



Research Paper

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*}

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

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

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

Citation: Khalafi E, Salehifar M. Investigating the effects of potato peel powder and whey protein concentrate on the rheological, organoleptic and texture characteristics of oily Donuts. *Quality and Durability of Agricultural Products and Food Staffs*, 2024; (1): 64-82.



© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Kerman, Iran

DOI: <https://doi.org/10.71516/qafj.2024.915825>

*Corresponding author: Mania Salehifar, Email: salehifarmania@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

In recent years, the food industry has focused on utilizing agricultural by-products to improve the nutritional value of processed foods. The incorporation of dietary fiber in bakery products is a key area of research due to its various health benefits, such as improved digestive health and reduced risk of chronic diseases. Potato peel, a significant agricultural waste, is a rich source of dietary fiber and bioactive compounds, making it a promising ingredient in the food industry. This study explores the impact of potato peel powder and whey protein concentrate on the rheological, organoleptic, and textural properties of donuts. The aim is to enhance the nutritional profile of the product while maintaining its sensory appeal.

Methods

Donuts were prepared by incorporating various levels of potato peel powder (0, 5, 10, and 15%) and whey protein concentrate (0, 3, 5, and 7%) into the dough formulation. Farinographic parameters such as dough water absorption, dough development time, dough stability, softening degree, and quality number were measured to evaluate the dough's rheological properties. Texture analysis was conducted to determine the hardness and staling of the donuts, while sensory evaluation focused on key attributes such as color, texture, taste, and overall acceptability. Statistical analysis, including one-way ANOVA and Duncan's multiple range test, was used to assess the significance of differences between treatments.

Results and Discussion

The farinographic characteristics of the donut dough were significantly influenced

by the levels of potato peel powder and whey protein concentrate. Increasing the percentage of these ingredients up to 10% potato peel powder and 5% whey protein concentrate resulted in a significant increase in water absorption, dough stability, and quality number ($p < 0.05$). However, higher levels of these additives (15% potato peel powder and 7% whey protein concentrate) led to a reduction in dough development time and dough softening degree. Texture analysis revealed that hardness and staling decreased significantly with the inclusion of potato peel powder and whey protein concentrate up to 10% and 5%, respectively. However, an increase in storage time led to an increase in hardness across all samples. Sensory evaluation showed that the highest overall acceptability was achieved by the treatment containing 10% potato peel powder and 5% whey protein concentrate. This treatment also scored highest in terms of taste, texture, and color compared to other formulations. The increase in dough water absorption and stability with the addition of potato peel powder and whey protein concentrate is attributed to the water-holding capacity of dietary fibers and the hydrophilic nature of whey proteins. These ingredients likely contribute to a more stable dough structure, improving the product's overall texture. The reduction in dough development time and softening degree with higher levels of these additives is consistent with their effect on gluten network dilution. Furthermore, the sensory improvements observed with the inclusion of these ingredients indicate that they do not negatively impact the consumer acceptability of the product, but rather enhance its texture and taste. These findings are supported by previous research showing that the inclusion of dietary fiber in bakery products can improve textural properties while maintaining or even enhancing sensory qualities.

Conclusion

This study demonstrated that the incorporation of 10% potato peel powder and 5% whey protein concentrate into donut dough improves the dough's rheological properties, texture, staling, and sensory attributes. These ingredients not only enhance the nutritional value of the donuts by increasing their dietary fiber content but also improve product stability and overall consumer acceptability. The use of potato peel powder and whey protein concentrate provides a sustainable approach to utilizing agricultural by-products in food production, offering potential benefits in both nutritional enhancement and waste reduction in the food industry. Future studies may explore the long-term shelf stability of these products and the potential for scaling up production.

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

Funding: There was no external funding in this study.

Authors' contribution: All authors contributed equally to the writing and preparation of this manuscript.

Conflict of interest: The authors do not have any conflicts of interest with any commercial or other association with the article.



مقاله پژوهشی

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

الناز خلفی^۱، مانیا صالحی فر^{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

دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۷

چکیده

در مطالعه حاضر، دونات حاوی صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد پودر پوست سیبزمینی (به عنوان 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 می باشد. به کارگیری پودر پوست سیبزمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب حداکثر تا ۱۰ و ۵ درصد) در فرمولاسیون دونات به طور معنی داری ($p < 0.05$)، جذب آب، زمان پایداری خمیر و عدد کیفی خمیر را افزایش داد؛ اما افزایش مقدار این افزودنی ها زمان توسعه خمیر و درجه سست شدن خمیر را به طور معنی داری ($p < 0.05$)، کاهش داد. علاوه بر این، نتایج ارزیابی خصوصیات بافتی و بیاتی دونات نشان داد که سفتی و بیاتی نمونه ها به طور معنی داری 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 نمونه ها 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 به طوری که تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیبزمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بالاترین قابلیت پذیرش کلی را در مقایسه با سایر تیمارها داشت. به طور کلی می توان نتیجه گرفت استفاده از ۱۰ درصد پودر پوست سیبزمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بهترین ویژگی های فارینوگرافی خمیر و خصوصیات بافتی، بیاتی و حسی در محصول نهایی را در مقایسه با سایر تیمارها به دنبال خواهد داشت و به عنوان نمونه بهینه انتخاب شد.

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

استناد: الناز خلفی، مانیا صالحی فر، بررسی اثرات استفاده از پودر پوست سیبزمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر خصوصیات

رئولوژیکی، ارگانولپتیکی و بافت دونات روغنی، کیفیت و ماندگاری تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، (۱۴۰۳)، دوره ۴، شماره ۱،

صفحات ۸۲-۶۴

DOI: <https://doi.org/10.71516/qafj.2024.915825>

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، ایران

© نویسندگان



مقدمه

محصولات نانوائی ازجمله 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 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 (سلولز، همی سلولز، پکتین‌ها، سلولزهای اصلاح شده، الیگوساکاریدها و 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 سوربین)، 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 مزایایی 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 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 سالیانه 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. پلی فنول‌ها 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

¹ Water Holding Capacity

² Swelling Capacity

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 به صورت 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 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: رضایت بخش یا خوب و ۵: بسیار رضایت بخش 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.

نئوکلروژنیک و اسید کریپتوکلروژنیک در آن وجود دارند. ایزومرهای اسید کلروژنیک فعالیت ضد میکروبی قوی ندارند، اما به اسیدهای کوینیک و کافئیک تجزیه می‌گردند (۸، ۹، ۱۰). بر این اساس با توجه به آن‌که دونات می‌تواند به عنوان حامل ترکیبات فراسودمند به خصوص فیبرهای رژیمی باشد لذا در طی این پژوهش، سعی بر این بود که از پوست سیب‌زمینی به عنوان منبع فیبرهای رژیمی و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر (کنسانتره پروتئین آب پنیر) به عنوان بهبوددهنده در فرمولاسیون خمیر دونات استفاده شود و خصوصیات فارینوگرافی خمیر و ویژگی‌های بافتی، بیاتی و حسی محصول نهایی، مورد ارزیابی قرار گیرد.

روش کار

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

خصوصیات فارینوگرافی خمیر دونات

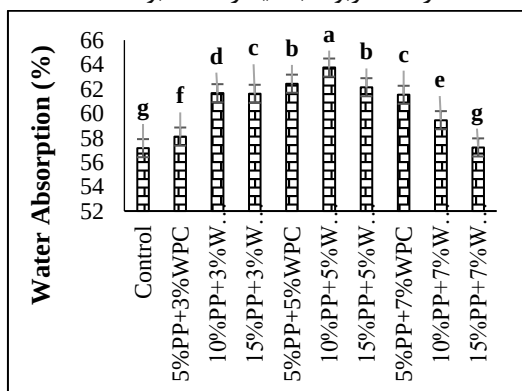
مقدار ۳۰۰ گرم آرد داخل مخزن دستگاه فارینوگراف (Farinograph A.T., Brabender, Co. Germany) ریخته شد و به مدت ۱ دقیقه یا طولانی‌تر مخلوط‌کن روشن شده تا آرد یکنواخت گردد. به وسیله بورت معینی آب داخل مخلوط‌کن ریخته شد تا نمودار به خط ۵۰۰ برابندر برسد و از آن به بعد کم‌کم آب اضافه شد تا نمودار روی خط ۵۰۰ ثابت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

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 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

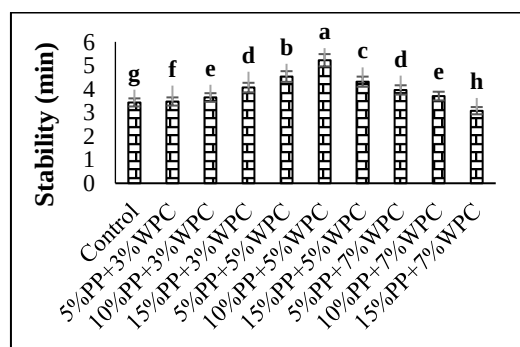
جدول ۱- نمونه‌های مورد مطالعه در این مقاله

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

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

زمان گسترش خمیر

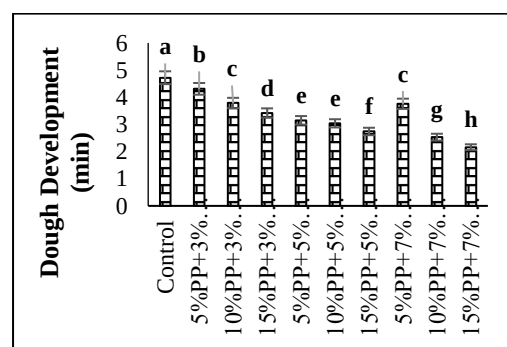
نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای ارزیابی تأثیر درصدهای مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر روی زمان گسترش خمیر دونات در شکل (۲)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج تحلیل واریانس مشخص شد که زمان گسترش خمیر دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته 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 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.



شکل ۳- پایداری نمونه‌های مختلف خمیر دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی 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 سیب‌زمینی 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 سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون خمیر دونات بود. همان‌طور که در شکل



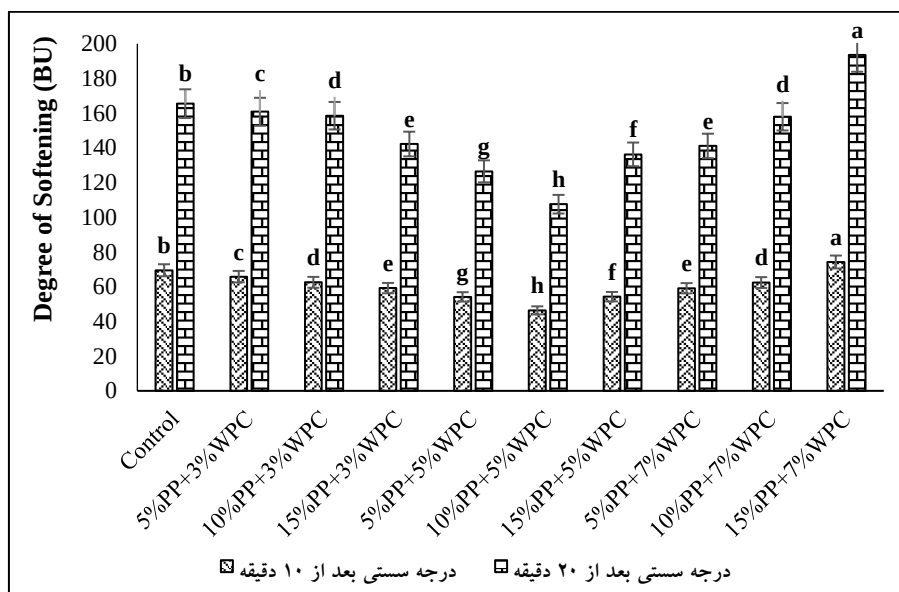
شکل ۲- زمان گسترش نمونه‌های مختلف دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

پایداری خمیر

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای ارزیابی تأثیر درصدهای مختلف پودر پوست سیب‌زمینی 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

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 سیبزمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و بیشترین درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیبزمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود.

(۴)، 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 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 سیبزمینی 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



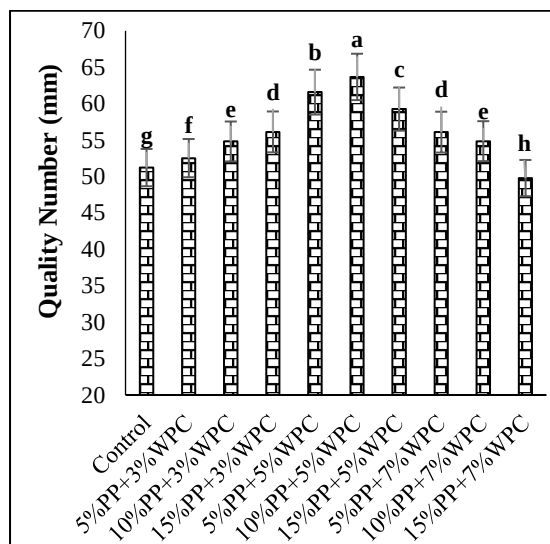
شکل ۴- درجه نرم شدن نمونه‌های مختلف خمیر دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیبزمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

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 معنی داری ($p < 0.05$)، 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.

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 به طور معنی داری ($p < 0.05$)، 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 به طور معنی داری ($p < 0.05$)، عدد کیفی خمیر دونات

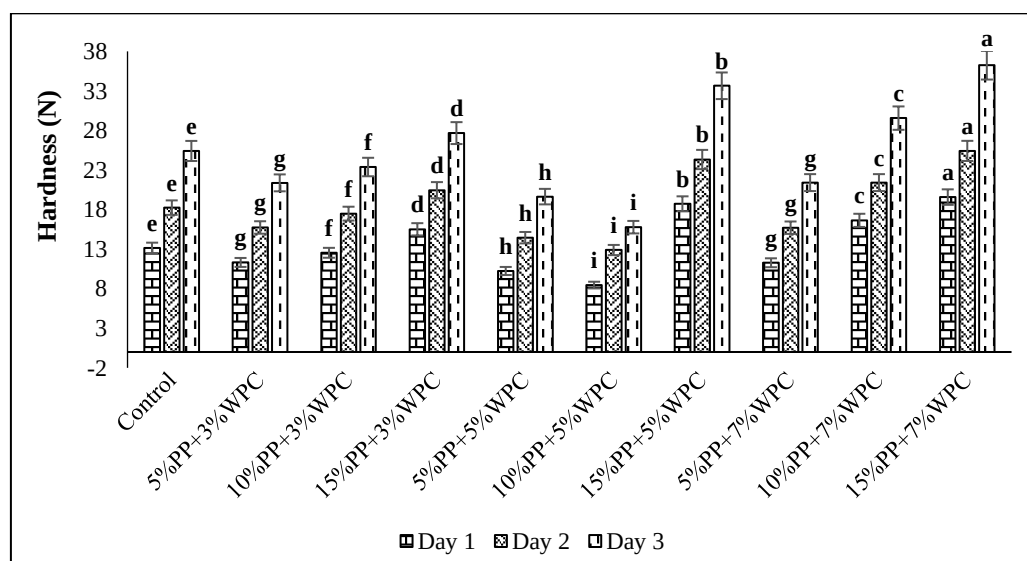
پنیر در فرمولاسیون دونات و نیز مدت‌زمان نگهداری می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده در طی این مطالعه، نشان داد که افزایش درصد به‌کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به ترتیب تا سطح ۱۰ و ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، حداکثر نیروی لازم برای فشردگی (سفتی بافت) نمونه‌های دونات را کاهش و سفتی بافت کمتر شد، با این وجود 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. علاوه بر این‌ها همان‌طور که در شکل (۶)، نشان داده شده است با افزایش مدت‌زمان نگهداری به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) میزان سفتی همه نمونه‌ها افزایش می‌یابد، اما در نمونه‌های که حداکثر حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بودند، میزان سفتی آن‌ها کمتر از سایر نمونه‌ها افزایش یافت.



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

سفتی دونات

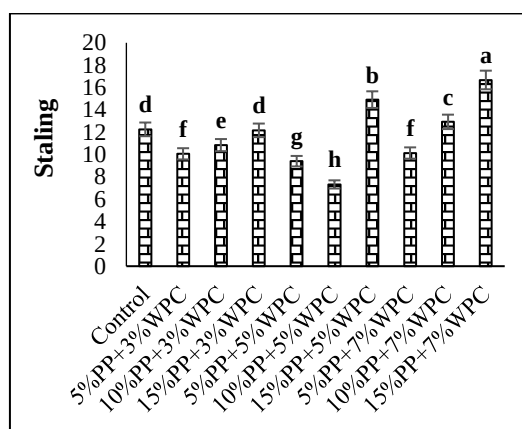
نتایج تغییرات میانگین میزان سفتی نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در طی سه روز نگهداری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در شکل (۶)، نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج تحلیل واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تغییرات میزان سفتی نمونه‌های دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب



شکل ۶- سختی نمونه‌های دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

بیاتی دونات

نتایج تغییرات میانگین میزان بیاتی نمونه‌های مختلف دونات حاوی پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در شکل (۷)، نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج تحلیل واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تغییرات میزان سفتی نمونه‌های دونات به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح استفاده از پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده در طی این مطالعه، نشان داد که افزایش درصد به‌کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به ترتیب تا سطح ۱۰ و ۵ درصد به‌طور 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 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 بافت به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح به‌کارگیری پوست

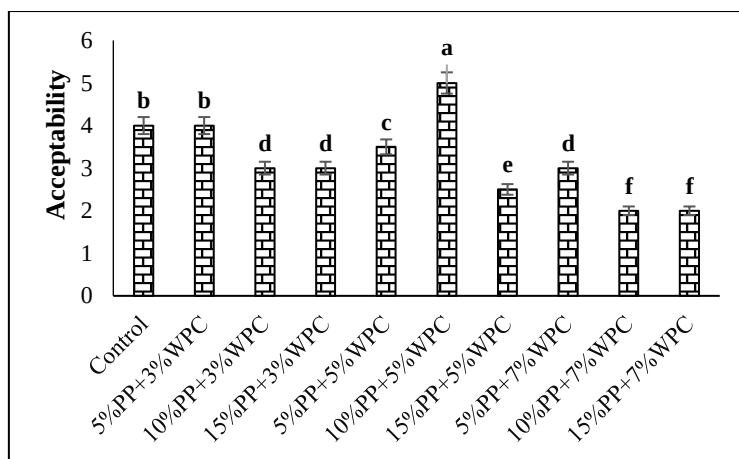
نتایج تحلیل واریانس داده‌ها مشخص شد که امتیاز پذیرش کلی به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، وابسته به سطح به‌کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. نتایج به‌دست‌آمده در طی این پژوهش، نشان داد امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های مختلف دونات با افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره 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 پذیرش کلی کاهش یافت. به‌طوری‌که تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، دارای امتیاز پذیرش کلی بالاتر از سایر تیمارها بود.

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 پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در شکل (۸)، نشان داده شده است. بر اساس

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

بافت	رنگ پوسته	طعم	کنسانتره پروتئین آب پنیر (درصد)	پودر پوست سیب‌زمینی (درصد)	تیمار
۴/۰±۰.۰/۰.۰ ^b	۵/۰±۰.۰/۰.۰ ^a	۴/۰±۰.۰/۰.۰ ^b	۰	۰	کنترل
۴/۰±۰.۰/۰.۰ ^b	۴/۰±۰.۰/۰.۰ ^b	۴/۰±۰.۰/۰.۰ ^b	۳	۵	۱
۳/۰±۵۰/۰.۵ ^c	۳/۰±۵۰/۰.۴ ^c	۳/۰±۵۰/۰.۵ ^c	۳	۱۰	۲
۳/۰±۰.۰/۰.۰ ^d	۳/۰±۰.۰/۰.۰ ^d	۳/۰±۰.۰/۰.۰ ^d	۳	۱۵	۳
۴/۰±۰.۰/۰.۰ ^b	۳/۰±۵۰/۰.۶ ^c	۳/۰±۵۰/۰.۴ ^c	۵	۵	۴
۵/۰±۰.۰/۰.۰ ^a	۴/۰±۰.۰/۰.۰ ^b	۵/۰±۰.۰/۰.۰ ^a	۵	۱۰	۵
۲/۰±۵۰/۰.۰ ^e	۲/۰±۰.۰/۰.۰ ^e	۲/۰±۵۰/۰.۰ ^e	۵	۱۵	۶
۳/۰±۰.۰/۰.۰ ^d	۳/۰±۰.۰/۰.۰ ^d	۳/۰±۰.۰/۰.۰ ^d	۷	۵	۷
۲/۰±۰.۰/۰.۰ ^e	۲/۰±۰.۰/۰.۰ ^e	۲/۰±۰.۰/۰.۰ ^f	۷	۱۰	۸
۲/۰±۰.۰/۰.۰ ^e	۲/۰±۰.۰/۰.۰ ^e	۲/۰±۰.۰/۰.۰ ^f	۷	۱۵	۹

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



شکل ۸- قابل قبول بودن نمونه‌های دونات حاوی سطوح مختلف پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر

بحث

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 (۱۵). از طرف دیگر کنسانتره پروتئین آب پنیر به دلیل قابلیت آب‌دوستی 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 چاپاتی نیمه پخت افزایش یافت. 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

هیدروکلوئیدها، بیوپلیمرهای آب‌دوستی هستند که ساختمان پلی‌ساکارید یا پروتئینی دارند و امروزه به دلیل ویژگی‌های عملکردی مناسب نظیر قوام دهندگی، تشکیل ژل، جایگزین چربی، پوشش‌دهندگی و... در صنایع مختلف بسیار گسترش یافته‌اند (۱۴). بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص گردید که 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 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 به‌طور 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 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)، 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

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 ($p < 0.05$)، پایداری خمیر کاهش پیدا نمود. به‌طوری‌که بالاترین میزان پایداری خمیر (۵/۲۲ دقیقه)، مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان پایداری خمیر (۳/۰۸ دقیقه)، مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی 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 سیب‌زمینی تا ۱۰ درصد می‌تواند در ارتباط با ایجاد ساختار محکم خمیر و کاهش سست شدن آن، در نتیجه به‌کارگیری افزودنی‌های مذکور و پیوند قوی آن‌ها با اجزای آرد گندم، باشد. می‌توان گفت که بخش نامحلول در آب ترکیبات مذکور با بخش آب‌گریز پروتئین‌های گندم متصل می‌شود و با ایجاد بار منفی قوی در کمپلکس، به تراکم پروتئین‌ها و تقویت شبکه گلوتنی خمیر می‌انجامد (۲۱). همچنین ترکیب اصلی پروتئین آب پنیر، بتالاکتوگلوبولین است که منبع اصلی گروه‌های دی سولفیدی در شیر است لذا احتمال می‌رود که هنگام اختلاط خمیر، گروه‌های سولفیدریل موجود در پروتئین‌های پودر آب پنیر با ورود اکسیژن هوا به داخل خمیر به پیوندهای دی سولفیدی تبدیل شده و باعث استحکام و قوام خمیر می‌شوند (۲۲). با وجود این، افزایش بیش‌ازحد پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب بالاتر از ۱۰ درصد و بالاتر از ۵ درصد)، به دلیل رقیق شدن بیش‌ازحد شبکه گلوتن و تأثیر منفی آن‌ها روی برقراری شبکه پایدار گلوتن منجر به کاهش پایداری خمیر، خواهند شد. به‌طور مشابه مرداخانی و همکاران (۲۳)، به مطالعه تأثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر روی خصوصیات فارینوگرافی خمیر منجمد پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده توسط این محققین، مشخص گردید که افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر باعث تأثیر معنی‌داری در جذب آب آرد، افزایش معنی‌داری در مقاومت خمیر و کاهش

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 به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، زمان گسترش خمیر دونات کاهش یافت. به‌طوری‌که 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 یک‌طرف استفاده بیش‌ازحد 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 آب‌دوستی خود سبب هیدارته 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 گسترش خمیر نان بدون گلوتن، مشاهده کردند که با افزایش مقدار زانتان در فرمولاسیون خمیر، زمان گسترش آن کاهش می‌یابد.

پایداری خمیر

بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص شد که پایداری 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 نتایج نشان داد (شکل ۳)، با افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، میزان پایداری خمیر

معنی‌داری در درجه سست شدن خمیر نسبت به خمیر شاهد می‌شود.

درجه سست شدن خمیر

بر اساس نتایج تحلیل واریانس، مشخص گردید که درجه سست شدن 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 نتایج نشان داد (شکل ۴)، با افزایش درصد پودر پوست سیب‌زمینی از صفر تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر از صفر تا ۵ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، کاهش یافت اما با افزایش مقدار پودر پوست سیب‌زمینی از ۱۰ تا ۱۵ و کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ تا ۷ درصد به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، 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 سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و بیشترین درجه سست شدن خمیر دونات بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر بود. همان‌طور که بیان شد با افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر تا ۵ درصد به دلیل خاصیت آب‌دوستی 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 بیش‌ازحد 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 به‌طور 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 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 شد، 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 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 نانوایی یا والوریمتری آرد است. به این مفهوم که آرد استفاده شده تا چه اندازه قابلیت

درصد به کارگیری پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به ترتیب تا سطح ۱۰ و ۵ درصد به طور 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 به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، سفتی نمونه‌های دونات را افزایش داد. در بین نمونه‌های مختلف بالاترین میزان سفتی ($19/58$ نیوتن) مربوط به تیمار حاوی ۱۵ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۷ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و کمترین میزان سفتی ($8/46$ 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) به واسطه خصوصیات مطلوبی که دارند ویژگی‌های بافتی محصول نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از یک طرف، 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

پخت و تولید نان را دارد، ضمن آن‌که 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 این‌که افزایش سطح پودر پوست سیب‌زمینی تا ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر 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 بیش‌ازحد 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 به‌دست‌آمده 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 نانوائی 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 به طور 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

سطح ۱۰ درصد و کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح ۵ درصد در فرمولاسیون دونات به‌طور 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 سیب‌زمینی و بالاتر از ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر، نیز به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، امتیاز خصوصیات حسی را کاهش داد. همان‌طور که نتایج پذیرش کلی نشان داد، تیمار حاوی ۱۰ درصد پودر پوست سیب‌زمینی و ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، دارای امتیاز بیشتری بود. احتمالاً استفاده از این مقدار پودر پوست سیب‌زمینی 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. صحراییان 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 به‌طور معنی‌داری سبب بهبود امتیاز پذیرش کلی و امتیاز حسی محصول نهایی شد.

نتیجه‌گیری

به‌کارگیری 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 محیط‌زیست 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 به‌کارگیری آن‌ها در مواد غذایی، محصولاتی با ارزش افزوده تولید می‌گردد که دارای مزایای سلامت بخش نیز می‌باشند؛ بنابراین هدف از

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 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 سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر نیز مانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تحت تأثیر درصد به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون محصول بود. همان‌طور که نتایج حاصل از این مطالعه، نشان داد افزایش درصد به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی تا

این پژوهش، به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی و پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب حداکثر تا ۱۰ و ۵ درصد) در فرمولاسیون دونات به‌طور 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 به‌طور معنی‌داری

این پژوهش، به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی و پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون دونات بود. به‌کارگیری پودر پوست سیب‌زمینی و کنسانتره پروتئین آب پنیر (به ترتیب حداکثر تا ۱۰ و ۵ درصد) در فرمولاسیون دونات به‌طور 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 به‌طور معنی‌داری

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

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 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 Agroaliment 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.
13. 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 Technology Research Journal*. 2010;6(1):27-36.
14. Shalini R, Gupta DK. Utilization of pomace from apple processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2010; 47:365-71.
15. 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.
16. 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.
 17. Kohajdová Z, Karovičová J. Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical Papers*. 2009; 63:26-38.
 18. 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
 19. Sadegh 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.
 20. 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
 21. Dobraszczyk BJ. Measuring the rheological properties of dough. *Breadmaking Improving Quality*. Woodhead Publishing. Cambridge, UK. 2003;375-400.
 22. 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.
 23. 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.
 24. 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.
 25. Cauvain SP, Young LS. *Bakery food manufacture and quality: water control and effects*. John Wiley & Sons; 2009.
 26. 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.
 27. 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.
 28. 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.
 29. Sudha ML, Vetrimani 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.
 30. Sahraiyan 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.