مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی اثر آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کلوچه سنتی زابلی

نرگس میر[۱]، غلامحسین حقایق[۲*]، محمد امین میری[۲]، بهاره صحرائیان[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳- گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۱۹

کلمات کلیدی:

اسید آسکوربیک، زابل،

کلوجه سنتی،

گندم سن‌زده،

ویژگی‌های تکنولوژیکی.

DOI:10.22034/FSCT.22.158.254.

* مسئول مکاتبات:

gh2002_haghayegh@yahoo.com

Haghayegh@uoz.ac.ir

چکیده

گندم سن‌زده یکی از ضایعات کشاورزی است که با ورود به چرخه انسانی کمک قابل توجهی به صنعت فراورده‌های پخت خواهد شد. از این رو در پژوهش حاضر، آرد گندم سن‌زده در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزین آرد گندم سالم در فرمولاسیون کلوچه سنتی زابلی شد و برای جبران خسارات ناشی از سن‌زدگی از اسید آسکوربیک در سطوح ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام استفاده گردید. نتایج نشان داد میزان رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین، عدد فالینگ و عدد زلنی آرد گندم سالم و سن‌زده نتواست شاخص مناسبی برای تشخیص سن‌زدگی باشد. این در حالی بود که میزان گلوتن مرطوب و اندیس گلوتن از پارامترهای تاثیرگذار برای تشخیص و تفکیک گندم سالم و سن‌زده بودند و میزان گلوتن و اندیس گلوتن در نمونه آرد حاصل از گندم سالم بیشتر بود. همچنین نتایج نشان داد با جایگزینی آرد گندم سالم با سن‌زده از میزان رطوبت کلوچه‌ها کاسته شد. اسید آسکوربیک در حفظ رطوبت کلوچه‌ها طی فرایند پخت و پس از آن موفق عمل نمود. علاوه بر این براساس نتایج حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد گندم سن‌زده و ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک دارای بیشترین حجم مخصوص و کمترین سفتی بافت طی یک ماه نگهداری بود. حضور آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک در فرمولاسیون به ترتیب منجر به تیره و روشن‌تر شدن رنگ نمونه‌ها شد. براساس امتیاز پذیرش کلی مشخص شد نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد گندم سن‌زده و ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک (اولویت اول)، نمونه شاهد (فاقد آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک) (اولویت دوم) و نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد گندم سن‌زده و ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک (اولویت سوم) سه نمونه برتر بودند. اما از آن جا که هدف کاربرد آرد گندم سن‌زده بود، نمونه‌های حاوی آرد گندم سن‌زده (اولویت اول و سوم) به عنوان بهترین نمونه‌ها به لحاظ ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی معرفی می‌شوند.

۱-مقدمه

هر شهری سوغات خاصی دارد و نماینده و یادآور آن شهر تلقی می‌شوند [۱]. کلوچه نوعی شیرینی است که مواد اولیه اصلی آن آرد گندم، روغن، شکر و تخم مرغ می‌باشد. با توجه به نوع و فرمولاسیون این فراورده از مواد دیگری نظیر انواع طعم دهنده و رنگ‌دهنده و ترکیبات مغذی در تهیه آن استفاده می‌شود [۲]. کلوچه‌های سنتی زیادی در ایران از جمله کلوچه سیستان، گرگان، فومن، دزفول و خوزستان سوغات محسوب می‌شوند. در سیستان عموما سه نوع کلوچه وجود دارد: کلوچه ساده یا روغنی، کلوچه خرمایی و کلوچه قندی. نکته قابل توجه این است آرد گندمی که در تولید انواع کلوچه استفاده می‌شود در مقایسه با آرد نان ضعیف‌تر بوده و میزان پروتئین آن پایین‌تر است [۳]. از این رو می‌توان از آرد سایر غلات و شبه غلات (جو، چاودار، یولاف، تریتیکاله، ارزن، سورگوم، برنج، ذرت، کینوا، گندم سیاه، آمارنت و غیره) [٤ و ٥] و آرد گندم سن‌زده که از میزان گلوتن کمی برخوردارست و آرد ضعیفی محسوب می‌شود، در سطوح مناسب در مخلوط با آرد گندم برای تولید کلوچه استفاده نمود [٦]. قدیمی‌ترین و مهم‌ترین آفتی که به گندم حمله می‌کند، حشره سن (*Eurygaster integriceps*) است. خسارات پروتئاز بزاق سن روی ویژگی‌های کیفی و ارزش نانوایی گندم به مراتب بیشتر از خسارات کمی ناشی از آن است. اثر تخریبی این آنزیم ناشی از تجزیه گلوتن است [۷]. Siviri و همکاران (۲۰۰۲) به این نتیجه دست یافتند که پروتئاز سن یا از طریق از هم پاشیدن پلیمرهای گلوتنین و یا با تحت تاثیر قرار دادن تجمع مولکول‌های گلوتن، باعث تضعیف خمیر حاصل از گندم سن‌زده می‌شود [۸]. با تجزیه شدن گلوتن در نتیجه آنزیم پروتئاز سن گندم، شبکه گلوتنی ضعیفی در خمیر فراورده‌های نانوایی ایجاد می‌شود که قادر به نگهداری گاز حاصل از فرایند تخمیر نیست و محصول تولیدی از ارتفاع، حجم و تخلخل کمی برخوردار خواهد بود و بافت و ساختار آن با نمونه حاصل از آرد گندم سالم قابل مقایسه نیست [۹]. Dizlek و Ozar (۲۰۱۷) کاهش کیفیت پخت از جمله افزایش افت وزن، کاهش تخلخل و حجم را در نتیجه کاربرد آرد سن‌زده در فرمولاسیون نان گزارش کردند. در کل تهیه نان با آرد گندم آسیب‌دیده و سن‌زده با مشکلات تکنولوژیکی و حسی زیادی مواجه است. خمیر حاصل از این نوع گندم دارای زمان استراحت سریع و متعاقبا حجم محصول تولیدی کم و بافت آن ضعیف است[۱۰]. فعالیت مخرب آنزیم در آردهای سن‌زده با تضعیف شبکه گلوتنی موجب می‌شود خمیری ضعیف و چسبنده با قابلیت کم برای جابه‌جایی و شکل‌پذیری تولید شود. این خمیر به دلیل ضعف در نگهداری آب، قوام و ضریب تحمل اندکی دارد و بافت درونی آن بی کیفیت و خواص حسی آن نظیر بافت، قابلیت جویدن، فرم و شکل، رنگ، بو و مزه نامطلوب است [۱۱]. همین امر سبب شده است محققان صنعت غذا، این نوع آرد را برای تهیه کلوچه و بیسکوئیت که به آرد ضعیف نیاز دارند، پیشنهاد کنند. البته کاربرد انواع افزودنی و بهبوددهنده‌های صنعت پخت در تولید این دسته از فراورده‌ها برای رسیدن به نتیجه مطلوب و محصولی بازارپسند مورد توجه قرار گرفته است. اسید آسکوربیک که جزو دسته اکسیدکننده‌ها می‌باشد از جمله افزودنی‌هایی است که برای تقویت آرد گندم ضعیف و تا حدودی جبران خسارات ناشی از سن‌زدگی استفاده می‌شود [۱۲]. مکانسیم عمل اسید آسکوربیک به عنوان بهبوددهنده به این ترتیب است که نخست اسید آسکوربیک با حضور اکسیژن به دهیدروآسکوربیک اسید تبدیل می‌شود. هم زمان با این واکنش گلوتاتیون (GSH) که یک تری‌پپتید طبیعی در آرد است، توسط آنزیم گلوتاتیون دهیدروژناز به گلوتاتیون دی‌سولفید (GSSG) تبدیل می‌شود. در واقع دهیدروآسکوربیک اسید اکسید شدن گروه‌های تیول (SH-) را کاتالیز کرده و موجب ایجاد پیوندهای عرضی در ساختار پروتئین و تقویت شبکه گلوتنی خمیر می‌شود [۱۳ و ١٤]. Maforimbo و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند مهم‌ترین تاثیر اسید آسکوربیک اکسید کردن گروه‌های سولفیدریل موجود در خمیر است که در نتیجه‌ی آن شبکه گلوتنی تقویت می‌شود [۱۵]. با بهبود این شبکه کشش‌پذیری خمیر حاصل از آرد گندم سن‌زده را افزایش، سفتی بافت فراورده نانوایی حاصل از آن کاهش و حجم افزایش می یابد [۱۱].

Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) با کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و تکنولوژیکی و حسی نان گزارش کرد افزودن اسید آسکوربیک به فرمولاسیون نان منجر به بهبود ویژگی‌های رئولوژیگی خمیر و افزایش حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی شد. سطح پوسته نمونه‌های حاوی اسید آسکوربیک در مقایسه با نان شاهد یکنواخت و مسطح‌تر و بدون شکستگی، برآمدگی و فرورفتگی بود. رنگ این نمونه‌ها روشن‌تر و شیشه‌ای و بدون سوختگی بود. فرایند خمیرگیری و پخت بهبود یافت. چسبندگی خمیر کاهش یافت. نان حاوی اسید آسکوربیک از عطر و مزه بهتری برخوردار بود [۱۶]. مطالعات نشان می‌دهد مقدار اسید آسکوربیک مورد نیاز برای آردهای ضعیف از جمله گندم سن‌زده حدود ۷۵-۵۰ پی‌پی‌ام است و اگر بیشتر از مقدار مورد نیاز استفاده شود نه تنها اثرات مثبت فیزیکوشیمیایی و تکنولوژیکی مشاهده نمی‌شود بلکه خمیر بیش از اندازه چسبندگی دارد که منجر به عدم پخش‌پذیری آن می‌شود. همچنین بافت محصول نهایی سفت و غیریکنواخت خواهد بود [۱۷]. بنابراین با توجه به اینکه سالانه میزان زیادی از گندم به دلیل آفت سن از چرخه انسانی خارج و صرف خوراک دام و طیور می‌شود، هدف از این پژوهش استفاده آرد گندم سن‌زده (در سطوح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و اسید آسکوربیک (در سطوح صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام) در فرمولاسیون کلوچه سنتی زابل به منظور استفاده از محصولات جانبی کشاورزی و کاهش ضایعات در این حوزه بود.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

گندم سن‌زده (حدود ۱۰ درصد سن‌زدگی) از اداره کل غله و خدمات بازرگانی استان همدان و آرد گندم با درجه استخراج ۷۵ درصد از کارخانه آرد رضا (قوچان-ایران) تهیه گردید. گندم سن‌زده پس از بوجاری و تبدیل به آرد با آسیاب چکشی از الک با مش ۶۰ عبور داده شد. سپس دو نمونه آرد در انبار خنک در شرایط خشک تا انجام آزمایشات نگهداری شدند. اسید آسکوربیک از شرکت توسعه صنایع غذایی دانشگرایان نوین دلسا (مشهد-ایران) و شکر با برند شیرین کار (البرز-ایران)، نمک با برند سپید دانه (شیراز-ایران) و روغن جامد از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد قنادی در سطح شهر مشهد خریداری گردید. مخمر مورد استفاده *ساکارومایسس سرویزیه* (*Saccharomyces cerevisiae*) که به شکل پودر مخمر خشک فعال و به صورت بسته‌بندی وکیوم بود از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران) و مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. لازم به ذکر است رطوبت آرد گندم سالم و سن‌زده به ترتیب ۱۲/۲۰ و ۱۱/۷۰ درصد، خاکستر ۰/۴۹ و ۰/۴۷ درصد، پروتئین ۱۱/۵۰ و ۱۰/۰۰ درصد، چربی ۰/۹۴ و ۰/۸۹ درصد، گلوتن مرطوب ۲۹/۰۰ و ۲۳/۵۰ درصد، اندیس گلوتن ۷۸/۶۰ و ۵۹/۴۰، عدد زلنی ۲۸/۰۰ و ۱۳/۰۰ و عدد فالینگ ۳۶۲/۰۰ و ۳۳۸/۰۰ ثانیه بود.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه کلوچه

آماده‌سازی و پخت خمیر کلوچه سنتی زابلی (نوع ساده) (نمونه شاهد) با استفاده از مواد اولیه شامل ۱۰۰ درصد آرد گندم سالم، ۲۵ درصد روغن جامد، ۲ درصد پودر شکر، ۰/۵ درصد مخمر، ۰/۳ درصد نمک و ۲۰ درصد آب انجام شد. برای تهیه تیمارها آرد گندم سن‌زده در سطوح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزین آرد گندم سالم شد. همچنین به دلیل حضور آرد گندم سن‌زده در میان ترکیبات، در فرمولاسیون کلوچه از سه سطح صفر، ۳۰ و ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک استفاده گردید. برای تهیه خمیر کلوچه ابتدا پودر شکر، مخمر و آب ولرم (دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد) در یک بشر ۲۵۰ سی‌سی با یکدیگر مخلوط شدند و به مدت ۵ دقیقه (تا زمان مشاهده حالت کف مانند و به عبارتی عمل آمدن مخمر) در حالت ثابت قرار گرفتند. سپس آرد، نمک و روغن تا رسیدن به خمیری یکدست و یکنواخت در همزن آزمایشگاهی (مدل BJY-BM5N، ساخت شرکت بیک صنعت، ایران) مخلوط شدند. در ادامه مخمر عمل آمده به آن‌ها اضافه و عمل ورز دادن به مدت ۵ دقیقه به صورت دستی انجام شد. سپس روی

خمیر با لفاف‌های پلی‌اتیلینی پوشانده شد و خمیر به مدت ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) مرحله استراحت خود را طی نمود. سپس خمیر آماده شده با استفاده از یک وردنه روی یک صفحه سیلکونی پهن و آماده قالب‌زنی با کاتر گرد به قطر ۲ و ارتفاع ۰/۵ سانتی‌متر شد. در انتها خمیرهای کلوچه روی سینی چیده شدند و در فر آزمایشگاهی (مدل XFT135، ساخت ایتالیا) با دمای ۱۸۰ درجه به مدت ۲۵ دقیقه قرار گرفتند. بعد از پخت، نمونه‌ها در بسته‌های پلی‌اتلینی برای انجام آزمون‌های مربوطه در دمای محیط نگهداری شدند.

۲-۲-۲-رطوبت

برای انجام این آزمایش از استاندارد AACC (۲۰۰۰) به شماره ۱٦-٤٤ استفاده گردید [۱۸]. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت (در روز اول پس از سرد شدن کامل نمونه‌ها)، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

۳-۲-۲-حجم مخصوص

برای این منظور از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۱۸]. بدین صورت که وزن و حجم یک عدد کلوچه تعیین گردید و از تقسیم حجم بر وزن نمونه، حجم مخصوص بر حسب میلی‌لیتر بر گرم محاسبه شد.

٤-۲-۲-بافت

به منظور اندازه‌گیری سفتی بافت نمونه‌های کلوچه در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت از دستگاه سنجش بافت (مدل TA plus، ساخت انگلیس) استفاده شد. برای این منظور از پروب استوانه‌ای به قطر ۵ میلی‌متر استفاده گردید. سرعت قبل از آزمون ۱ میلی‌متر در ثانیه، سرعت آزمون ۰/۵ میلی‌متر در ثانیه، عمق نفوذ ۲ میلی‌متر و میزان بارگذاری ۵۰ کیلوگرم بود و در نهایت میزان سفتی بافت کلوچه‌ها بر حسب نیوتن گزارش شد [۱۹].

۵-۲-۲-رنگ ($L^*a^*b^*$)

برای اندازه‌گیری مولفه‌های رنگی سطح کلوچه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت به این صورت عمل شد که الف) سیستم پردازش تصویر: برای تصویرگیری، از دوربین دیجیتال (Canon EOS 1000D, Taiwan) استفاده شد. در این روش تصویرگیری از یک اتاقکی چوبی با دیواره‌های سیاه رنگ که دارای ٤ لامپ فلورسنت (OpplE, modEl: MX396-Y82) ۸ وات به طول ٦۰ سانتی‌متر بود و بروی یک پایه تثبیت‌کننده دوربین تعبیه شده بود، استفاده شد.. در نهایت تصاویر با فرمت JPEG ذخیره شدند. ب) پیش پردازش تصاویر: تقطیع تصاویر (جدا نمودن تصویر حقیقی از پس زمینه) با استفاده از نرم افزار فتوشاپ (AdobE, v.8.0) انجام گرفت و عکس ها به فرمت bmp ذخیره شدند. ج) تغییر فضای رنگی RGB به $L^*a^*b^*$: از آنجا که پارامترهای رنگی $L^*a^*b^*$ وابسته به ابزار اندازه‌گیری نبوده، بدون توجه به خروجی یا ورودی، رنگ یکنواختی را فراهم می‌کند، تصاویر به دست آمده به فضای رنگی $L^*a^*b^*$ تبدیل شدند. در این مطالعه، آنالیز تصویر با استفاده از نرم افزار ایمیج جی (Image J) نسخه 1.43r انجام شد [۲۰].

٦-۲-۲-ویژگی‌های حسی

بدین منظور ۱۰ داور انتخاب شدند. خصوصیات حسی کلوچه از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه ارزیابی شد. ضریب ارزیابی صفات براساس هدونیک پنج نقطه‌ای از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود [۲۱ و ۲۲]. خصوصیات بررسی شده در ارزیابی حسی به یک اندازه مؤثر نیستند. بنابراین پس از بررسی منابع به ترتیب ضریب رتبه‌ای ٤، ۲، ۱، ۲، ۳ و ۳ داده شد. در انتها با داشتن این معلومات، امتیاز کلی (عدد کیفیت کلوچه) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$Q=\Sigma (P*G)/\Sigma P \qquad \text{رابطه ۱}$$

که در این رابطه Q پذیرش‌کلی (عدد کیفیت کلوچه)، P ضریب رتبه صفات و G ضریب ارزیابی صفات است.

۷-۲-۳-تجزیه و تحلیل آماری

بدین منظور از یک طرح کاملا تصادفی بر پایه فاکتوریل دو عامله استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار Mini-Tab17 و به منظور مقایسه میانگین از آزمون توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد ($P<0.05$).کلیه آزمایشات بجز ویژگی‌های حسی با سه تکرار انجام گرفت. برای ویژگی‌های حسی ۳۰ تکرار در نظر گرفته شد (تعداد تکرار در پخت (۳) ×تعداد ارزیاب‌ها (۱۰)). رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel بود.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-رطوبت

نتایج میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که یافته‌ها نشان می‌دهد، با جایگزینی آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده از میزان رطوبت کلوچه‌ها به طور معنی‌داری ($P<0.05$) کاسته شد. همچنین نتایج حاکی از حفظ رطوبت بیشتر در نمونه‌های حاوی اسید آسکوربیک طی یک ماه نگهداری بود.

Table 1: The effect of bug-damage wheat and acid ascorbic on the moisture of cookies during 1 month.

Treatments	Bug-damage wheat (%)	Acid ascorbic (ppm)	Moisture (%)		
			2 hours	2 weeks	1 month
1 (Control)	-	-	13.27 ± 0.50^{cd}	11.20 ± 0.30^{defg}	11.20 ± 0.30^{fgh}
2	-	30	14.87 ± 0.35^{ab}	13.60 ± 0.56^{ab}	13.60 ± 0.56^{ab}
3	-	60	15.60 ± 0.36^{a}	14.13 ± 0.32^{a}	14.13 ± 0.32^{a}
4	10	-	12.80 ± 0.36^{cd}	10.10 ± 0.57^{fgh}	10.10 ± 0.57^{fgh}
5	10	30	13.80 ± 0.26^{bc}	12.37 ± 0.56^{bcd}	12.37 ± 0.56^{cde}
6	10	60	14.83 ± 0.31^{ab}	13.43 ± 0.47^{ab}	13.43 ± 0.47^{abc}
7	20	-	12.47 ± 0.55^{de}	9.77 ± 0.38^{gh}	9.77 ± 0.38^{gh}
8	20	30	12.77 ± 0.60^{cde}	11.77 ± 0.78^{cde}	11.77 ± 0.78^{cde}
9	20	60	13.67 ± 0.49^{bcd}	13.17 ± 0.40^{abc}	13.17 ± 0.40^{bcd}
10	30	-	11.70 ± 0.44^{e}	8.87 ± 0.35^{h}	8.87 ± 0.35^{h}
11	30	30	12.83 ± 0.25^{cde}	10.33 ± 0.47^{efgh}	10.33 ± 0.47^{efg}
12	30	60	13.40 ± 0.46^{cd}	11.33 ± 0.61^{def}	11.33 ± 0.61^{def}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p<0.05$).

به طور کل براساس نتایج مشخص شد نمونه فاقد آرد گندم سن‌زده و حاوی ٦٠ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک دارای بیشترین میزان رطوبت در مقایسه با سایر نمونه‌های تولیدی (۱۲ نمونه) بودند. کمترین میزان رطوبت طی یک ماه نگهداری در نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد گندم سن‌زده و فاقد اسید آسکوربیک مشاهده شد. در این راستا Caballero و همکاران (۲۰۰۵) و Hariri و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند فراورده‌های پخت تهیه شده از گندم سن‌زده به دلیل تخریب شبکه گلوتنی و کاهش گلوتن ایندکس، توانایی کمتری در حفظ رطوبت طی فرایند پخت و پس از آن دارند[۲۳ و ۲٤]. حضور آرد گندم سن‌زده آرد سن‌زده در فرمولاسیون فراورده های پخت با کاهش میزان رطوبت و فعالیت آبی مواجه شد. کاهش رطوبت و فعالیت آبی از دیدگاه میکروبی حائز اهمیت است، زیرا با کاهش میزان فعالیت آبی و کاهش آب در دسترس میکروارگانیسم‌ها، فعالیت میکروبی در فراورده کاهش و مدت زمان ماندگاری آن افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد با افزودن اسید آسکوربیک به فرمولاسیون کلوچه، نمونه‌های تولیدی از رطوبت بیشتری طی یک ماه ماندگاری برخوردار بودند. این اثر به دلیل تقویت شبکه گلوتنی در خمیرهای حاصل از گندم سن‌زده توسط اسید آسکوربیک که یک عامل اکسیدکننده است، می‌باشد. مکانیسم عمل اسید آسکوربیک به عنوان بهبوددهنده به این ترتیب است که نخست اسید آسکوربیک با حضور اکسیژن به دی هیدروآسکوربیک اسید تبدیل می‌شود. هم زمان با این واکنش، گلوتاتیون (GSH) که یک تری‌پپتید طبیعی در آرد است توسط آنزیم گلوتاییون دهیدروژناز به گلوتاتیون دی‌سولفید (GSSG) تبدیل می‌گردد [۹]. در واقع دهیدروآسکوربیک اسید موجب ایجاد پیوندهای عرضی در ساختار پروتئین می‌شود [١٤]. بر طبق تحقیقات انجام شده مهم‌ترین تاثیر اسید آسکوربیک اکسید کردن اکسید نمودن گروه‌های تیول (-SH) موجود در گلوتن، از واکنش‌های جانشینی این گروه‌ها با پیوندهای دی‌سولفیدی (S-S) که

برای خمیر واکنش تخریبی به حساب می‌آید، جلوگیری نموده و باعث بهبود شبکه گلوتنی می‌شود و در نهایت حفظ بهتر رطوبت طی فرایند پخت و زمان ماندگاری بهتر اتفاق می‌افتد [۱۷]. Shokraie و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی خواص رئولوژیکی و کیفی پاستای تهیه شده از آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک پرداختند. نتایج نشان داد افزایش گندم سن‌زده در فرمولاسیون بر میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی اثری نداشت. این در حالی بود که حضور اسید آسکوربیک منجر به افزایش رطوبت شد [۹].

Sheikholeslamiو همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثر مخلوط اسید آسکوربیک و صمغ گوار در بهبود آرد گندم ضعیف شده ناشی از مخلوط با آرد جو بدون پوشینه پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود حضور ۲ درصد آرد جو بدون پوشینه، ۱ درصد صمغ گوار و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک منجر به حفظ بهتر رطوبت طی مدت زمان نگهداری شد [۱۷]. میرزایی (۱۳۹۲) به مطالعه فرموله نمودن و ارزیابی تأثیر چند نوع بهبوددهنده (ترکیبی از اسید آسکوربیک، آنزیم زایلاناز و امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات) بر کیفیت نان سنگک پرداخت. در این تحقیق فرمول بهینه بهبوددهنده حاوی ۷۰ پی پی ام اسید آسکوربیک، ۳٦ میلی گرم آنزیم زایلاناز و ۰/٦ درصد امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات بود که منجر به افزایش میزان جذب آب و رطوبت نان در مقایسه با نمونه فاقد این افزودنی‌ها شد [۲۵].

۲-۳-حجم مخصوص

نتایج میزان حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد گندم سن‌زده و ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک دارای بیشترین میزان حجم مخصوص در مقایسه با سایر کلوچه‌های تولیدی بود. لازم به ذکر است نمونه فاقد آرد گندم سن‌زده و ٦۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد گندم سن‌زده و فاقد اسید آسکوربیک به طور مشترک دارای کمترین میزان حجم مخصوص بودند.

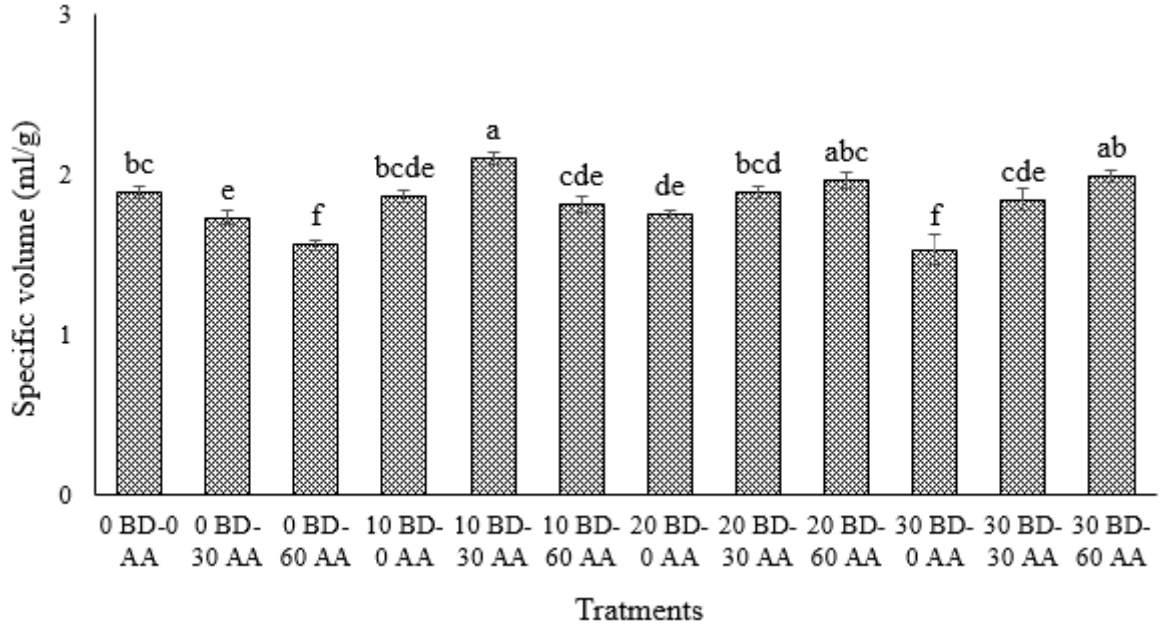

Fig 1: The effect of bug-damage wheat (BD) and acid ascorbic (AA) on the specific volume of cookies. Different letters represent significant difference from one another ($p<0.05$).

حجم فرآورده‌های نانوایی فاکتور مهمی است که در ظاهر و بازارپسندی نقش بسزایی دارد و ویژگی مهمی در ارزیابی محصول نهایی است. حجم محصولات نانوایی تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی نظیر تعداد حباب‌های هوای ورودی به خمیر یا خروجی از آن (طی فرایند مکانیکی بهم‌زدن خمیر، حباب هوا وارد می‌شود و طی ورز دادن، قالب زدن و چانه‌گیری بخشی از حباب‌های هوا خارج می‌گردد) یا

حباب‌های تولید شده از فعالیت بیولوژیکی (فعالیت مخمر) و شیمیایی (نظیر بیکینگ پودر و جوش شیرین)، حفظ و نگهداری آن‌ها در خمیر و حین پخت و همچنین تبخیر مناسب آب، وجود انواع افزودنی‌ها بستگی دارد و اگر در یک مورد اختلالی ایجاد شود، حجم کاهش می‌یابد [۲۶ و ۲۷]. همانطور که نتایج اثر متقابل آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک نشان داد در سطوح بالای آرد گندم سن‌زده (سطح ۳۰ درصد) کاهش حجم مخصوص در مقایسه با نمونه شاهد چشمگیر و تنها در بالاترین سطح مصرف اسید آسکوربیک آسیب تکنولوژیکی ناشی از جایگزینی ۳۰ درصد از آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده قابلیت جبران داشت. Siviri و همکاران (۲۰۰۰) علت آسیب به ویژگی‌های تکنولوژیکی فراورده‌های پخت از جمله کاهش حجم را در نتیجه استفاده از آرد گندم سن‌زده در فرمولاسیون این دسته از فراورده‌ها را این چنین گزارش کردند که پروتئاز سن یا از طریق از هم پاشیدن پلیمرهای گلوتنین و یا با تحت تاثیر قرار دادن تجمع مولکول‌های گلوتن، باعث تضعیف خمیر حاصل از گندم سن‌زده می‌شود [۸]. با تجزیه شدن گلوتن در نتیجه آنزیم پروتئاز سن گندم، شبکه گلوتنی ضعیفی در خمیر فراورده‌های نانوایی ایجاد می‌شود که قادر به نگهداری گاز حاصل از فرایند تخمیر نیست و محصول تولیدی از ارتفاع، حجم و تخلخل کمی برخوردار خواهد بود و بافت و ساختار آن با نمونه حاصل از آرد گندم سالم قابل مقایسه نیست [۹]. همچنین Ozulku و Siviri Ozay (۲۰۲۰) گزارش کردند اثر تخریبی پروتئاز سن روی خاصیت نانوایی گندم و بروز مشکلات در تهیه فراورده‌های نانوایی زمانی بروز می‌کند که گلوتن و نشاسته دانه در اثر آنزیم‌های گوارشی سن تجزیه شوند [۷]. چون گلوتن در اثر تجزیه شدن دیگر قدرت نگهداری گازهای حاصل از فرایند تخمیر و هوادهی شیمیایی و فیزیکی را در خود ندارد در نتیجه فراورده‌های پخت تولید شده از آرد گندم سن‌زده خلل و فرج (تخلخل) و حجم خوبی ندارند و حالت تردی آن‌ها کمتر از نمونه‌های تهیه شده از گندم سالم است [۲۸]. یافته‌های Dizlek و Ozar (۲۰۱۷) با مطالعه کاربرد آرد سن‌زده در فرمولاسیون نان نشان داد کیفیت پخت از جمله افزایش افت وزن، کاهش تخلخل و حجم با جایگزینی آرد گندم سالم با سن‌زده و افزایش سطح جایگزینی کاهش یافت. در ارتباط با بهبود ویژگی‌های بافتی فراورده‌های نانوایی در نتیجه افزودن اسیدآسکوربیک به فرمولاسیون نیز گزارشاتی موجود است [۱۰]. Maforimbon و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند مهم‌ترین تاثیر اسید آسکوربیک اکسید کردن گروه‌های سولفیدریل موجود در خمیر است که در نتیجه‌ی آن شبکه گلوتنی تقویت می‌شود [۱۵]. با بهبود این شبکه، کشش‌پذیری خمیر حاصل از آرد گندم سن‌زده افزایش، سفتی بافت فراورده نانوایی حاصل از آن کاهش و حجم افزایش می‌یابد [۱۱]. Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) با کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر و تکنولوژیکی و حسی نان گزارش کرد افزودن اسید آسکوربیک به فرمولاسیون نان منجر به بهبود ویژگی‌های رئولوژیگی خمیر و افزایش حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی شد. اثر نهایی اسید آسکوربیک افزایش قابلیت خمیر در نگهداری گاز، بهبود گسترش خمیر، افزایش میزان مقاومت خمیر و در نهایت افزایش حجم و تولید محصولی با ساختار سلولی ریز و یکنواخت است [۱۶]. از سویی، اسید آسکوربیک باید به مقدار لازم مصرف گردد و چنانچه بیش از حد مناسب استفاده شود، نه تنها اثر بهبوددهنگی ندارد، بلکه آثار زیان باری از خود نشان داده، و سبب سفت شدن خمیر، کاهش حجم و نامطلوب شدن بافت فراورده تولیدی می‌گردد [۱۲]. غیور اصلی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز و اسید آسکوربیک بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشترودل پرداختند. نتایج نشان داد اسید آسکوربیک بر افزایش قدرت خمیر و قابلیت کشش خمیر و افزایش حجم مخصوص نان نقش مؤثری داشت و بهترین اثر در مقدار ۱۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد [۲۹].

۳-۳-سفتی بافت

نتایج میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که یافته‌ها نشان می‌دهد، نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد گندم سن‌زده و ۳۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک و نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد گندم سن‌زده و ٦۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک به طور مشترک دارای کمترین میزان سفتی بافت پس از یک ماه نگهداری بودند. لازم به ذکر است تمام نمونه‌های تولیدی طی مدت زمان نگهداری افزایش سفتی بافت داشتند. هرچند میزان سفتی بافت نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد گندم سن‌زده (فاقد اسید آسکوربیک) با سپری شدن یک ماه از زمان پخت بیش از سایر نمونه‌های تولیدی بود اما این افزایش سفتی بافت در نمونه شاهد (فاقد آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک) بیشتر از سایر تیمارها بود که این امر نشان‌دهنده بیشتر بودن سرعت بیاتی نمونه شاهد در مقایسه با دیگر کلوچه‌های تولیدی است.

Table 2: The effect of bug-damage wheat and acid ascorbic on the firmness of cookies during 1 month.

Treatments	Bug-damage wheat (%)	Acid ascorbic (ppm)	Firmness (N)		
			2 hours	2 weeks	1 month
1 (Control)	-	-	19.72 ± 0.69^{g}	9.24 ± 0.68^{bc}	19.72 ± 0.69^{ab}
2	-	30	14.88 ± 0.58^{fg}	8.03 ± 0.85^{cde}	14.88 ± 0.58^{fg}
3	-	60	15.38 ± 0.54^{efg}	6.94 ± 0.51^{efg}	15.38 ± 0.54^{efg}
4	10	-	17.00 ± 0.82^{cde}	8.38 ± 0.48^{cd}	17.00 ± 0.82^{cdg}
5	10	30	14.57 ± 0.52^{g}	6.61 ± 0.25^{fg}	14.57 ± 0.52^{g}
6	10	60	15.46 ± 0.79^{efg}	7.05 ± 0.12^{defg}	15.46 ± 0.79^{efg}
7	20	-	18.12 ± 0.62^{bc}	10.20 ± 0.20^{b}	18.12 ± 0.62^{bc}
8	20	30	16.21 ± 0.47^{defg}	6.96 ± 0.26^{efg}	16.21 ± 0.47^{defg}
9	20	60	14.65 ± 0.25^{g}	6.27 ± 0.24^{g}	14.65 ± 0.25^{g}
10	30	-	19.99 ± 0.72^{a}	13.75 ± 0.76^{a}	19.99 ± 0.72^{a}
11	30	30	17.92 ± 0.28^{cd}	8.71 ± 0.29^{c}	17.92 ± 0.28^{cd}
12	30	60	16.42 ± 0.43^{cdef}	7.94 ± 0.27^{cdef}	16.42 ± 0.43^{cdef}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p<0.05$).

بافت یکی از شاخص‌های مهم کیفی مواد غذایی است که طی فرایندهای غذایی و همچنین انبار کردن می‌تواند به دلایل مختلف تغییر کند. بافت به مجموعه‌ای از خصوصیات غذا گفته می‌شود که بتوان با انگشت‌ها، زبان یا دندان آن را احساس کرد. ارزیابی بافت مواد غذایی شامل اندازه‌گیری پاسخ فراورده‌های غذایی است هنگامی که در معرض نیروهایی مثل بریدن، جویدن، فشردن یا کشیده شدن قرار می‌گیرد، و به عبارت دیگر به خصوصیات رئولوژیکی غذا بستگی دارد. دندان‌ها، زبان و فک نیرویی به غذا اعمال می‌کنند و اینکه چه عکس‌العملی در برابر نیروها از خود نشان می‌دهد به نوعی بیانگر بافت غذاها بوده و مشخص می‌کند که غذا سفت، ترد، روان و غیره است [۳۰]. میزان سفتی بافت فراورده‌های پخت در بازه زمانی بلافاصله پس از پخت به عواملی نظیر حفظ رطوبت محصول طی فرآیند پخت (هرچند اهمیت رطوبت طی مدت زمان نگهداری به دلیل اثرگذاری آن بر شدت بیاتی محصول بیشتر است) و برخی از خصوصیات تکنولوژیکی آن نظیر حجم و تخلخل بستگی دارد. حفظ رطوبت از سفت شدن و حتی شکننده شدن پوسته نمونه تولیدی پس از فرایند تولید و حتی طی پخت جلوگیری می‌کند و بافت محصول نرم‌تر می‌شود. از سوی دیگر افزایش حجم و تخلخل به دلیل حضور تعداد بیشتر حباب‌های هوا در نمونه و پخش یکنواخت آن‌ها، دو فاکتور اثرگذار بر میزان نرمی بافت و کاهش فشردگی بافت درونی فراورده‌های نانوایی است [۳۱]. از این رو قابل پیش‌بینی بود که نمونه‌های دارای حجم بیشتر از سفتی بافت کمتری در بازه زمانی بلافاصله پس از پخت برخوردار باشند. از طرفی این انتظار وجود داشت که نمونه‌هایی که از رطوبت بیشتر در مدت زمان نگهداری برخوردار بودند، دارای بافت نرم‌تری باشند. زیرا با توجه به یکسان بودن آب فرمولاسیون برای ۱۲ تیمار، نمونه‌های دارای محتوای رطوبت بیشتر در بازه زمانی بلافاصله پس از پخت از توانایی بیشتری در حفظ رطوبت طی مدت زمان نگهداری برخوردارند. این نمونه‌ها از مهاجرت سریع رطوبت از بافت درونی به پوسته جلوگیری

می‌کنند و به عبارتی خروج رطوبت و از دست دادن آب که عامل اصلی بیاتی و سفت شدن بافت فراورده‌های نانوایی طی انبارمانی است، بسیار کند صورت می‌گیرد. اما این نکته نباید نادیده گرفته شود که چنانچه میزان اسید آسکوربیک بیش از اندازه نیاز فرمول باشد، نه تنها به عنوان یک بهبوددهنده عمل نمی‌کند بلکه منجر به سفت شدن بافت نمونه‌های تولیدی می‌شود [۱۷]. نکته قابل توجه این است که جایگزینی آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده در مقادیر کم نه تنها منجر به کاهش کیفیت بافت کلوچه‌ها و افزایش سفتی ساختار درونی آن‌ها نشد، بلکه عملکرد مثبت بر بافت داشت که در نتیجه آن بافتی نرم‌تر مشاهده شد. Amal و همکاران (۲۰۱٤) با کاربرد آنزیم پروتئاز در فرمولاسیون کوکی بهبود ویژگی‌های فیزیکی (ضخامت، قطر، بهبود ویژگی‌های پهن‌شدگی) را گزارش کردند. این محققان بیان کردند آنزیم پروتئاز با اثرگذاری بر گلوتن و کاهش الاستیسیته، کاهش انقباض و چروکیدکی خمیر پس از قالب‌زنی منجر به بهبود بافت (کاهش سختی) کوکی‌های تولیدی شد [۳۲]. همچنین سرایی و کریمی (۱۳۹۳) با بررسی استفاده از آرد گندم سن‌زده و مقایسه آن با آردهای قوی حاوی آنزیم پروتئاز میکروبی بر بهبود کیفیت بیسکوئیت گزارش کردند سختی بیسکویت‌های تولید شده توسط آرد سن‌زده نسبت به بیسکوئیت‌های تولید شده از آردهای قوی حاوی آنزیم پروتئاز کمتر بود که منجر به تردی بیشتر و بافت مطلوب‌تر فراورده نهایی شد. این محققان بیان نمودند استفاده از آرد سن‌زده در فراورده‌های نیازمند آرد ضعیف (نظیر انواع کلوچه و کوکی، بیسکوئیت، کراکر، کیک و ...) در صورت استفاده صحیح از آن می‌تواند کارامد باشد و نه تنها منجر به کاهش کیفیت بافت نمی‌شود بلکه بافت را بهبود بخشیده و با ایجاد بافتی نرم تر، جویدن را تسهیل و احساس دهانی را ارتقا می‌دهد. این در حالی بود که سطوح بالای مصرف آرد گندم سن‌زده بدون حضور افزودنی‌های اکسیدکننده و بهبوددهنده‌ها نظیر اسید آسکوربیک، اسید سیتریک، آنزیم ترانس گلوتامیناز و ... در فرمولاسیون فراورده‌های پخت توصیه نشد [۳۳]. Dizlek و Ozar (۲۰۱٦) و Dizlek و Ozar (۲۰۱۷) به بررسی استفاده از آرد گندم با ۲۰/٦ درصد سن‌زدگی مخلوط با آرد گندم سالم در سطوح صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد پرداختند. در این پژوهش‌ها به منظور افزایش کیفیت آرد گندم سن‌زده از مواد افزودنی مختلف از جمله استرهای دی استیل تارتاریک اسید، مونو و دی‌گلیسرید، ترانس گلوتامیناز، اسید سیتریک و اسید آسکوربیک استفاده شد. نتایج به وضوح نشان داد با افزایش بیش از ۲۰ درصد آرد گندم سن‌زده در فرمولاسیون نان، بازده خمیر، حجم، نسبت ارتفاع به عرض نان به شدت کاهش و سفتی بافت افزایش یافت و تنها در حضور افزودنی ها بخصوص ترکیبات اکسیدکننده می توان بافت نمونه‌های تولیدی را بهبود داد [۲۸ و ۱۰]. Zheng و همکاران (۲۰۲۲) به مطالعه عملکرد آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسید آسکوربیک بر بافت نان حاوی آرد گندم سیاه پرداختند. نتایج این محققان نشان داد حضور آنزیم ترانس گلوتامیناز در مقایسه با اسید آسکوربیک منجر به ساختار خمیری پیوسته‌تری شد. هر دو افزودنی بر سختی، چسبندگی و انسجام بافت نان‌های تولیدی اثر مثبت داشتند [۵]. Sheikholeslami و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثر مخلوط اسید آسکوربیک و صمغ گوار بر بهبود آرد گندم ضعیف شده ناشی از مخلوط با آرد جو بدون پوشینه پرداختند. در این تحقیق از سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه، سطوح صفر، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد صمغ گوار و سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک استفاده کردند. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود حضور ۲ درصد آرد جو بدون پوشینه، ۱ درصد صمغ گوار و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک منجر به بهبود ویژگی‌های بافتی نان از جمله کاهش سفتی بافت و حفظ حجم طی مدت زمان نگهداری شد [۱۷]. پورحاجی و صحرائیان (۱۳۹۷) از اسید آسکوربیک در سطوح متفاوت در فرمولاسیون دونات استفاده نمودند. اسید آسکوربیک در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام به عنوان پرواکسیدان موجب تأثیرگذاری بر ویژگی‌های بافتی و ظاهری شد و در نهایت بازارپسندی محصول افزایش یافت [۳٤]. شیخ‌الاسلامی و همکاران (۱۳۸۸) از صمغ گوار و اسید آسکوربیک برای بهبود خواص

رئولوژیک و ویژگی‌های پخت آرد گندم سن‌زده استفاده نمودند. نتایج نشان داد که افزودن گوار و اسید آسکوربیک به صورت مستقل و متقابل توانست خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت بافت نان حاصل از گندم سن‌زده را بهبود بخشد و بهترین اثر در سطح ۰/۵ درصد صمغ گوار و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک مشاهده گردید[۳۵].

٤-۳-رنگ

نتایج مؤلفه های رنگی ($L^*a^*b^*$) سطح نمونه‌های تولیدی در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد حضور آرد گندم سن‌زده در فرمولاسیون کلوچه منجر به تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌های تولیدی شد. به طوری که مؤلفه رنگی L^* و b^* کاهش و مؤلفه رنگی a^* افزایش یافت. این در حالی بود که براساس نتایج مشخص شد حضور اسید آسکوربیک و افزایش سطح مصرف آن در فرمولاسیون کلوچه منجر به روشن‌تر شدن رنگ نمونه‌های تولیدی شد.

Table 3: The effect of bug-damage wheat and acid ascorbic on the crust color ($L^*a^*b^*$ values) of cookies.

Treatments	Bug-damage wheat (%)	Acid ascorbic (ppm)	Crust color		
			L^*	a^*	b^*
1 (Control)	-	-	59.67 ± 0.93^{bc}	0.72 ± 0.06^{d}	22.30 ± 1.28^{b}
2	-	30	61.50 ± 1.83^{ab}	0.72 ± 0.08^{d}	19.50 ± 0.56^{cde}
3	-	60	63.77 ± 1.17^{a}	0.71 ± 0.10^{d}	18.22 ± 0.93^{e}
4	10	-	56.43 ± 0.76^{de}	1.23 ± 0.05^{bc}	22.83 ± 0.80^{b}
5	10	30	59.53 ± 1.01^{bcd}	1.19 ± 0.02^{c}	20.90 ± 0.60^{bcd}
6	10	60	59.93 ± 0.56^{bc}	1.20 ± 0.09^{c}	18.90 ± 0.75^{de}
7	20	-	53.93 ± 0.95^{ef}	1.47 ± 0.08^{a}	25.17 ± 0.49^{a}
8	20	30	58.23 ± 0.71^{cd}	1.43 ± 0.09^{ab}	22.30 ± 0.60^{b}
9	20	60	59.93 ± 1.12^{bc}	1.44 ± 0.04^{ab}	19.00 ± 0.66^{de}
10	30	-	50.63 ± 1.35^{g}	1.60 ± 0.06^{a}	26.37 ± 0.72^{a}
11	30	30	52.10 ± 0.85^{fg}	1.54 ± 0.08^{a}	22.17 ± 0.86^{b}
12	30	60	54.03 ± 0.91^{ef}	1.51 ± 0.03^{a}	21.77 ± 0.68^{bc}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p<0.05$).

از بین ویژگی‌های مواد غذایی، رنگ مهم‌ترین ویژگی دیداری است که اغلب به کیفیت غذا نیز ربط داده می‌شود. رنگ سطحی ماده غذایی اولین ویژگی کیفی آن است که مورد ارزیابی مصرف‌کننده قرار می‌گیرد و می‌تواند بر پذیرش ماده غذایی حتی قبل از ورد غذا به دهان تأثیر بگذارد. مصرف کنندگان اغلب از روی رنگ در مورد ارزش غذایی، ایمنی، عطر و طعم، زمان نگهداری و سایر ویژگی های محصولات خوراکی قضاوت می کنند و به این علت است که در بسیاری از موارد بین رنگ و خصوصیات ذکر شده همبستگی خوبی وجود دارد. درکی که از رنگ بوجود می‌آید به مشاهده‌کننده و شرایطی که رنگ در آن دیده می‌شود، بستگی دارد [۳٦، ۳۷ و ۳۸]. تغییرات رنگ در مواد غذایی به عوامل متعددی بستگی دارد. دما و زمان پخت از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییرات رنگ است و عامل این تغییرات واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی یا واکنش مایلارد که در ماده غذایی رخ می‌دهد، نسبت داده شده است. به همین علت، اگر به فرمولاسیون اصلی ماده غذایی، ماده‌ای اضافه شود که دارای سوبسترای مؤثر بر این واکنش‌ها باشد، تغییرات رنگ افزایش می‌یابد. همانطور که اشاره شد حضور آرد گندم سن‌زده در فرمولاسیون کلوچه منجر به تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌های تولیدی شد. علت این امر را چنین می‌توان توجیه نمود که پروتئاز سن گندم، اثر تخریب‌کننده بر هر دو پروتئین گلیادین و گلوتنین دارند و در نتیجه سبب تولید پپتیدهای کوچک‌تر و اسیدهای آمینه می‌شوند. افزایش سطح پپتیدهای کوچک و اسیدهای آمینه آزاد که با عمل پروتئازها آزاد می‌شوند، باعث افزایش شدت واکنش مایلارد و تیره‌تر شدن رنگ می‌شود [٦]. Bonet و همکاران (۲۰۰۵) میزان ۱/۲ برابری گروه‌های سولفیدریل [۳۹] و Perez و همکاران (۲۰۰۵) میزان حدودا ٦ برابری گروه‌های سولفیدریل را در نمونه‌های سن‌زده نسبت به سالم گزارش کردند [٤۰]. با اینکه آنزیم سن، پروتئاز است نه ردوکتاز، میزان گروه‌های سولفیدریل در گندم سن‌زده افزایش یافته است. افزایش

گروه‌های سولفیدریل ملاحظه شده در گلوتن آسیب‌دیده، یک شکست مولکولی گلوتن را نشان می‌دهد [٤١]. این افزایش گروه‌های سولفیدریل می‌تواند به فعالیت پروتئولیتیکی گلوتن سن‌زده نسبت داده شود که گروه‌های مخفی را در دسترس می‌کند یا میزان پروتئین‌های با وزن مولکولی پایین که اسیدهای آمینه سیستئین بیشتری دارند را افزایش می دهد و از این طریق در افزایش شدت رنگ فراورده‌های پخت نقش دارد [٣٩]. بنابراین این انتظار وجود داشت با جایگزینی آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده مؤلفه رنگی L^* کاهش و مؤلفه‌های رنگی a^* و b^* افزایش یابد و به عبارتی رنگ نمونه‌های حاوی گندم سن‌زده تیره‌تر باشد. همچنین نتایج پژوهش حاضر نیز به وضوح نشان داد حضور اسید آسکوربیک و افزایش سطح مصرف آن در فرمولاسیون کلوچه منجر به روشن‌تر شدن رنگ نمونه‌های تولیدی شد. اسید آسکوربیک با اکسید نمودن رنگدانه های موجود در آرد در روشن تر شدن رنگ نقش دارد. همچنین هموار و یکنواخت شدن سطح خمیر و فراورده پخت حاوی اسید آسکوربیک باید یکی از عوامل مؤثر در روشن تر شدن رنگ دانست [٥]. در این زمینه Purlis و Salvadori (٢٠٠٩) براساس یافته‌های تحقیق خود بیان نمودند که تغییرات سطح پوسته، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در افزایش میزان مؤلفه رنگی L^* پوسته یا انعکاس نور (درخشندگی) دارد[٤٢]. Kiyashko و Slideltsey (٢٠٢٢) به مطالعه کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی در نان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد افزودن ٠/٠٣ درصد اسید آسکوربیک (براساس وزن آرد) سبب روشن‌تر و شیشه‌ای رنگ نمونه‌ها شد [١٦]. پورحاجی و صحرائیان (١٣٩٧) در نتیجه حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون دونات افزایش مؤلفه رنگی L^* و به عبارتی میزان روشنایی محصول نهایی را گزارش کردند [٣٤]. میرزایی (١٣٩٢) با فرموله نمودن و ارزیابی تأثیر چند نوع بهبوددهنده (ترکیبی از اسید آسکوربیک، آنزیم زایلاناز و امولسیفایر سدیم استئاروئیل ٢-لاکتیلات) بر کیفیت نان سنگک بیان نمودند نمونه نان حاوی بهبوددهنده روشن‌تر (کاهش مؤلفه قرمزی و زردی) از نمونه شاهد بود [٢٥].

٥-٣-ویژگی‌های حسی

براساس نتایج ارزیابی حسی و تمام پارامترهای مورد بررسی (فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، سفتی و نرمی بافت، پوکی و تخلخل و قابلیت جویدن، بو و مزه) (جدول ٤) و در نهایت پذیرش کلی (شکل ٢) می‌توان گفت نمونه حاوی ١٠ درصد آرد گندم سن‌زده و ٣٠ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک (اولویت اول)، نمونه شاهد (نمونه فاقد آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک) (اولویت دوم) و نمونه حاوی ٢٠ درصد آرد گندم سن‌زده و ٦٠ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک (اولویت سوم) سه نمونه برتر پژوهش حاضر بودند. اما از آن جا که هدف از این تحقیق جایگزینی بخشی از آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده و ارزش‌آفرینی بود، نمونه‌های حاوی آرد گندم سن‌زده (اولویت اول و سوم) به عنوان بهترین نمونه‌ها به لحاظ ویژگی‌های حسی معرفی می‌شوند.

Table 4: The effect of bug-damage wheat and acid ascorbic on the sensory properties of cookies.

Treatments	Bug-damage wheat (%)	Acid ascorbic (ppm)	Sensory properties		
			Form and Shape	Surface	Subsurface
1 (Control)	-	-	3.70 ± 0.67^{bc}	4.10 ± 0.74^{ab}	4.00 ± 0.47^{a}
2	-	30	3.20 ± 0.63^{cd}	3.50 ± 0.53^{abcd}	3.50 ± 0.53^{ab}
3	-	60	2.70 ± 0.67^{def}	2.60 ± 0.69^{de}	2.80 ± 0.63^{bc}
4	10	-	3.10 ± 0.57^{cde}	3.70 ± 0.67^{abc}	3.50 ± 0.71^{ab}
5	10	30	4.60 ± 0.52^{a}	4.40 ± 0.70^{a}	4.00 ± 0.67^{a}
6	10	60	3.70 ± 0.48^{bc}	3.30 ± 0.67^{bcd}	3.50 ± 0.53^{ab}
7	20	-	2.30 ± 0.48^{ef}	2.90 ± 0.57^{cde}	2.60 ± 0.52^{c}
8	20	30	3.00 ± 0.67^{cdef}	3.80 ± 0.42^{abc}	3.30 ± 0.48^{abc}
9	20	60	4.10 ± 0.57^{ab}	4.10 ± 0.88^{ab}	3.90 ± 0.326^{a}
10	30	-	2.20 ± 0.42^{f}	2.30 ± 0.48^{e}	2.50 ± 0.71^{c}

11	30	30	2.60±0.52^{def}	3.10±0.57^{cde}	3.20±0.42^{abc}
12	30	60	3.20±0.63^{cd}	3.40±0.69^{bcd}	3.20±0.42^{abc}

Treatments	Bug-damage wheat (%)	Acid ascorbic (ppm)	Sensory properties		
			Firmness and Softness	Chewiness	Odor and Taste
1 (Control)	-	-	3.80±0.42^{ab}	3.70±0.48^{ab}	3.60±0.52^{a}
2	-	30	3.60±0.52^{abc}	3.40±0.52^{abc}	2.40±0.52^{bc}
3	-	60	3.50±0.53^{abc}	2.60±0.70^{def}	1.30±0.48^{d}
4	10	-	3.90±0.32^{a}	2.90±0.57^{cdef}	2.30±0.48^{bc}
5	10	30	3.90±0.57^{a}	3.80±0.79^{a}	3.60±0.52^{a}
6	10	60	4.00±0.63^{a}	2.90±0.32^{cdef}	2.20±0.63^{bc}
7	20	-	3.80±0.63^{ab}	2.30±0.48^{ef}	2.00±0.71^{bcd}
8	20	30	3.90±0.57^{a}	3.00±0.47^{bcde}	2.10±0.32^{bcd}
9	20	60	3.70±0.67^{ab}	3.20±0.42^{ab}	2.70±0.67^{b}
10	30	-	2.50±0.71^{d}	2.20±0.42^{f}	1.60±0.70^{cd}
11	30	30	2.80±0.42^{cd}	2.50±0.53^{def}	2.00±0.47^{bcd}
12	30	60	3.00±0.47^{bcd}	2.60±0.52^{def}	2.10±0.31^{bcd}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p<0.05$).

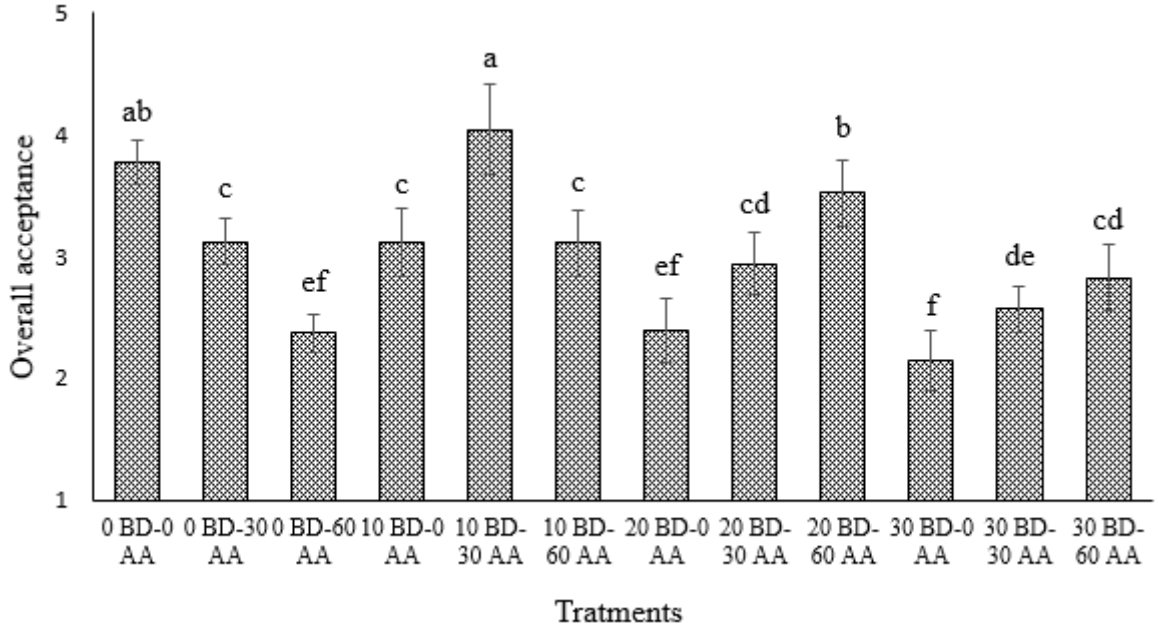

Fig 2: The effect of bug-damage wheat (BD) and acid ascorbic (AA) on the overall acceptance of cookies. Different letters represent significant difference from one another ($p<0.05$).

Koliandris و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند درک بو و مزه و رهایش مواد مولد آن‌ها بستگی به نوع بافت نمونه دارد و در بافت‌هایی که پیوستگی بیشر است و بافت خوشایند مصرف‌کننده یا ارزیابان چشایی است، درک بو و مزه بیشتر است [٤۳]. Boland و همکاران (۲۰۰٤) این امر را به طریق دیگری توجیه کردند و اعتقاد داشتند برهمکنش‌های بین مواد مولد بو و مزه در محصولات با بافت و ساختار مناسب بهتر اتفاق افتاده است که این امر منجر به افزایش احساس دهانی خوب و رهایش هرچه بیشتر مواد طعم‌زا می‌شود. از این رو قابل توجیه است نمونه‌هایی که از امتیاز بافت (سفتی و نرمی بافت، پوکی و تخلخل و قابلیت جویدن) بهتری برخوردار بودند، دارای امتیاز بو و مزه بیشتری بودند. همانطور که نتایج نشان داد سطوح بالای مصرف آرد گندم سن‌زده به خصوص سطح ۳۰ درصد منجر به کاهش کیفیت کلوچه‌های تولیدی شد و حتی سطح ۲۰ درصد از این آرد تنها در حضور اسید آسکوربیک به ویژه در سطح ٦۰ پی‌پی‌ام عملکرد مثبتی بر ویژگی‌های حسی داشت. در زمینه کاربرد آرد گندم سن‌زده

در فرمولاسیون فراورده‌های پخت و اثرات مثبت و منفی آن بر کمیت و کیفیت محصول نهایی چندین مطالعه انجام شده است [٤٤]. Dizlek و Ozar (٢٠٢٣) گزارش کردند استفاده از آرد گندم سن‌زده بدون حضور اکسیدکننده‌ها در فرمولاسیون فراورده‌های پخت سبب ایجاد بافت، قابلیت جویدن، فرم و شکل، رنگ، بو و مزه نامطلوب شد که در نتیجه آن کاهش کیفیت مشاهده گردید [١١]. اکرامیان و همکاران (١٤٠٢) در تولید وافل از آرد گندم با ١٠٠ درصد سن‌زدگی استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد بالاترین امتیاز پذیرش کلی در ارزیابی حسی در نمونه حاوی ٠/٥ درصد آرد گندم سن‌زده (گندم با ١٠٠ درصد سن‌زدگی) مشاهده شد. در این پژوهش گزارش شد حضور آرد گندم سن‌زده در فراورده‌های حاوی آرد گندم ضعیف عملکرد مثبت دارد و نه تنها کیفیت کاهش نمی‌یابد، بلکه ویژگی‌های حسی افزایش می‌یابد [٦]. همچنین گزارشاتی مبنی بر بهبود ویژگی‌های حسی در نتیجه حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون فراورده‌های پخت حاوی آرد ضعیف یا آرد گندم سن‌زده وجود دارد. در یافته‌های حاصل از این مطالعات آمده است نان حاوی اسید آسکوربیک از عطر و مزه بهتری برخوردار بود. Kiyashko و Slideltsey (٢٠٢٢) به مطالعه کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی بر ویژگی‌های حسی نان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد افزودن ٠/٠٣ درصد اسید آسکوربیک (براساس وزن آرد) به فرمولاسیون، عطر و مزه نان را بهبود بخشید و سبب نرم‌تر شدن بافت و احساس دهانی مطلوب شد [١٦]. Zeidvand و همکاران (٢٠٢٣) به بررسی سطوح متفاوت (صفر، ٠/٢٥ و ٠/٥٠ درصد) اسید لاکتیک، اسید آسکوربیک و آزودی کربن امید بر ویژگی‌های کیفی نان سنگک پرداختند. براساس یافته‌ها مشخص شد حضور افزودنی‌های استفاده شده در فرمولاسیون نان سبب بهبود ویژگی‌های حسی (مزه، بو، رنگ و بافت) و کاهش بیاتی شد [١٢].

٤-نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف ورود آرد گندم سن‌زده به عنوان یکی از ضایعات کشاورزی به چرخه خوراکی، این آرد جایگزین آرد گندم سالم در فرمولاسیون کلوچه سنتی زابلی شد و برای جبران خسارات ناشی از سن‌زدگی از اسید آسکوربیک به عنوان یک اکسیدکننده با عملکرد مثبت بر کمیت و کیفیت آردهای ضعیف استفاده گردید. نتایج نشان داد با جایگزینی آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده از میزان رطوبت کلوچه‌ها کاسته شد. این در حالی بود که اسید آسکوربیک در حفظ رطوبت نمونه‌های تولیدی طی فرایند پخت و پس از آن موفق عمل نمود. همچنین نتایج نشان داد نمونه حاوی ١٠ درصد آرد گندم سن‌زده و ٣٠ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک دارای بیشترین میزان حجم مخصوص و کمترین میزان سفتی بافت (طی یک ماه نگهداری) در مقایسه با سایر کلوچه‌های تولیدی بود. حضور آرد گندم سن‌زده در فرمولاسیون کلوچه منجر به تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌های تولیدی شد. این در حالی بود که یافته‌ها به وضوح نشان دادند حضور اسید آسکوربیک و افزایش سطح مصرف آن در فرمولاسیون کلوچه منجر به روشن‌تر شدن رنگ نمونه‌های تولیدی شد. در نهایت براساس نتایج ارزیابی حسی و تمام پارامترهای مورد بررسی (فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی و پایینی، سفتی و نرمی بافت، پوکی و تخلخل و قابلیت جویدن، بو و مزه) و امتیاز پذیرش کلی می‌توان گفت نمونه حاوی ١٠ درصد آرد گندم سن‌زده و ٣٠ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک (اولویت اول)، نمونه شاهد (نمونه فاقد آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک) (اولویت دوم) و نمونه حاوی ٢٠ درصد آرد گندم سن‌زده و ٦٠ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک (اولویت سوم) سه نمونه برتر پژوهش حاضر بودند. اما از آن جا که هدف از این تحقیق جایگزینی بخشی از آرد گندم سالم با آرد گندم سن‌زده و ارزش‌آفرینی بود، نمونه‌های حاوی آرد گندم سن‌زده (اولویت اول و سوم) به عنوان بهترین نمونه‌ها به لحاظ ویژگی‌های حسی معرفی می‌شوند.

٥- منابع

[1] Mahrousi, T. and Pourfarzad, A. (2021). An investigation of quality and shelf-life of rice bran fortified Fouman cookie using symmetric and asymmetric multivariate methods. *Journal of Food Researches*, 31(1): 95-114.

[2] AleemZaker, M. D., Genitha, T. R. and Hashmi, S. I. 2012. Effects of defatted soy flour incorporation on physical, sensorial and nutritional properties of biscuits. *Journal of Food Process & Technology*, 3: 1-4.

[3] Aziah, A. A., Noor, A. Y. and Ho, L. H. 2012. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *International Food Research Journal*, 19(4). 1539-1543.

[4] Maghaydah, S., Abdul-Hussain, S., Ajo, R., Tawalbeh, Y. and Elsahoryi, N. 2013. Effect of lupine flour on baking characteristics of gluten free cookies. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(5): 600-605.

[5] Zeng, Q., Wei, T., Song, Y., Guo, X., Jiang, H. and Zhang, G. 2022. Comparative study on composite buckwheat dough and steamed bread modified by transglutaminase and ascorbic acid. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(2): 1273-1282.

[6] Ekramian, H., Saeedi Asl, M. R. Karimi, M. Sheikholeslami, Z. and Pedram Niya, A. (2023). Comparison the Effect of Sunn Pest Flour wheat and Microbial Protease on Waffle Production. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 15(2): 151-162.

[7] Ozulku, G. and Siviri Ozay, D. 2020. Improving the bread quality of suni-bug damaged wheat flours by sourdough bread making and liquid rye sour. Acta Alimentaria, 49(2): 170-180.

[8] Siviri, D. H. D., Sapirstein, W., Bushuk, and Korsel, H. 2002. Wheat intercultivar difference in susceptibility of glutenin protein to effects of bug protease. *Cereal Chemistry*, 79 (1): 41-44.

[9] Shokraie, M., Salehifar, M. and Afshin Pazhooh, R. 2018. Rheological and quality characteristics of pasta produced from sunn pest damaged wheat flour and ascorbic Acid. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20: 935-963.

[10] Dizlek, H. and Ozar, M. S. 2017. Improvement bread characteristics of high level sunn pest (Eurygaster integriceps) damaged wheat by using transglutaminase and some additives. *Journal of Cereal Science*, 77: 90-96.

[11] Dizlek, H. and Ozar, M. S. 2023. Comparison of transglutaminase and L-ascorbic acid additives in improving the quality of bread made from sunn pest (*Eurygaste integriceps*) damaged wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(3): 1275-1283.

[12] Zeidvand, S., Movahhed, S. and Rajaei, P. 2023. Effect of lactic acid, acid ascorbic and azodicarbonamid on microstructure and organoleptic properties of Sangak bread. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 13(2): 61-69.

[13] Every, D., Motoi, L. S. C. and Simmons, L. D. 2008. Predicting wheat quality consequences of the ascorbic acid improver effect. *Journal of Cereal Science*, 48: 339-348.

[14] Faccio, G., Flander, L., Buchert, J., Saloheimo, M. and Nordlund, E. 2012. Sulfhydryl oxidase enhances the effects of ascorbic acid in wheat dough. *Journal of Cereal Science*, 55: 37-43.

[15] Maforimbo, E., Nguyen, M. and Skurray, G. R. 2006. The effect l-ascorbic acid on the rheological properties of soy–wheat dough: a comparison of raw and physically modified soy flours. *Journal of Food Engineering*. 72: 339-345.

[16] Kiyashko, N. and Slideltsey, O. 2022. The use of ascorbic acid as an improver of oxidative action in production of wheat bread. *International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry "INTERAGROMASH 2022"*, 574: 2544-2549.

[17] Sheikholeslami, Z., Karimi, m., Komeili, H. R. and Mahfouzi, M. 2018. A new mixed bread formula with improved physicochemical properties by using hull-less barley flour at the presence of guar gum and ascorbic acid. *LWT*, 93: 628-633.

[18] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[19] Bassinello, P. Z., Freitasb, D. D. G. C., Ascherib, J. L. R., Takeitib, C. Y., Carvalhoa, R. N., Koakuzua, S. N., and Carvalhoc, A. V. 2011. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. *Procedia Food Science*, 1: 1645 – 1652.

[20] Naji-Tabasi, S., and Mohebbi, M. 2014. Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9(1): 100-110.

[21] Yaseen, A.A., Shouk, A.H., and Ramadan, M.T. 2010. Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids. *Journal of American Science*, 6(10): 684-690.

[22] Jalali, M., Sheikholeslami, Z., Elhamirad, A. H., Haddad Khodaparast, M. H. and Karimi, M. 2019. The effect of Balangu Shirazi (Lallemantia Royleana) gum on the quality of gluten-free pan bread containing pre-gelatinization simple corn flour with microeave. *Carpathain Journal of Food Science and Technology*, 11(2): 68-83.

[23] Caballero, A., Bonet, A., Rosell, C. M. and Gomez, M. 2005. Effect of microbial transglutaminase on the rheological and thermal properties of insect damaged wheat flour. *Journal of Cereal Science*, 42:93-100.

[24] Hariri, G., Williams, P. C., and El-Haramein, F. J. 2000. Influence of pentatomid insects on the physical dough properties and two-layered flat

bread baking quality of Syrian Wheat. *Journal of Cereal Science*, 31:111-118.

[25] Mirzaei, M. (2012). Formulating and evaluating the effect of several types of improvers on the quality of Sangak bread. Master thesis of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.

[26] Sahraiyan, B., Karimi, M. and Sheikholeslami, Z. (2018). Evaluation and Comparison of Effect of Lepidium Sativum Seed Gum and Xanthan on Texture and Functional Properties of Gluten Free Cake (Rice-Corn). *Food Engineering Research*, 17(65): 1-14.

[27] Velez-Ruiz, J. and Sosa-Morales, M. 2003. Evaluation of physical properties of dough of donuts during deep-fat frying at different temperatures. *International Journal of Food Properties*, 6: 341-353.

[28] Dizlek, H. and Ozar, M. S. 2016. The improvement of bread characteristics of sunn pest (Eurygaster integriceps) damaged bread wheat by blending application and using additives. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 8(3): 427-437.

[29] Ghayour Asli, M. A., Haddad Khodaparast, M. and Karimi, M. Effect of Alpha amylase and Ascorbic acid on rheological properties of dough and specific volume of strudel bread. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 4(2): 45-55.

[30] Lee, K. and Brennand, C. P. 2005. Physicochemical, textural and sensory properties of a fried cookie system containing soy protein isolate. *International Journal of Food Science & Technology*, 40: 501-508.

[31] Sahraiyan, B., Pourhaji, F. and Alizadeh Behbahani, B. (2021). Evaluation of the effect of cheese powder and ultrasonic wave on physicochemical and sensory properties of gluten-free oil cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 17(4): 423-435.

[32] Amal, A.H., Esam, H.M., and Abo EL-Fath, A. 2014. Improving dough rheology and cookie quality by protease enzyme. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 1(1):1-7.

[33] Sarai, M. and Karimi, M. 2013. Investigating the use of aged wheat flour in the production of soft biscuits and comparing it with protease enzyme in strong flour for the production of soft biscuits. The third national conference of food science and industry. Khorasan Razavi, Qochan, 1-12.

[34] Pourhaji, F. and Sahraiyan, B. (2018). Evaluating the Oxidative Stability of Doughnut Containing Ascorbic Acid and Green Tea Extract During Storage Using Principal Component Analysis (PCA). *Food Engineering Research*, 41-56.

[35] Sheikholeslami, Z., Mortazavi, S. A. Porazarang, H. and Nasiri, M. Effect of guar gum and ascorbic acid on rheological and baking properties of insect damaged wheat flour. Food Processing and Preservation Journal, 1(3): 65-82.

[36] Pedreschi, F., Leon, J., Mery, D. and Moyano, P. 2006. Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39: 1092-1098.

[37] Romani, S., Rocculi, P., Mendoza, F. and Rosa, M. D. 2009. Image characterization of potato chip appearance during frying. Journal of Food Engineering, 93: 487-494.

[38] Sahin, S. and Sumnu, S. G. 2010. Advances in deep-fat drying of foods. CRC press, new York.

[39] Bonet, A., P. A. Caballero, M. Gomez, and C. M. Rosell. 2005. Microbial transglutaminase as a tool to restore the functionality of gluten from insect-damaged wheat. *Cereal Chemistry*. 82(4):425-430.

[40] Perez, G., A. Bonet and C. M. Rosell. 2005. Relationship between gluten degradation by Aelia spp. and Eurygaster spp. and protein structure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85:1125-1130.

[41] Werteker, M. and Kramreither G. 2008. Relation between susceptibility to wheat bug attack and digestibility of glutenin. *Journal of Cereal Science*, 47(2): 226-232.

[42] Purlis, E. and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.

[43] Koliandris. A., Lee, A., Ferry, A., Hill, S. and Mitchell, J. 2008. Relationship between structure of hydrocolloid gels and solutions and flavor release. *Food Hydrocolloids*, 22: 623–630.

[44] Boland, B., Buhr, K., Giannouli, P. and van Ruth, S. M. 2004. Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavor compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86: 401–411.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of the effect of bug-damaged wheat and ascorbic acid on the physicochemical and sensory characteristics of Zabol traditional cookie

Narges Mir[1], Gholamhossein Haghayegh[2*], Mohammad Amin Miri[2], Bahareh Sahraiyan[3]

1- M.S. student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol , Zabol, Iran

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

3- Department of Food Quality and Safety, Food Science and Technology Research Institute, ACECR Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 2024/4/3
Accepted:2024/5/8

Keywords:

Ascorbic acid,
Zabol, Traditional cookies,
Bug-damage wheat,
Technological properties.

DOI: 10.22034/FSCT.22.158.254.

*Corresponding Author E-gh2002_haghayegh@yahoo.com

Haghayegh@uoz.ac.ir

ABSTRACT

Bug-damage wheat is one of the agricultural wastes, which by entering the human cycle will significantly contribute to the industry of baking products. Therefore, in the present study, bug-damage wheat flour at levels of 10, 20 and 30% was replaced by healthy wheat flour in the formulation of traditional Zaboli cookies and ascorbic acid at levels of 30 and 60 pp was used to compensate. The results showed that the amount of moisture, ash, fat, protein, Falling's number and Zeleny's number of healthy and bug-damage wheat flour could not be a suitable indicator to detect healthy and bug-damage wheat. This was despite the fact that the amount of wet gluten and gluten index were effective parameters for distinguishing between healthy and healthy and bug-damage wheat, and the amount of gluten and gluten index was higher in the flour sample obtained from healthy wheat. Also, the results showed that by replacing healthy and bug-damage wheat flour, the moisture level of cookies decreased. Ascorbic acid was successful in maintaining the moisture of the cookies during the baking process and after. In addition, based on the results, it was indicated that the sample containing 10% bug-damage wheat flour and 30 ppm of ascorbic acid had the highest specific volume and the lowest firmness during one month of storage. The presence of bug-damage wheat flour and ascorbic acid in the formulation led to the darker and lighter color of the samples, respectively. Based on the overall acceptance score, it was determined that the sample containing 10% bug-damage wheat flour and 30 ppm ascorbic acid (first priority), the control sample (without bug-damage wheat flour and ascorbic acid) (second priority) and the sample containing 20 The percentage of bug-damage wheat flour and 60 ppm of ascorbic acid (third priority) were the three best samples. But since the purpose of using bug-damage wheat flour, the samples containing bug-damage wheat flour (first and third priority) are introduced as the best samples in terms of technological and sensory properties.