Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۳/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱۱۱ تا ۱۲۵

تأثیر افزودن صمغ کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، بافتی و حسی نان بدون گلوتن بر پایه ذرت

المیرا عبدالعلی زاده[۱] و مهدی قره خانی[*۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹٦/۷/۱۲

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز
[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز
[*] مسئول مکاتبه: Email: m.gharekhani@iaut.ac.ir

چکیده

بیماری سلیاک یک اختلال شایع مادام‌العمر با سوء جذب روده کوچک و عدم تحمل گلوتن است. تنها درمان مؤثر این بیماری، استفاده از یک رژیم غذایی فاقد گلوتن در تمام طول عمر بیمار است. یکی از چالش‌های اصلی در رابطه با نان بدون گلوتن به دست آوردن ساختار مناسب و با کیفیت است. نان‌های بدون گلوتن به ترکیبات پلیمری و هیدروکلوئیدها نیاز دارند تا ویژگی‌های ویسکوالاستیک گلوتن را به منظور ایجاد ساختار مطلوب و نگه‌داری گاز، تأمین نمایند. در این پژوهش تأثیر صمغ کتیرا در سه سطح (۰/۵، ۱/۲۵ و ۲ درصد) و ترکیب پکتین-کتیرا در سطح ۱/۵ درصد (با نسبت ۱:۱) بر روی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، سفتی و حسی نان حجیم بدون گلوتن بر پایه آرد ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. افزودن کتیرا و افزایش سطوح آن موجب افزایش حجم مخصوص در نان‌های حاوی هیدروکلوئیدها در مقایسه با نان شاهد گردید. کمترین میزان افت پخت نان متعلق به نان حاوی ۲ درصد کتیرا می‌باشد که با نان حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. با افزودن سطوح مختلف کتیرا میزان رطوبت مغز نان در مقایسه با نان شاهد افزایش یافت. میزان سفتی بافت در طی نگه‌داری در روزهای اول تا سوم افزایش یافت و تأثیر تیمار بر میزان سفتی نان ($p<۰/۰۱$) معنی‌دار بود. کمترین میزان سفتی متعلق به نان حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا بود که با سایر نان‌های حاوی هیدروکلوئیدها و نیز با نان شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد. هم‌چنین نتایج نشان داد تأثیر تیمار بر ویژگی‌های حسی غیر معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود و افزودن نسبت‌های مختلف هیدروکلوئیدها موجب بهبود پذیرش کلی در ارزیابی‌های حسی گردید. در مجموع با توجه به نتایج حاصله از آزمایشات مختلف و نتایج آماری بررسی شده افزودن ۱/۲۵ درصد کتیرا برای بالا بردن کیفیت نان بدون گلوتن توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: ذرت، کتیرا، سلیاک، نان بدون گلوتن

مقدمه

بیماری سلیاک یک عدم تحمل دائمی به برخی پرولامین-های غلات با توالی الیگوپپتیدی ویژه می‌باشد. بخش گلیادین گندم، سکالین چاودار، هوردئین جو و آونین یولاف در مکانیزم بیماری سلیاک درگیر هستند (پیغمبردوست و همکاران ۲۰۱۱). این بیماری عارضه‌ای است که در آن غشاء مخاطی روده کوچک فرد مبتلا توسط گلوتن آسیب می‌بیند (صالحی و همکاران ۱۳۹۰).

www.SID.ir

Archive of SID

این ناخوشی روده‌ای حساس به گلوتن می‌تواند به دلیل عوامل ژنتیکی یا ایمونولوژیکی یا شرایط زیست محیطی باشد (مؤیدی و همکاران ۱۳۹۲). تنها درمان مؤثر برای بیماری سلیاک پیروی جدی از رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام طول عمر بیمار است (لازاریدو و همکاران ۲۰۰۷). گلوتن پروتئین ساختاری برای پخت (پیغمبردوست و همکاران ۲۰۱۱) و ضروری‌ترین پروتئین سازنده بافت محصولات آردی حاضر در آرد گندم است که در ساختار مغز و ظاهر بسیاری از محصولات آردی تهیه شده از آرد گندم از جمله نان دخالت دارد (پور اسماعیل و همکاران ۱۳۹۰). عدم وجود پروتئین گلوتن در فرمول نان باعث می‌شود تا نان‌های بدون گلوتن بافت داخلی ضعیف‌تری داشته باشند و سریع‌تر بیات شوند و هم‌چنین موجب مقاومت کمتر خمیر به عملیات مکانیکی و تغییرات انجام گرفته در فرآیند تخمیر می‌شود. به منظور جبران اثر حذف گلوتن در کیفیت نان باید از ترکیبات هیدروکلوئیدی و پلیمری استفاده نمود (مجذوبی و همکاران ۱۳۹۰). هیدروکلوئیدهای غذایی یا صمغ‌ها، بیوپلیمرهای آب-دوست با وزن مولکولی بالا هستند که به عنوان ترکیبات عملگرا در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند. هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون نان بدون گلوتن به عنوان اجزاء پلیمری عمل کرده و در آب متورم شده و ساختاری معادل شبکه گلوتن در خمیر ایجاد می‌کنند (پیغمبردوست و همکاران ۲۰۱۱) و معمولاً برای تقلید خواص ویسکوالاستیکی گلوتن (موریرا و همکاران ۲۰۱۳)، کنترل جذب آب و در نتیجه بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر، بهبود زمان ماندگاری به‌واسطه حفظ محتوای رطوبت و به تأخیر انداختن بیاتی به محصولات پخت اضافه می‌گردند (عطای صالحی و همکاران ۱۳۹۰). در حال حاضر، آمار مبتلایان به بیماری سلیاک در حال افزایش است که عمدتاً به دلیل بهبود روش‌های تشخیص و تغییر در عادات غذایی افراد به سمت غذاهای آماده است (عطای صالحی و همکاران ۱۳۹۰) و با توجه به داده‌های سازمان بهداشت جهانی حدود ۵ درصد از افراد جامعه جهانی ممکن است این سندرم را نشان دهند (پیغمبردوست و همکاران ۲۰۱۱). بر این اساس، تقاضا برای نان‌های فاقد گلوتن با کیفیت بالا رو به افزایش است. در سال‌های اخیر تحقیق و توسعه در راستای بهبود نان‌های فاقد گلوتن بطور چشمگیری افزایش یافته است (صالحی و همکاران ۱۳۹۰). اثر بهبوددهندگی هیدروکلوئیدها در نان بدون گلوتن توسط محققان متعددی گزارش شده است (لازاریدو و همکاران ۲۰۰۷، گامبوس و همکاران ۲۰۰۱ و سیارانی و همکاران ۲۰۱۰). در همین راستا سیارانی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی اثر هیدروکلوئیدهای کاراگینان، زانتان، کربوکسی متیل سلولز (CMC) و ژلاتین روی ویژگی‌های خمیر بدون گلوتن و کیفیت نان بر پایهٔ برنج پرداختند و نتیجه گرفتند که افزودن هیدروکلوئیدها به خمیر بخصوص زانتان منجر به بهبود کیفیت نان بدون گلوتن با حجم بیشتر و سفتی مغزنان کمتر شده و موجب افزایش زمان ماندگاری و کاهش بیاتی در طول نگهداری می‌گردد. ناجی طبسی و محبی (۲۰۱۵) به بررسی تاثیر صمغ‌های دانه شاهی و زانتان بر روی نان بدون گلوتن (بر پایه آرد برنج، ذرت و نشاسته ذرت) پرداختند و نتیجه گرفتند که افزودن صمغ‌ها، منجر به افزایش حجم و میزان رطوبت مغز نان شده و موجب بهبود بافت و افزایش زمان ماندگاری نان بدون گلوتن نسبت به نمونه شاهد گردید. باقری و همکاران (۱۳۹۵) تاثیر دو صمغ قدومه شهری و زانتان را بر خصوصیات رئولوژیکی، کیفی و حسی نان بدون گلوتن حاصل از آرد سورگوم مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که افزودن صمغ‌ها به-طور معنی‌داری منجر به بهبود کیفیت و ساختار مغز نان بدون گلوتن گردید. ادوآردوو همکاران (۲۰۱۴) اثر صمغ‌های CMC و پکتین با متوکسیل بالا و امولسیفایر (داتم، سدیم استئاروئیل۲- لاکتات و لیسین) بر روی کیفیت پخت نان ترکیبی از کاساوا، ذرت و گندم با نسبت به ترتیب (۴۰:۱۰:۵۰) مورد مطالعه قرار دادند و نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن هر یک از صمغ‌های CMC و پکتین با متوکسیل بالا به‌عنوان بهبوددهنده‌های پخت در ترکیب نان، پارامترهای کیفی نان از جمله حجم مخصوص، رنگ پوسته و بافت مغز نان را بهبود داده است. موحد و همکاران (۱۳۹۶) تاثیر صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) را بر خواص کیفی نان

www.SID.ir

Archive of SID

باگت بدون گلوتن بر پایه مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که افزودن HPMC به نان بدون گلوتن منجر به بهبود کیفیت با حجم و تخلخل بیشتر شده و با کاهش بیاتی و افزایش زمان ماندگاری تاثیر مطلوبی بر بافت نان را موجب می‌گردد. محمدی و همکاران (a ۲۰۱۴) تأثیر صمغ گوار در ترکیب با ترانس‌گلوتامیناز میکروبی را بر روی ویژگی‌های کیفی نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج مورد بررسی قرار دادند و نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن صمغ گوار و آنزیم ترانس‌گلوتامیناز میکروبی موجب پایداری بافت آن گردید و شبکه پروتئینی تشکیل شده مشابه ساختار گلوتن بود. ترکیب صمغ گوار به‌طور قابل توجهی حجم مخصوص را افزایش داد و در نتیجه موجب کمتر شدن سفتی مغز نان در مقایسه با نان شاهد شد. ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۸۹ ب) اثر صمغ های پکتین و گوار و کاراگینان را در سه سطح (۲،۱و۳ درصد) و ترکیبی از آن‌ها را در دو سطح ۲و۳ درصد بر روی ویژگی‌های کیفی نان بدون گلوتن بر پایه نشاسته گندم مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که پکتین در سطح ۳ درصد و ترکیب گوار-پکتین درسطوح ۲و۳ درصد موجب افزایش حجم و ارتفاع نان بدون گلوتن گردید. هم‌چنین ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۸۹ الف) اثر صمغ‌های مذکور را در همان سطوح و ترکیب بر روی ویژگی‌های حسی و قابلیت ماندگاری نان بدون گلوتن حاصل از نشاسته گندم مورد مطالعه قرار دادند و بر اساس نتایج این پژوهش گوار-پکتین در سطوح ۲و۳ درصد منجر به تولید نان‌های بدون گلوتن با ویژگی‌های حسی خوب و با ماندگاری بالا گردید. مؤیدی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر سطوح مختلف (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) صمغ کتیرا را روی ویژگی‌های کیفی نان حجیم حاصل از آرد گندم مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که افزودن کتیرا و افزایش سطوح آن باعث کاهش سفتی و به تأخیر افتادن بیاتی نان در مقایسه با نان شاهد می‌شود. آردی که برای تولید نان فاقد گلوتن استفاده می‌شود باید آردی غیر از آرد گندم باشد. آرد ذرت از آن‌جا که فاقد گلوتن است و سطح پروتئین، انرژی و محتوای تغذیه‌ای بالایی دارد، برای تولید نان فاقد گلوتن مناسب بوده و به دلیل دارا بودن پروتئین بالا باعث کاهش نرخ بیاتی و سفتی مغز نان می‌شود (عطای صالحی و همکاران ۱۳۹۰). با توجه به آن‌که افراد مبتلا به بیماری سلیاک قادر به استفاده از بسیاری محصولات موجود در فروشگاه‌ها مانند نان‌های معمولی و دیگر محصولات حاوی آرد گندم نمی‌باشند و با توجه به عدم تولید محصولات بدون گلوتن با کیفیت در ایران، هدف از این پژوهش تولید نان بدون گلوتن با کیفیت بالا، ارائه ترکیب مناسبی از آرد ذرت و هیدروکلوئید کتیرا و تأثیر ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نان بدون گلوتن می‌باشد.

مواد و روش ها

آرد ذرت مورد استفاده برای تهیه نان بدون گلوتن از یکی از فروشگاه‌های لوازم قنادی در تبریز خریداری شد. صمغ کتیرا به صورت پودر از شرکت پارس‌آنالیز در تبریز تهیه گردید. کازئینات سدیم (از شرکت بهین آزمای شیراز)، شیرخشک پس چرخ (از شرکت پگاه چهار محال بختیاری)، مخمر نانوایی (از شرکت دکتر اوتکر ترکیه)، روغن گیاهی (از شرکت نینا)، شکر (از شرکت آنیل یا بلوچ سابق)، نمک طعام (از شرکت تابان گرمسار)، تخم‌مرغ (تهیه شده از بازار محلی) و آب از آب لوله کشی شهری مورد استفاده قرار گرفت.

آزمون‌های شیمیایی آرد ذرت

نمونه آرد با استفاده از روش‌های متداول AACC مورد آزمون قرار گرفت (قریشی‌راد و همکاران ۱۳۹۰). به گونه‌ای که درصد رطوبت با روش مصوب شمارهٔ ۱۶-۴۴، درصد پروتئین با روش ۱-۴۶، درصد چربی موجود در آرد به روش ۱۰-۳۰، میزان خاکستر با روش ۷-۸ اندازه‌گیری گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

فرمولاسیون نان بدون گلوتن

برای تهیه نمونه‌های نان بدون گلوتن حجیم از آرد ذرت استفاده گردید. فرمولاسیون نان بدون گلوتن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- فرمولاسیون نان بدون گلوتن

ترکیبات فرمول نان	مقدار در فرمولاسیون (بر پایه ۱۰۰ گرم آرد)
آرد ذرت	۱۰۰
شکر	۵
نمک	۲
مخمر	۳
شیرخشک	۵
کازئینات سدیم	۲
روغن	۵
تخم‌مرغ	۱۰
صمغ کتیرا	(۰/۵، ۱/۲۵ و ۲ درصد)
آب	۱۱۰

برای تهیهٔ نان ابتدا تمامی ترکیبات خشک (به غیر از شکر) پس از توزین با استفاده از الک با مش ۸۰ غربال گردیدند تا موقع اختلاط آب‌گیری مناسبی داشته باشند. در شروع کار آرد ذرت با بخشی از آب جوش و نمک به مدت سه دقیقه مخلوط گردید تا ژلاتینه شدن نشاسته بهتر صورت گیرد. سپس سوسپانسیون مخمر فعال شده طی ۱۵ دقیقه در آب ولرم حاوی شکر و بعد از آن سایر ترکیبات توزین شده به مواد فوق اضافه شدند و در نهایت آب جوش باقی‌مانده اضافه گردید. خمیر مورد نیاز در مخلوط‌کن خانگی (PHILIPS مدل HRI1459/70 ساخت کشور چین) به مدت شش دقیقه تهیه شد. مدت زمان مخلوط شدن با ارزیابی تجربی قوام خمیر حاصله، معین گردید. سپس خمیر در یک قالب از جنس گالوانیزه که دیواره‌ی آن‌ها چرب شده بود ریخته شد و خمیر به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای ۳۰°C و رطوبت نسبی ۷۰ درصد در اتاقک تخمیر گرمخانه‌گذاری شد تا عمل تخمیر در آن انجام گردد. سپس، پخت در دمای ۲۵۰°C به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه فر (صنایع پخت مشهد، ایران) صورت گرفت. پس از پخت، نان‌ها از قالب خارج شده و در دمای اتاق به مدت یک ساعت خنک شده و در کیسه‌های پلی‌پروپیلنی بسته بندی شده و تا زمان انجام آزمون‌های مربوطه در دمای اتاق نگه‌داری شد (صالحی و همکاران ۱۳۹۰).

آزمون‌های مورد استفاده در ارزیابی نان

ارزیابی رطوبت

این آزمون مطابق با روش AACC شماره ۱۶-۴۴ انجام گرفت (قریشی‌راد و همکاران ۱۳۹۰).

ارزیابی پارامترهای کیفی نان

حجم نان‌های تولید شده با استفاده از روش AACC شماره ۰۵-۱۰ و توسط روش جابجایی دانه کلزا بدست آمد. سپس با تقسیم حجم نان به وزن آن، حجم مخصوص نان‌ها محاسبه شد (مؤیدی و همکاران ۱۳۹۲ و قریشی‌راد و همکاران ۱۳۹۰). ابعاد نان با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد (ابراهیم پور و همکاران ۱۳۸۹ ب). برای ارزیابی تغییرات رنگ نمونه‌ها از روش پردازش تصویر توسط عکس‌برداری با دوربین دیجیتال ۱۲ مگاپیکسل و آنالیز با نرم‌افزار فتوشاپ CC استفاده شد (داودی و همکاران ۱۳۹۲). برای ارزیابی درصد تخلخل نمونه‌ها از روش پردازش تصویر توسط عکس-برداری با دوربین دیجیتال ۱۲ مگاپیکسل و آنالیز با نرم-افزار Image J استفاده شد (شهیدی و همکاران ۱۳۸۹). برای تعیین درصد افت پخت نان وزن چانه‌های خمیر و وزن نمونه‌های نان مربوطه پس از پخت و سرد کردن به مدت ۳-۲ ساعت، اندازه‌گیری شده و از طریق رابطه (۱)، درصد افت پخت نان محاسبه شد (سلیمانی‌فرد و همکاران ۱۳۹۱).

رابطه [۱]:

$$\text{افت پخت٪} = (\text{وزن چانه نان} - \text{وزن نان پس از پخت})/\text{وزن چانه نان} \times ۱۰۰$$

ارزیابی بافت

بررسی بافت مغز نمونه‌ها، با استفاده از دستگاه بافت-سنج بروکفیلد مدل CT3 10K ساخت کشور U.S.A، پس از اینکه پوسته رویی جدا شد در مغز نان انجام پذیرفت و نمونه‌های نان در ساعات مختلف پس از پخت (بعد از ۲۴ و ۷۲ ساعت) که همگی در دمای ۲۵ °C نگه‌داری شده بودند برای اندازه‌گیری تغییرات سفتی بافت مورد بررسی قرار گرفتند. برای این کار از پروپ استوانه‌ای۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌متری استفاده شد که با سرعت یک میلی‌متر بر ثانیه به طرف پایین حرکت کرده و پس از برخورد به قسمت مغز نمونه‌های نان با ابعاد $2cm^3$ ۲*۲*۲ تا درصد فشردگی ۵۰ درصد به آن فشار وارد کرده و سپس پروپ به سمت بالا حرکت نمود. پس از ۱۰ ثانیه دوباره با همان سرعت به نمونه فشار وارد کرد. در این لحظه نیروی ثبت شده توسط دستگاه بر حسب گرم، به عنوان معیاری از سفتی بافت نمونه‌های نان ثبت شد (لازاریدو و همکاران ۲۰۰۷).

ارزیابی ویژگی‌های حسی نان

در این مطالعه به منظور مقایسه تیمارهای مختلف، ویژگی‌های حسی (فرم و شکل نان (۲)، رنگ پوسته (۱)، رنگ مغز نان (۱)، پوکی و تخلخل (۲)، الاستیسیته یا خاصیت ارتجاعی (۱)، طعم و مزه (۳)، قابلیت جویدن (۳) و نرمی بافت نان (۴) توسط ده نفر از دانشجویان خوابگاه شماره ۵ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به روش هدونیک پنج نقطه ای (۱= خیلی ضعیف، ۵= خیلی خوب) مورد ارزیابی قرار قرار گرفت که این افراد پس از توجیه شدن، جداول مربوطه را تکمیل نمودند. در نهایت ارزیابی کلی با توجه به شاخص‌های مذکور و ضرایب آن‌ها محاسبه گردید ارزیابی‌های حسی طی یک روز پس از پخت و نگه‌داری آن‌ها در بسته‌بندی‌های مناسب در دمای اتاق، انجام گردید (ابراهیم پور و همکاران ۱۳۸۹ الف).

تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق برای بررسی اثر صمغ کتیرا در سطوح (۰/۵، ۱/۲۵ و ۲ درصد) و در ترکیب با پکتین در سطح ۱/۵ درصد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نان بدون گلوتن بر پایه ذرت از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. نتایج به دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آزمایشات در سه تکرار انجام شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

آزمون‌های شیمیایی آرد ذرت

در جدول ۲، ویژگی‌های شیمیایی آرد ذرت مورد استفاده در پخت نان بدون گلوتن بر پایه ذرت آورده شده است. ترکیب شیمیایی آرد به‌ویژه میزان آندوسپرم، جوانه و پوسته بر حسب نوع سیستم آسیاب مورد استفاده متفاوت است که بر رنگ و سایر ویژگی‌های نانوایی آرد نیز اثر می‌گذارد (شاکری بروجنی و همکاران ۱۳۹۲).

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی آرد ذرت

عنوان آزمون	نتیجه آزمون
رطوبت	٪ ۸/۱۴
pH	۶/۳۵
پروتئین بر مبنای وزن خشک	٪ ۵/۶۸
چربی بر مبنای وزن خشک	٪ ۲/۴۴
خاکستر بر مبنای وزن خشک	٪ ۰/۳۴

تأثیر هیدروکلوئیدها بر روی پارامترهای کیفی نان بدون گلوتن

در جدول ۳، تأثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا بر روی ارتفاع، پهنا، حجم مخصوص، درصد افت پخت و تخلخل نان بدون گلوتن مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به نتایج جدول ۳، تأثیر مثبت صمغ‌ها بر روی میزان ارتفاع نان نسبت به نمونه شاهد مشاهده گردید. در بین تیمارها بیشترین میزان ارتفاع متعلق به نان حاوی ۱/۵ درصد صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا بود که با نان حاوی ۲ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. افزایش سطوح صمغ کتیرا باعث افزایش ارتفاع نان‌های بدون گلوتن ذرت گردید. کمترین ارتفاع نان نیز مربوط به ۰/۵ درصد کتیرا می‌باشد که با نان شاهد و نان حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج مشابهی از اثر افزودن پکتین، گوار در نان بدون گلوتن توسط پیغمبردوست و همکاران ۲۰۱۱ و ابراهیم‌پور و همکاران ۱۳۸۹ ب) گزارش شده است. در بین تیمارهای نان بدون گلوتن بر پایه ذرت، نان حاوی ۲ درصد کتیرا

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین میزان پهنا را داشت و با نان حاوی ۱/۵ صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

جدول ۳- تاثیر افزودن کتیرا بر ابعاد، حجم مخصوص، درصد افت پخت و تخلخل نان‌های بدون گلوتن بر پایه آرد ذرت

تیمار	ارتفاع(cm)	پهنا(cm)	حجم مخصوص(cm^3/gr)	افت پخت نان(٪)	تخلخل(٪)
نان شاهد	۴/۱۰۰ ± ۰/۵۳^{bc}	۷/۰±۴۶۷/۲۰۸^{ab}	۱/۰±۷۱۶/۲۵۸^{bc}	۱۲/۰±۸۸۷/۲۸۵^{b}	۴۱/۰±۷۵۰/۹۶۴^{a}
۰٪/۵ کتیرا	۴/۰۶۷ ± ۰/۰۵۸^{c}	۷/۴۰۰ ± ۰/۱۰۰^{c}	±۷۴۰/۱ ۰/۰۴۹^{b}	۱۲/۶۴۳ ± ۰/۲۶۴^{b}	±۰۰۰/۳۷/۱/۴۰۷^{b}
۱٪/۲۵ کتیرا	۴/۲۶۷ ± ۰/۱۱۵^{bc}	۷/۳۰۰ ± ۰/۱۷۳^{c}	۱/۷۳۰ ± ۰/۰۱۸^{b}	۱۱/۸۰۷ ± ۰/۶۳۹^{c}	۳۸/۲±۱۰۰/۹۵۱^{ab}
۲٪ کتیرا	۴/۶۰۰ ± ۰/۱۷۳^{ab}	۷/۸۰۰ ± ۰^{a}	۱/۸۷۲ ± ۰/۱۲۲^{ab}	±۴۹۰/۱۱ ۰/۲۷۹^{c}	۳۵/۳±۴۰۰/۲۹۸^{b}
۱٪/۵ پکتین-کتیرا	۴/۹۶۷ ± ۰/۱۵۳^{a}	۷/۶۶۷ ± ۰/۰۶^{ab}	۲/۱۲۶ ± ۰/۱۹۰^{a}	±۵۸۰/۱۳ ۰/۲۰۵^{a}	۳۸/۰±۱۱۵/۴۰۰ ^{a}

حروف غیر مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح ($P<۰/۰۱$) می‌باشد.

درمورد تغییرات حجم مخصوص نان‌ها، نتایج بیانگر تأثیر مثبت صمغ‌ها بر روی میزان حجم مخصوص نان بدون گلوتن بر پایه ذرت نسبت به نان شاهد بود که این یافته مشابه نتایج مطالعات بدست آمده توسط پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۱) است. این محققین اثر سه نوع هیدروکلوئید پکتین، گوار و کاراگینان را در سه غلظت ۱، ۲ و ۳ درصد و ترکیبی از آن‌ها را در دو غلظت ۲ و ۳ درصد بر ویژگی‌های کیفی نان حجیم بدون گلوتن مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند با افزودن هیدروکلوئیدها به استثناء پکتین در غلظت ۱ درصد و کاراگینان در همه غلظت‌های مورد استفاده، افزایش قابل توجهی در حجم نان مشاهده گردید. هم‌چنین نتیجه فوق با نتایج مطالعات بدست آمده توسط، محمدی و همکاران (۲۰۱۴a) و قریشی‌راد و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت. علت افزایش حجم نان در اثر افزودن هیدروکلوئیدها بدین‌صورت قابل توجیه است که هیدروکلوئیدها به وسیله افزایش ویسکوزیته خمیر، توسعه خمیر و قابلیت نگه‌داری گازها توسط خمیر را بهبود می‌دهند (ابراهیم پور و همکاران ۱۳۸۹ ب). در بین تیمارها بیشترین میزان حجم مخصوص متعلق به نان بدون گلوتن حاوی ۱/۵ درصد صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا بود که با نان حاوی ۲ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. افزایش سطوح کتیرا از ۰/۵ تا ۱/۲۵ درصد موجب کاهش غیر معنی‌دار و افزایش غلظت آن تا ۲ درصد موجب افزایش غیر معنی‌دار در میزان حجم مخصوص نان بدون گلوتن گردید. این یافته مشابه نتایج لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) می باشد که به تأثیر هیدروکلوئیدهای پکتین، CMC، آگارز، زانتان و بتاگلوکان یولاف بر میزان حجم مخصوص نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج پرداختند و گزارش کردند که افزودن هیدروکلوئیدهای مورد مطالعه به جز زانتان موجب افزایش حجم نان‌ها گردید و با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها ار ۱ تا ۲ درصد به استثناء پکتین، حجم مخصوص نان‌ها کاهش یافت.

درصد افت پخت نمایانگر کاهش وزن در اثر پخت یا به عبارتی تبخیر آب در نان می‌باشد، که این فاکتور از نظر اقتصادی دارای اهمیت می‌باشد. با افزایش میزان صمغ، میزان افت کاهش یافت و به همان نسبت، وزن نهایی نان بیشتر شد که این امر به دلیل جذب بیشتر آب توسط هیدروکلوئید مورد نظر، کاهش فعالیت آبی، کاهش تبخیر آب در حین پخت و افزایش رطوبت نهایی در نمونه‌های حاوی صمغ بود. افزودن صمغ‌های کتیرا موجب کاهش درصد افت پخت نان در مقایسه با نان شاهد گردید. در بین تیمارهای نان ذرت کمترین درصد افت پخت نان مربوط به نان حاوی ۲ درصد کتیرا بود که با نان حاوی ۱/۲۵ کتیرا تفاوت معنی‌داری نداشت. سلیمانی فرد و همکاران (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) با بررسی تأثیر صمغ عربی و آلژینات سدیم در سطوح مختلف (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) بر ویژگی‌های نان بربری حاصل از آرد گندم گزارش کردند که افزودن این صمغ‌ها و افزایش سطوح آن‌ها موجب کاهش درصد افت پخت نان بربری حاصل از آرد گندم گردید. بیشترین درصد افت پخت نان مربوط به نان حاوی ۱/۵ درصد صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا بود که با

www.SID.ir

Archive of SID

نان‌های حاوی صمغ کتیرا و نان شاهد اختلاف معنی-داری (P<۰/۰۱) داشت. این نتیجه‌گیری در تناقض با نتایج گامبوس و همکاران (۲۰۰۱) بود که این محققین اثر استفاده از صمغ گوار و پکتین و مخلوط ۱:۱ آن‌ها را در کیفیت نان بدون گلوتن بر پایه آرد ذرت، نشاسته ذرت و نشاسته سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که استفاده از صمغ گوار و پکتین در مقایسه با مخلوط ۱:۱ آن‌ها دارای درصد افت پخت نان بیشتری بود.

مقادیر تخلخل ارزیابی شده در جدول ۳ نشان می‌دهد که در بین تیمارهای نان ذرت، نمونه شاهد بیشترین میزان تخلخل را داشت و با نان‌های حاوی هیدروکلوئیدهای ۱/۲۵ درصد کتیرا و ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا اختلاف غیرمعنی‌دار(p<۰/۰۱) بود. این نتیجه‌گیری با نتایج حاصل از تحقیقات محمدی و همکاران (۲۰۱۴b) در بررسی اثر افزودن زانتان و CMC در میزان تخلخل نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج متناقض می‌باشد. در پژوهش حاضر میزان بالا بودن تخلخل در نان شاهد به علت داشتن حفره‌های بزرگ زیر سطح پوسته بود. شاید علت تفاوت موجود را اختلال در فرآیند تخمیر و توزیع غیر یکنواخت سلول‌های گازی بتوان ذکر کرد (صحرائیان و همکاران ۱۳۹۳). نان‌های بدون گلوتن به علت فقدان شبکه گلوتنی منسجم و یکنواخت قادر نیستند دی‌اکسید کربن تولید شده در طی فرآیند تخمیر را به نحو مطلوب نگه دارند، در نتیجه منجر به تولید محصول با ساختار مغز فشرده می‌گردند (آرندنت و همکاران ۲۰۰۸). با افزودن درصدهای مختلف صمغ کتیرا اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید و بیشترین میزان تخلخل در بین تیمارهای حاوی صمغ کتیرا مربوط به نان حاوی ۱/۲۵ درصد صمغ کتیرا می‌باشد.

ارزیابی آزمون رنگ‌سنجی پوسته و مغز نان بدون گلوتن

در جدول ۴ تأثیر سطوح مختلف کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا بر روی رنگ پوسته و مغز نمونه-های نان آورده شده است.

در ارتباط با رنگ پوسته مشاهده گردید که با افزودن صمغ‌های کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا مؤلفه L* در تمامی تیمارها افزایش یافته است که نتیجه فوق با نتایج بدست آمده توسط مؤیدی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه افزودن کتیرا در سطوح ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد بر نان حجیم حاصل از آرد گندم متناقض بود. هم‌چنین نتیجه فوق در تطابق با نتایج بدست آمده توسط اداردوو همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر افزودن پکتین با متوکسیل بالا و CMC در نان ترکیبی کاساوا، ذرت و گندم و لازاریدوو همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثر افزودن پکتین، CMC و زانتان در سطح ۱ و ۲ درصد در نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج بود. با افزایش غلظت صمغ کتیرا مؤلفه L* افزایش یافت. علت این امر را می-توان به نگه‌داری متناسب رطوبت توسط صمغ‌ها و از دست ندادن آن در طی فرآیند پخت و در نتیجه کاهش تغییرات سطح پوسته نان نسبت داد (صحرائیان و همکاران ۱۳۹۰). صحرائیان و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر غلظت صمغ بالنگوشیرازی در سطوح ۰/۳، ۰/۶ و ۱ درصد در نان بدون گلوتن سورگوم، محمدی و همکاران (۲۰۱۴b) در بررسی اثر افزایش غلظت زانتان در نان مسطح بدون گلوتن بر پایه آرد برنج و لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی اثر افزایش غلظت CMC، زانتان و پکتین از ۱ تا ۲ درصد در نان بدون گلوتن، نتایج مشابهی را بدست آوردند. مؤلفه a* در تمامی تیمارها به استثناء نان حاوی ۲ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند و با افزایش سطوح کتیرا مؤلفه a* روند نزولی داشت. نتیجه حاصل در تطابق با نتایج بدست آمده توسط صحرائیان و همکاران (۱۳۹۰) و لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) بود. در ارتباط با مؤلفه b* نیز مشاهده گردید که بیشترین مقادیر مؤلفه b* در پوسته نان حاوی ۲ درصد کتیرا بود که با نان‌های حاوی ۰/۵ و ۱/۲۵ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. با افزودن کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا در تمامی تیمارها مؤلفه b* روند افزایشی در مقایسه با نان شاهد از خود نشان داد و این

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش تنها در ۲ و ۱/۲۵ درصد کتیرا نسبت به نان شاهد معنی‌دار بود.

جدول ۴- اثر سطوح مختلف صمغ کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا بر میزان رنگ پوسته و مغز نان بدون گلوتن

تیمار	رنگ پوسته نان			رنگ مغز نان		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
شاهد	۶۴/۲±۸۷۴/۴۷۲^{c}	۲/۱±۹۵۲/۸۵۴^{a}	۶۰/۴±۷۷۱/۰۹۷^{b}	۷۳/۲±۷۹۹/۰۹۹^{b}	−۱۸/۲±۱۵۰/۷۰۰^{bc}	۶۳/۱±۹۰۴/۴۳۶^{ab}
کتیرا ٪۰/۵	۶۷/۱±۹۲۲/۶۴۳^{abc}	۳/۳±۳۱۰/۴۴۹^{a}	۶۴/۱±۸۴۴/۹۵۷^{ab}	۷۷/۰±۵۰۰/۶۵۳^{a}	−۱۵/۱±۲۸۹/۰۷۳^{a}	۶۴/۰±۵۳۱^{a}
کتیرا ٪۱/۲۵	۶۸/۱±۷۹۲/۶۴۳^{ab}	−۰/۱±۲۶۷/۰۷۳^{a}	۶۶/۱±۷۲۴/۹۵۷^{a}	۷۴/۰±۰۱۶/۳۷۷^{b}	−۱۶/۰±۷۲۰/۶۱۹^{ab}	۶۱/۰±۷۱۱/۹۴۰^{b}
کتیرا ٪۲	۷۱/۱±۱۸۷/۳۵۹^{a}	−۷/۲±۴۲۰/۲۳۴^{b}	۶۸/۱±۲۹۱/۶۲۸^{a}	۷۵/۰±۳۲۲/۹۹۷^{b}	−۱۸/۱±۱۵۰/۲۳۹^{bc}	۶۲/۱±۰۲۴/۴۳۶^{ab}
پکتین-کتیرا ۱٪/۵	۶۵/۱±۹۶۳/۵۰۸^{bc}	۱/۲±۱۶۴/۲۳۴^{a}	۶۱/۲±۷۱۱/۴۸۷^{b}	۷۵/۰±۵۴۰/۶۵۳^{ab}	−۱۹/۰±۵۸۱^{c}	۶۴/۱±۲۱۸/۹۵۷^{ab}

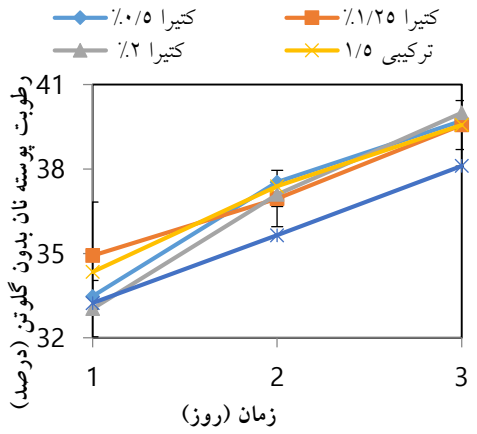
L*,a*,b*: به ترتیب معرف روشنایی، قرمزی و زردی می‌باشند.

حروف غیر مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح ($P<۰/۰۵$) می‌باشد.

درمقایسه با نان شاهد، افزودن کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا موجب افزایش روشنایی در مغز نان‌ها در مقایسه با نان شاهد گردید و در تمامی تیمارها میزان روشنایی مغز نان نسبت به مغز نان شاهد بهبود یافت. این نتیجه‌گیری متناقض با نتایج حاصل از مطالعات توسط مؤیدی و همکاران (۱۳۹۲) بود. البته هم‌چنین نتیجه فوق مطابق با نتایج بدست آمده توسط سیارانی و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر افزودن آلژینات، زانتان، CMC و ژلاتین در نان بدون گلوتن (بر پایه برنج، ذرت و آرد سویا)، محمدی و همکاران (b ۲۰۱۴) در اثر افزودن زانتان، CMC و ترکیب CMC-زانتان در نان مسطح بدون گلوتن (بر پایه آرد برنج) و هم‌چنین صحرائیان و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر افزودن صمغ بالنگو شیرازی در نان سورگوم بدون گلوتن بود. در بین درصدهای مختلف کتیرا، نان حاوی ۰/۵ درصد کتیرا بالاترین میزان روشنایی را در مغز نان داشت و با نان حاوی ۱/۵ درصد ترکیبی پکتین-کتیرا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بیشترین میزان مؤلفه a* در مغز نان مربوط به نان حاوی ۰/۵ درصد کتیرا بود که با نان حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان مؤلفه a* در مغز نان حاوی ۱/۵ درصد ترکیب پکتین-کتیرا بود که با نان‌های حاوی ۲ درصد کتیرا و نیز با نان شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. افزودن کتیرا به نان بدون گلوتن بر پایه ذرت موجب افزایش مؤلفه a* نسبت به نان شاهد گردید. با افزایش میزان سطوح کتیرا مؤلفه a* کاهش یافت و این نتیجه‌گیری در تطابق با نتایج بدست آمده توسط صحرائیان و همکاران (۱۳۹۰)، لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) و محمدی و همکاران (b ۲۰۱۴) بود. بیشترین میزان مؤلفه b* در مغز نان متعلق به نان حاوی ۰/۵ درصد کتیرا نسبت به نان شاهد بود که با نان‌های حاوی ۲ درصد کتیرا و ۱/۵ درصد ترکیب پکتین-کتیرا و نیز با نان شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

ارزیابی میزان رطوبت پوسته و مغز نان بدون گلوتن

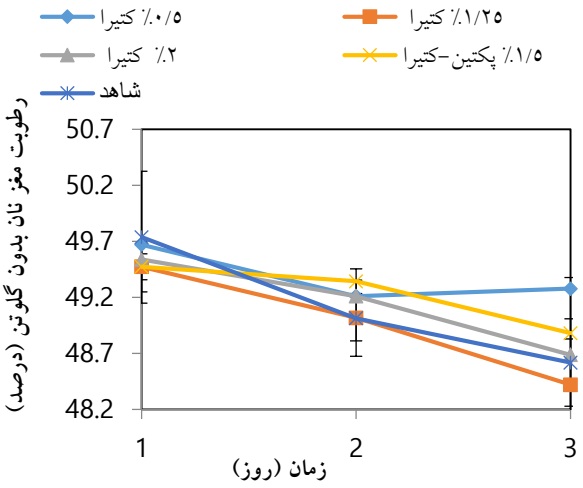
نتایج آزمون تعیین محتوی رطوبت پوسته و مغز نان‌ها در شکل ۱ و ۲ آورده شده است.



شکل ۱- اثر متقابل تیمار و زمان روی رطوبت پوسته نان بدون گلوتن بر پایه ذرت

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل تیمار و زمان روی رطوبت مغز نان بدون گلوتن بر پایه ذرت

داده‌های حاصل از آزمون، نشان داد محتوی رطوبت مغز و پوسته نان در حین نگه‌داری در روزهای مختلف مداوم در حال تغییر است. تفاوت در فشار بخار بین پوسته و منطقه میانی نان، منجر به مهاجرت رطوبت از مغز به سمت پوسته می‌شود و در نتیجه، رطوبت مغز کاهش و رطوبت پوسته افزایش می‌یابد (صالحی ۱۳۹۰). سیارانی و همکاران (۲۰۱۲) و محمدی و همکاران (b ۲۰۱۴) نیز نتایج مشابهی حاصل از افزودن هیدروکلوئیدهای CMC و زانتان بدست آوردند. آب موجود در نان نسبتاً متحرک است که به عنوان پلاستیسایزر عمل می‌کند و می‌تواند مهاجرت از مغز به پوسته را تسریع کند، این خشک شدن ناحیه‌ای، دیواره سلول‌های مغز را سخت‌تر می‌کند در حالی‌که افزایش رطوبت در پوسته با کاهش تردی و ایجاد حالت چرم مانند همراه است (لازاریدو و همکاران ۲۰۰۷). در نتیجه مطابق شکل ۱ و ۲ میزان رطوبت پوسته نان‌های بدون گلوتن در طی نگه‌داری نان‌ها در روزهای ۱، ۲ و ۳ افزایش معنی‌دار و میزان رطوبت مغز نان کاهش معنی‌داری داشت.

با افزودن هیدروکلوئیدها به فرمولاسیون، میزان رطوبت مغز نان‌ها در روز اول پس از پخت کمی کمتر از نان شاهد بود ولی در روز دوم و سوم پس از پخت، نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید توانستند رطوبت بیشتری را در مغز نان نسبت به نمونه شاهد حفظ کنند به جزء نان حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا که در روز سوم نگه‌داری، نسبت به نان شاهد رطوبت بیشتری از دست داد و رطوبت به دام افتاده از طریق شکاف‌های سطحی نان در این نمونه کمی بیش‌تر از سایر نمونه‌ها خارج گردیده است. علت افزایش رطوبت در مغز نان بدون گلوتن حاوی هیدروکلوئیدها، قابلیت بالای نگه‌داری آب به دلیل حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختار کتیرا می‌باشد (مجذوبی و همکاران ۱۳۹۰). افزودن هیدروکلوئیدها منجر به افزایش ظرفیت نگه‌داری رطوبت مغز نان در مقایسه با نمونه شاهد گردید. این نتایج با نتایج حاصل از ماغایدا و همکاران (۲۰۱۳)، محمدی و همکاران (b ۲۰۱۴)، موحد و همکاران (۲۰۱۴)، گوآردا و همکاران (۲۰۰۴)، راسل و همکاران (۲۰۰۱) و ادوآردو و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. هم‌چنین با توجه به نتایج حاصل با افزایش میزان غلظت هیدروکلوئید، میزان رطوبت مغز نان تغییرات غیر معنی‌داری داشت، احتمالاً با افزایش غلظت صمغ حفظ رطوبت بیشتر شده ولی آب موجود از حالت آزاد به صورت پیوسته در می‌آید که قابل اندازه‌گیری نیست و در نتیجه مقادیر کم‌تری بدست می‌آید (شاکری بروجنی ۱۳۹۲). این نتایج مطابق با نتایج ملکی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر هیدروکلوئیدهای گوار، زانتان، CMC و HPMC در سه سطح ۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد در تولید نان بربری (حاوی آرد گندم) بود.

ارزیابی سفتی بافت مغز نان بدون گلوتن

نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سفتی بافت مغز نان بدون گلوتن در شکل ۳ نشان داده شده است. طبق این نتایج در روز اول و سوم ارزیابی تفاوت معنی‌داری ($P>0/05$) در سفتی بافت مغز نمونه‌های نان وجود ندارد.

همان‌گونه که از این شکل ملاحظه می‌شود در طی نگه‌داری نان، بافت مغز نان بدون گلوتن سفت می‌گردد. این نتیجه در تطابق با نتایج بسیاری از محققین در بررسی تأثیر هیدروکلوئیدها در میزان سفتی نان بدون گلوتن می‌باشد (ابراهیم پور و همکاران ۱۳۸۹ الف، شاکری بروجنی و همکاران ۱۳۹۲، پیغمبردوست و همکاران

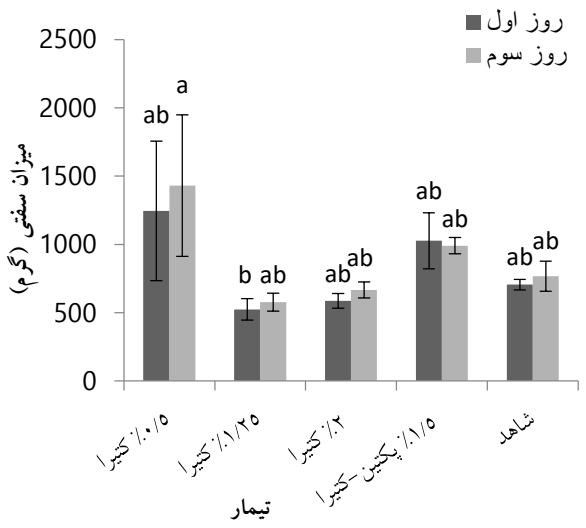
www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۱۱، گامبوس و همکاران ۲۰۰۱، لازاریدو و همکاران ۲۰۰۷ وسبانیس و همکاران ۲۰۱۱). بیلیادریس و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کرده‌اند که سفت شدن بافت مغز نان در طی نگه‌داری می‌تواند در نتیجه کاهش رطوبت و هم‌چنین پدیده واپس‌گرایی نشاسته باشد. تمامی تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش اختلاف معنی‌داری با نان شاهد بر میزان سفتی مغز نان بدون گلوتن نداشتند. مقایسه تیمارهای حاوی صمغ کتیرا با نان شاهد نشان داد که افزودن کتیرا در سطوح (۱/۲۵ درصد و ۲ درصد) در هر کدام از زمان‌های مورد بررسی (۲۴ ساعت و ۷۲ ساعت) بعد از پخت، موجب کاهش غیر معنی‌دار سفتی مغز نان‌ها نسبت به نان شاهد گردیده است. مکانیسم تأثیر هیدروکلوئیدها در کاهش سفتی بافت نان، هنوز به درستی مشخص نیست ولی در این راستا فرضیاتی مطرح شده است از جمله تأثیر هیدروکلوئیدها از طریق تأثیر بر ساختار نشاسته، بدین صورت که هیدروکلوئیدها باعث تغییر در ساختار نشاسته می‌شوند که در اثر آن پخش و نگه‌داری آب در نشاسته و مقاومت بافت نان کاهش می‌یابد (برزگر و همکاران ۱۳۸۸). هم‌چنین راسل و همکاران (۲۰۰۱) علت کاهش سفتی بافت نان در اثر افزودن هیدروکلوئیدها را، افزایش میزان آب نمونه‌های نان از طریق پیوندهای هیدروژنی برقرار شده بین مولکول‌های آب و هیدروکلوئیدها بیان کردند. در بین تیمارهای مورد بررسی در روز اول و سوم ارزیابی بیشترین میزان سفتی را نان حاوی ۰/۵ درصد کتیرا ایجاد کرد و کمترین میزان سفتی ایجاد شده متعلق به نان حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا می‌باشد. با افزایش سطوح کتیرا تفاوت معنی‌داری در میزان سفتی مغز نان‌های بدون گلوتن مشاهده نگردید و ابتداء با افزایش غلظت کتیرا از ۰/۵ تا ۱/۲۵ درصد سفتی مغز نان کاهش غیر معنی‌دار یافت و سپس با افزایش غلظت آن از ۱/۲۵ تا ۲ درصد افزایش غیر معنی‌داری در میزان سفتی مغز نان مشاهده گردید. علت روند نزولی سفتی مغز نان تا ۱/۲۵ درصد صمغ را می‌توان به توانایی هیدروکلوئیدها در افزایش ویسکوزیته و در نتیجه جذب آب و کاهش دمای ژلاتیناسیون نسبت داد که این امر خود باعث کاهش سفتی می‌گردد و روند صعودی سفتی مغز نان از ۱/۲۵ تا ۲ درصد صمغ، به احتمال زیاد به دلیل افزایش بیش از حد ویسکوزیته و جذب آب توسط این صمغ است که این امر خود منجر به غیر فعال شدن مخمر، کاهش تعداد سلول‌های گازی و در نتیجه افزایش فشردگی بافت محصول نهایی می‌گردد (صحرائیان و همکاران ۱۳۹۰). استفاده از ۱/۵ درصد ترکیب صمغ پکتین-کتیرا تفاوت معنی‌داری را با هر یک از این هیدروکلوئیدها به تنهایی نشان نداد و در روز اول و سوم ارزیابی به‌طور غیر معنی‌دار سفتی مغز نان بیشتری نسبت به نمونه شاهد ایجاد کرد. این یافته مطابق با نتایج ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۸۸ الف) بود. این محققان گزارش کردند که در روز اول و سوم ارزیابی بافت مغز نان حاوی صمغ ترکیبی ۳ درصد پکتین-کاراگینان نسبت به نان شاهد و نان حاوی ۱ و ۲ درصد پکتین سفتی بیشتری را ایجاد کرد. سفتی مغز نان حاوی صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا نسبت به نمونه شاهد به‌طور غیرمعنی‌داری افزایش یافت. علت افزایش سفتی توسط پکتین را می‌توان به توانایی پکتین در افزایش تعداد حفرات موجود در بافت نان و ریز و یکنواخت شدن این حفرات و در نتیجه جلوگیری از انبساط بیشتر هوای داخل حفرات نسبت داد که وجود این حفرات کوچک سبب می‌شود بافت نان در برابر نیروی وارده توسط دستگاه بافت‌سنج به راحتی تخریب نگردد. سفتی مغز نان تمامی تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش تفاوت معنی‌داری با نمونه‌های شاهد نداشتند.

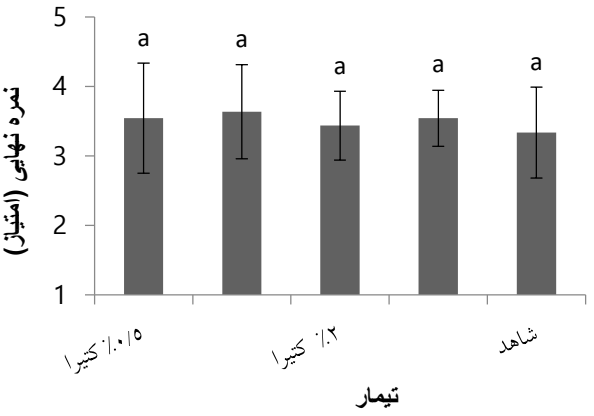
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تأثیر افزودن هیدروکلوئیدهای کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا بر روی سفتی مغز نان بدون گلوتن

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین-ها در سطح (P<۰/۰۵) می‌باشد.



شکل۴- تأثیر افزودن هیدروکلوئیدهای کتیرا و ترکیب ۱/۵ درصد پکتین- کتیرا بر روی امتیاز نمره نهایی نان بدون گلوتن

حروف مشابه نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین-ها در سطح (P>۰/۰۵) می‌باشد.

ارزیابی ویژگی‌های حسی نان بدون گلوتن

نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به نمره نهایی ارزیابی حسی نمونه‌های نان در ۲۴ ساعت پس از پخت در شکل ۴ نشان داده شده است.

همانگونه که مشاهده می‌گردد، تمامی نان‌های بدون گلوتن حاوی درصدهای مختلف صمغ‌ها امتیاز بالای ۳ را (از حداکثر امتیاز ۵) دریافت کرده‌اند و از نظر امتیاز حسی در محدوده خوب قرار دارند. لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) و دمیرکسن و همکاران (۲۰۱۰) به این نتیجه رسیدند که استفاده از هیدروکلوئیدها در تولید محصولات بدون گلوتن، خصوصیات حسی محصول را ارتقاء می‌دهند و نسبت به نمونه شاهد دارای مقبولیت بیشتری هستند. اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید اما طبق نظر ارزیاب‌ها، در بین تیمارها بیشترین امتیاز ارزیابی کلی مربوط به نان حاوی ۱/۲۵ کتیرا و کمترین امتیاز مربوط به نان شاهد بود.

نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج بدست آمده مشاهده گردید که استفاده از هیدروکلوئیدها به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان بدون گلوتن در سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌داری بر روی پارامترهای کیفی نان بدون گلوتن داشت. نتایج نشان دادند که در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین میزان حجم مخصوص مربوط به نمونه‌های نان بدون گلوتن حاوی صمغ ترکیبی ۱/۵ درصد پکتین-کتیرا بود که با نان حاوی ۲ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین درصد افت پخت نان متعلق به نان حاوی ۲ درصد کتیرا بود که با نان حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان تخلخل مربوط به نان شاهد بود که علت آن وجود حفره‌های بزرگ در زیر سطح پوسته بود و با نان‌های حاوی ۱/۲۵ درصد کتیرا و ۱/۵ درصد صمغ ترکیبی پکتین-کتیرا تفاوت معنی‌داری نداشت. در روزهای اول تا سوم نگه‌داری نان‌های بدون گلوتن، افزودن هیدروکلوئیدها تأثیر معنی‌داری در میزان رطوبت و سفتی بافت مغز نان در مقایسه با نان شاهد نداشت. اما در طی نگه‌داری، رطوبت مغز نان کاهش و سفتی بافت مغز نان افزایش یافت. نوع تیمار و درصدهای مختلف هیدروکلوئیدهای مورد مطالعه بر روی ارزیابی‌های حسی نان بدون گلوتن غیر معنی‌دار (P>۰/۰۵) بود و

www.SID.ir

Archive of SID

تمامی تیمارها از نظر امتیاز حسی در محدوده خوب ندادند.
قرار داشتند و تفاوت معنی‌داری با نان شاهد نشان

منابع مورد استفاده

ابراهیم پور ن، پیغمبردوست س ه، آزاد مرد دمیرچی ص و قنبرزاده ب، ۱۳۸۹ الف. تأثیر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۰/۳ ، ۱، ۱۱۵-۹۹.

ابراهیم پور ن، پیغمبردوست س ه و آزاد مرد دمیرچی ص، ۱۳۸۹ب. تأثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگی‌های کیفی نان حجیم بدون گلوتن. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۰/۳ ، ۲، ۹۸-۸۵.

برزگر ح، حجتی م و جوینده ح، ۱۳۸۸. اثر برخی هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، (۳)۶، ۱۰۷-۱۰۱.

باقری ه، محبی م و کوچکی، ۱۳۹۵. بررسی امکان تولیاد نان بدون گلوتن با استفاده از آرد سورگوم و صمغ‌های قدومه شهری و زانتان. علوم غذایی و تغذیه، (۲)۱۳، ۸۶-۷۵.

پور اسماعیل ن، عزیزی م ح، عباسی س و محمدی م، ۱۳۹۰. فرمولاسیون نان بدون گلوتن با استفاده از گوار و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، (۱)۲۱، ۸۱-۶۹.

داودی ز، شاهدی باغ خندان م و کدیور م، ۱۳۹۲. اثر پودر کدو تنبل بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و خواص فیزیکی نان تافتون، ، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه شیراز.

سلیمانی فرد م، خدائیان چگینی ف، نجفیان گ، صادقی ماهونک ع و خمیری م، ۱۳۹۱. بررسی تأثیر کفیران بر کیفیت و ماندگاری نان حجیم. مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، (۴)۵، ۶۵-۵۳.

سلیمانی‌فرد م، اعلمی م، مقصودلو ی و نجفیان گ، ۱۳۹۲. تأثیر ژل عربی به عنوان بهبود دهنده ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم و عامل ضد بیاتی نان بربری. مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، (۳)۵، ۱۱-۱.

سلیمانی‌فرد ب، اعلمی م، خداییان ف، نجفیان گ و خمیری م، ۱۳۹۳. ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و عمر انبارداری نان بربری حاوی هیدروکلوئید آلژینات سدیم. مهندسی بیو سیستم ایران، (۲)۴۵، ۱۷۷-۱۶۹.

شاکری بروجنی ر، شاهدی م، کدیور م و وطن خواه ح، ۱۳۹۲. تأثیر افزودن صمغ کتیرا بر ویژگی‌های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه شیراز.

شهیدی ف، مهبی م و احتیاطی ا، ۱۳۸۹. تحلیل تصاویر رقمی مغز نان بربری غنی شده با آرد سویا. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، (۴)۶ ، ۲۵۳-۲۴۷.

صحرائیان ب، حبیبی نجفی م ب، کریمی م و حدادخداپرست م ح، ۱۳۹۰. فرمولاسیون نان سورگوم بدون گلوتن با استفاده از صمغ کربوکسی متیل سلولز (CMC) و بالنگوشیرازی. همایش ملی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی قوچان.

صحرائیان ب، کریمی م، حبیبی نجفی م ب، حدادخداپرست م ح، قیافه داودی م، شیخ‌الاسلامی ز و نقی‌پور ف، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر صمغ بومی بالنگوشیرازی (*Lallemantia royleana*) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان بربری نیمه حجیم بدون گلوتن سورگوم. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، (۴۲)۱۱، ۱۳۹-۱۲۹.

عطای صالحی ا، رستمیان م و میلانی ج، ۱۳۹۰. ارزیابی بافتی و حرارتی بیاتی نان فاقد گلوتن تهیه شده از آرد ذرت و نخود. مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری غذایی، سال سوم، ۴، ۴۰-۳۵.

قریشی‌راد س م، قنبرزاده ب و غیاثی طرزی ب، ۱۳۹۰. تأثیر به کارگیری هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی نان بربری. علوم غذایی و تغذیه، (۲)۸، ۳۸-۲۴.

ملکی گ و محمدزاده میلانی ج، ۱۳۹۱. تأثیر گوار، گزانتان، کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بر بیاتی نان بربری. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، (۱)۱، ۱۰-۱.

www.SID.ir

Archive of SID

مؤیدی س، صادقی ماهونک ع، عزیزی م ح و مقصودلو ی، ۱۳۹۲. بررسی اثر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های کیفی نان حجیم. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، (۳۸)۱۰، ۱۱۲-۱۰۳.

مجذوبی م، لایق ب و فرحناکی ع، ۱۳۹۰. تأثیر پکتین و پکتین با اتصالات عرضی بر ویژگی‌های خمیر و نان قالبی. نشریه پژوهش-های صنایع غذایی، (۲)۲۱، ۲۰۷-۱۹۵.

موحد س، کاکایی ا و احمدی چناربن ا، ۱۳۹۶. تاثیر صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بر خواص کیفی نان باگت بدون گلوتن بر پایه مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد سیب زمینی. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی، (۴)۱۳، ۵۸۳-۵۷۵.

AACC International, 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists 10th Ed. The Association: St. Paul, MN.

BiliaderisCG, Lzydorczyk MSand Rattan O, 1995. Effect of arabinoxylans on bread-making quality of wheat flours. Food chemistry 53: 165-171.

Demirkesen I, Mert B, Sumnu G and Shahin S, 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulations. Journal of food Engineering 96: 295-303.

Arendt EKand Dall Bello F, 2008. Gluten-free cereal products and beverages. Food science Technology international series, Ireland.

Eduardo M, Svanberg U and Ahrne L, 2014. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on baking quality of composite cassava-maize-wheat breads. International Journal of food science 2014: 1-9.

Gambus H, Nowotna A, Ziobro R, Gumul D and Sikora M, 2001. The effect of use guar gum with pectin mixture in gluten-free bread. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 4(2): 1-13.

Guarda A, Rosell CM, Benedito C and Galotto MJ, 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food hydrocolloids 18: 241-247.

Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N and Biliaderis CG, 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of food Engineering 79: 1033-1047.

Movahed S, Mirzaei M and Ahmadi Chenarbon H, 2014. Evaluation of additional carboxy methyl cellulose and k-carrageenan gums on the qualitative properties of gluten-free toast breads. Journal of food biosciences and technology 4(2): 45-56.

Mohammadi M, Azizi MH, Neyestani TR, Hosseini Hand Mortazavian AM, 2014 a. Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. Journal of industrial and engineering chemistry 21: 1398-1402.

Mohammadi M, Sadeghnia N, Azizi MH, Neyestani TR and MortazavianAM, 2014 b. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: xanthan and cmc. Journal of industrial and engineering chemistry 20: 1812-1818.

Maghaydah S, Abdul-Hussain S, Ajo R, Tawalbeh Y andAlsaydali O, 2013. Utilization of different hydrocolloid combinations in gluten-free bread making. Food and Nutrition sciences 4: 496-502.

Moreira R, Chenlo F and Torres MD, 2013. Effect of chia (*Sativa hispanical*.) and hydrocolloids on the rheology of gluten- free doughs based on chestnut flour. Food Science and Technology 50: 160-166.

Naji-Tabasi S and Mohebbi M, 2015. 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: 110-119.

PeighambardoustH, Ebrahimpour N, Olad GHaffari A and Azadmard Damirchi S, 2011. Effect of pectin, guar and carageenan on quality parameters and staling of gluten-free pan bread. Journal of food Science and Engineering 1: 226-236.

Rosell CM, Rojas JA and Benedito de Barber C, 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food hydrocolloids 15: 75-81.

Sciarini LS, Ribotta PD, Leon AE and Perez GT, 2010. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. International Journal of food Science and Technology 45: 2306-2312.

www.SID.ir

Archive of SID

Sciarini LS, Perez GT, De Lamballerie M, Leon AE and Ribotta PD, 2012. Partial-baking process on gluten-free bread: Impact of hydrocolloid addition. Food bioprocess technology 5: 1724-1732.

Sabanis C and Tzia C, 2011. Effect of hydrocolloids on selected properties of gluten-free dough and bread. Food science and technology international 17: 279-291.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of gum tragacanth on the physicochemical, textural and sensory properties of corn-based gluten-free bread

E Abdolalizadeh[1] and M Gharekhani[2*]

Received: December 4, 2016 Accepted: October 4, 2017

[1]Msc Student, Department of Food Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

[*]Corresponding author: Email: m.gharekhani@iaut.ac.ir

Abstract

Celiac Disease (CD) is a common lifelong disorder with small bowel malabsorption and gluten intolerance. The only effective treatment for CD is a strict adherence to a gluten free diet throughout the patient's lifetime. One of the main challenges in relation to the gluten free bread is to obtain a proper structure and quality. Gluten free breads require polymeric substances that mimic the viscoelastic properties of gluten to provide structure and retain gas. In this research effect of tragacanth in three concentrations (0.5, 1.25 and 2%) and pectin-tragacanth in concentration of 1.5% (1:1) was evaluated on the physicochemical, textural and sensory properties of corn-based gluten-free bread. Specific Volume of the breads was enlarged as the concentration of tragacanth increased compared to the control sample. The lowest weight loss of samples was belonged to the bread containing2% tragacanth that had not significant difference with the sample containing 1.25% tragacanth. With increasing of tragacanth concentrations a significant ($P<0.01$) increase in moisture content of the sample crumb was observed compared to the control bread. Crumb hardness increased during storage from first to third day and the effect of treatment on crumb hardness was significant ($P<0.01$). Bread containing 1.25% tragacanth had a softer texture compared with other breads containing hydrocolloids and control bread. However, this difference was not significant ($P>0.05$). Also the results showed that treatment effect on the sensory properties was not significant ($P>0.05$), and addition of different concentration of hydrocolloids improved the overall score of sensory evaluation. Generally, according to the results of different tests and statistical analysis which carried out in the present study, it was suggested that the addition of tragacanth in concentration of 1.25% can improve the gluten-free bread quality.

Keywords: Corn, Celiac, Gluten-free bread, Tragacanth

www.SID.ir