(مقاله پژوهشی)

بررسی اثر جایگزینی بخشی از آردگندم با آردکینوا جوانه‌زده و افزودن صمغ دانه شاهی برکیفیت اشترودل نیم‌پز منجمد

سارا نیاستی[۱]، بهاره صحرائیان[۲]، فاطمه پورحاجی[۱*]

۱-دانش آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ مشهد، ایران..

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۸

چکیده

در این تحقیق هدف بهبود کیفیت و ظاهر اشترودل نیم‌پز منجمد با استفاده از صمغ دانه شاهی و جایگزینی بخشی از آردگندم با آرد کینوا جوانه‌زده بود. بدین منظور از سه سطح صمغ دانه شاهی (صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) و چهار سطح آرد کینوا جوانه‌زده (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) در اشترودل استفاده شد و رطوبت (۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت)، حجم مخصوص، تخلخل، بافت (۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت)، رنگ پوسته و بافت درونی، ویژگی‌های حسی و پذیرش کلی محصول نهایی ارزیابی شد. نتایج نشان داد با افزایش سطح مصرف صمغ دانه شاهی و آرد کینوا جوانه‌زده بر میزان رطوبت افزوده شد. کمترین سفتی بافت اشترودل و بیشترین حجم مخصوص و تخلخل در نمونه حاوی ۵ درصد آرد کینوا و ۰/۵ درصد صمغ شاهی و نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کینوا و ۰/۵ درصد صمغ شاهی مشاهد گردید. همچنین آرد کینوا جوانه‌زده سبب افزایش مؤلفه رنگی a^* پوسته و L^* بافت درونی اشترودل شد. همچنین نتایج نشان داد با جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد کینوا (حداکثر ۱۰ درصد) و استفاده از صمغ شاهی در هر دوسطح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد رنگ، فرم و شکل، بافت و قابلیت جویدن، عطر و مزه و در نهایت پذیرش کلی اشترودل نیم پز منجمد بهبود یافت.

واژه های کلیدی: صمغ بومی، آلفاآمیلاز، انجماد، اشترودل، کینوا.

*مسئول مکاتبات: pourhajif@yahoo.com

۱-مقدمه

در سال‌های اخیر در پی مکانیزه شدن زندگی و پیشرفت علم، تمایل مردم به داشتن محصول با کیفیت و زمان ماندگاری بیشتر افزایش یافته است. تولید انواع محصولات نانوایی نیم‌پز منجمد می‌تواند زمان ماندگاری را حتی تا ۱۶ ماه افزایش دهد (۵ و ۶). تهیه محصولات نانوایی به صورت نیم‌پز شامل انجام مرحله تخمیر نهایی، فرایند پخت قبل از آغاز واکنش‌های کاراملیزاسیون سپس سرد کردن، بسته‌بندی، منجمد کردن و نگهداری در شرایط انجماد است (۲۲). روش ذکر شده یک جایگزین رقابتی برای فرایند پخت کامل معرفی شده است (۲۹) و به منظور کاهش ضایعات این دسته از محصولات از اواخر قرن نوزدهم میلادی معرفی شده است که قابلیت تولید صنعتی دارد (۱۱). یکی از محصولاتی که امروزه در ایران به عنوان فرآورده منجمد شناخته شده، اشترودل است. از نظر تاریخی اشترودل[1] در خانواده فرآورده‌های پخت غیر ورآمده[2] تقسیم‌بندی می‌شود. این محصولات با پیچیدن ماده پرکننده[3] در تعدادی لایه نازک خمیر تهیه می‌شوند که روش‌های تجاری‌گسترش یافته، سبب شده که اشترودل را به صورت خمیر تهیه کرده و به صورت پخت‌نشده، نیم‌پز و کاملاً پخته شده آماده و به شکل منجمد توزیع نمایند (۱۳). هرچند فرایند انجماد می‌تواند ماندگاری محصولات نانوایی را تا چندین ماه افزایش دهد اما از کیفیت نهایی خمیر نان به تدریج طی نگهداری در شرایط انجماد کاسته می‌شود که نتیجه آن کاهش حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی است (۳۸). از این رو استفاده از بهبود دهنده‌های نانوایی در فرمولاسیون محصولات نیم پز منجمد الزامی به نظر می‌رسد. لیپیدیوم ساتیوم (*Lepidum Sativum*) یا شاهی باغی، گیاهی علفی است که دانه‌های آن به علت وجود لایه‌های پلی‌ساکاریدی زمانی که در آب خیسانده می‌شود، آب جذب می‌کنند و یک لایه موسیلاژی چسبناک در اطراف آن تولید می‌شود. صمغ دانه شاهی دارای متوسط وزن مولکولی معادل ۵۴۰ KDa و مقدار شعاع چرخش ۷۵nm است که نزدیک به شعاع چرخش زانتان(۷۰-۹۰nm) با وزن مشابه می‌باشد. جزء ماکرومولکولی صمغ دانه شاهی کنفورماسیون زنجیری نیمه سخت با انعطاف پذیری بینابینی بین حلقه تصادفی و میله‌ای سخت دارد که این زنجیره سفت، قابل مقایسه با زانتان است. همچنین این صمغ ویژگی های خود را در حین حرارت و انجماد حفظ می‌کند و در هر دو حالت پایدار می‌ماند (۷ و ۲۴). از آن‌جا که این صمغ در حین‌حرارت و انجماد پایدار است و ویژگی‌های خود را حفظ می کند، می تواند گزینه مناسبی در محصولات نیم‌پز منجمد باشد. در زمینه کاربرد صمغ شاهی در محصولات نانوایی مطالعاتی انجام شده است ولی تحقیقی مبنی بر کاربرد آن در اشترودل نیم پز منجمد موجود نیست. صحرائیان و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر صمغ گزانتان و دانه شاهی بر ویژگی‌های کیک بدون گلوتن (برنج-ذرت) پرداختند. نتایج نشان داد افزودن صمغ زانتان و دانه شاهی باعث افزایش رطوبت و مؤلفه‌های رنگی L^* و b^* پوسته گردید. این در حالی بود که بالاترین میزان تخلخل و حجم مخصوص و کمترین میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در نمونه حاوی ۱ درصد صمغ دانه شاهی مشاهده شد (۷). صحرائیان و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود اثر صمغ شاهی و گوار را در نان حاوی آرد گندم-برنج مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که نمونه حاوی ۰/۳ درصد صمغ گوار و ۰/۳ درصد صمغ شاهی و نمونه حاوی ۰/۳ درصد صمغ‌گوار و۰/۶ درصد صمغ شاهی دارای بیشترین امتیاز پذیرش کلی بودند. علاوه بر این مشخص گردید نمونه حاوی ۱ درصد صمغ گوار و ۱ درصد صمغ شاهی، نمونه حاوی ۰/۶ درصد صمغ گوار و ۱ درصد صمغ شاهی و نمونه حاوی ۰/۳ درصد صمغ گوار و ۰/۳ درصد صمغ شاهی دارای بالاترین حجم مخصوص و تخلخل و کم ترین سفتی بافت بودند (۳۴).

1- Strudel
2 -Unleavened Baked Product
3 -Filling

یکی دیگر از افزودنی‌های صنعت پخت آنزیم آلفاآمیلاز است که اثرات مثبتی بر رنگ و بافت محصول نهایی دارد. جوانه غلات و شبه علاوه بر اینکه حاوی این آنزیم است، مزایای دیگری دارد. جوانه غلات و شبه غلات حاوی مواد مختلفی مانند پروتئین، قندهای محلول، چربی (اسیدهای چربی نظیر اسید لینولئیک و اسید لینولنیک)، املاح و ویتامین ها شامل کاروتن، ویتامین E، B_1، B_6، فولیک اسید و پنتوتنیک اسید است (۱۰). همچنین رافینوز و استاکیوز که موجب نفخ شکم می‌شوند، با جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کنند. اضافه کردن غلات و شبه غلات جوانه‌زده به غذا می‌تواند بافت و طعم آن را تغییر دهد. افزایش مواد عملگرایی مانند بتاگلوکان و گاما-آمینو بوتریک اسید پس از جوانه‌زنی و همچنین ضریب قابلیت هضم موادی مانند پروتئین، فسفر و کلسیم افزایش می‌یابد. به طور کلی ارزش تغذیه‌ای غلات و شبه غلات جوانه‌زده بسیار بالاتر از حالت معمولی آن هاست (۳۲ و ۳۶). در همین زمینه ماکنین و آرنت (۲۰۱۲)، هالن و همکاران (۲۰۰۴) و لیم و همکاران (۲۰۰۴) به ترتیب از یولاف، لوبیای چشم بلبلی و بامبارا(نوعی حبوبات) جوانه‌زده در محصولات نانوایی استفاده نمودند و نتایج مثبتی را بر کیفیت و ظاهر محصولات تولیدی گزارش کردند (۲۷، ۲۰ و ۲۶). در این پژوهش علت استفاده از کینوا بدان دلیل بود که این دانه دارای ارزش غذایی بالایی است و سازمان خوار و بار آن‌را با شیر مقایسه نموده است. سازمان ملل متحد نیز سال ۲۰۱۳ را به نام سال بین‌المللی محصول کینوا نام‌گذاری کرد تا توجه جهانیان را به این ماده غذایی جلب کند. کیفیت این گیاه بالاتر از غلات دانه‌ای است و از نظر تعادل آمینواسیدها بسیار مطلوب است (۱۲ و ۱۵). بنابراین هدف از انجام این تحقیق تولید یک محصول نانوایی نیم‌پز منجمد (اشترودل) با کیفیت و ماندگاری بالا با استفاده از صمغ شاهی در سطوح صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد (براساس وزن آرد) و آرد کینوا جوانه‌زده در سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم بود.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد ستاره با درجه استخراج۸۳ درصد خریداری شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یک جا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری‌گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، نمک و مارگارین از فروشگاه‌های عرضه‌کننده مواد قنادی و مخمر مورد استفاده (ساکارومایسس سرویزیه) که به شکل پودر مخمر خشک فعال از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران) خریداری شد. دانه کینوا از شرکت کیان فود (تهران-ایران) و صمغ دانه شاهی از شرکت ریحان گام (گرگان-ایران) تهیه گردید.

۲-۲-تهیه آرد کینوا جوانه‌زده

۵۰۰ گرم از دانه کینوا در آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شد. پس از رسیدن رطوبت دانه به ۴۵ درصد برای جوانه‌زنی، آب‌اضافی جدا و در دستگاه جوانه‌زنی جهت رسیدن به حداکثر قدرت آنزیمی در دمای۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ روز قرار گرفت. در ادامه دانه‌های جوانه‌زده‌درخشک‌کن‌هوای گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۸ درصد خشک‌گردیدند. درانتها دانه‌های جوانه‌زده خشک شده، آسیاب شدند (۲۸ و ۳۳).

۲-۳-تهیه خمیر و تولید اشترودل

کلیه مواد (دارای۱۰۰-۸۵ درصد آرد گندم، ۱۵-۰ درصد آرد کینوا جوانه زده، ۶۵ درصد آب، ۲ درصد مخمر، ۲ درصد نمک، ۲ درصد شکر، ۱۵ درصد مارگارین و ۰/۵-صفر درصد صمغ دانه شاهی) به صورت یکجا در مخزن همزن خانگی (با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه) ریخته شد و خمیر مورد نظر بعد از طی مدت زمان ۱۵ دقیقه آماده و سپس لایه لایه شدند. خمیرهای لایه لایه شده به ابعاد ۱۶×۸ سانتی‌متر بریده شد و وارد اتاق تخمیر با رطوبت نسبی ۷۵ درصد و دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه گردید. پس از طی شدن مدت زمان تخمیر نمونه‌ها وارد اتاق‌های انجماد سریع با دمای ۴۰

درجه سانتی‌گراد زیر صفر به مدت ۳۰ دقیقه شدند. در ادامه نمونه های منجمد در داخل کیسه های پلی اتیلنی قرار گرفتند و به مدت یک هفته در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد زیر صفر نگهداری شدند. بعد از طی یک هفته، نمونه‌های تولیدی از سردخانه خارج و به مدت یک ساعت در دمای محیط یخ‌زدایی شد. در نهایت فرآیند پخت در فر گردان با هوای داغ در دمای ۲۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱۰دقیقه انجام شد. عمل سرد کردن در دمای محیط به مدت ۱ ساعت انجام گردید (۱۹ و ۴).

۲-٤-رطوبت

جهت اندازه گیری رطوبت اشترودل ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت از روش مدون AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۶-۴۴ استفاده شد (۹).

۲-۵-حجم مخصوص

جهت اندازه‌گیری حجم مخصوص اشترودل ۲ ساعت پس از پخت از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا[1] مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد (۹).

۲-٦-تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل بافت درونی‌اشترودل ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش و نرم‌افزار Image J استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از بافت درونی اشترودل تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. عکس تهیه شده در اختیار نرم افزار قرار گرفت و درصد تخلخل نمونه‌ها محاسبه شد (۲۱).

۲-۷-سفتی بافت

جهت اندازه‌گیری سفتی بافت اشترودل ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت از دستگاه بافت‌سنج و روش شیخ الاسلامی و همکاران (۱۳۹۷) استفاده 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 از مرکز نان، به‌عنوان شاخص سفتی[2] محاسبه گردید. نقطه شروع[3] و نقطه هدف[4] به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود (۴).

۲-۸-رنگ پوسته و بافت درونی اشترودل

آنالیز رنگ پوسته و بافت درونی اشترودل ۲ ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص *L، *a و *b صورت پذیرفت. بدین منظور از تکنیک پردازش و نرم‌افزار Image J استفاده شد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد۲ در۲ سانتی‌متر از پوسته و بافت درونی اشترودل تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار قرار گرفت و شاخص‌های ذکر شده محاسبه شد (۳۷).

۲-۹-خصوصیات حسی

بدین منظور ۵ داور با استفاده از آزمون مثلثی انتخاب شد و سپس خصوصیات حسی از نظر فرم و شکل،پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه که به‌ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند، ارزیابی شدند. ضریب ارزیابی صفات براساس روش هدونیک پنج نقطه‌ای بود (۴).

۲-۱۰-تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار Mini-Tab17 تجزیه و تحلیل شد. بدین ترتیب میانگین سه تکرار برای تمام آزمون ها و ۱۵ تکرار برای ویژگی‌های حسی با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵

1-Rape Seed Displacement

2-Hardness
3-rigger Point
4-Target Value

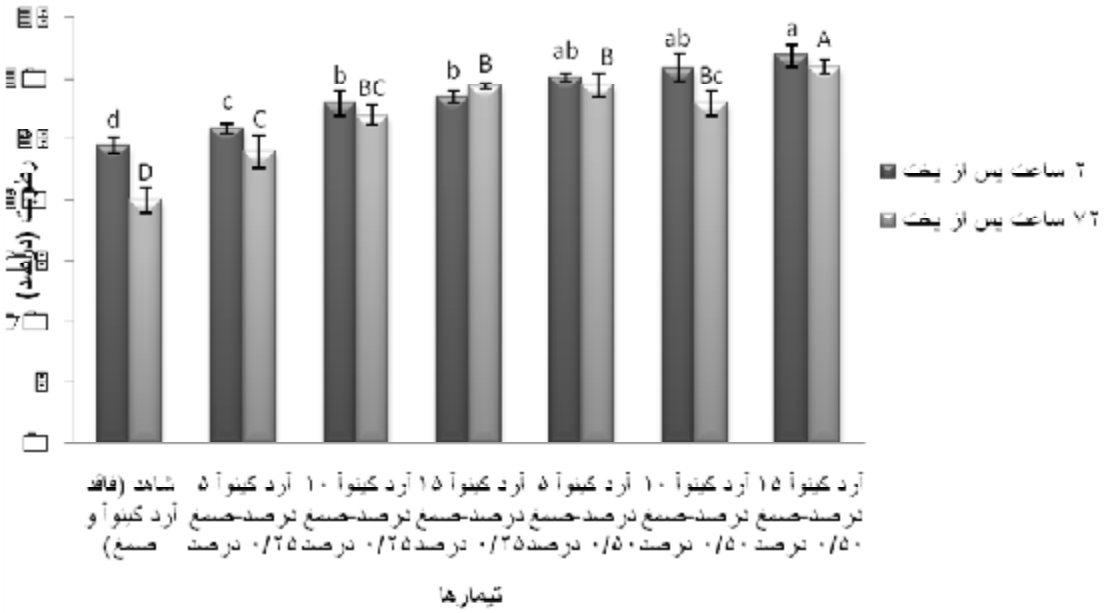
درصد ($P<0.05$) مقایسه گردید و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-رطوبت

شکل۱ نشان دهنده میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت است. همانطور که نتایج نشان داد با افزایش صمغ شاهی و آرد کینوا جوانه‌زده، رطوبت اشترودل‌ها افزایش یافت و نمونه‌های حاوی صمغ بخصوص اشترودل‌های حاوی ۰/۵درصد صمغ دانه شاهی کمترین کاهش رطوبت را پس از ۷۲ ساعت داشتند. این در حالی بود که‌کم‌ترین میزان رطوبت در نمونه شاهدمشاهده شد. گاراژیان و همکاران (۲۰۰۹) براساس نتایج مطالعه خود بیان کردند، ساختار زنجیره‌ی میله‌ای صمغ دانه‌شاهی باعث افزایش واکنش‌های ماکرومولکولی محلول حاوی این صمغ می‌شود که این امر می‌تواند در افزایش جذب آب و رطوبت نمونه‌های حاوی این صمغ اثرگذار باشد (۲۴). همچنین لازم به ذکر است از آن جا که صمغ شاهی در برابر حرارت و انجماد مقاوم است، می‌تواند عملکرد مثبت خود در حفظ آب‌خمیر و رطوبت محصول نیم‌پز شده را طی فرایند پخت و انجماد حفظ نماید و از این رو است که عملکرد نمونه‌های حاوی صمغ دانه شاهی بخصوص در بالاترین سطح مصرف در حفظ رطوبت اشترودل‌ها طی ۷۲ ساعت پس از پخت موفقیت آمیزتر بود.

افزودن آرد کینوای جوانه‌زده به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم، سبب افزایش پروتئین می‌شود (۴) که این خود عاملی برافزایش‌میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی است. زیرا گروه‌های قطبی‌موجود در طول پیوندهای پپتیدی پروتئین، خاصیت آبدوستی‌دارند و موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب (رطوبت) طی فرآیند پخت و پس از پخت می‌شوند. همچنین آنزیم آمیلاز موجود در غلات جوانه زده با ایجاد نشاسته آسیب دیده، ظرفیت جذب و نگهداری آب را افزایش می‌دهد. ماکنین و آرنت (۲۰۱۲) با استفاده از یولاف جوانه‌زده حاوی آنزیم آلفاآمیلاز در فرمولاسیون نان نتایج مشابهی را گزارش کردند. از طرفی غلات جوانه‌زده دارای مقداری پنتوزان است که پنتوزان محلول در آب بوده و قدرت جذب آب دارد و به موجب آن محلولی چسبنده و ویسکوز ایجاد می‌شود که در نگهداری رطوبت محصول نهایی در مرحله پخت و پس از آن دخیل است (۲۷). هجرانی و همکاران (۲۰۱۷) اثر صمغ زانتان و آنزیم آمیلاز را بر بهبود نان بربری نیم‌پز منجمد بررسی نمودند. این محققان مشاهده کردند افزایش صمغ و آنزیم در فرمولاسیون نان سبب افزایش میزان رطوبت نمونه‌های نان شد (۲۲).



شکل ۱-اثر آرد کینوا جوانه‌زده و صمغ دانه شاهی بر میزان رطوبت اشترودل نیم‌پز منجمد پس از ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت

۳-۲-حجم مخصوص و تخلخل

جدول۱ نشان‌دهنده نتایج حجم مخصوص و تخلخل اشترودل‌های حاوی صمغ دانه شاهی و آرد کینوا جوانه‌زده است. همانطور که نتایج نشان داد، نمونه‌های حاوی صمغ دانه شاهی از حجم مخصوص و تخلخل بیشتری در مقایسه با نمونه فاقد این صمغ برخوردار بود. این در حالی بود که حجم مخصوص اشترودل‌های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد صمغ شاهی با یکدیگر اخلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد نداشتند، اما افزایش سطح صمغ مصرفی سبب افزایش تخلخل نمونه‌ها به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد شد. همچنین نتایج به وضوح نشان داد، حضور حداکثر ۱۰ درصد آرد کینوا جوانه‌زده سبب بهبود حجم مخصوص و تخلخل نمونه‌های تولیدی شد. در نهایت نتایج حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانه شاهی و ۵ درصد آرد کینوا جوانه‌زده بیشترین میزان حجم مخصوص و تخلخل را در مقایسه با سایر نمونه‌ها داشت. حضور صمغ با استحکام بخشیدن به دیواره سلول های گازی موجود در بافت خمیر نان اشترودل و مهم‌تر از آن ممانعت از پاره شدن سلول‌های گازی در هنگام انبساط ناشی از افزایش دمای پخت شده در بهبود حجم مخصوص و تخلخل بافت مؤثر است (۷). ناجی و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند، تجمعات و اتصالات قوی پلیمرهای صمغ دانه شاهی منجر به ویسکوزیته پایدار آن طی حرارت‌دهی می‌شود و این افزایش ویسکوزیته پس از اعمال حرارت نشانگر یک بازآرایی بین مولکولی برگشت‌پذیر در صمغ دانه شاهی تحت حرارت است. از این رو می‌توان گفت صمغ دانه شاهی از طریق افزایش ویسکوزیته بر اثر حرارت پخت در استحکام بخشیدن مطلوب حباب‌های هوا مؤثر بوده و به موجب آن حجم و تخلخل اشترودل‌های حاوی این صمغ افزایش یافته است (۳۰). استلا و ماریا (۲۰۱۵) ویژگی‌های نان حاوی پروتئین ایزوله لوپین و صمغ brea مطالعه نمودند و حضور صمغ و پروتئین را عاملی بر بهبود ویژگی‌های بافت از جمله حجم و اندازه سلول‌های گازی دانستند (۱۸). صحرائیان و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود اثر صمغ شاهی و گوار را در نان حاوی آرد گندم-برنج مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش بیانگر آن بود نمونه حاوی ۱ درصد صمغ گوار و ۱ درصد صمغ شاهی، نمونه حاوی ۰/۶ درصد صمغ گوار و

۱ درصد صمغ شاهی و نمونه حاوی ۰/۳ درصد صمغ گوار و ۰/۳ درصد صمغ شاهی دارای بالاترین حجم مخصوص و تخلخل بودند و حضور صمغ شاهی بخصوص در ترکیب با گوار را عاملی بر بهبود حجم و تخلخل دانستند (۱۷). الگتی و همکاران (۲۰۱۴) از آرد کینوا در سطوح ۱۰۰-۴۰ درصد به‌عنوان جایگزین آرد برنج و ذرت در نان بدون‌گلوتن استفاده نمودند. نتایج نشان داد که آرد کینوا با افزایش میزان فعالیت آلفا گلیکوزیداز سبب بهبود حجم، ایجاد بافت داخلی نرم‌تر و پخش‌یکنواخت سلول‌های گازی شد (۳۴). همچنین اکتاویانی و ویبیانو (۲۰۰۷) بیان کردند دکسترین تولیدی در نتیجه حضور آنزیم آلفاآمیلاز در فرمولاسیون نان به‌جز ایجاد بافت جهت نگهداری حباب‌های هوا می‌تواند به‌عنوان غذای مخمر مصرف شود و در افزایش تعداد حباب‌های هوا نقش داشت باشد و سبب بهبود حجم و تخلخل گردد (۳۱). اما باید به این نکته دقت نمود که در سطوح بالای مصرف آرد کینوا جوانه زده چون میزان آنزیم آلفاآمیلاز و پنتوزان در فرمولاسیون افزایش می‌یابد و این دو با ایجاد چسبندگی نامطلوب در بافت مانع از پراکنش صحیح و مناسب حباب‌های هوا در بافت خمیر و انبساط آن ها طی فرایند پخت می‌شوند که نتیجه آن اثر منفی بر حجم و تخلخل و در نهایت کاهش آن‌ها خواهد بود.

جدول ۱- اثر آرد کینوا جوانه‌زده و صمغ دانه شاهی بر میزان حجم مخصوص و تخلخل اشترودل نیم‌پز منجمد

تیمارها	حجم مخصوص (سانتی متر مکعب بر گرم)	تخلخل (درصد)
شاهد (فاقد آرد کینوا و صمغ شاهی)	۱/٦±۰/۲^{c}	۱۷/۹±۱/۲^{c}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۲/٤±۰/٤^{b}	۲۳/۲±۱/۷^{b}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۲/۲±۰/۱^{b}	۲۲/۷±۰/۹^{b}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۱/٤±۰/٤^{c}	۱۸/۵±۱/۱^{c}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۳/۱±۰/۷^{a}	۲۷/۲±۱/۵^{a}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۲/٤±۰/٤^{b}	۲۳/۵±۱/۲^{b}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۲/۲±۰/۲^{b}	۱۸/۹±۰/٦^{c}

*حروف غیرمشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ($P<0.05$) دارند.

۳-۳-سفتی بافت

جدول۲ نشان دهنده نتایج بافت نمونه های تولیدی در بازه زمانی۲ و۷۲ ساعت پس از پخت است. همانطور که نتایج نشان داد نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ شاهی و ۵ درصد آرد کینوا جوانه‌زده و نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ شاهی و ۱۰ درصد آرد کینوا جوانه‌زده دارای کمترین سفتی بافت در مقایسه با سایر اشترودل‌های تولیدی در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت بودند. این در حالی است که عملکرد مثبت نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ شاهی و ۱۰ درصد آرد کینوا جوانه‌زده در حفظ نرمی بافت و به تأخیر انداختن بیاتی طی ۷۲ ساعت پس از پخت بیش از سایر نمونه‌ها بود و نمونه ذکر شده کمترین سفتی بافت را پس از ۳ روز انبارمانی داشت. تخلخل و حجم و همچنین حفظ رطوبت طی فرایند پخت و نگهداری از عوامل مؤثر بر بافت محصولات نانوایی است. در زمینه افزودن صمغ به فرمولاسیون انواع نان منابع مشابهی مبنی بر عملکرد مثبت آن بر بافت موجود است. داس و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای اثر سطوح متفاوت (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ درصد) صمغ‌های کاراگینان، کربوکسی متیل سلولز، گوار و زانتان را در نان بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد، حضور صمغ بخصوص ۰/۵ درصد در فرمولاسیون نان سبب

بهبود حجم نان و افزایش نرمی بافت آن شد (۱۴). سیارانی و همکاران (۲۰۱۲) اثر صمغ (گزانتان، کربوکسی متیل سلولز، آلژینات و کاراگینان)، امولسیفایر (داتم و سدیم استئاروئیل لاکتیلات) و آنزیم‌های گلوکز اکسیداز و آلفا آمیلاز بر خواص نان حاوی آرد برنج، آرد سویا و نشاسته کاساوا را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که کاربرد این افزودنی‌ها باعث بهبود حجم و کاهش سفتی مغز نان در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد افزودنی) شد (۳۴). لورنزو و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر هیدروکلوئیدهای HPMC و مخلوط گزانتان‌گواروگزانتان/HPMC)را بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر منجمد و سرد شده (بدون گلوتن و تخمیر شده) مورد ارزیابی قرار دارند. نتایج نشان داد که ترکیب صنغ گزانتان وHPMC باعث بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر منجمد وکیفیت محصول نهایی بعد از انجماد بخصوص بافت آن شد (۲۵). ایوا و همکاران (۲۰۱۶) به مقایسه اثر سدیم کازئینات، کلسیم کازئینات، صمغ کربوکسی متیل سلولز و صمغ گزانتان بر خصوصیات بافتی و حسی نان حاوی آرد برنج و گندم سیاه پرداختند. نتایج بیانگر آن بود که سفتی بافت نمونه شاهد (۱۲/۲ نیوتن) در حضور کلسیم کازئینات (۴/۳ نیوتن)، صمغ گزانتان (۹/۱ نیوتن) و صمغ کربوکسی متیل سلولز (۹/۳ نیوتن) کاهش یافت (۲۳). ابراهیم زاده و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی تأثیر آرد کینوا بر خواص رئولوژیکی خمیر نان بربری پرداختند. در این تحقیق از آرد کینوا در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون اولیه شد. نتایج نشان داد، آرد کینوا در سطح پائین مصرف سبب اصلاح خصوصیات اکستنسوگرافی خمیر و در نهایت بهبود بافت نان شد (۱۶). جلدانی و همکاران (۱۳۹۷) به بهینه‌یابی فرمول نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج، کینوا و برگ گیاه خرفه پرداختند. نتایج نشان داد با افزودن آرد کینوا و پودر گیاه خرفه، مقدار دانسیته، سفتی و صمغیت نمونه‌ها افزایش یافت (۲). حقایق و عطای صالحی (۱۳۹۶) جهت غنی‌سازی کلوچه از آرد شبه غلات کینوا، آمارانت و گندم سیاه استفاده نمودند. در این تحقیق از هر سه آرد در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد استفاده شد. نتایج به وضوح نشان داد که کاربرد آرد شبه غلات و افزایش سطوح مصرف آن تا ۱۰ درصد سبب افزایش نرمی بافت نمونه‌های تولیدی در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت شد (۱). جلدانی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی ویژگی‌های رنگ‌سنجی پوسته، مغز و خصوصیت کیفی نان بربری غنی‌شده با آرد کامل کینوا پرداختند. در این پژوهش اثر افزودن آرد کامل کینوا و صمغ گزانتان به فرمولاسیون نان بربری با استفاده از شیوه سطح پاسخ و با یک طرح چرخش پذیر مرکب مرکزی مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای مستقل شامل صمغ گرانتان (۱/۵-۰ درصد) و آرد کامل کینوا (۱۵-۰ درصد) بود. نتایج نشان داد حضور صمغ و آرد کینوا سبب بهبود بافت نان شد (۳). الگتی و همکاران (۲۰۱۴) افزایش میزان فعالیت آلفاگلیکوزیداز را با افزودن آرد کینوا به فرمولاسیون نان عامل بر بهبود بافت نان و ایجاد بافت داخلی نرم‌تر دانست (۱۷). افزایش سفتی بافت نمونه‌های تولیدی حاوی بالاترین سطح آرد کینوا جوانه زده می‌تواند به دلیل پ ایجاد یک بافت چسبنده مرکز نمونه‌های تولیدی باشد که به موجب آن محصول نهایی طی آزمون فشرده شدن در زیر پروب دستگاه بافت‌سنج مقاومت بیشتری نموده و میزان سفتی بیشتری گزارش می‌گردد.

جدول ۲- اثر آرد کینوا جوانه‌زده و صمغ دانه شاهی بر سفتی بافت در بازه زمانی ۲ و ۷۲ساعت پس از پخت

تیمارها	سفتی بافت (نیوتن)	
	۲ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
شاهد (فاقد آرد کینوا و صمغ شاهی)	۲۲/۵±۰/۹^{a}	۳۵/۷±۱/۲^{a}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۱۸/۲±۱/۷^{b}	۲۷/۵±۱/۲^{b}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۱۵/٤±۱/۱^{c}	۲۰/٦±۰/۸^{c}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۲۱/۵±۰/۵^{a}	۲۸/۲±۰/۵^{b}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۱۲/۹±۱/۳^{d}	۱۹/۵±۱/٦^{c}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۱۳/۵±۰/۷^{d}	۱٦/۷±۱/۹^{d}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۱۸/۵±۱/۵^{b}	۲٦/۵±۱/۱b

*حروف غیرمشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ($P<0.05$) دارند.

۳-٤-رنگ پوسته و بافت درونی

جدول۳ نشان‌دهنده نتایج رنگ پوسته و بافت درونی اشترودل نیم‌پز منجمد است. همان طور که نتایج نشان داد تنها آرد کینوا بر رنگ اثر معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد داشت. به طوری که افزایش سطح آرد کینوا جوانه‌زده در فرمولاسیون اشترودل سبب افزایش مؤلفه رنگی a^* پوسته شد. این در حالی بود که با افزایش سطح آرد کینوا جوانه‌زده حداکثر تا ۱۰ درصد بر میزان مؤلفه L^* بافت درونی اشترودل‌های تولیدی افزوده شد. همچنین نتایج نشان داد، جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد کینوا جوانه زده بر مؤلفه های رنگی L^* و b^* پوسته و مؤلفه های رنگی a^* و b^* بافت درونی اشترودل اثر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ نداشت. بهبود رنگ پوسته اشترودل و افزایش قرمزی سطح آن به دلیل حضور آنزیم آلفاآمیلاز در آرد کینوا جوانه زده و در نتیجه آن افزایش تولید دکسترین و از طرفی حضور اسیدآمینه‌های ضروری در کینوا و شرکت نمودن آن‌ها در واکنش مایلارد و تشکیل رنگ پوسته بود. همچنین به احتمال زیاد بهبود روشنایی بافت درونی اشترودل‌های تولیدی در نتیجه بهبود حجم و تخلخل به دلیل افزایش میزان فعالیت آلفاگلیکوزیداز با افزودن کینوا به فرمولاسیون بود. ابراهیم زاده و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی تأثیر آرد کینوا بر خواص رئولوژیکی خمیر نان بربری پرداختند. در این تحقیق آرد کینوا در سه سطح ۱۰، ۲۰ و۳۰ درصد جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون اولیه شد. نتایج آزمون رنگ‌سنجی خمیر بیانگر تغییر رنگ و افزایش روشنایی (L^*) نمونه‌های حاوی آرد کینوا در مقایسه با نمونه شاهد بود (۱۶). قاسمی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) بهینه‌سازی فرمول نان بدون گلوتن حاصل از آرد کینوا، ذرت و برنج را مطالعه نمودند. نتایج نشان داد با افزودن آرد کینوا و صمغ زانتان به فرمول نان سبب بهبود رنگ شد (۸). ماکنین و آرنت (۲۰۱۲)، هالن و همکاران (۲۰۰۴) و لیم و همکاران (۲۰۰۴) به ترتیب از یولاف، لوبیای چشم بلبلی، بامبارا (نوعی حبوبات) جوانه‌زده در محصولات نانوایی استفاده نمودند و نتایج مثبتی را بر کیفیت و ظاهر محصولات تولیدی از جمله رنگ نمونه‌ها گزارش کردند (۲۷، ۲۰ و ۲۶).

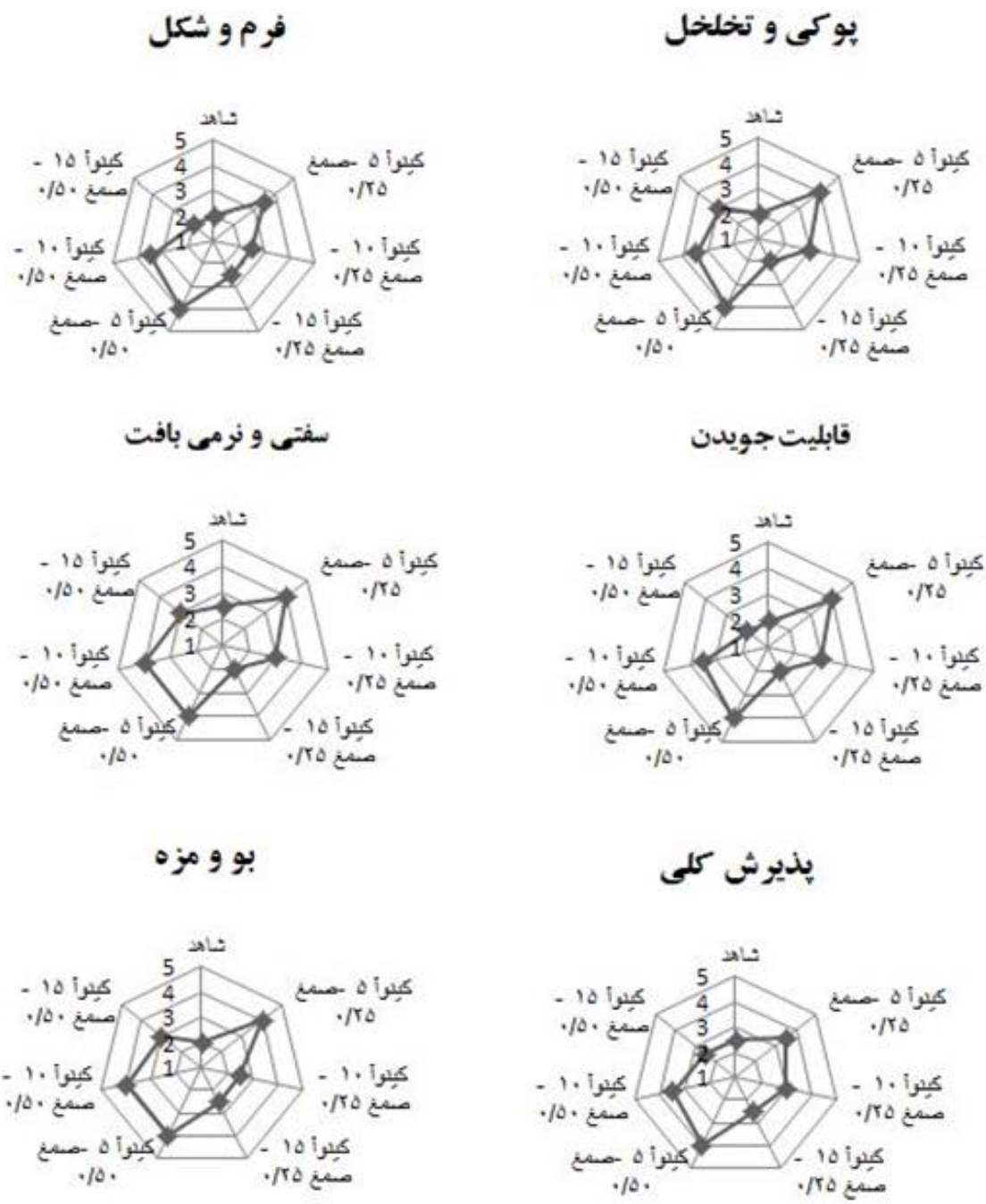
جدول ۳- اثر آرد کینوا جوانه‌زده و صمغ دانه شاهی بر مؤلفه‌های رنگی پوسته و بافت درونی اشترودل نیم‌پز منجمد

تیمارها	مؤلفه‌های رنگی پوسته		
	L^*	a^*	b^*
شاهد (فاقد آرد کینوا و صمغ شاهی)	۳۳/۷±۲/۵^{a}	۸/۲±۰/۶^{d}	۲۵/٤±۲/۲^{a}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۳۵/۵±۱/۲^{a}	۹/۸±۰/۲^{c}	۲۳/۲±۱/۷^{a}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۳٤/۵±۰/۸^{a}	۱۱/۸±۰/۲^{b}	۲۳/۵±۲/۵^{a}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۳۳/۹±۲/۲^{a}	۱۳/۸±۰/۵^{a}	۲۵/٦±۱/۱^{a}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۳۵/٤±۱/۷^{a}	۱۰/۲±۰/۷^{c}	۲۳/۹±۱/٤^{a}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۳۳/۵±۲/٤^{a}	۱۰/۵±۱/۱^{c}	۲۲/۸±۳/۱^{a}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۳۷/٤±۲/۹^{a}	۱٤/۱±۰/٤^{a}	۲٤/۲±۱/۷^{a}
تیمارها	مؤلفه‌های رنگی بافت درونی		
	L^*	a^*	b^*
شاهد (فاقد آرد کینوا و صمغ شاهی)	۵۰/۳±۱/۱^{c}	۰/۹±۰/۳^{a}	۳٤/۲±۱/۲^{a}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۵۵/۲±۲/۵^{b}	۱/۱±۰/۳^{a}	۳۱/۷±۲/۹^{a}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۵۹/٤±۱/٦^{a}	۱/۲±۰/۸^{a}	۳۲/۳±۲/۲^{a}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۲۵ درصد صمغ شاهی	۵۱/۲±۱/۵^{c}	۰/۸±۰/٤^{a}	۳۱/۷±۳/۱^{a}
۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۵۵/۹±۱/۷^{b}	۰/۹±۰/۵^{a}	۳٤/٤±۲/۲^{a}
۱۰ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	٦۱/۲±۲/۲^{b}	۰/۷±۰/۳^{a}	۳۳/۱±۱/۹^{a}
۱۵ درصد آرد کینوا-۰/۵۰ درصد صمغ شاهی	۵۰/۱±۰/۹^{c}	۱/۲±۰/۸^{a}	۳۳/۳±۱/۷^{a}

*حروف غیرمشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ($P<0.05$) دارند.

۳-۵-ویژگی‌های حسی و پذیرش کلی

شکل ۲ نشان‌دهنده ویژگی‌های حسی اشترودل‌های تولیدی و پذیرش کلی نمونه‌هاست. همانطور که نتایج نشان داد نمونه حاوی ۵ درصد آرد کینوا و ۰/۲۵ درصد صمغ شاهی، نمونه حاوی ۵ درصد آرد کینوا و ۰/۵ درصد صمغ شاهی و نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کینوا و ۰/۵ درصد صمغ شاهی از بهترین امتیاز ویژگی‌های حسی و پذیرش کلی برخوردار بودند. حضور آرد کینوا بر امتیاز رنگ، بو و مزه اثر مثبت قابل توجهی داشت. همانطور که قبلا ذکر شد در محصولات نانوایی عامل ایجاد رنگ و طعم واکنش مایلارد است که به دلیل وجود آنزیم آلفاآمیلاز و اسیدهای آمینه ضروری در آرد کینوا جوانه زده و استفاده از آن در فرمولاسیون اشترودل، این واکنش شدت یافته و رنگ و طعم بهبود یافته است. از طرفی چون صمغ شاهی و آرد کینوا بر بهبود بافت مؤثر بوده اند و فشردگی بافت را کاهش و قابلیت جویدن را افزایش داده اند، رهایش مواد مولد عطر و مزه افزایش یافته و این نمونه‌ها از مزه و رایحه بهتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند. همچنین لازم به ذکر است که نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد آرد کینوا از رنگ تیره غیرقابل پذیرش برخوردار بودند (به گزارش ارزیابان چشایی این نمونه‌ها حرارت بیش از حد دیده و سوخته‌اند). این نمونه ها نیز از فرم و شکل نامطلوب و بافت و قابلیت جویدن غیرقابل قبول (بافت خمیری و چسبنده) برخوردار بود و در نهایتا داوران چشایی به نمونه حاوی ۱۵ درصد آردکینوا و ۰/۵ درصد صمغ دانه شاهی کم‌ترین امتیاز را دادند.



شکل ۱-اثر آرد کینوا جوانه‌زده و صمغ دانه شاهی بر ویژگی های حسی و پذیرش کلی اشترودل نیم‌پز منجمد

٤-نتیجه‌گیری

تولید انواع محصولات نانوایی نیم‌پز منجمد می‌تواند زمان ماندگاری را حتی تا ۱۶ ماه افزایش دهد. تهیه محصولات نانوایی به صورت نیم‌پز منجمد یک جایگزین رقابتی برای فرایند پخت کامل معرفی شده است. هرچند فرایند انجماد می‌تواند ماندگاری محصولات نانوایی را تا چندین ماه افزایش دهد اما از کیفیت نهایی خمیر به تدریج طی نگهداری در شرایط انجماد کاسته می‌شود که نتیجه آن کاهش حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی است. از این رو هدف از انجام این تحقیق بهبود کیفیت و ظاهر اشترودل نیم‌پز منجمد با استفاده از صمغ دانه شاهی و جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد کینوا جوانه‌زده بود. نتایج نشان داد جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد کینوا (حداکثر ۱۰ درصد) و استفاده از صمغ شاهی در هر دوسطح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد می‌توان بافت، حجم، تخلخل و ویژگی‌های حسی (رنگ، فرم و شکل، بافت و قابلیت جویدن، عطر و مزه و در نهایت پذیرش کلی) اشترودل نیم‌پز منجمد را بهبود داد.

٥-منابع

۱. حقایق، غ. م. و عطای صالحی، الف. ۱۳۹٦. غنی‌سازی کلوچه بدون گلوتن با آرد شبه غلات کینوا، آمارانت و گندم سیاه. *علوم و صنایع غذایی*، شماره۷۰، دوره۱٤، صفحات ٤۷-٤٦.

۲. جلدانی، ش.، ناصحی، ب. و عادیه انور. ۱۳۹۷. بهینه‌یابی فرمول نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج، کینوا و برگ گیاه خرفه. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی*، سال‌سیزدهم، شماره ٤، صفحات ۱۲۷-۱۱۷.

۳. جلدانی، ش.، ناصحی، ب.، برزگر، ح. و سپهوند، ن. ع. ۱۳۹٦. بررسی ویژگی‌های رنگ‌سنجی پوسته، مغز و خصوصیت کیفی نان بربری غنی‌شده با آرد کامل کینوا. *علوم و صنایع غذایی*، شماره۷۱، دوره۱٤، صفحات ۲٦۷-۲٥۹.

٤. شیخ‌الاسلامی، ز.، کریمی، م.، قیافه داودی، م.، صحرائیان، ب. و نقی پور، ف. ۱۳۹۷. بررسی اثر عصاره چوبک و صمغ ریحان بر بافت و ظاهر اشترودل حاصل از خمیر منجمد. *علوم و صنایع غذایی*، دوره ۱٤، شماره ۷۱، صفحه ۱٦۹-۱٥۹.

٥. شیخ‌الاسلامی، ز.، هجرانی، ت.، کریمی، م.، قیافه داوودی، م. و فاطمیان، ح. ۱۳۹٥. تأثیر صمغ بالنگو و کتیرا بر ویژگی های کیفی و حسی نان بربری نیمه پز منجمد. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*. دوره٥، شماره٤. صفحات ٤۰٤-۳۹٥.

٦. شیخ‌الاسلامی، ز.، کریمی، م.، هجرانی، ت. و قیافه داوودی، م. ۱۳۹٦. افزایش کیفیت و ماندگاری نان با استفاده از تکنولوژی منجمد کردن و صمغ ریحان. *مجله علوم و صنایع غذایی*. دوره۱٤، شماره۷۱. صفحات ۲٥۸-۲٥۱.

۷. صحرائیان، ب.، کریمی، م. و شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۹۷. بررسی عملکرد صمغ دانه شاهی در مقایسه با گزانتان بر خصوصیات بافتی و تصویری‌کیک روغنی بدون گلوتن (برنج-ذرت). *مجله تحقیقات مهندسی‌صنایع غذایی*، دوره ۱۷، شماره ۲، شماره پیاپی ٦٥.

۸. قاسمی‌زاده، س.، ناصحی، ب. و نوشاد، م.۱۳۹٦. بهینه‌سازی فرمول نان بدون گلوتن حاصل از آرد کینوا، ذرت و برنج. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، سال دوازدهم، شماره ۱، صفحات ٦۸-٥۹.

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

10. Afify, A. E. M., Abbas, M. S., Abd El-lattefi, B. M. and Ali, A. M. 2016. Chemical, rheological and physical properties of germinated wheat and naked barley. International *Journal of Chemistry of Technology of Research*, 9(9): 521-31.
11. Bárcenas, M. E. and Rosell, C. M. 2007. Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: Low temperatures and hydrocolloid addition. *Food Chemistry*, 100: 1594-1601.
12. Brady, K., Ho, C.T. and Rosen, R.T. 2007. Effects of processing on the nutritional profile of quinoa of Chemistry, 100(3): 1209-1216.
13. Cary, J. A and Bemiller, J. N. 2003. Bread staling: Molecular basis and control. Comprehensive Reviews in Food science and food safety, 2: 1-31.
14. Das, L., Raychaudhuri, U. and Chakraborty, R. 2013. Fortification of white bread with fennel seeds. *Food Sci Biotech*, 51(3): 434-440.
15. Dini, I., Tenore, G.C., and Dini, A. 2010. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium* quinoa seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 43(3): 447-451.
16. Ebrahimzadeh, A,. Yarmand, M. S. and Sepahvand, N. 2015. Evaluation of the properties of the chemical, physical and rheological bread enriched with quinoa flour. Master's thesis. Islamic Azad university, Quds unit. Pp: 54-56.
17. Elgeti, D., Nordlohne, S.D., Föste, M., Besl, M., Linden, M., Heinz, V., Jekle, M. and Becker, T. 2014. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *Journal of Cereal Science*, 59(1): 41–47.
18. Estela, P. L. and Maria, C. G. 2015. Influence of storage time for the acceptability of bread formulated with lupin protein isolate and added brea gum. *LWT- Food Science and Technology*, 64 (2): 1171-1178.
19. Ghauor Asli, M. A., Haddad khodaparast, M. H. and Karimi, M. 2012. Effect of gluten and emulsifier (DATEM) on rheological properties of dough and specific volume of strudel bread. *JFST*, 33(1): 59-65.
20. Hallen, E., Banoglu S. and Ainsworth, P. 2004. Effect of fermented germinated cowpa flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 63: 177-84.
21. Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
22. Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A. and Ghiafeh Davoodi, M. 2017. The properties of part baked frozen bread with guar and xanthan gums. *Food Hydrocolloids*, 71: 252-257.
23. Iva, B., Lucie, M., Ludek, H., Sona, K. and David, B. 2016. The comparison of the effect of sodium caseinate, calcium caseinate, carboxymethyl cellulose and xanthan gum on rice-buckwheat dough rheological characteristics and textural and sensory quality of bread. *LWT-Food science and Technology*, 68: 659-666.
24. Karazhiyan, H., Razavi, S. M. A., Phillips, G. O., Fang, Y., Al- Assef, S., Nishinari, K. And Farhoosh, R. 2009. Rheological properties of Lipidium Sativum seed extract as function of concentration, temperature and time. *Food Hydrocolloids*, 23: 2062-2068.
25. Lorenzo G, ´ Zaritzky N E, Califano A N. 2009 Rheological characterization of refrigerated and frozen non-fermented gluten-free dough: Effect of hydrocolloids and lipid phase, *Journal of Cereal Science* 50:255–261
26. Lyimo, M., Berling, E. S. and Sibuga, K. P. 2004. Evaluation of the nutritional quality and acceptability of germinated Bambara nut (VIGNIA-SUBTERRANEA (L) VERLE) based products. *Ecology of Food and Nutrition*, 43: 181-91.
27. Makinen , O.E., and Arendt, E.K. 2012. Oat malt as a baking ingredient- A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and

dough properties. *Journal of Cereal Science*, 56:747-75.
28. Mamedi, A., Tavakol Afshari, R. and Sepahvand, N. A. 2017. Quantifying seed germination response of quinia (*Chenopodium quinoa Willd*) under temperature and drought stress regimes. *Iranian Journal of Field Crop Sience*, 48(3): 615-623.
29. Mandala, I.G. 2005. Effect of frozen storage and microwave reheating on some physical attributes of fresh containing hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 19: 709-719.
30. Naji, S., Razavi, S. M. A. and Karazhiyan, H. 2012. Effect of thermal treatments on functional properties of cress seed (Lepidium Sativum) and xanthan gums: comparative study. *Food Hydrocolloids*. 28: 75-81.
31. Octaviani, V. and Weibiao, Z. 2007. Frozen bread dough: Effect of freezing storage and dough improvers. *Journal of Cereal Science*, 45: 1-17.
32. Panfil, P., Dorica, B., Sorin, C., Emilian, M., Ersilia, A. and Iosif, G. 2014. Biological characterization of flour obtained from germinated cereals (wheat, barley and oat). *Romanian Biotechnological Letters*, 19(5): 9772-7.
33. Sahraiyan, B. 2016. Production of sorghum malt powder by using microwaves and its evaluation as a sugar replacer in gluten free cup cake. Ph.D. thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Department of Food Science and Technology.
34. Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. and Ghiafe Davoodi, M. 2013. Evaluation of Lepidium sativum seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloid. 30*: 698-703.
35. Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., Leon, A. E. and Perez, G. T. 2012. Incorporation of several additives into gluten-free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 111(4): 590-597.
36. Sharma, P. and Gujral, H. S. 2010. Antioxidant and polyphenol oxidant activity of germinated barley and its milling fraction. *Food Chemistry*, 120 (3): 673-8.
37. Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
38. Yuthana, P. U, Siripatraan. 2008. Effect of freezing and temperature fluctuations during frozen storage on and dough improvers. *Journal of Cereal Science,* 45: 1-17.

(Original Research Paper)

Replacement of Wheat Flour with Germinated Quinoa Flour and Adding *Lepidium Sativum* Seed Gum on Quality of Frozen Par-baked Strudel

Sara Niasti[1], Bahareh Sahraiyan[2], Fatemeh Pourhaji[1*]

1- PhD Graduated of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2-Food Quality and Safety Research Department, ACECR, Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran.

Received:07/04/2020 Accepted:08/11/2020

Abstract

The aim of this study was improvement of quality and appearance of frozen par baked strudel by using *Lepidium Sativum* seed gum (0, 0.25 and 0.50 %) and germinated quinoa flour (0, 5, 10 and 15%). Moisture (2 and 72 hours), specific volume, porosity, texture (2 and 72 hours), color of crust and crumb, sensory properties and overall acceptability of strudel were evaluated. The result showed moisture was increased by increasing gum and quinoa flour in the formulation. The lowest firmness and the highest specific volume and porosity were showed in the sample containing 5% quinoa flour and 0.5% gum and the sample containing 10% quinoa flour and 0.5% gum. Also, a^* of crust and L^* of crumb were increased by using quinoa flour. Replacement of wheat flour with quinoa flour (up to 10%) and *Lepidium Sativum* seed gum (0.25 and 0.50 %) were improved color, shape, chewiness, taste and odor and overall acceptability

.

Keyword: Native Gum, a-amylase, Freezing, Strudel, Quinoa.

[*]Corresponding Author: pourhajif@yahoo.com