

بررسی تأثیر افزودن دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر خصوصیات کمی و کیفی دونات تخمیری فراسودمند

اوربا فعله‌گری^۱، فریبا نقی پور^{۲*} و علیرضا فرجی^۳

۱ و ۳- به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد؛ و استاد گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، گرایش فناوری مواد غذایی، دانشکده علوم و فن‌آوری‌های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۶

چکیده

امروزه هدف از فناوری مواد غذایی، تولید غذاهای آماده با کیفیت بالاتر و ارزش تغذیه‌ای بیشتر است. برای رسیدن به این هدف، تولید محصولات فراسودمند، به‌خصوص میان‌وعده‌های تهیه شده از آرد گندم، جایگاه خاصی دارد. هدف از تحقیق حاضر، بررسی امکان تولید دونات تخمیری فراسودمند با افزودن آرد دانه چیا در سه سطح صفر، ۵ و ۱۰ درصد و نوشیدنی کامبوجا (به‌جای آب) در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد است. در این تحقیق، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و ویژگی‌های حسی محصول تولیدی در یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ارزیابی شد ($P < 0.05$). بر اساس نتایج به دست آمده، مشخص شد با افزایش میزان آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان رطوبت، ترکیبات فنولیک کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول نهایی افزایش می‌یابد. همچنین معلوم شد در بین نمونه‌های تولیدی، نمونه حاوی ۵ درصد آرد دانه چیا و ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا، بیشترین میزان حجم مخصوص و تخلخل و کمترین میزان سفتی بافت را در بازه‌های زمانی ۱، ۳ و ۷ روز پس از تولید، دارد. از سوی دیگر با افزایش میزان نوشیدنی کامبوجا، از روغن محصول نهایی کاسته شد. با افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا، میزان مؤلفه‌های L^* و a^* پوسته به‌ترتیب کاهش و افزایش یافت، درحالی‌که میزان مؤلفه b^* تنها با افزایش ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون محصول افزایش یافته است. داوران چشایی نمونه حاوی ۵ درصد آرد دانه چیا با ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا را بهترین نمونه معرفی کردند.

واژه‌های کلیدی

عملگر، فرآورده‌های غلات، فرمولاسیون، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میان‌وعده

مقدمه

گندم مانند دونات است. دونات نوعی اسنک شیرین است که به‌طور شیمیایی یا تخمیری یا تلفیق این دو به دست می‌آید و به صورت عمیق سرخ می‌شود (Entezari et al., 2017). خوشمزه‌گی و پرانرژی بودن دونات باعث شده تا در میان محصولات شیرین

امروزه با توجه به تغییرات فرهنگی و اجتماعی و افزایش تعداد افراد شاغل، مصرف مواد غذایی آماده رو به افزایش است. در چنین شرایطی یکی از بهترین میان‌وعده‌ها، مصرف مواد غذایی شیرین شده از آرد

کامبوجا به ندرت به بیش از ۱ درصد می‌رسد (Blanc, 1996). بنابراین می‌توان با افزودن نوشیدنی کامبوجا به جای آب موجود در فرمولاسیون دونات تخمیری، ارزش تغذیه‌ای این میان وعده پرفرمدار را بهبود بخشید.

یکی دیگر از ترکیبات طبیعی با ویژگی‌های منحصر به فرد تغذیه‌ای، دانه چیا است. دانه‌های *L. Saliva hispanica* که با نام چیا شناخته می‌شوند دارای ارزش تغذیه‌ای بالا هستند (Ayerza & Coates, 2007). از مهمترین آنتی‌اکسیدان‌های موجود در این دانه می‌توان به فلاونولها، اسید کلروژنیک، اسید کافئیک و نیز میرستین، کوئرستین و کامفرول اشاره کرد (Lxtaina et al., 2011). دانه‌های چیا منبع خوبی از ویتامین‌های گروه B، نیاسین، تیامین، ریبولوین و نیز مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر و پتاسیم هستند و آهن موجود در آنها از آهن موجود در اسفناج، جگر و عدس بیشتر است (Suri et al., 2016). میزان پروتئین این دانه بین ۱۵ تا ۲۳ درصد است که از پروتئین بسیاری از غلات بیشتر است (Steffolani, 2014). دانه چیا گلوتن ندارد اما دارای اسیدهای آمینه ضروری به ویژه اسید گلوتامیک، آرژنین و اسید آسپارتیک است. کل مقدار فیبر رژیمی دانه‌های چیا حدود ۴۰-۳۴ گرم در هر ۱۰۰ گرم است که بخش اعظم آن را فیبر رژیمی انحلال‌ناپذیر تشکیل می‌دهد (Lxtaina et al., 2011). موسیلاژ چیا پلی ساکاریدی شاخه‌ای با اسیدیته بالا و حاوی گزیلوز، مانوز، آرابینوز، گلوکز و گالاکتورونیک اسید است (Costantini et al., 2014) که انحلال‌پذیری بسیار بالایی در آب دارد و می‌تواند منبعی بالقوه از هیدروکلونیدها با ویژگی‌های عملکردی مختلف مانند ظرفیت نگهداری آب بالا، امولسیفایر، قوام دهنده و تثبیت کننده باشد (Suri

حاصل از آرد گندم بسیار مورد توجه قرار گیرد. گفتنی است که دونات تازه باید نرم، قابل انعطاف و دارای آرومای کافی باشد (Dehghan Tanha et al., 2013).

با توجه به مصرف بالای این میان‌وعده، بهبود خصوصیات تغذیه‌ای و ارتقای ویژگی‌های کیفی آن اهمیت بسزایی دارد. یکی از ترکیبات فراسودمند که به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای فراوان و توانایی افزایش ارزش تغذیه‌ای سایر محصولات مورد توجه است، نوشیدنی کامبوجا^۱ است. کامبوجا یک نوع نوشیدنی تخمیری است که طی رابطه همزیستی بین مخمرها و باکتری‌ها تهیه می‌شود (Jayabalan et al., 2007). این محصول طعمی شیرین و اسیدیته‌ای ملایم دارد و تا حدودی گازدار است. اثرهای مفید این محصول روی سلامتی، میزان مصرف این محصول را افزایش داده است. گفته شده کامبوجا می‌تواند موجب کاهش فشار خون در افراد مبتلا به فشار خون بالا، تسکین ورم مفاصل و تقویت سیستم ایمنی شود و نیز از ابتلا و پیشرفت سرطان جلوگیری کند (Dufresne & Farnworth, 2000). میکروارگانیسم‌های موجود در کامبوجا از نوع مفید هستند و مقاومت بالایی به خصوص در شرایط اسیدی دارند و می‌توانند در دستگاه گوارش جای میکروارگانیسم‌های مضر را بگیرند. از این رو کامبوجا را می‌توان جزء محصولات با خواص پروبیوتیکی به شمار آورد (Reiss, 1994). ماده اولیه برای تولید کامبوجا معمولاً چای شیرین شده با شکر است و ساکارز موجود در چای، بر اثر مخمرها به فروکتوز و گلوکز هیدرولیز می‌شود. گلوکز ابتدا بر اثر مخمرها به اتانول و دی‌اکسید کربن (Sreeramulu et al., 2000) و در مرحله بعد اتانول به واسطه استوباکترها به اسید استیک تبدیل می‌شود. غلظت اتانول در

لینولئیک اسید (۶۷/۴ درصد) و مقادیر کم کربوهیدرات (۲۴ درصد) و انرژی به میزان ۱۴ درصد دارد.

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر افزودن آرد دانه چیا و جایگزینی سطوح متفاوت آب موجود در فرمولاسیون دونات تخمیری با نوشیدنی کامبوجا به منظور غنی‌سازی و افزایش ویژگی‌های تغذیه‌ای و بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی، تصویری و حسی محصول نهایی است.

مواد و روش‌ها

مواد

آرد ستاره با درجه استخراج ۸۲ درصد از کارخانه آرد تهران باختر (تهران، ایران) خریداری شد. آرد مصرفی برای اجرای آزمایش‌ها به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. دانه چیا از شرکت کیان فود (تهران، ایران)، قارچ کامبوجا از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، چای سیاه از شرکت گلستان و خمیرمایه تر از شرکت خمیر مایه رضوی تهیه شد. سایر مواد مورد نیاز در آزمایش‌ها شامل روغن سرخ کردنی، نمک، شکر و تخم‌مرغ از یکی از فروشگاه معتبر خریداری گردید. کلیه مواد شیمیایی نیز از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

روش‌ها

تهیه آرد دانه چیا

دانه‌های چیا با استفاده از آسیاب خانگی (مدل KENWOOD، BL335، ساخت چین) به آرد کامل آسیاب شدند و به‌منظور کنترل اندازه گرانول‌ها از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شد (Behmanesh, 2018).

(2016, *et al.*). قابلیت نگهداری رطوبت این دانه سبب می‌شود که افت رطوبت در حین فرآیند سرخ کردن دونات کاهش یابد و در نتیجه ضمن افزایش ارزش تغذیه‌ای، میزان جذب روغن در محصول نهایی پایین آید. یادآوری می‌شود میزان روغن موجود در این دانه به‌عنوان یک روغن شورتنینگ در خمیر کیک یا شیرینی، به هوادهی بیشتر و نرمی محصول کمک می‌کند که برای مصارف انسانی اخیراً توجه زیادی به خود معطوف کرده است (Moreira *et al.*, 2013). رومن کیوسز و همکاران (Romankiewicz *et al.*, 2017) با بررسی تأثیر افزودن آرد دانه چیا بر ویژگی‌های کیفی و ارزش تغذیه‌ای نان گندم می‌گویند افزودن این ترکیب میزان سفتی مغز نان را کاهش داده و رنگ پوسته نان تیره‌تر از نمونه شاهد کرده است. میزان فیبرهای رژیمی، ترکیبات معدنی و ترکیبات فنولیک نان حاصل از آرد دانه چیا، نسبت به نمونه شاهد، بالاتر است. فرناندس و همکاران (Fernandes *et al.*, 2017) نیز تأثیر افزودن موسیلاژ دانه چیا به منظور کاهش مقدار چربی در نان و کیک فراسودمند را بررسی کردند و نشان دادند موسیلاژ دانه چیا می‌تواند با ۵۰ درصد از چربی موجود در فرمولاسیون بدون ایجاد تغییر در ویژگی‌های تکنولوژیکی و فیزیکوشیمیایی محصول نهایی شود. کوستانینی و همکاران (Costantini *et al.*, 2014) با افزودن ۱۰ درصد آرد دانه چیا به آرد گندم سیاه در تولید نان بدون گلوتن، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل به میزان ۷۵ درصد در نمونه نان را مشاهده کردند. این محققان همچنین گزارش دادند نان تولیدی، نسبت به نمونه نان شاهد حاوی آرد گندم سیاه، مقدار بالایی پروتئین (۲۰ درصد)، فیبر رژیمی انحلال‌ناپذیر (۷۵ درصد)، آلفا

تهیه نوشیدنی کامبوجا و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی آن

به منظور تولید نوشیدنی کامبوجا، ۷۰ گرم ساکاروز به ۱/۵ گرم چای سیاه افزوده و پس از اضافه کردن ۱ لیتر آب جوشیده بدون کلر، در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه حرارت‌دهی شد. پس از فیلتراسیون و خنک کردن مایع تا دمای ۲۵ درجه سلسیوس، لایه کامبوجا تلقیح و در دمای ۲۵-۲۹ درجه سلسیوس به مدت ۶-۷ روز گرمخانه‌گذاری شد. در پایان، محصول تا ۲۰ درصد با روتاری (تبخیر گردان) تغلیظ گردید (Makvandi *et al.*, 2016). ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی نوشیدنی کامبوجای تولیدی مانند میزان pH، اسیدیته و بریکس نیز برابر با روش گرینوالد و همکاران (Greenwalt *et al.*, 2000) ارزیابی شد.

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی آرد گندم و آرد دانه چیا

ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی آرد گندم و آرد دانه چیا مانند رطوبت، پروتئین، خاکستر، چربی و گلوتن مرطوب بر اساس روش‌های استاندارد تدوین شده در انجمن شیمی دانان غلات آمریکا^۱ (AACC) (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت مطابق استاندارد شماره ۱۶-۴۴، پروتئین ۱۰-۴۶، خاکستر ۰۱-۰۸، چربی ۱۰-۳۰، گلوتن مرطوب ۱۱-۳۸ ارزیابی گردید. همچنین میزان فیبر نیز طبق روش رانگانایاکی و همکاران (Ranganayaki *et al.*, 2012) تعیین شد.

تهیه دونات و تیمارهای مورد بررسی

خمیر دونات برای تهیه نمونه شاهد با ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۰/۷۵ درصد مخمر، ۱/۵ درصد نمک، ۲/۵ درصد شکر، ۱۲ درصد تخم‌مرغ، ۲/۵ درصد روغن، ۰/۲ درصد وانیل و آب به مقدار لازم تهیه شد (Dehghan Tanha *et al.*, 2013). علاوه بر

این، به‌منظور بررسی تأثیر متغیرهای این تحقیق، آرد دانه چیا در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ درصد (بر اساس وزن آرد گندم) به فرمولاسیون دونات تخمیری افزوده گردید و همچنین نوشیدنی کامبوجا نیز در سطوح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد (بر اساس وزن آب موجود در فرمولاسیون) جایگزین آب شد. برای آماده‌سازی دونات، ابتدا روغن و تخم‌مرغ در مخزن همزن (مدل 24 Sp, Disona، ساخت کشور آلمان) به مدت ۳ دقیقه مخلوط شدند؛ شکر، مخمر و آب (نوشیدنی کامبوجا با توجه به تیمارهای تحقیق) به آنها اضافه گردید؛ و سایر مواد خشک از جمله آرد گندم و آرد دانه چیا به مخلوط قبل اضافه شد و هم زدن به مدت ۵ دقیقه ادامه داده شد تا خمیر یکدست و یکنواخت به دست آید. خمیر تهیه شده به مدت ۵ دقیقه برای گذراندن دوره تخمیر اولیه روی میز کار قرار داده شد و بعد از گذشت این مدت زمان روی سطحی مسطح برای قالب خوردن (با قطر بیرونی ۸ سانتی‌متر و قطر داخلی ۳ سانتی‌متر)، به ضخامت ۱۵ میلی‌متر پهن گردید.

خمیر قالب خورده در داخل سینی و به مدت ۴۵ دقیقه در گرمخانه (مدل Miwe, backcombi، ساخت کشور آلمان) با رطوبت نسبی ۸۰ درصد و دمای ۴۳ درجه سلسیوس برای تکمیل دوره تخمیر قرار داده شد. نمونه‌های خمیر دونات در سرخ‌کن (مدل DF 2008S, Beem، ساخت کشور آلمان) به مدت ۶ دقیقه سرخ شدند و پس از قرار دادن آنها روی کاغذ جاذب برای حذف روغن اضافی و سرد شدن (به مدت ۳۰ دقیقه در دمای حدود ۲۵ درجه سلسیوس) در کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند (Dehghan Tanha *et al.*, 2013).

1- American Association of Cereal Chemists (AACC)

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی دونات

اندازه‌گیری رطوبت و چربی

به منظور اندازه‌گیری رطوبت و چربی نمونه‌های دونات تولیدی، از آزمون (۲۰۰۰) AACC به ترتیب به شماره‌های ۱۶-۴۴ و ۱۰-۳۰ استفاده شد.

اندازه‌گیری میزان حجم مخصوص و تخلخل

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های دونات تولیدی، از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا^۱ مطابق با استاندارد AACC شماره ۱۰-۷۲ و به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز دونات، از تکنیک پردازش استفاده شد و پس از تصویربرداری از برش عرضی دونات با اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل، تصویرهایی در اختیار نرم‌افزار Image J قرار داده شد و با محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک، میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد شد (Haralick et al., 1973).

ارزیابی رنگ پوسته

آنالیز رنگ پوسته نمونه‌های دونات تولیدی از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت. برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها از نمونه‌های تولیدی به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد؛ پس از آن، تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (Sun, 2008).

آزمون ارزیابی بافت

سفتی بافت دونات در فاصله‌های زمانی یک و سه و هفت روز پس از تولید، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل XT plus، ساخت کشور انگلستان) ارزیابی شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در

دقیقه در نمونه، به‌عنوان شاخص سفتی^۲ محاسبه گردید (Entezari et al., 2017).

اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنولیک کل

مقدار ترکیبات فنولیک کل با روش فولین سیوکالتو برابر روش اوردز و همکاران (Ordoez et al., 2006) اندازه‌گیری شد. ده گرم از دونات پودر شده در هر تیمار با ۲۰۰ میلی‌لیتر متانول طی یک شبانه روز با استفاده از دستگاه همزن مغناطیسی در دمای اتاق عصاره‌گیری شد. عصاره حاصل با کاغذ واتمن شماره یک صاف و رسوب حاصل تحت همان شرایط دوباره عصاره‌گیری شد. حلال موجود در عصاره‌های صاف شده با استفاده از دستگاه تبخیرگردان تحت خلأ در دمای کمتر از ۴۰ درجه سلسیوس حذف و عصاره تا حد امکان تغلیظ گردید. نیم میلی‌لیتر از عصاره استخراجی با ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین-سیوکالتو ۰/۲ نرمال و ۲ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد به خوبی مخلوط شد. مخلوط به مدت ۱۲۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد. مقدار جذب محلول با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. مقدار کل ترکیبات فنولی با استفاده از معادله خط رسم شده بر مبنای اسید گالیک و به صورت میلی‌گرم در گرم عصاره بیان گردید.

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی^۳ (DPPH)

با قرار دادن نمونه‌های تولیدی به مدت ۲۴ ساعت در داخل خشک‌کن انجمادی (Beta، آلمان)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها ارزیابی شد (Von Gadow et al., 1997). برای رسم منحنی استاندارد، از محلول ترولکس با غلظت ۱۰۰۰-۱۰۰ میکرومول استفاده گردید. ابتدا درصد فعالیت خنثی‌سازی رادیکالی برای هر نمونه به دست آمد و پس از آن فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با استفاده

1- Rape seed displacement
3- Di Phenyl PicrylHydrazyl

2- Hardness

طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ ارزیابی شد. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با دو عامل استفاده شد؛ عامل اول میزان افزودن آرد دانه چیا و عامل دوم میزان نوشیدنی کامبوجا به جای آب در فرمولاسیون دونات بود. نمونه‌ها در سه تکرار تهیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری پنج درصد ($P < 0.05$) مقایسه شدند. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

از منحنی استاندارد بر حسب میکرومول ترولکس بر گرم وزن خشک ($\mu\text{mol/g}$) محاسبه شد.

ارزیابی خصوصیات حسی

به منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی مانند شکل، خصوصیات پوسته، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، ۳، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند، از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱: بسیار نامطلوب، ۲: نامطلوب و ... ۵: بسیار مطلوب) استفاده شد. هریک از نمونه‌های دونات را ۱۰ داور ارزیابی کردند. میزان پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی با استفاده از رابطه ۱؛ گزارش گردید (Entezari et al., 2017).

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد گندم، آرد دانه

چیا و نوشیدنی کامبوجا

نتایج ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد اولیه مورد استفاده در فرمولاسیون دونات تخمیری در جدول ۱ آورده شده است.

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P} \quad (1)$$

که در آن،

Q= پذیرش کلی، P= ضریب رتبه صفات و G= ضریب ارزیابی صفات.

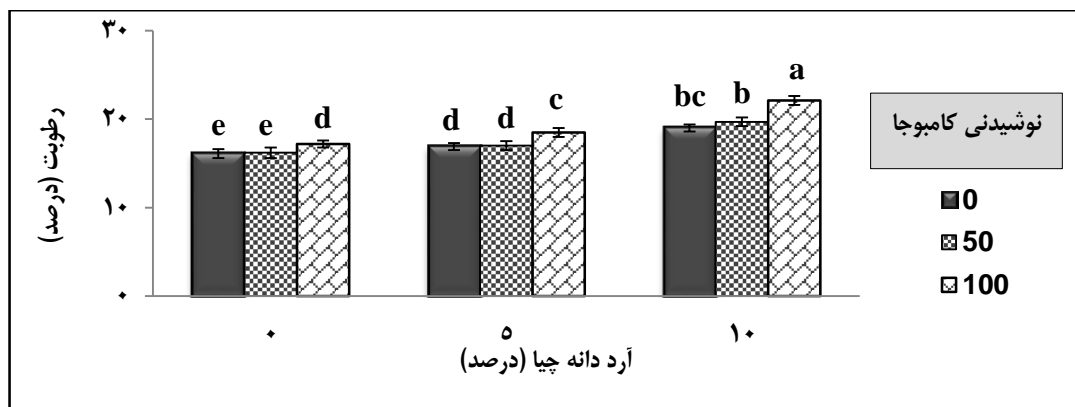
جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد گندم، آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی	آرد گندم	آرد دانه چیا	نوشیدنی کامبوجا
رطوبت (درصد)	۱۰/۷ ± ۰/۰۹	۷/۰۸ ± ۰/۱۱	-
پروتئین (درصد)	۱۲/۳ ± ۰/۴۱	۱۹/۲۱ ± ۰/۴۵	-
خاکستر (درصد)	۰/۵۱ ± ۰/۰۲	۴/۲۳ ± ۰/۰۵	-
چربی (درصد)	۱/۱۱ ± ۰/۰۶	۳۴/۶ ± ۰/۸۰	-
گلوتن مرطوب (درصد)	۳۲/۲۱ ± ۰/۲۵	-	-
فیبر خام (درصد)	۱۰/۲۱ ± ۰/۳۲	۲۳/۵ ± ۰/۵۲	-
pH (-)	-	-	۳/۲ ± ۰/۰۸
اسیدیته (گرم در لیتر)	-	-	۴/۱ ± ۰/۱۷
بریکس (-)	-	-	۶/۱ ± ۰/۳۴

افزایش ظرفیت نگهداری آب دونات تخمیری می‌شود و رطوبت محصول نهایی را افزایش می‌دهد. به نظر می‌رسد که ترکیبات فیبری موجود در آرد دانه چیا در خلال فرآیند تولید خمیر تشکیل ژل می‌دهند و از این طریق باعث افزایش جذب رطوبت محصول نهایی می‌شوند. سوری و همکاران (Suri et al., 2016) می‌گویند موسیلاژ استخراج شده از دانه چیا می‌تواند رطوبت را به میزانی بیش از ۲۷ برابر وزن خود جذب کند که نشانه‌ای است از ظرفیت نگهداری بالای آب در این ترکیب. پیزارو و همکاران (Pizarro et al., 2013) از آرد چیا در فرمولاسیون کیک اسفنجی بهره جستند و نشان دادند افزودن آرد کامل چیا باعث می‌شود رطوبت به هنگام نگهداری در نمونه‌های کیک حفظ شود. کسپر و همکاران (Casper et al., 2007) می‌گویند مواد جذب‌کننده رطوبت از قبیل گلیسرول، سوربیتول و پروپیلن گلایکول به دلیل دارا بودن گروه‌های هیدروفیلیک مانند گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل تأثیری چشمگیر در جذب رطوبت مواد غذایی دارند.

ویژگی‌های کمی و کیفی دونات تخمیری حاوی آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوja رطوبت

در شکل ۱ دیده می‌شود که با افزایش میزان آرد دانه چیا تا سطح ۱۰ درصد و با اضافه کردن نوشیدنی کامبوja (۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوja به جای آب) در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی افزایش یافته است ($P < 0.05$). به نظر می‌رسد از آنجایی که آرد دانه چیا بیش از ۳۴ درصد چربی دارد، این میزان چربی تا حدی باعث ممانعت از خروج رطوبت، از بافت دونات تخمیری می‌شود. به طور کلی حضور روغن در فرمولاسیون محصولات نانوانی نقش مؤثری در افزایش رطوبت محصول نهایی و جلوگیری از خروج آن در فرآیند پخت دارد که علت آن قابلیت روغن در نگهداری آب (جلوگیری از خروج آن بر اثر بخار شدن) در حین پخت و پس از آن است. همچنین، آرد این دانه حاوی بیش از ۱۹ درصد پروتئین و بیش از ۲۳ درصد ترکیبات فیبری است و بنابراین به احتمال زیاد پروتئین و فیبر موجود در آن باعث



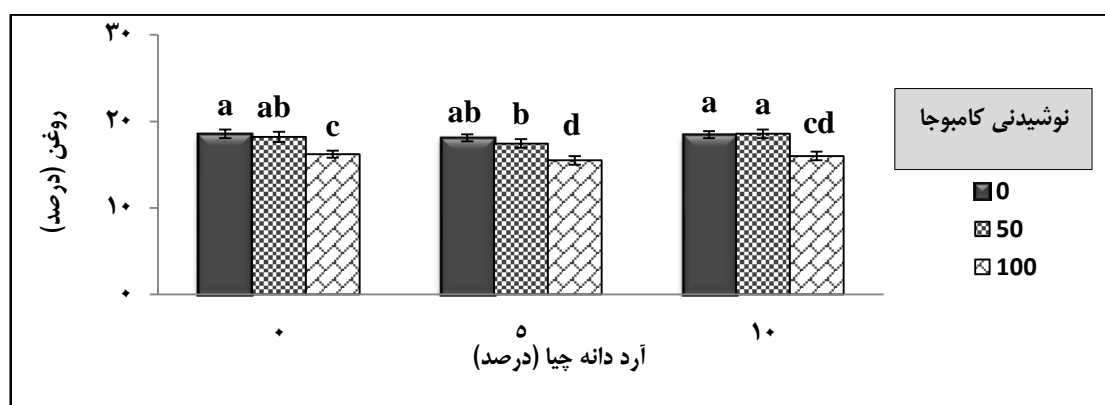
شکل ۱- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوja بر میزان رطوبت دونات تخمیری (حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

روغن

ترکیب بیش از ۳۴ درصد روغن دارد بنابراین اثر آن در کاهش میزان جذب روغن محصول نهایی خنثی می‌شود به گونه‌ای که افزودن آرد دانه چیا تأثیری در میزان روغن دونات تخمیری ندارد. پیزارو و همکاران (Pizarro *et al.*, 2013) از آرد چیا و روغن گیاهی هیدروژنه در فرمولاسیون کیک اسفنجی بهره جستند و نشان دادند که افزودن آرد کامل چیا، میزان چربی کیک اسفنجی را نسبت به نمونه شاهد افزایش می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت اگر در هنگام افزودن آرد دانه چیا به محصولات غلاتی فرآیند سرخ کردن دنبال نشود، میزان روغن موجود در محصول نهایی افزایش می‌یابد. در خصوص کاهش میزان روغن دونات تخمیری با افزایش میزان نوشیدنی کامبوجا با توجه به بخش اندازه‌گیری میزان رطوبت دونات تخمیری می‌توان گفت این نوشیدنی با افزایش میزان رطوبت و نگهداری آن در محصول مانع جذب روغن در حین فرآیند سرخ کردن می‌شود و میزان روغن جذب شده توسط دونات تخمیری را از این طریق کاهش می‌دهد.

در شکل ۲ مشاهده می‌شود تنها با افزایش میزان نوشیدنی کامبوجا (در سطح ۱۰۰ درصد) در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان روغن نمونه‌های تولیدی کاهش یافته است، در حالی که جایگزینی در سطح ۵۰ درصد با این ترکیب تأثیری بر این ویژگی ندارد. نتایج بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد افزودن آرد دانه چیا در تمامی سطوح تأثیر معنی‌داری در میزان روغن دونات تخمیری ندارد ($P < 0.05$).

طی فرآیند سرخ کردن، رطوبت در اثر تبخیر از محصول خارج می‌شود و مولکول‌های روغن جای مولکول‌های آب را می‌گیرند. به همین دلیل، با کاهش رطوبت میزان روغن جذب شده افزایش می‌یابد (Kester & Fennema, 1986). به نظر می‌رسد آرد دانه چیا به دلیل اینکه باعث افزایش رطوبت و نگهداری آن در دونات می‌شود، بر خلاف انتظار توانایی کاهش میزان جذب روغن را در دونات به هنگام فرآیند سرخ کردن دارد اما چون این



شکل ۲- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر میزان روغن دونات تخمیری (حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

مخصوص و تخلخل بافت نمونه‌های تولیدی کاهش می‌یابد (جدول ۱)، در حالی که افزودن آن در سطح ۵ درصد، تأثیری بر میزان این دو پارامتر محصول

حجم مخصوص و تخلخل با افزودن میزان آرد دانه چیا در سطح ۱۰ درصد در فرمولاسیون دونات تخمیری، حجم

بررسی تأثیر افزودن دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر...

برای افزایش ویسکوزیته محلول‌ها نیز دارد. در خصوص افزایش حجم و تخلخل محصول با افزایش میزان نوشیدنی کامبوجا می‌توان گفت که به دلیل وجود میکروارگانیسم‌های موجود در این نوشیدنی و توانایی آنها در تولید گاز دی‌اکسیدکربن حین فرآیند تخمیر، خمیر حاصل متورم‌تر می‌شود و در نتیجه حجم مخصوص و تخلخل محصول نهایی افزایش می‌یابد. ترکیبات قندی نوشیدنی کامبوجا توسط میکروارگانیسم‌های افزوده شده به خمیر (مایه‌خمیر) مصرف می‌شود (Jayabalan *et al.*, 2014). در نتیجه میزان تولید گاز دی‌اکسیدکربن و به دنبال آن حجم مخصوص و میزان خلل و فرج محصول افزایش می‌یابد.

ندارد. بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد اضافه کردن نوشیدنی کامبوجا باعث افزایش معنی‌دار حجم مخصوص و تخلخل بافت دونات تخمیری می‌شود ($P < 0.05$). در اینجا به نظر می‌رسد مقدار بالای چربی در آرد دانه چیا باعث تضعیف شبکه گلوتن می‌شود و در نتیجه توانایی گلوتن در نگهداری حباب‌های هوا کاهش می‌یابد. فیبر موجود در این دانه نیز به دلیل جذب آب بالا و افزایش ویسکوزیته خمیر باعث جلوگیری از افزایش حجم و کاهش ظرفیت نگهداری حباب‌های گازی در دونات تخمیری می‌شود. سوری و همکاران (Suri *et al.*, 2016) می‌گویند موسیلاژ استخراج شده از دانه چیا ضمن داشتن قدرت جذب بالای آب، توانایی بسیاری

جدول ۱- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر حجم مخصوص و تخلخل دونات تخمیری

تخلخل (درصد)	حجم مخصوص (میلی‌لیتر/گرم)	نوشیدنی کامبوجا (درصد)	آرد دانه چیا (درصد)
۱۹/۳±۰/۵ ^{bc}	۳/۲۴±۰/۱۱ ^d	۰	۰
۲۱/۱±۰/۶ ^b	۳/۷۱±۰/۱۵ ^b	۵۰	۰
۲۵/۳±۰/۴ ^a	۴/۰۰±۰/۰۶ ^a	۱۰۰	۰
۱۸/۱±۰/۴ ^c	۳/۴۰±۰/۱۳ ^{bc}	۰	۵
۲۱/۰±۰/۵ ^b	۳/۶۳±۰/۱۲ ^b	۵۰	۵
۲۵/۵±۰/۷ ^a	۳/۹۱±۰/۰۹ ^a	۱۰۰	۱۰
۱۷/۵±۰/۴ ^c	۳/۰۸±۰/۱۵ ^d	۰	۱۰
۱۸/۲±۰/۶ ^c	۳/۲۲±۰/۰۸ ^c	۵۰	۱۰
۱۹/۴±۰/۳ ^{bc}	۳/۵۱±۰/۱۰ ^{bc}	۱۰۰	۱۰

(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

است ($P < 0.05$)؛ نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد دانه چیا و ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا کمترین میزان مؤلفه L^* و بیشترین میزان مؤلفه a^* را دارد. با افزایش میزان آرد دانه چیا تا سطح ۱۰ درصد، تغییر معنی‌داری در میزان مؤلفه b^* نمونه‌های تولیدی مشاهده نمی‌شود در حالی که با افزودن تا سطح

رنگ پوسته

در جدول ۲ مشاهده می‌گردد که با افزایش میزان آرد دانه چیا تا سطح ۱۰ درصد و با افزودن نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری تا سطح ۱۰۰ درصد، میزان مؤلفه L^* و a^* پوسته نمونه‌های تولیدی به ترتیب کاهش و افزایش یافته

وجود میکروارگانیزم‌های موجود در مایه خمیر افزوده شده به خمیر، قندهای موجود در نوشیدنی تا حدی زیادی مصرف و در نتیجه از شدت واکنش میلارد کم شده باشد. رومن کیوسز و همکاران (Romankiewicz *et al.*, 2017) با بررسی تأثیر افزودن آرد دانه چیا بر ویژگی‌های کیفی و ارزش تغذیه‌ای نان گندم نشان دادند که رنگ پوسته نان تیره‌تر از رنگ نمونه شاهد می‌شود. در خصوص تغییرات رنگ مواد غذایی، روندا و همکاران (Ronda *et al.*, 2011) گزارش داده‌اند کاربرد پروتئین ایزوله شده سویا در خمیر کیک، ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر را بهتر می‌کند، سفتی مغز محصول نهایی را کاهش می‌دهد و رنگ آن را تیره‌تر می‌سازد. در خصوص افزایش میزان مؤلفه b^* با افزایش میزان جایگزینی نوشیدنی کامبوجا می‌توان گفت که این نوشیدنی حاوی رنگدانه‌های زرد است و طبیعی است با افزایش مقدار آن در فرمولاسیون دونات تخمیری میزان مؤلفه b^* افزایش یابد.

۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان مؤلفه b^* نمونه‌های تولیدی نیز افزایش یافته است. به نظر می‌رسد افزودن نوشیدنی کامبوجا به دلیل دارا بودن ترکیبات قندی احیا کننده (Jayabalan *et al.*, 2014) و افزودن آرد دانه چیا به دلیل دارا بودن بیش از ۱۹ درصد ترکیبات پروتئینی، طی فرآیند سرخ کردن باعث تشدید واکنش‌های میلارد می‌شود و در نتیجه رنگ محصول را تیره می‌کند (Fatemi, 1999). نتیجه این کار کاهش روشنایی و افزایش قرمزی سطح دونات تخمیری است. با توجه به آنکه رنگ دانه چیا خاکستری تیره و رنگ نوشیدنی کامبوجا قهوه‌ای روشن است، طبیعی است با استفاده از این ترکیبات در فرمولاسیون، رنگ محصول تیره‌تر گردد و از روشنایی آن کاسته شود. نکته قابل توجه این است که افزایش ۵۰ درصد نوشیدنی کامبوجا تأثیری در میزان مؤلفه L^* نداشته است. در این خصوص این احتمال وجود دارد که طی فرآیند تخمیر، به دلیل

جدول ۲- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته دونات تخمیری

مؤلفه‌های رنگی (-)			نوشیدنی کامبوجا (درصد)	آرد دانه چیا (درصد)
b^*	a^*	L^*		
۱۷/۳۱±۰/۲۵ ^c	۱۲/۸۸±۰/۳۱ ^e	۴۶/۱۶±۰/۶۷ ^a	۰	
۱۹/۴۱±۰/۳۷ ^b	۱۴/۳۰±۰/۳۷ ^{cde}	۴۵/۲۷±۰/۳۵ ^a	۵۰	۰
۲۰/۰۸±۰/۲۴ ^{ab}	۱۵/۲۵±۰/۲۴ ^{cd}	۴۰/۲۰±۰/۲۵ ^{bc}	۱۰۰	
۱۸/۱۰±۰/۳۱ ^{bc}	۱۵/۱۷±۰/۲۰ ^{cd}	۴۲/۰۹±۰/۵۲ ^b	۰	
۱۹/۴۳±۰/۳۷ ^b	۱۶/۴۲±۰/۱۸ ^e	۴۲/۳۸±۰/۶۲ ^b	۵۰	۵
۲۱/۶۲±۰/۲۴ ^a	۱۷/۶۳±۰/۴۲ ^{bc}	۳۷/۱۰±۰/۵۴ ^c	۱۰۰	
۱۷/۶۶±۰/۳۱ ^c	۱۸/۰۷±۰/۱۵ ^{bc}	۳۹/۵۶±۰/۳۶ ^{bc}	۰	
۱۹/۸۷±۰/۳۷ ^b	۱۹/۲۳±۰/۱۲ ^c	۳۹/۰۷±۰/۴۴ ^{bc}	۵۰	۱۰
۲۱/۵۱±۰/۲۴ ^a	۲۲/۲۷±۰/۲۶ ^a	۳۳/۲۴±۰/۷۴ ^d	۱۰۰	

(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

افزودن نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری تا سطح ۱۰۰ درصد، میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در هر سه بازه زمانی یک، سه و

سفتی بافت طی مدت زمان نگهداری

در جدول ۳، آورده شده است که با افزایش میزان آرد دانه چیا تا سطح ۵ درصد و همچنین با

بررسی تأثیر افزودن دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر...

ویژگی‌های کیفی و ارزش تغذیه‌ای نان گندم می‌گویند میزان سفتی مغز نان با افزودن آرد دانه چیا کاهش می‌یابد.

با توجه به نتایج جدول ۳ مشخص است که با افزودن آرد دانه چیا در سطح ۱۰ درصد، سفتی بافت افزایش یافته است. به احتمال زیاد علت این پدیده جذب بیش از حد آب و تراکم و سفتی بافت محصول نهایی است که با استحکام بخشیدن به دیواره سلول‌های هوای ورودی از انبساط آنها طی پخت جلوگیری می‌کند و مانع از افزایش حجم و سبب فشردگی بیش از اندازه بافت محصول نهایی می‌شود. در خصوص نوشیدنی کامبوجا نیز در بخش ارزیابی رطوبت دونات تخمیری گفته شد که این نوشیدنی به دلیل دارا بودن ترکیبات جذب‌کننده رطوبت باعث افزایش رطوبت دونات تخمیری می‌شود و این امر به نوبه خود باعث کاهش بیاتی و سفتی بافت می‌گردد. علاوه بر این، حضور ترکیبات قندی ساده و تشدید فعالیت میکروارگانیسم‌ها سبب تولید گاز و ایجاد بافت پوک، متخلخل و غیرمتراکم در محصول نهایی می‌گردد که این عوامل از سفت شدن بافت جلوگیری می‌کنند.

هفت روز پس از تولید کاهش یافته است ($P < 0.05$). دیده می‌شود در سطح ۱۰ درصد افزودن دانه چیا نسبت به سطح ۵ درصد، میزان سفتی بافت بیشتر است. به احتمال زیاد حضور پروتئین و فیبر موجود در دانه چیا باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در دونات تخمیری می‌شود و به همین دلیل آرد این دانه قابلیت کافی به منظور جذب و نگهداری آب و در نتیجه کاهش میزان بیاتی را دارد. در واقع آب می‌تواند با ایفای نقش پلاستیسایزری در کاهش سفتی مغز محصول مؤثر باشد. افزون بر این، با توجه به اینکه افزایش میزان آب در دسترس نشاسته، افزایش احتمال کریستالیزاسیون آن را به همراه دارد، تمایل قابل توجه ترکیبات جذب‌کننده رطوبت به جذب آب و قابلیت بالای آنها در نگهداری آب باعث می‌شود تا آب کمتری در دسترس نشاسته قرار گیرد و در نتیجه نشاسته کمتری متورم، ژلاتینه و طی زمان نگهداری مجدداً کریستاله شود، فرایندی که کاهش سفتی و به تأخیر افتادن بیاتی محصول را به دنبال دارد (Vittadini & Vodovotz, 2003). رومن کیوسز و همکاران (Romankiewicz *et al.*, 2017) با بررسی تأثیر افزودن آرد دانه چیا بر

جدول ۳- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر میزان سفتی بافت دونات تخمیری طی مدت زمان نگهداری

سفتی بافت (نیوتن)	نوشیدنی کامبوجا		آرد دانه چیا (درصد)
	سه روز پس از پخت	یک روز پس از پخت	
هفت روز پس از پخت			
۱۹/۳±۰/۵۶ ^a	۱۳/۸±۰/۱۷ ^a	۱۱/۶±۰/۲۱ ^a	۰
۱۷/۱±۰/۰۳ ^b	۱۲/۷±۰/۰۹ ^b	۱۰/۱±۰/۲۰ ^b	۵۰
۱۶/۵±۰/۱۴ ^{bc}	۱۱/۷±۰/۰۰ ^c	۹/۵۰±۰/۳۵ ^c	۱۰۰
۱۵/۸±۰/۲۵ ^c	۱۲/۵±۰/۳۳ ^b	۱۰/۴±۰/۳۰ ^b	۰
۱۵/۲±۰/۰۸ ^{cd}	۱۱/۶±۰/۲۶ ^{cd}	۹/۴۰±۰/۲۸ ^c	۵۰
۱۳/۳±۰/۰۰ ^d	۹/۸۰±۰/۰۵ ^e	۸/۰۰±۰/۱۹ ^e	۱۰۰
۱۷/۰±۰/۲۵ ^b	۱۴/۰±۰/۱۱ ^a	۱۱/۷±۰/۰۸ ^a	۰
۱۵/۴±۰/۱۷ ^c	۱۲/۱±۰/۱۷ ^c	۹/۹۷±۰/۱۲ ^b	۵۰
۱۴/۲±۰/۱۲ ^{cd}	۱۰/۹±۰/۰۳ ^d	۸/۴۲±۰/۰۷ ^d	۱۰۰

(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

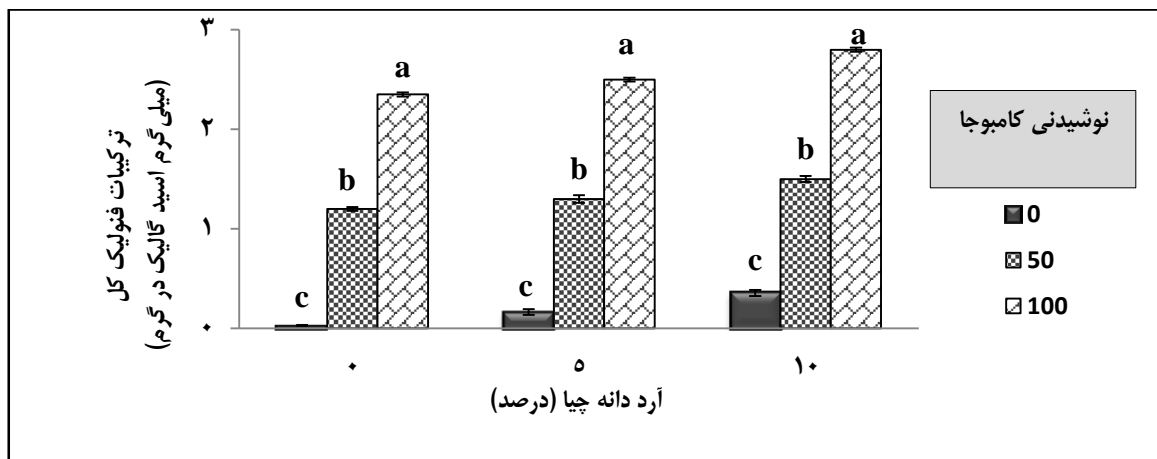
ترکیبات فنولیک کل

ویژگی‌های کیفی و ارزش تغذیه‌ای نان گندم گزارش کرده‌اند میزان ترکیبات فنولیک نان حاصل از آرد دانه چیا، نسبت به نمونه شاهد، بالاتر است.

با افزایش میزان نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری میزان ترکیبات فنولیک کل افزایش یافته است. در این خصوص، چو و چن (Chu & Chen, 2006) با بررسی اثر منشأ و زمان تخمیر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی کامبوجا می‌گویند، ترکیبات فنولیک کل همه نمونه‌های کامبوجای تولیدی در فرآیند تخمیر به صورت خطی افزایش می‌یابد. این محققان گزارش می‌دهند میزان فنول کل در نمونه‌ها بیش از ۷/۸ میلی‌مول اسید گالیک اکسی‌والانت است. جایابالان و همکاران (Jayabalan *et al.*, 2007) نیز تغییرات در توانایی ترکیبات جاذب رادیکال‌های آزاد نوشیدنی کامبوجا را در فرآیند تخمیر بررسی و اعلام کرده‌اند میزان ترکیبات فنولیک کل در تمامی نمونه‌ها طی فرآیند تخمیر افزایش می‌یابد. بنابراین طبیعی است که با افزودن این نوشیدنی در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان ترکیبات فنولیک کل افزایش یابد.

با افزایش میزان آرد دانه چیا تا سطح ۱۰ درصد و نوشیدنی کامبوجا تا سطح ۱۰۰ درصد در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان ترکیبات فنولیک کل نمونه‌های تولیدی افزایش می‌یابد ($P < 0.05$). نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا در تمامی سطوح آرد دانه چیا بیشترین میزان ترکیبات فنولیک کل را دارند (شکل ۳).

ترکیبات فنولیک و آنتی‌اکسیدان‌ها توان ارتقای سلامت را با جلوگیری از بیماری‌هایی مانند بیماری‌های قلبی، سرطان و دیابت دارند (Guevara *et al.*, 2012). بنابراین، افزایش میزان این ترکیبات یکی از هدف‌های مهم در صنعت غذا محسوب می‌شود. دانه چیا حاوی مقادیر زیادی ترکیبات فنولیک با قابلیت آنتی‌اکسیدانی است (Suri *et al.*, 2016). میزان فنول کل دانه چیا بر اساس نوع واریته این دانه، حداقل ۰/۸۸ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره است (Reyes-Caudillo & Lopez, 2008). رومن کیوسز و همکاران (Romankiewicz *et al.*, 2017) با مطالعه تأثیر افزودن آرد دانه چیا بر



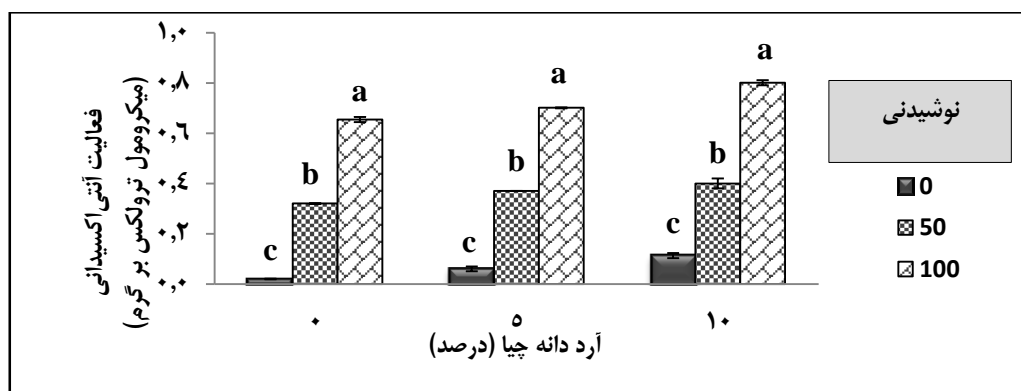
شکل ۳- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر میزان ترکیبات فنولیک کل دونات تخمیری (حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

در شکل ۴ مشاهده می‌گردد با افزایش میزان آرد دانه چیا تا سطح ۱۰ درصد و با افزودن نوشیدنی کامبوجا تا سطح ۱۰۰ درصد در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های تولیدی افزایش می‌یابد ($P \leq 0.05$). دانه چیا منبع بسیار خوبی از روغن (نسبت به هر منبع طبیعی دیگر)، پروتئین، فیبر رژیمی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است؛ در بین منبع‌های طبیعی، دانه چیا بالاترین میزان امگا ۳- لینولنیک اسید را دارد. از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های موجود در دانه چیا می‌توان به فلاونول‌ها، کلروژنیک اسید، کافئیک اسید و نیز میرستین، کوئرستین و کامفرول اشاره کرد (Lxtaina *et al.*, 2011). کنستانتینی و همکاران (Costantini *et al.*, 2014) با افزودن آرد چیا به فرمولاسیون نان گندم مشاهده کردند که توانایی آنتی‌اکسیدانی کل در محصول افزایش می‌یابد. رومن کیوسز و همکاران (Romankiewicz *et al.*, 2017) با بررسی تأثیر افزودن آرد دانه چیا بر ویژگی‌های کیفی و ارزش تغذیه‌ای نان گندم می‌گویند نان حاصل از آرد دانه چیا، نسبت به نمونه

شاهد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارد.

با افزایش میزان نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در دونات تخمیری افزایش یافته است. در این خصوص جایابالان و همکاران (Jayabalan *et al.*, 2007) می‌گویند نوشیدنی کامبوجای تولید شده از چای سبز و چای سیاه توانایی جذب رادیکال‌های آزاد را دارد. این محققان نشان دادند که با افزایش زمان تخمیر، مقدار ترکیبات فنولیک کل، توانایی جذب رادیکال DPPH و رادیکال سوپراکسید و توانایی مهار رادیکال میانه هیدروکسیل در لینولنیک اسید افزایش می‌یابد. مطالعات همچنین نشان می‌دهد کامبوجا سرشار از آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند ویتامین‌های E و C، بتاکاروتن و سایر کارتنوئیدهاست. این نوشیدنی نیز مانند چای سیاه، محتوی پلی‌فنول‌ها و سایر ترکیبات دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی است، اما چون نوشیدنی کامبوجا تخمیر شده است، از چای سیاه معمولی به مراتب مفیدتر است. متخصصان دریافته‌اند که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های موجود در نوشیدنی کامبوجا صد برابر بیشتر است تا در ویتامین C و ۲۵ برابر بیشتر است تا در ویتامین E (Malbasa *et al.*, 2011).



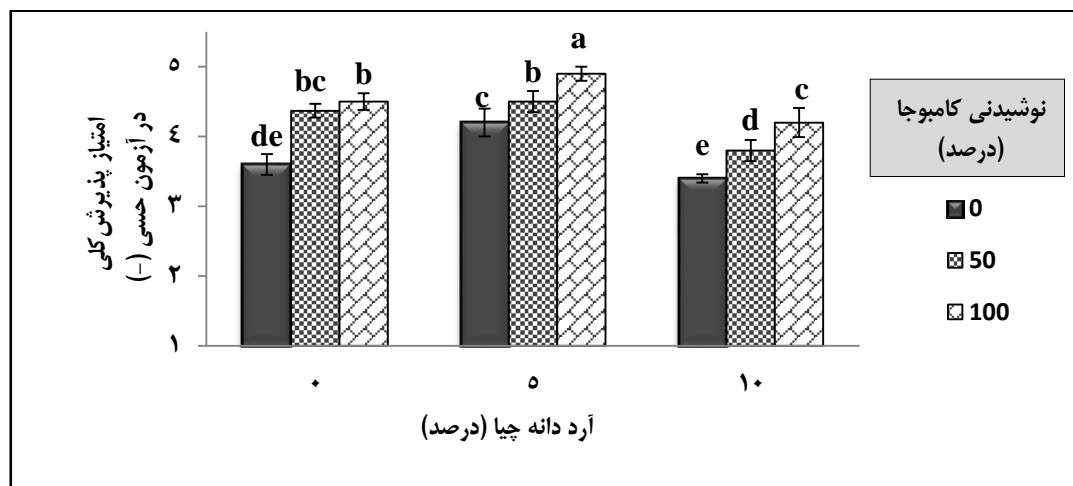
شکل ۴- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی دونات تخمیری (حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

خصوصیات حسی

از ارزیابی بافت نمونه‌های دونات تخمیری در بخش بافت‌سنجی، این انتظار وجود داشت که نمونه حاوی ۵ درصد آرد دانه چیا و افزودن ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا، از نگاه ارزیابان حسی، مطلوب‌ترین بافت و شکل را داشته باشد زیرا این نمونه از سایر نمونه‌ها سفتی کمتری داشت و سختی آنها در حدی نیست که قابلیت جویدن و بلع محصول را دچار اشکال کند.

نوشیدنی کامبوجا به دلیل فرآیند تخمیر حاوی مواد مولد عطر و طعم است که از این جهت می‌تواند باعث بهتر شدن طعم دونات تخمیری شود. از سوی دیگر نوشیدنی کامبوجا (به دلیل دارا بودن ترکیبات قندی احیاکننده) و آرد دانه چیا (به دلیل دارا بودن بیش از ۱۹ درصد ترکیبات پروتئینی) با تشدید واکنش میلارد می‌گردند که این واکنش خود سبب تولید مواد مولد عطر و طعم می‌شود.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد با افزایش میزان آرد دانه چیا تا سطح ۵ درصد و افزودن نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری تا ۱۰۰ درصد، میزان امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی افزایش می‌یابد ($P < 0.05$) و نمونه حاوی ۵ درصد آرد دانه چیا و ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا بیشترین میزان امتیاز پذیرش کلی را به دست آورده‌اند (شکل ۵). آرد دانه چیا به دلیل دارا بودن ترکیبات پروتئینی باعث تشدید واکنش‌های میلارد شده است، واکنش‌هایی که رنگ محصول را قهوه‌ای می‌کنند. بنابراین، طبیعی است که با کاربرد حد بیشینه این ترکیب و افزودن ۱۰۰ درصد نوشیدنی کامبوجا در فرمولاسیون دونات تخمیری، رنگ و ظاهر محصول تیره‌تر شده که از نظر ارزیابان حسی خوشایند نبوده است. بر اساس نتایج به دست آمده



شکل ۵- تأثیر افزودن آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا بر امتیاز پذیرش کلی دونات تخمیری در آزمون حسی (حروف مشابه از نظر آماری در $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

بااهمیت است. در تحقیق حاضر، از آرد دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا به منظور تولید محصولی فراسودمند استفاده شد. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که با افزودن آرد دانه چیا تا سطح ۵ درصد و

نتیجه‌گیری

با توجه به مصرف بالای میان وعده‌هایی مانند دونات در میان کودکان و نوجوانان، بهبود خصوصیات تغذیه‌ای و ارتقای ویژگی‌های کیفی آنها

آنتی‌اکسیدانی مطلوب، ویژگی‌های تغذیه‌ای قابل قبولی به دست خواهد آورد. از این رو می‌توان با تجاری‌سازی دانش فنی و متناسب کردن فرمولاسیون با خطوط تولید صنعتی، میان وعده‌ای با ارزش تغذیه‌ای بالا و فراسودمند تولید کرد.

اضافه کردن کامل نوشیدنی کامبوجا به جای آب موجود در فرمولاسیون، نه تنها ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تکنولوژیکی و حسی محصول نهایی بهبود می‌یابد، بلکه محصول تولیدی به دلیل کاهش مقدار روغن، حضور ترکیبات فنولیک در دانه چیا و نوشیدنی کامبوجا و نیز به دلیل ظرفیت

تعارض منافع

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

مراجع

- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Ayerza, R. J., and Coates, W. 2007. Seed yield, oil content and fatty acid composition of three botanical sources of fatty acid planted in the Yungas ecosystem of tropical Argentina. *Tropical Science*. 47(4): 183-187.
- Behmanesh, B. 2018. Investigation on gluten free cup Cake Production by Amaranth (*Amaranthus* spp.) and Mandab Native Gum (*Eruca sativa*). M. Sc. Thesis. Azad University, Sabzevar branch, Sabzevar, Iran. (In Persian)
- Blanc, P. J. 1996. Characterization of the tea fungus metabolites. *Biotechnology Letters*. 18(2): 139-142.
- Casper, J. L., Oppenheimer, A. A., and Erickson, B. 2007. Dough Compositions Having a Moisture Barrier and Related Methods. United States patent no 0275128.
- Chu, S. C., and Chen, C. 2006. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chemistry*. 98, 502-507.
- Costantini, L., Romina, M., Ivan, K., Giovanni, B., and Merendino, N. 2014. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry*. 165, 1-36.
- Dehghan Tanha, L., Karimi, M., and Salehifar, M. 2013. The effect of emulsions and lipase on the qualitative properties of frozen doughnut. *Journal of Innovation and Technology in Food Science and Technology*. 5(3): 105-115. (In Persian)
- Dufresne, C., and Farnworth, E. 2000. Tea Kombucha, and health: a review. *Food Research International*. 33, 409-421.
- Entezari, B., Karazhiyan, H., and Sharifi, A. 2017. The effect of Chubak extract on antioxidant and shelf life of doughnut. *Journal of Innovation and Technology in Food Science and Technology*. 9(1): 27-40. (In Persian)
- Fatemi, H. 1999. *Food Chemistry*. Tehran: Publishing Co. Publication. (In Persian)
- Fernandes, S. S., and Myriam, S. M. 2017. Addition of chia seed mucilage for reduction on fat content in bread and cake. *Journal of Chemistry*. 227, 237-244.

- Greenwalt, C. J., Steinkraus, K. H., & Ledford, R. A. (2000). Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition and claimed health effects. *Journal of Food Protection*, 63(7), 976-981.
- Guevara Cruz, M., Tovar, A. R., Aguilar- Salinas, C. A., Medina – Vera, I., Gil-Zenteno, L., Hernandez-Viveros, I., Lopez-Romero, P. G. Guillermo Ordaz-Nava, G., Canizales-Quinteros, S., Guillen Pineda, L.E., and Torres, N. 2012. A dietary pattern including nopal, chia seeds, soy protein and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome. *The Journal of Nutrition and Disease*. 142, 64-69.
- Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*. 45(6): 1995-2005.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S., and Swaminathan, K. 2007. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during Kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*. 102, 392–398.
- Jayabalan, R., Malbasa, R., Loncar, E., Yasmina, S., Vitas, M., and Sathishkumar, M. 2014. A Review on Kombucha Tea Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 13, 538-550.
- Kester, J. J., and Fennema, O. R. 1986. Edible films and coating. *Food Technology*. 40 (12): 47-59.
- Lxtaina, V. Y., Carmen M., Susana, M., and Nolascob, S. 2011. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(2): 166-174.
- Makvandi, M., Fadaei Noghani, V., and Khosravi-Darani, K. 2016. Selected physicochemical properties and overall acceptability of yogurt made from inoculation of yogurt starter bacteria and Kombucha extract. *Journal of Food Science and Technology*. 54(13): 105-119. (In Persian)
- Malbasa, R. V., Loncar, E. S., Vitas, J. S., and Brunet, J. M. 2011. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of Kombucha beverage. *Food Chemistry*. 127, 1727–31.
- Moreira, R., Chenlo, F., and Torres, M. D. 2013. Effect of chia (*Salvia hispanica* L.) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut. *LWT- Food Science and Technology*. 50, 160-166.
- Ordoez, A., Gomez, J. D., Vattuone, M. A., and Isla, M. I. 2006. Antioxidant activities of *sechium edule* (Jacq) Swartz extracts. *Food Chemistry*. 97, 452-458.
- Pizarro, P., Almeida, E., and Sammán, N. 2013. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. *LWT Food Science and Technology*. 54(1): 1-7.
- Ranganayaki, S., Vidhya, R., and Jaganmohan, R. 2012. Isolation and proximate determination of protein using defatted sesame seed oil cake. *International Journal of Nutrition and Metabolism*. 4(10): 141-145.
- Reiss, J. 1994. Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. *Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchungund Forschung*. 198(3): 258-261.
- Reyes-Caudillo, E., and Lopez, M. A. 2008. Dietary fiber content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Journal of Food Chemistry* 107(2): 656–663.
- Romankiewicz, D., Hassoon, W., Cacak-Pietrzak, G., Sobczyk, M., Wojdy Ba, M., Ceglińska, A., and Dziki, D. 2017. The effect of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) addition on quality and nutritional value of wheat bread. *Journal of Food Quality*, 1-7.

- Ronda, F., Oliete, B., Gómez, M., Caballero, P. A., and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*. 102(3): 272-277.
- Sreeramulu, G., Zhu, Y., and Knol, W. 2000. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 48(6): 2589-2594.
- Steffolani, E. 2014. Effect of chia addition on the quality of gluten-free bread. *Journal of Food Quality*, 37, 307-319.
- Sun, D. 2008. *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*. Academic Press, New York.
- Suri, S., Jain Passi, S., and Goyat, J. 2016. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) a new age functional food. 4th International Conference on Recent Innovation in Science Engineering and Management, India International Centre, New Dehli, 752-756.
- Von Gadow, A., Joubert, E., and Hansmann, C. F. 1997. Comparison of antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of Rooibos tea (*Aspalatho linearis*), a-tocopherol, BHT and BHA. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 45(3): 632–638.

Original Research

Effect of Chia Seed Flour and Kombucha Beverage Addition on Quantitative and Qualitative Properties of Functional Fermented Doughnut

O. Feelegari, F. Naghipour* and A. Faraji

* Corresponding Author: Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: faribanaghypour@yahoo.com

Received: 8 August 2019, Accepted: 18 October 2019

[http://doi: 10.22092/fooder.2019.127345.1236](http://doi:10.22092/fooder.2019.127345.1236)

Abstract

Preparing ready-to-eat foods with higher quality and nutritional value is one of the purposes of food technology. In order to achieve this goal, the producing functional foods, especially snacks prepared from wheat flour, is so important. The aim of this research was to find out the possibility of producing functional fermented doughnut by using chia seed flour in levels of 0, 5 and 10% and replacing kombucha beverage with water in levels of 0, 50, and 100%. Physicochemical and sensorial characteristics of final product were evaluated in the form of a completely randomized design with factorial arrangement ($P \leq 0.05$). The results showed that by increasing the amount of chia seed flour and the replacing of kombucha beverage with water in fermented doughnuts, the moisture content, the total phenolic compounds and the antioxidant activity of final products were increased. In addition, the samples containing of 5% chia seed flour and 100% of kombucha beverage had the highest amount of specific volume and porosity and lowest firmness during 1, 3 and 7 days after preparation. The amount of oil in the final product decreased by increasing kombucha beverage. Also, by adding chia seed flour and replacing kombucha beverage with water, L^* and a^* values decreased and increased respectively, while the b^* value increased by using 100% kombucha beverage. Finally, the panelists accepted the samples containing 5% of chia seed flour and 100% of kombucha beverage as the best samples.

Keywords: Antioxidant activity, Fermented doughnut, Formulation, Functional, Snacks.