of the samples significantly decreased with increasing potato peel powder from 0 to 10 and whey protein concentrate from 0 to 5%, but increasing storage time resulted in an increase in hardness of all samples. Also, sensory properties evaluation showed that increasing potato peel powder and whey protein concentrate level (up to 10% and 5%, respectively) increased the sensory parameters score, so that the treatment containing 10% of potato peel powder and 5% of whey protein concentrate, compared with other treatments had the highest acceptability score. Overall, it can be concluded that using 10% of potato peel powder and 5% of whey protein concentrate will have the best dough farinographic properties and texture, staling and sensory properties of the final product compared to other treatments and was selected as the optimal sample.

Keywords: Donuts, Potato peel powder, Whey protein concentrate, Dietary fiber, Farinographic characteristic