

بررسی اثر غنی‌سازی آرد گندم با ایزوله پروتئین سویا بر ویژگی‌های کیفی دونات تولید شده از آن طی زمان نگهداری

آرش قیطران پور^{۱*}، محمد الهی^۲، مسعود نجف نجفی^۳، محبت محبی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* نویسنده مسئول (a_ghaitarnpour@yahoo.com)

۲. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز آموزش عالی جهاد کشاورزی خراسان رضوی

۴. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

دونات نوعی اسنک تخمیری سرخ شده است. مطالعات کمی درباره غنی‌سازی آرد گندم با ایزوله پروتئین سویا به منظور تولید دونات انجام شده است. هدف این کار بررسی تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر ویژگی‌های کیفی دونات هنگام نگهداری بود. ایزوله پروتئین سویا به میزان ۰، ۱، ۲ و ۵٪ به نمونه‌ها اضافه شد. میزان جذب آب و محتوای پروتئین نمونه‌ها با استفاده از دستگاه‌های فارینوگراف و کجلدال اندازه‌گیری شد. نرم‌افزار ایمپج جی برای تعیین رنگ و تخلخل نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت و از روش مقیاس ۹ نقطه‌ای هدونیک با ۱۲ داور برای ارزیابی حسی نمونه‌ها استفاده شد. محتوای پروتئین و جذب آب نمونه‌های غنی‌سازی شده افزایش یافت اما حجم، تخلخل و روشنایی آنها کمتر از شاهد بود. نتایج نشان داد که نمونه شاهد بیشترین نمره را در ارزیابی حسی کسب کرد هر چند که تفاوت آن با سایر نمونه‌ها معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). بنابراین می‌توان گفت با افزودن ایزوله پروتئین سویا تا سطح ۵٪ می‌توان نمونه‌های دونات با میزان پروتئین بالاتر تولید کرد، بدون این که تاثیر منفی معنی‌داری بر روی پذیرش کلی آنها داشته باشد.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۰۶

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۹/۰۱

واژه‌های کلیدی

ایزوله پروتئین سویا

زمان نگهداری

غنی‌سازی

دونات

مقدمه

اصلی پروتئین سویا، که پس از حذف اجزای غیرپروتئینی تولید شده است. ایزوله پروتئین سویا به شکل پودری، گرانولی و رشته‌ای وجود دارد و دارای حداقل ۹۰٪ پروتئین می‌باشد. این فراورده قابلیت هضم بالا و بوی لوبیایی پایینی داشته و نقش بسیار مهمی در فرمولاسیون مواد غذایی ایفا می‌کند، گاهی نیز به عنوان مکمل مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hefnawy et al., 2011).

استفاده از ایزوله پروتئین سویا به منظور جایگزینی برای پروتئین‌های حیوانی در تولید و غنی‌سازی فراورده‌های کم‌کالری، با پروتئین بالا و

سویا یکی از اعضای خانواده حبوبات می‌باشد. دانه سویا پروتئین و لیزین فراوانی دارد و به خاطر استفاده‌های فراوانی که دارد، در مناطق مختلف به صورت گسترده‌ای کشت می‌شود. ایجاد طعم‌های نامطلوب، حضور مواد ضدتغذیه‌ای و پایین بودن محتوای پروتئین آرد سویا، لزوم تولید محصولاتی همچون کنسانتره و ایزوله پروتئین سویا که میزان پروتئین بالاتر و ویژگی‌های عملکردی بهتری دارند را نمایان کرد. خالص‌ترین شکل پروتئین سویا، ایزوله پروتئین سویا می‌باشد و عبارت است از فراکسیون

تری گلسیرید پلاسما و کلسترول را کاهش می‌دهد و مکمل آمینواسیدهای ضروری گندم می‌باشد. دونات به علت بازاریابندی بالا می‌تواند یکی از راه‌های وارد کردن پروتئین سویا در غذای روزانه انسان باشد. غنی‌سازی آرد گندم با پروتئین سویا، کیفیت پروتئین را افزایش می‌دهد. هدف کاربردی مطالعه حاضر بررسی اثر غنی‌سازی با ایزوله پروتئین سویا بر ویژگی‌های کیفی دونات در مدت نگهداری بود تا شرایط برای تهیه محصولی با ارزش غذایی و پروتئینی بالاتر و همچنین قابل قبول از نظر مصرف‌کننده فراهم شود.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد اولیه

مواد مورد نیاز برای تولید خمیر دونات شامل آرد گندم، شیر خشک، نمک، زانتان، وانیل، اسیدسیتریک، خمیرمایه رضوی (مخمر فشرده)، بهبود دهنده، روغن، تخم مرغ، و گلوتن از شرکت نان رضوی تهیه شد. ایزوله پروتئین سویا (ساخت کشور چین، نشان تجاری: FSL) از شرکت کاهر خریداری گردید. از روغن گیاهی بدون موم نینا برای سرخ کردن استفاده شد.

تولید خمیر و فرایند سرخ کردن

ابتدا مواد خشک مورد استفاده شامل آرد گندم (۱۸۲/۵ گرم)، شکر (۷/۳ گرم) شیر خشک (۶/۱ گرم)، نمک (۱/۸ گرم)، زانتان (۱/۷ گرم)، وانیل (۱/۷ گرم)، اسیدسیتریک (۰/۱ گرم)، بهبود دهنده (۱/۷ گرم) و گلوتن (۰/۶ گرم) با هم مخلوط شدند. سایر افزودنی‌ها (خمیرمایه ۹/۸ گرم)، روغن (۱۲/۲ گرم) و تخم‌مرغ (۹/۸ گرم) به آب (۶۶/۱ گرم) اضافه و به مدت یک دقیقه با استفاده از همزن خانگی (کاتامو ۹۷۶۴۵۵۲، ژاپن) هم زده شد. مواد خشک پس از الک شدن به مواد مایع اضافه شد و سپس به مدت ۵ دقیقه با خمیرگیر (Huger مدل HG550TMEM) ورز داده شد. خمیر تهیه شده با استفاده از وردنه پهن شد تا به ضخامت تقریبی یک سانتی‌متر برسد. سپس با استفاده از قالب‌هایی با قطر خارجی ۷/۵ سانتی‌متر و قطر داخلی ۱ سانتی‌متر، قالب‌زنی شدند و به مدت

کلسترول پایین افزایش یافته است (رواقی و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده از پروتئین سویا در فرآورده‌های حاصل از آرد گندم علاوه بر افزایش خواص تغذیه‌ای، بر کیفیت آنها نیز تاثیر می‌گذارد.

دونات نوعی اسنک تخمیری سرخ شده است که به عنوان میان وعده، از آن استفاده می‌شود. این محصول در بسیاری از کشورهای دنیا شناخته شده است. خوشمزه‌گی و پراثرزی بودن این محصول باعث شده در بین محصولات شیرین حاصل از آرد گندم، بسیار مورد توجه باشد. این محصول برای اولین بار در آلمان و هلند تهیه شد (Tan et al., 2006, Zolfaghari et al., 2013). تاکنون مطالعات متعددی در زمینه بررسی تأثیر افزودن نسبت‌های متفاوت مشتقات سویا به محصولات حاصل از آرد گندم بویژه نان انجام شده است (Berver et al., 1992, Noor, aziah et al., 2012)، اما اطلاعات کمی در مورد تاثیر پروتئین سویا بر محصولات خمیری سرخ شده وجود دارد.

Lee و همکاران (۲۰۰۵) خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی یاکوا که به آن ایزوله پروتئین سویا افزوده شده بود را مورد بررسی قرار دادند. متناسب با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا، مقدار رطوبت خارج شده و روغن جذب شده کاهش یافت. نتایج رنگ‌سنجی بیانگر آن بود که افزودن ایزوله پروتئین سویا باعث تیره شدن رنگ بخش‌های خارجی و داخلی یاکوا می‌شود. طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش، می‌توان تا ۱۵٪ ایزوله پروتئین را جایگزین آرد گندم کرد بدون آن که از لحاظ عطر و بو تاثیر منفی معنی‌داری بر آن داشته باشد. Rehman و همکاران (۲۰۰۷) آرد ماش را در سطوح مختلف به دونات اضافه کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزودن آرد ماش، میزان پروتئین و همچنین هضم‌پذیری دونات افزایش می‌یابد. علاوه بر این با افزایش میزان آرد ماش، سختی نمونه‌های دونات نیز بیشتر شد.

ماده اصلی تهیه دونات آرد گندم می‌باشد که پروتئین آن از نظر برخی آمینواسیدها مخصوصا لایزین فقیر است. پروتئین سویا از پروتئین اصلی کون‌گلایسین و گلایسین تشکیل می‌شود که سطح

میزان جذب آب

طبق روش مجذوبی و همکاران و با استفاده از دستگاه فارینوگراف مارک برابندر، مدل D-4100 ساخت آلمان تعیین گردید و مقدار جذب آب به صورت میزان آب مورد نیاز برای رسیدن به خط 500 برابندر تعیین گردید (مجذوبی و همکاران، 1389).

بافت

بررسی بافت با استفاده از دستگاه بافت سنج^۲ ساخت انگلستان (مدل بروکفیلد، QTS) و توسط آزمون فشردن^۳ صورت گرفت. قطعات یکسان با ابعاد 2×2×2 سانتی‌متر از نمونه‌ها تهیه شد، سپس پروب دستگاه به 4×4 سانتی‌متر و با سرعت 1 میلی‌متر بر ثانیه شروع به حرکت کرد و پس از تماس با سطح نمونه، به اندازه 75٪ از ارتفاع اولیه نمونه آن را فشرده کرد (Nadide et al, 2003).

ضخامت پوسته

جهت اندازه‌گیری ضخامت پوسته نمونه‌های سرخ شده، ابتدا برش‌هایی از مقطع عرضی دونات تهیه و عکس‌های دیجیتال از آنها گرفته شد. به منظور تبدیل واحد پیکسل به میلی‌متر قبل از تهیه عکس‌ها، یک قطعه با ابعاد مشخص در کنار نمونه قرار گرفت. سپس عکس‌ها وارد نرم‌افزار ایمیج جی شدند و ابتدا طول قطعه‌ای که ابعاد مشخص داشت در واحد پیکسل اندازه‌گیری و نسبت تبدیل آن به میلی‌متر به دست آمد بعد از این مرحله، ضخامت پوسته نمونه‌های مختلف اندازه‌گیری شد (قیطران پور، 1392).

آزمون‌های حسی

به منظور بررسی میزان تاثیر متغیرهای درصد ایزوله سویا و زمان نگهداری بر پذیرش این محصول توسط مصرف‌کننده، از روش مقیاس 9 نقطه‌ای هدونیک استفاده شد. نمونه‌های دونات با تیمارهای مختلف تهیه و از داوران خواسته شد تا با در نظر گرفتن عوامل موثر بر کیفیت دونات شامل رنگ،

15 دقیقه در آون با دمای 80 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نمونه‌های مورد آزمایش با استفاده از مخلوط آرد گندم با 0، 1، 2 و 5٪ جایگزینی با ایزوله پروتئین سویا تولید شد. سرخ کردن دونات در دمای 180 درجه سانتی‌گراد با استفاده از دستگاه سرخ کن برقی خانگی (Suzuki Z.F) و به مدت 6 دقیقه صورت گرفت. مدت زمان سرخ کردن نمونه‌ها به دو بخش تقسیم شد. بعد از به پایان رسیدن قسمت اول، دونات‌ها برگردانده شدند تا قسمت بالای آنها نیز سرخ شود. نمونه‌ها پس از رسیدن به دمای محیط، در بسته‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند (دارایی گرمه خانی و همکاران، 1388؛ Mariscal et al., 2008).

اندازه‌گیری پروتئین

میزان پروتئین دونات با استفاده از استاندارد AOAC و به روش کج‌دال (N×5/6) اندازه‌گیری شد (AOAC, 1980).

حجم و چگالی

روش استفاده از جابجایی دانه‌های ریز برای تعیین حجم و چگالی دونات بکار رفت (Garimella Purna et al., 2011).

اندازه‌گیری رنگ

به منظور استخراج پارامترهای رنگ سطح و مغز دونات از دوربین دیجیتال استفاده شد و فضای رنگی عکس‌های گرفته شده با استفاده از نرم‌افزار ایمیج جی^۱ از RGB به L*a*b* تغییر یافت (شهیدی و همکاران، 1389).

اندازه‌گیری تخلخل

اساس استفاده از تصاویر دیجیتال در اندازه‌گیری تخلخل، بر این پایه استوار شده است که تصاویر رنگی وارد فضای 8 بیتی شده سپس به روش آستانه‌گیری، حفرات بافت مورد نظر شناسایی شوند و آنگاه نسبت مساحت حفرات به مساحت کل بیانگر تخلخل خواهد بود (شهیدی و همکاران، 1389).

2- Texture Analyzer
3- Compression

1- Image J software

حجم، سفتی، طعم لوبیایی سویا، و پذیرش کلی به آنها نمره دهند.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج آزمون‌های شیمیایی، ارزیابی حسی و سایر آزمون‌ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سطح احتمال ۰.۰۵ تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و نرم افزار SPSS در سه تکرار استفاده شد.

نتایج و بحث

تاثیر افزودن ایزوله پروتئین سویا بر جذب آب و میزان پروتئین دونات

یکی از مهم‌ترین فاکتورها در فارینوگراف، تعیین دقیق میزان جذب آب آرد برای رسیدن به قوام مشخص است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است که درصد جذب آب آرد با افزودن ایزوله پروتئین سویا به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافته است. Orlando و همکاران (۲۰۰۲) نیز افزایش در جذب آب آردهای حاوی پروتئین سویا را گزارش کرده است. همان طور که در جدول ۱ آمده است نتایج نشان دهنده آن بود که میزان جذب آب با افزودن ایزوله پروتئین سویا، افزایش بیشتری دارد و بالاترین میزان جذب آب مربوط به نمونه حاوی ۵ درصد ایزوله پروتئین سویا و پایین‌ترین میزان جذب آب مربوط به نمونه شاهد بوده است.

جدول ۱- تاثیر افزودن ایزوله پروتئین سویا بر پروتئین دونات و جذب آب

ایزوله پروتئین سویا (%)	جذب آب (mL)	پروتئین (%)
۰	68.4 ± 0.114	5.01 ± 0.115
۱	68.4 ± 0.135	5.11 ± 0.119
۲	68.6 ± 0.114	5.25 ± 0.122
۵	73.1 ± 0.107	5.7 ± 0.1

نتایج به دست آمده حاصل از سه تکرار است و به صورت میانگین $\pm SD$ بیان شده است. حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلافات است

جدول ۱ تاثیر افزودن ایزوله پروتئین سویا بر میزان پروتئین دونات را نیز نشان داده است. طبق نتایج مذکور در این جدول، افزودن ایزوله پروتئین سویا بر میزان پروتئین دونات تاثیر گذاشته است به طوری که پروتئین دونات حاوی ۵٪ ایزوله پروتئین سویا به طور معنی‌داری بیشتر از دونات شاهد بود. نتایج به دست آمده با یافته‌های سایر پژوهشگران همخوانی داشت. (Noor Aziah *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2005).

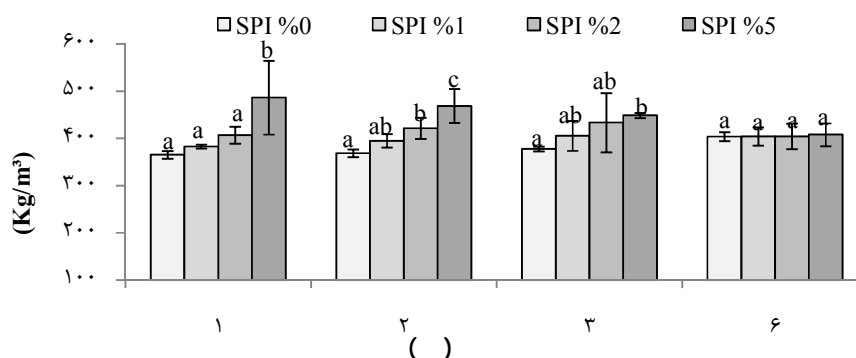
تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر چگالی دونات طی مدت نگهداری

همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود با افزایش درصد ایزوله پروتئین سویا، حجم دونات کاهش و چگالی افزایش می‌یابد. این نتایج با یافته‌های به دست آمده توسط ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) در مورد تاثیر افزودن آرد سویا بر حجم دونات طی سرخ‌کردن،

همخوانی داشت. می‌تواند این مطالب، پژوهشی است که در بررسی میکروسکوپی نان غنی‌شده با کنسانتره پروتئین گیاهی صورت گرفته است، نتایج این پژوهش نشان داد که با افزودن آرد سویا به نان در دیواره آن حفراتی بوجود می‌آید که به دی‌اکسیدکربن انباشته شده در این حفرات اجازه خروج از بافت خمیر را می‌دهد (Fleming *et al.*, 1978). زمان نگهداری هم، از جمله عوامل موثر بر حجم و چگالی دونات است. نتایج به دست آمده بیانگر آن بود که گذشت زمان باعث افزایش چگالی دونات می‌شود (مخصوصاً نمونه‌های شاهد) که این امر می‌تواند به دلیل ماندگاری و بیاتی محصول باشد که باعث چروکیدگی شدن دیواره حباب‌های گاز درون بافت دونات شده و در نتیجه آن حجم کاهش پیدا می‌کند (شکل ۱). نتایج به دست آمده در این قسمت، با نتایج سایر محققان در مورد تاثیر زمان نگهداری بر کاهش حجم محصولات پخت مطابقت داشت (مجدوبی و همکاران،

اما با گذشت زمان این تفاوت کم و کمتر می‌شود تا حدی که در روز ششم، چگالی تمام نمونه‌ها تقریباً یکسان می‌شود.

نکته جالب توجه که از بررسی شکل ۱ به دست می‌آید آن است که در روز اول و دوم تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین چگالی نمونه‌ها وجود دارد،



شکل ۱- تاثیر افزودن ایزوله پروتئین سویا بر چگالی دونات طی مدت نگهداری

تفاوت رنگ موجود در بین پوسته نمونه‌های دونات، معنی‌دار بود ($P < 0.05$). افزایش پروتئین دونات در اثر افزودن ایزوله پروتئین سویا ممکن است عامل ایجاد این تغییرات باشد زیرا سویا دارای مقدار زیادی لیزین است که به عنوان ماده‌ی اولیه واکنش میلارد می‌تواند باعث افزایش رنگ تولید شده در اثر این واکنش باشد. Lee و همکاران (۲۰۰۵) نیز در تحقیقی بر روی یاکوا به نتایج مشابهی دست یافتند. دمای مغز دونات، مثل پوسته دچار تغییرات شدید و ناگهانی نمی‌شود و به همین خاطر مغز دونات روشن‌تر از پوسته آن است و افزودن ایزوله پروتئین سویا باعث کاهش شدید روشنایی آن نمی‌گردد.

علت وقوع این پدیده می‌تواند به خاطر حضور پروتئین سویا باشد، زیرا هرچه مقدار این ماده در دونات کمتر باشد، حجم آن در روز اول نگهداری بیشتر و بافت آن نرم‌تر خواهد بود. حجم بیشتر باعث خواهد شد که دیواره اطراف حباب‌های هوا نیز نازک‌تر گردند و به همین خاطر، مقاومت آنها کاهش یابد، در نتیجه زمان نگهداری تاثیر بیشتری بر کاهش حجم دونات خواهد داشت تا حدی که در روز ششم، چگالی تمامی نمونه‌ها به مقدار تقریباً یکسانی خواهد رسید.

تاثیر ایزوله پروتئین سویا و زمان نگهداری بر روشنایی پوسته و مغز دونات

جدول ۲- تاثیر ایزوله پروتئین سویا و زمان نگهداری بر تغییرات L* پوسته و مغز دونات

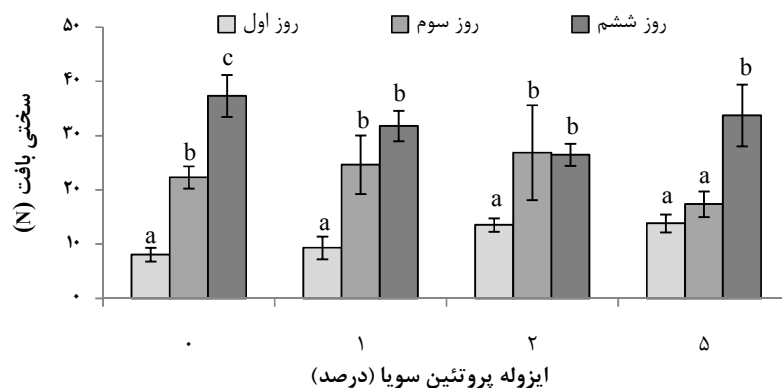
ایزوله پروتئین سویا (%)	روشنایی پوسته			روشنایی مغز		
	روز اول	روز دوم	روز ششم	روز اول	روز دوم	روز ششم
۰	۶۳/۵±۲ ^a	۶۳/۷±۰/۹ ^a	۵۹±۳ ^a	۸۵/۸±۴/۱ ^a	۸۳/۹±۰/۸ ^a	۸۲/۳±۲/۲ ^a
۱	۶۰/۱±۲ ^b	۶۰/۸±۱/۹ ^a	۵۶/۵±۴/۲ ^a	۸۴/۸±۴/۲ ^a	۸۳±۴ ^a	۸۱/۵±۴/۲ ^a
۲	۵۷±۱ ^c	۵۷±۱/۳ ^b	۵۴±۳ ^a	۸۳/۹±۱/۲ ^a	۸۲/۵±۱/۸ ^a	۸۰/۵±۳/۵ ^a
۵	۴۸±۰/۹ ^d	۴۹/۹±۳ ^c	۴۷±۲/۵ ^b	۸۲±۱ ^a	۸۱/۵±۳/۵ ^a	۸۰/۵±۲/۵ ^a

نتایج به دست آمده حاصل از سه تکرار است و به صورت میانگین $\pm SD$ بیان شده است. حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلافات است.

پروتئین سویا، ابتدا باعث افزایش سختی دونات می‌گردد اما طی مدت نگهداری کم‌کم این روند برعکس می‌شود به طوری که در پایان روز ششم نگهداری، سختی تمام نمونه‌های حاوی ایزوله پروتئین سویا کمتر از نمونه شاهد است. این امر ممکن است به علت افزایش مقدار پروتئین دونات و به دنبال آن تعداد پیوندهای متقابل پروتئین- پروتئین افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده با یافته‌های Lee و Brennard (۲۰۰۵) همخوانی داشت. آن‌ها گزارش دادند که نیروی مورد نیاز برای فشردن یاکوا با افزایش درصد ایزوله پروتئین سویا تا ۱۵٪ بیشتر می‌شود (Lee & Brennard., 2005)

تاثیر ایزوله پروتئین سویا و زمان نگهداری بر بافت دونات

سختی یکی از مهم‌ترین پارامترهای بافت دونات است زیرا می‌تواند بر پذیرش نهایی محصول توسط مصرف‌کننده، تاثیر داشته باشد. شکل ۲ تاثیر افزودن غلظت‌های مختلف ایزوله پروتئین سویا بر بافت دونات سرخ شده را نشان می‌دهند. با افزایش غلظت ایزوله پروتئین سویا در محصول، سختی آن نیز به صورت معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت. نتایج آزمایش بافت بر روی نمونه‌های مختلف تولید شده، جهت تعیین روند بیاتی دونات و تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر آن در شکل ۲ آمده است. طبق نتایج به دست آمده، افزودن ایزوله



شکل ۲- تاثیر زمان نگهداری بر سختی بافت دونات

کاهش می‌یابد که این امر به علت انعطاف‌پذیر بودن دیواره حباب‌های هوای موجود در بافت دونات و حضور رطوبت در آن است که در نتیجه، بیاتی محصول باعث چروکیدگی شدن دیواره حباب‌های گاز درون بافت دونات شده و حجم کاهش پیدا می‌کند. در حالی که پوسته نسبت به مغز میزان رطوبت کمتری دارد و علاوه بر آن در معرض حرارت بالاتری قرار گرفته است، در نتیجه تغییراتی در آن بوجود می‌آید که باعث می‌شود ساختار آن از استحکام بالاتری برخوردار باشد و با گذشت زمان ضخامت آن تغییر چندانی پیدا نکند.

تاثیر زمان نگهداری و افزودن ایزوله پروتئین سویا بر ضخامت پوسته

همان طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، یافته‌های به دست آمده بیانگر آن بود که ضخامت پوسته دونات دارای ۵٪ ایزوله پروتئین سویا بالاتر از سایر نمونه‌ها بود و زمان نگهداری نیز تاثیر معنی‌داری بر ضخامت پوسته نداشت ($P > 0.05$). علت این امر می‌تواند شرکت ایزوله پروتئین سویا در واکنش‌های مولد رنگ در حین سرخ کردن (مخصوصاً واکنش مایلارد) باشد که در سطح مقطع عرضی دونات رخ می‌دهد و منجر به این امر می‌شود که ضخامت پوسته دونات بیشتر به نظر برسد. همان طور که قبلاً ذکر شد حجم دونات در اثر نگهداری

جدول ۳- تاثیر زمان نگهداری و افزودن ایزوله پروتئین سویا بر ضخامت پوسته

روز ششم	روز سوم	روز دوم	روز اول	ایزوله پروتئین سویا (%)
۰/۹±۰/۴ ^a	۱/۰۵±۰/۳ ^a	۰/۸۲±۰/۳ ^a	۰/۹±۰/۳ ^a	۰
۰/۹۳±۰/۲۵ ^a	۰/۹۵±۰/۳ ^a	۰/۹۶±۰/۱۵ ^a	۰/۹۵±۰/۱ ^a	۱
۱/۱۵±۰/۴ ^a	۰/۹۸±۰/۱ ^a	۱/۱±۰/۲۵ ^a	۰/۹۹±۰/۱ ^a	۲
۱/۱۵±۰/۲ ^a	۱/۱۵±۰/۱ ^a	۱/۰۸±۰/۱۳ ^a	۱/۱±۰/۱ ^a	۵

نتایج به دست آمده حاصل از سه تکرار است و به صورت میانگین \pm SD بیان شده است. حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلافات است

تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر روند تغییرات تخلخل دونات طی زمان نگهداری

طبق نتایج به دست آمده از جدول ۴، میانگین تخلخل در روز دوم اندکی کاهش می‌یابد اما در ادامه تغییر چندانی مشاهده نمی‌گردد. تغییرات تخلخل دونات

حاوی ایزوله پروتئین سویا طی زمان نگهداری کمتر از نمونه شاهد است که این امر می‌تواند به خاطر ساختار محکم‌تر دیواره حباب‌های موجود در بافت آن‌ها باشد.

جدول ۴- تاثیر زمان نگهداری و افزودن ایزوله پروتئین سویا بر تخلخل دونات

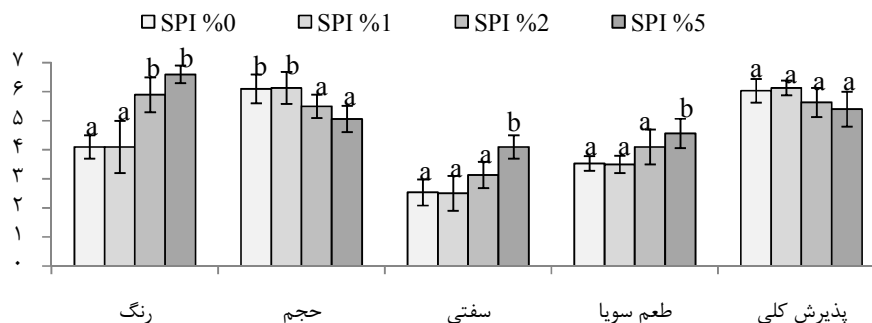
روز ششم	روز سوم	روز دوم	روز اول	ایزوله پروتئین سویا (%)
۳۹/۸±۰/۷ ^a	۳۹/۶±۲ ^a	۴۰/۷۵±۱/۷ ^a	۴۱/۷۵±۳ ^a	۰
۴۰/۵±۰/۶ ^a	۴۰/۶±۲/۱ ^a	۴۰/۷۵±۱/۳ ^a	۴۱±۲ ^a	۱
۴۱±۰/۸ ^a	۴۱/۵±۱/۳ ^a	۴۰/۷۵±۱ ^a	۴۱±۲ ^a	۲
۴۰/۳±۱ ^a	۴۰/۲۵±۲ ^a	۳۹/۷۵±۱/۵ ^a	۳۹/۷۵±۰/۷ ^a	۵

نتایج به دست آمده حاصل از سه تکرار است و به صورت میانگین \pm SD بیان شده است. حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلافات است.

تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر ارزیابی حسی

نتایج حاصل از آزمون حسی نمونه‌های دونات در شکل ۳ آورده شده است. با توجه به میانگین امتیازات آزمون حسی، نمونه حاوی ۵٪ ایزوله پروتئین سویا به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) سختی و رنگ بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. افزودن ایزوله پروتئین سویا باعث کاهش میانگین حجم و پذیرش کلی و افزایش طعم سویا در نمونه‌های دونات شد اما این تاثیر بر پذیرش کلی معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). Awasthi و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی تغییرات بیسکویت غنی شده با آرد سویا به این نتیجه رسیدند که آرد سویا رنگ را افزایش می‌دهد. این نتایج با یافته‌های Lee & Brennan (۲۰۰۵) که به بررسی اثر جایگزینی ایزوله پروتئین

سویا با آرد گندم بر ویژگی‌های حسی کلوجه سرخ شده یاکوا پرداختند در برخی موارد مغایرت داشت (Lee et al., 2005). این محققان بیان کردند که با افزایش ایزوله پروتئین سویا به یاکوا، سختی، بوی مخصوص سویا و رنگ پوسته و مغز افزایش می‌یابد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی داشت اما میانگین پذیرش کلی یاکوا با افزایش ایزوله پروتئین سویا تا سطح ۱۰٪ افزایش یافته بود که بر خلاف نتایج آزمون حسی دونات است. علت این اختلاف ممکن است به تفاوت در سلیقه ارزیاب‌ها در دو کشور کره و ایران و همچنین تفاوت در همپوشانی طعم ترکیبات بکار رفته در فرآورده‌های مذکور باشد.



شکل ۳- تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر ارزیابی حسی

نتیجه‌گیری

کرد بدون آنکه تاثیر منفی معنی‌داری بر پذیرش آن از نظر مصرف کنندگان داشته باشد.

با افزودن ایزوله پروتئین سویا محتوای پروتئین و جذب آب نمونه‌ها افزایش یافت اما حجم، تخلخل و روشنایی آنها کمتر از شاهد بود. نتایج نشان داد که از نظر پذیرش کلی نمونه شاهد بیشترین امتیاز را در ارزیابی حسی کسب کرد هرچند که تفاوت آن با سایر نمونه‌ها معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). به‌طور کلی می‌توان گفت که با بکارگیری منبع ارزان قیمت پروتئین سویا در ترکیب دونات، می‌توان محصولی با پروتئین بالاتر تولید

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی به خاطر همکاری در انجام این پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد، همچنین نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از شرکت نان رضوی، خانم مهندس فامیلی و آقای مهندس معصوم‌زاده به خاطر حمایتشان طی مراحل انجام این پژوهش سپاسگزاری کنند.

منابع

- دارائی گرمه خانی، ا.، میرزایی، ح.، مقصدلو، ی. و کاشانی نژاد، م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر خشک کردن مقدماتی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده‌ی سیب‌زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶ (۳): ۱۱-۱.
- ذوالفقاری، ز.، محبی، م. و حداد خداپرست، م.ح. ۱۳۹۰. تاثیر نوع پوشش هیدروکلوئیدی و افزودن آرد سویا بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی پیراشکی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۱ (۱): ۱۳۹-۱۲۷.
- رواقی، م.، مظاهری تهرانی، م. و آسوده، ا. ۱۳۹۱. بررسی تغییر خصوصیات شیمیایی و عملکردی حین تولید کنسانتره پروتئینی سویا از آردهای صنعتی سویا. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۸ (۱): ۲۹-۱۶.
- شهیدی، ف.، محبی، م. و احتیاطی، ا. ۱۳۸۹. تحلیل تصاویر رقمی مغز نان بربری غنی شده با آرد سویا. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی، ۶ (۴): ۲۵۳-۲۴۷.
- قیطران‌پور، آ. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر افزودن ایزوله پروتئین سویا بر کنتیک انتقال جرم، ویژگی‌های فیزیکی و روند انتقال جرم در آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه علوم و صنایع غذایی.
- مجدوبی، م.، آگاه، ش. و فرحناکی، ع. ۱۳۸۹. تاثیر زمان نگهداری در دمای محیط بر خصوصیات نان نیمه پخته حجیم قالبی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۷ (۳): ۱۰-۱.
- یارمند، م.س. ۱۳۸۸. مطالعه و ارزیابی میکروسکوپی و حسی بیاتی نان‌های پرمصرف ایرانی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۶ (۳): ۹۳-۸۳.

- 8- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- 9- Awasthi, I., Siraj, P., Tripathi, M. & Tripathi, V. 2012. Development of soy fortified high protein and high calorie supplementary biscuits. *Indian Journal of Scientific Research*, 3: 51-58.
- 10- Berver, M.S., Potter, S.M., Sprouls, G. & Reinhard, M. 1992. Effect of soy protein isolate and soy fiber on color, physical and sensory characteristics of baked products. *Journal of Food Quality*, 15: 245-314.
- 11- Fleming, S.E. & Sosulski, F.W. 1978. Microscopic evaluation of bread fortified with concentrated plant protein. *Cereal Chemistry*, 55: 373-382.
- 12- Fleming, S.E. & Sosulski, F.W. 1978. Microscopic evaluation of bread fortified with concentrated plant protein. *Cereal Chemistry*, 55: 373-382.
- 13- Garimella Purna, S.K., Miller, R.A., Seib, P.A., Graybosch, R.A. & Shi, Y.S. 2011. Volume, texture, and molecular mechanism behind the collapse of bread made with different levels of hard waxy wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 54: 37-43.
- 14- Hefnawy, H.T.M. & Ramadan, M.F. 2011. Physicochemical characteristics of soy protein isolate and fenugreek gum dispersed systems. *Journal of Food Science and Technology*, 48: 371-377.
- 15- Karaoglu, M.M. & Kotancilar, H.G. 2009. Quality and textural behavior of par-baked and re-baked cake during prolonged storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 93-99.
- 16- Lee, K. & Brennan, C.P. 2005. Physico-chemical, textural and sensory properties of a fried cookie system containing soy protein isolate. *International Journal of Food Science & Technology*, 40: 501-508.
- 17- Mariscal & M., Bouchon P. 2008. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices. *Food Chemistry*, 107: 1561-1569.
- 18- Nadide, S., Gulum, S. & Serpil, S. 2003. Effects of different emulsifier types, fat contents, and gum types on retardation of staling of microwave-baked cakes. *Nahrung/Food*, 47: 248-251.
- 19- Noor Aziah, A., Mohamad Noor, A. & Ho, L.H. 2012. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *International Food Research Journal*, 19: 1539-1543.
- 20- Orlando, C. & Stauffer, C.E. 2002. Soy protein in baking. *Agro Food Industry High Technology*, 13: 30-33.
- 21- Rehman, S-u., Paterson, A., Hussain, S., Anjum Murtaza, M., Mehmood, S. 2007. Influence of partial substitution of wheat flour with vetch (*Lathyrus sativus* L) flour on quality characteristics of doughnuts. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 73-82.
- 22- Tan, K. & Mittal, G. 2006. Physicochemical properties changes of donuts during vacuum frying. *International Journal of Food Properties*, 9: 85-98.
- 23- Zolfaghari, Z., Mohebbi, M. & Haddad khodaparast, M.H. 2013. M.H. Quality changes of donuts as influenced by leavening agent and hydrocolloid coating. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37: 34-45.

Studying the effect of wheat flour fortification with soy protein isolate on quality characteristics of doughnut during storage time

Arash Ghaitaranpour*¹, Mohammad Elahi², Masoud Najaf Najafi³, Mohabbat Mohebbi⁴

1. MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- *Corresponding author (a_ghaitarnpour@yahoo.com)
2. Assistant Professor, Department of Food science and Technology, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Assistant Professor Department of Food Science & Technology, Institute of Scientific Applied Higher Education Jihad-e-Agriculture, Mashhad, Iran
4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Doughnut is a special fermented and fried snack. There are a few studies about wheat flour fortification with soy protein isolate to produce doughnut. The present research was done to study the effect on quality features of doughnut during preservation. Partial substitution of wheat flour with soy protein isolate at the levels of 0, 1, 2 and 5 g/100 g was carried out to determine its influence on quality characteristics of doughnuts. The water absorption and protein content of the samples were measured by Farinograph and kjeldahl method respectively. Quality characteristics of doughnut such as porosity and color were determined with Image J software. Sensory evaluation of doughnuts was carried out on 9-point hedonic scale by a panel of 12 judges. The protein content and water absorption of the fortified samples were higher, but their Volume, porosity and lightness were lower than the control. Control sample had the highest overall acceptability rating although the difference between samples were not significant ($P>0.05$). So it is possible to produce a doughnut fortified with 1-5% soy protein isolate with higher protein content without having significant negative effect on its acceptability.

Keywords: Doughnut, Fortification, Soy protein isolate, Storage time