مقاله پژوهشی

تولید نان باگت بدون گلوتن حاوی هیدروکلوئیدها (هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی) جهت بیماران سلیاکی

آسیه احمدی دستگردی[1*]، اکرم قهرمانی چرمهینی[2]، مجید غلامی آهنگران[3]، منوچهر مومنی شهرکی[4]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اردستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اردستان، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

۳- گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۴- گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: بیماری سلیاک یک اختلال خود ایمنی روده باریک است و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی فاقد گلوتن است. آرد ذرت و آرد برنج گزینه‌های جایگزینی برای آرد گندم در پخت نان و محصولات نانوایی هستند. در این راستا در پژوهش حاضر، بهبود خواص کیفی نان باگت تولیدشده از مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج، با افزودن صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی مورد نظر بود.

مواد و روش‌ها: نان باگت از مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج، با افزودن صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی در چهار سطح (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد وزنی- وزنی بر پایه آرد) تولید شد.

نتایج: با توجه به نتایج، تیمار حاوی ۱٪ صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی از بیشترین و تیمار شاهد از کمترین مقدار رطوبت و فیبر برخوردار بودند. همچنین با افزایش صمغ‌ها، میزان بازدهی خمیر و حجم نان در تیمارها نسبت به شاهد افزایش اما بازدهی نان کاهش یافت. تیمارهای حاوی ۱٪ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی از بهترین امتیاز حسی برخوردار بودند. در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت، تیمار حاوی ۱٪ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی دارای کمترین و نمونه شاهد دارای بالاترین میزان بیاتی بودند. نمونه‌های حاوی صمغ دارای بالاترین حجم بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که استفاده از آرد ذرت و برنج به همراه صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی برای تولید نان باگت بدون گلوتن امکان‌پذیر است و می‌توان از آن در رژیم غذایی بیماران سلیاکی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: برنج، ذرت، صمغ فارسی، نان باگت، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز

مقدمه

بیماری سلیاک بیماری شایع دستگاه گوارش است که بانام بیماری آنتوپاتی حساس به گلوتن نیز عنوان می‌شود. زمانی که بیماران مبتلابه سلیاک غذاهای حاوی گلوتن مصرف می‌کنند سیستم ایمنی بدن آن‌ها پاسخی را به‌صورت تخریب بافت روده کوچک منعکس می‌کند. این تخریب به‌خصوص در پرزهای انگشتانه‌ای روده که نقش جذب مواد مغذی را دارند، بروز می‌نماید. در پی آسیب دیدن پرزهای روده، جذب مواد مغذی غذاها با مشکل مواجه می‌شود. علائم این بیماری شامل اختلال در جذب مواد مغذی، کاهش وزن، اسهال، کم‌خونی، خستگی، کمبود آهن و پوکی استخوان است (۱). در ایالات‌متحده از هر ۱۱۳ نفر، یک نفر مبتلابه این بیماری است. درگذشته بیماری سلیاک در ایران نسبتاً نادر در نظر گرفته می‌شد و حتی به‌عنوان تشخیص افتراقی سندرم سوء جذب مطرح نمی‌شد. مطالعات

*نویسندگان مسئول: **آسیه احمدی دستگردی**، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اردستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اردستان، ایران Email: as.ahmadi17@gmail.com https:///orcid.org/0000-0002-3986-1866

اندکی در کشورهای غرب آسیا در مورد شیوع بیماری سلیاک صورت گرفته است و در ایران تنها یک مطالعه به بررسی شیوع بیماری سلیاک در اهداءکنندگان خون شهر تهران پرداخته است. نتایج نشان داد که شیوع این بیماری، در اهداءکنندگان خون تهرانی در ۱۶۶ نفر بوده است که بسیار بالاتر ازآنچه قبلاً تصور می‌شده، است. میزان این خطر در افرادی که یکی از اقوام درجه اول آن‌ها مبتلابه بیماری سلیاک است بالاتر بوده و به یک نفر از ۲۲ نفر می‌رسد. مطالعات باهدف کاهش سمیت گلوتن موفقیت‌آمیز نبوده و تنها راه درمان، اجتناب مادام‌العمر در مصرف مواد غذایی حاوی گلوتن است. خوردن حتی مقدار اندکی گلوتن می‌تواند سبب آسیب به روده کوچک شود (۲).

نان‌های بدون گلوتن نان‌های رژیمی هستند که برای تغذیه بیماران مبتلابه سلیاک به‌ویژه کودکان ضروری بوده و در تهیه آن‌ها بجای آرد گندم از آرد ذرت، برنج و سیب‌زمینی که فاقد گلوتن هستند همراه با افزودنی‌هایی مانند صمغ‌ها استفاده می‌شود (۳). آرد ذرت و آرد برنج یکی از جایگزین‌های مناسب آرد گندم در تهیه نان و محصولات پخت بوده که از ارزش غذایی بالایی برخوردار است و به دلیل فقدان گلوتن برای بیماران مبتلابه سلیاک مناسب است (۴). آرد ذرت شامل مقادیر زیادی مواد معدنی مانند پتاسیم، روی، کلسیم، فسفر، آهن و برخی ویتامین‌ها مانند تیامین، نیاسین، B_6، E و پروتئین زئین است (۵). در تحقیقات بسیاری به استفاده از صمغ‌ها برای تولید محصولات غلات بدون گلوتن اشاره‌شده است. در تمامی این مطالعات نشان داده که کاربرد صمغ در محصولات نانوایی، میزان سخت شدن بافت نان را به تعویق انداخته و نیز در مقابل کاهش حجم خمیر از محصول محافظت می‌نماید. همچنین حضور صمغ باعث ارتقاء کیفیت محصول شده و در فرمولاسیون محصولات فاقد گلوتن پیشنهادشده است (۱۱-۶).

از رایج‌ترین صمغ‌ها می‌توان به صمغ فارسی و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز اشاره کرد. صمغ فارسی از تنه و شاخه درختان بادام‌کوهی (spach scoparia Amygdalus) تراوش می‌کند. به دلیل تشابه ظاهری، گاهی این نوع صمغ تحت عنوان صمغ زدو شناخته می‌شود. صمغ HPMC یکی از مهم‌ترین هیدروکلوئیدهای استفاده‌شده در فرمولاسیون محصولات بدون گلوتن است که از واکنش سلولز قلیایی با مخلوط متیل کلراید و پروپیلن اکساید به دست می‌آید. این صمغ در آب سرد محلول و در آب داغ نامحلول است. با توجه خصوصیت شیمیایی HPMC (عدم حلالیت در دمای بالا)، این صمغ می‌تواند یک انتخاب مناسب برای جایگزینی گلوتن در تولید محصولات بدون گلوتن باشد (۱۲).

امروزه رشد چشمگیری در گسترش صنایع غذایی دنیا شاهد هستیم به‌گونه‌ای که محصولات تولیدی علاوه بر این‌که دارای ویژگی‌های تکنولوژیکی هستند از ارزش تغذیه‌ای مناسبی نیز برخوردار می‌باشند. با توجه به نیاز بیماران سلیاکی در کشور به فرآورده‌های بدون گلوتن، در این پژوهش به بررسی استفاده از آرد ذرت و آرد برنج در فرمولاسیون نان باگت با استفاده از صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی نان باگت پرداخته شد که جنبه اقتصادی برای تولید را دارا بوده و نیز نیاز تغذیه‌ای بیماران سلیاکی را برطرف نماید.

مواد و روش‌ها

آرد برنج و آرد ذرت از شرکت آرد لاله اصفهان، صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز از شرکت سیگما آلدریچ و صمغ فارسی از یکی از عطاری‌های معتبر خریداری گردید. سایر مواد لازم برای تهیه نان باگت از سوپرمارکت تهیه شد.

آزمون‌های آرد ذرت و آرد برنج

رطوبت آرد مطابق با روش AACC 44-16، خاکستر و فیبر به ترتیب بر طبق روش‌های AACC 08-01 و AACC 30-10، pH بر طبق روش AACC 02-52، پروتئین و چربی آرد به ترتیب طبق روش‌های AACC 46-12 و AACC 30-25 بررسی شد (۱۳).

تولید نان باگت بدون گلوتن

برای تولید نان باگت، ابتدا کلیه مواد خشک پس از توزین به‌خوبی باهم مخلوط شد. سپس در مخلوط‌کن، آب موردنیاز به آن‌ها افزوده شد و خمیر با توان ۴۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد. صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی در غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد به خمیر اضافه شد. روغن در دقیقه ششم به فرمولاسیون اضافه گردید. پس از تهیه خمیر، تخمیر اولیه در گرمخانه با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵٪ به مدت ۴۵ دقیقه صورت گرفت. بعد از طی شدن این مرحله، عمل پخت در فر با هوای داغ با دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد و مدت‌زمان ۱۰ دقیقه انجام شد. پس از سرد

شدن هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به‌منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند (۳).

تعیین بازده خمیر و بازده نان

بازدهی خمیر و نان طبق رابطه زیر محاسبه شد تا قدرت خمیر درصد تخلخل و بیاتی نان تعیین گردد (۱۴).

$$RD = (WD/WF) \times 100$$

RD: بازده خمیر (٪)، WD: وزن خمیر (آرد+ کلیه مواد افزودنی) (g) و WF: وزن آرد (g) بودند.

$$RB = (WB/WF) \times 100$$

RB بازده نان (٪)، WB: وزن نان (آرد+ کلیه مواد افزودنی) (g) و WF: وزن آرد (g) بودند.

ویژگی‌های شیمیایی نان باگت بدون گلوتن

رطوبت نان طبق روش AACC ۴۴-۱۶، چربی طبق روش استاندارد AACC (۳۰-۲۵)، فیبر طبق روش استاندارد ۳۰-۱۰ AACC و پروتئین نان به روش کلدال (AACC ۱۲ -۴۶) و pH طبق روش AACC ۰۲-۵۲ توسط pH متر محاسبه گردید (۱۳).

تعیین بیاتی نان باگت بدون گلوتن

آزمون بیاتی به روش حسی در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت در کلیه نمونه‌های نان بدون گلوتن انجام پذیرفت. به‌منظور ارزیابی میزان بیاتی (بافت سنجی) نمونه‌های نان به روش دستگاهی، از دستگاه اینسترون مدل ۱۱۴۰ مجهز به لودسل ۵ نیوتنی و پروب استوانه‌ای با قطر ۲۴ میلی‌متر و مطابق استاندارد AACC (شماره ۷۴- ۰۹، ۲۰۰۳) استفاده گردید. در دستگاه مذکور سرعت حرکت فک متحرک ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه در نظر گرفته شد. برای انجام آزمایش در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت، از قسمت مغز نمونه‌های نان، برش‌هایی به ابعاد ۲ ×۲ سانتی‌متر و ضخامت ۲۵ میلی‌متر تهیه گردید و پس از استقرار در دستگاه، داده‌های حاصل از مقدار نیروی اعمال‌شده بر آن‌ها قرائت شد. قابل‌توجه این‌که میزان فشردگی اعمال‌شده مطابق روش استاندارد مذکور معادل ۴۰ درصد ضخامت نمونه‌ها بود (۱۳).

ارزیابی میزان حجم مخصوص نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

برای تعیین حجم نان از روش هنری سایمون استفاده شد. این دستگاه شامل سه قسمت تحتانی (محفظه‌ای که دانه‌های ارزن در آن ریخته می‌شود)، میانی یا گردن (برج مندرج که هر درجه آن ۲۵ سانتی‌متر مکعب است) و فوقانی (محفظه مربع شکل درب‌دار جهت ریختن دانه‌های ارزن) است. نمونه نان توزین و داخل ظرف قرار داده شد. سپس فضاهای خالی ظرف توسط دانه‌های ارزن پر شد. در ادامه نان خارج و حجم دانه‌های ارزن یادداشت شد. از اختلاف حجم کل و حجم دانه‌های ارزن، حجم نان به دست آمد. حجم مخصوص نان (cm^3/g) از رابطه حجم نمونه/ وزن نمونه به دست آمد (۱۴).

ویژگی‌های حسی نان باگت بدون گلوتن

به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های نان‌های فاقد گلوتن، از آزمون هدونیک استفاده گردید، در این راستا تجزیه‌وتحلیل خصوصیات نان با کاربرد حواس پنج‌گانه صورت پذیرفت که ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش‌دیده نسبت به محصول بود. در این تحقیق، نمونه‌های نان پس از خنک شدن، کدگذاری شدند و توسط ۱۰ ارزیاب آموزش‌دیده موردبررسی قرار گرفتند. ارزیابی در روز اول پخت، بر اساس ویژگی‌های نان نظیر (حجم، رنگ پوسته، عطر و بو، حفره‌ای و دانه‌ای بودن، یکنواختی پشت و بافت) صورت گرفت که هر یک بنا به اهمیت، از امتیاز خاصی برخوردار بودند.

آنالیز آماری

در این پژوهش کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و آزمون دانکن در سطح ($p<۰/۰۵$) انجام گرفت. رسم منحنی‌ها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی آرد ذرت و آرد برنج

در جدول ۱، ویژگی‌های شیمیایی آرد ذرت و آرد برنج مورداستفاده در پخت نان باگت بدون گلوتن آورده شده است.

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون بازدهی خمیر

جدول ۲ نشان می‌دهد که افزودن صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی باعث افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بازدهی خمیر در نمونه‌های حاوی صمغ نسبت به نمونه شاهد گردید.

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون بازدهی نان

جدول ۳ نشان می‌دهد که افزودن صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی باعث کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بازدهی نان‌های حاوی صمغ نسبت به نمونه شاهد گردید.

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

در جدول ۴، ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن آورده شده است.

جدول ۱- نتایج آزمون‌های شیمیایی آرد ذرت و آرد برنج مصرفی در تولید نان باگت بدون گلوتن

	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)	پروتئین (٪)	فیبر (٪)	pH
آرد ذرت	۱۲/۱۵	۱/۲۵	۹/۷۵	۵/۴	۵/۳۵
آرد برنج	۹/۵	۰/۷۵	۸/۵	۳/۴	۵

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین درصد بازدهی خمیر در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

ویژگی	C	S_1	S_2	S_3	S_4
درصد بازدهی خمیر	۱۹۰/۶±۱/۳۵^{a}	۱۹۸/۱±۱/۱۵^{b}	۲۰۴/۸±۱/۳۵^{c}	۲۰۸/۶±۱/۲۵^{d}	۲۱۲/۷±۱/۱۵^{e}

C: نمونه شاهد حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج بدون صمغ؛ S_1: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۲۵٪ صمغ؛ S_2: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۵٪ صمغ؛ S_3: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۷۵٪ صمغ؛ S_4: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۱٪ صمغ. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین درصد بازدهی نان در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

ویژگی	C	S_1	S_2	S_3	S_4
درصد بازدهی نان	۱۸۵/۵±۱/۱۵^{a}	۱۷۹/۵±۱/۱۰^{b}	۱۷۰/۷±۱/۱۱^{c}	۱۶۵/۳±۱/۱۰^{d}	۱۶۲/۳±۱/۱۵^{e}

C: نمونه شاهد حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج بدون صمغ؛ S_1: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۲۵٪ صمغ؛ S_2: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۵٪ صمغ؛ S_3: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۷۵٪ صمغ؛ S_4: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۱٪ صمغ. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

جدول ۴- نتایج آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

تیمار	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)	پروتئین (٪)	فیبر (٪)
C	۳۱/۵۱±۰/۰۲^{a}	۱/۲۹±۰/۱۲^{a}	۷/۵۰±۰/۰۲^{a}	۳/۱±۰/۰۲ ^{a}
S_1	۳۲/۲۵±۰/۰۲^{b}	۱/۳۸±۰/۱۱^{a}	۷/۶۰±۰/۰۱^{a}	۴/۲۵±۰/۰۲ ^{b}
S_2	۳۳/۱۱±۰/۰۱^{c}	۱/۳۹±۰/۱۲^{a}	۷/۶۵±۰/۰۱^{a}	۴/۴۴±۰/۰۲ ^{c}
S_3	۳۳/۵±۰/۰۱ ^{c}	۱/۳۲±۰/۱۲^{a}	۷/۶۹±۰/۰۲^{a}	۴/۷۵±۰/۰۲ ^{d}
S_4	۳۴/۱±۰/۰۲ ^{d}	۱/۳۶±۰/۱۱^{a}	۷/۷۲±۰/۰۱^{a}	۴/۹±۰/۰۲ ^{e}

C: نمونه شاهد حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج بدون صمغ؛ S_1: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۲۵٪ صمغ؛ S_2: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۵٪ صمغ؛ S_3: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۷۵٪ صمغ؛ S_4: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۱٪ صمغ. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

ارزیابی ارگانولپتیکی نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

جدول ۵، ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن را نشان می‌دهد. افزودن صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی باعث بهبود عطر و بو، بافت و افزایش حفره‌ای و دانه‌ای بودن نمونه‌های نان باگت نسبت به نمونه شاهد گردید.

ارزیابی میزان بیاتی به روش حسی در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

جدول ۶، میزان بیاتی در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن را در طی ۷۲ ساعت پس از پخت نان به روش حسی نشان می‌دهد. افزودن صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی به نان باگت بدون گلوتن باعث تأخیر در بیاتی نسبت به نمونه شاهد گردید.

جدول ۵- ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

تیمار	عطر و بو	بافت	حفره‌ای و دانه‌ای بودن	رنگ پوسته	حجم	یکنواختی پشت
C	۶±۰/۱۱^{a}	۱۰/۵±۰/۴۱^{a}	۷/۵±۰/۲۴^{a}	۶±۰/۳۴^{a}	۶±۰/۳۵^{a}	۴±۰/۱۵^{a}
S_1	۷±۰/۱۱^{b}	۱۱/۵±۰/۴۱^{b}	۸/۸±۰/۲۴^{b}	۷/۵±۰/۳۴^{b}	۷/۵±۰/۳۵^{b}	۴/۲±۰/۱۵^{a}
S_2	۸±۰/۱۱^{c}	۱۱/۹۱±۰/۴۱^{b}	۹/۵±۰/۲۴^{c}	۸/۳±۰/۳۴^{c}	۸/۵±۰/۳۵^{c}	۴/۴±۰/۱۵^{a}
S_3	۸/۵±۰/۱۱^{cd}	۱۲/۵±۰/۴۱^{c}	۱۰/۳±۰/۲۴^{d}	۸/۹±۰/۳۴^{c}	۹±۰/۳۵^{c}	۴/۵±۰/۱۵^{a}
S_4	۹±۰/۱۱^{d}	۱۲/۶۵±۰/۴۱^{c}	۱۰/۵±۰/۲۴^{d}	۹/۹±۰/۳۴^{d}	۱۰±۰/۳۵^{d}	۴/۸±۰/۱۵^{a}

C: نمونه شاهد حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج بدون صمغ؛ S_1: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۲۵٪ صمغ؛ S_2: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۵٪ صمغ؛ S_3: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۷۵٪ صمغ؛ S_4: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۱٪ صمغ. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$).

جدول ۶- میزان بیاتی در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن را به روش حسی

زمان (ساعت)	C	S_1	S_2	S_3	S_4
۲۴	۴/۵±۰/۱۷^{aA}	۵/۱۵±۰/۱۷^{bA}	۵/۳۵±۰/۱۷^{bcA}	۵/۵±۰/۱۷^{cA}	۵/۸۵±۰/۱۷^{cdA}
۴۸	۳/۲±۰/۲۲^{aB}	۴/۷۵±۰/۱۷^{bB}	۴/۷۹±۰/۱۷^{bB}	۵/۱۵±۰/۱۷^{cB}	۵/۲۵±۰/۱۷^{cB}
۷۲	۳±۰/۱۴^{aB}	۴/۵±۰/۱۴^{bB}	۴/۶۶±۰/۱۴^{bB}	۵±۰/۱۴^{cB}	۵/۱۵±۰/۱۷^{cB}

C: نمونه شاهد حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج بدون صمغ؛ S_1: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۲۵٪ صمغ؛ S_2: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۵٪ صمغ؛ S_3: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۷۵٪ صمغ؛ S_4: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۱٪ صمغ. حروف متفاوت در سطر و ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$).

جدول ۷- میزان بیاتی در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن را به روش دستگاهی (نیوتن)

زمان (ساعت)	C	S_1	S_2	S_3	S_4
۲۴	۲۵/۷۶±۰/۲۱^{aA}	۱۹/۹۶±۰/۲۱^{bA}	۱۵/۵۴±۰/۲۱^{cA}	۱۳/۳۹±۰/۲۱^{cA}	۹/۱۶±۰/۲۱^{dA}
۴۸	۲۹/۱۴±۰/۱۱^{aB}	۲۴/۳۲±۰/۴۷^{bB}	۱۹/۲۵±۰/۲۱^{cB}	۱۷/۷۵±۰/۲۱^{cB}	۱۳/۳۲±۰/۲۱^{dB}
۷۲	۳۵/۰۶±۰/۱۳^{aC}	۲۷/۵۱±۰/۴۱^{bC}	۲۲/۱۶±۰/۲۱^{cC}	۲۰/۱۹±۰/۲۱^{cC}	۱۷/۶۹±۰/۲۱^{dC}

C: نمونه شاهد حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج بدون صمغ؛ S_1: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۲۵٪ صمغ؛ S_2: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۵٪ صمغ؛ S_3: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۷۵٪ صمغ؛ S_4: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۱٪ صمغ. حروف متفاوت در سطر و ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$).

ارزیابی میزان بیاتی به روش دستگاهی در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

جدول ۷، میزان بیاتی در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن را در طی ۷۲ ساعت پس از پخت نان به روش دستگاهی نشان می‌دهد. افزودن صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی به نان باگت بدون گلوتن باعث تأخیر در بیاتی نسبت به نمونه شاهد گردید.

ارزیابی میزان حجم نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن

حجم نان یکی از فاکتورهای مهم در بازارپسندی و پذیرش نان است. جدول ۸، میزان حجم نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن را نشان می‌دهد.

کاهش بازدهی نان در نمونه‌های حاوی صمغ به دلیل ماهیت ساختاری صمغ‌ها است که توانایی مناسبی در حفظ و نگهداری گاز دی‌اکسید کربن دارند؛ بنابراین باعث ایجاد بافت پوک و متخلخل شده و درنهایت سبب تولید نان‌های سبک‌تر در مقایسه با نمونه شاهد گردید (۸). پوراسمعیل و همکاران (۹) نشان دادند که افزودن صمغ گوآر و همچنین آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث افزایش معنی‌دار بازدهی خمیر و نان‌ها نسبت به بازدهی نان شاهد شد، ولی افزایش سطح صمغ گوار تأثیر معنی‌داری در بازدهی نان‌ها نداشت. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، صمغ‌ها به دلیل طبیعت آب‌دوستی که دارند سبب افزایش رطوبت مغز نان پس از پخت می‌گردند. هرچقدر رطوبت مغز نان بیشتر باشد،

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین میزان حجم نان در نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن (cm^3)

ویژگی	C	S_1	S_2	S_3	S_4
حجم	۱۹۱/۳±۱/۱۴^a	۲۰۹/۵±۱/۱۰^b	۲۲۰/۲۴±۱/۱۱^c	۲۳۱/۱۰±۱/۱۰^d	۲۴۳/۳±۱/۱۵^e

C: نمونه شاهد حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج بدون صمغ؛ S_1: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۲۵٪ صمغ؛ S_2: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۵٪ صمغ؛ S_3: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۰/۷۵٪ صمغ؛ S_4: نمونه حاوی مخلوط مساوی آرد ذرت و آرد برنج با ۱٪ صمغ. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیب شیمیایی آرد به‌ویژه میزان آندوسپرم، جوانه و پوسته برحسب نوع سیستم آسیاب مورداستفاده متفاوت است که بر رنگ و سایر ویژگی‌های نانوایی آرد نیز اثر می‌گذارد. با توجه به نتایج آرد ذرت (طبق استاندارد ۸۱۵۱) و آرد برنج (طبق استاندارد ۱۱۱۳۶) جهت تولید نان باگت بدون گلوتن مناسب بودند (۱۵، ۱۶).

دلیل افزایش بازدهی خمیر در نمونه‌های حاوی صمغ در مقایسه با نمونه شاهد، حضور صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی است. به‌طورکلی صمغ‌ها ترکیبات هیدروفیل یا آب‌دوست بوده که با آب واکنش داده و باعث کاهش انتشار آب و پایداری حضور آب در سیستم‌های غذایی می‌شوند. صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی در آب محلول بوده و با جذب آب محلول‌های ویسکوز ایجاد می‌کنند که نتیجه آن افزایش جذب آب و بالا رفتن درصد بازدهی خمیر است (۶). کوریک و همکاران (۷) در اثر اضافه کردن صمغ‌های گوار و زانتان به مخلوط آردی حاصل از برنج و نشاسته ذرت، نتایج مشابهی را به دست آوردند.

افت وزن نان پس از پخت کمتر می‌شود و ازآنجایی‌که افت وزن نان پس از پخت با بازدهی نان رابطه معکوس دارد، در اثر افزودن صمغ‌ها به فرمولاسیون، بازدهی نان‌ها بیشتر می‌شود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت مغز نان پس از پخت نیز این مسئله را تأیید می‌کند.

تعیین رطوبت یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی است. تعیین رطوبت می‌تواند در تخمین زمان نگهداری ماده غذایی نقش بسزایی داشته باشد. به‌طوری‌که در مواد غذایی مرطوب زمان نگهداری کوتاه و در نمونه‌های با رطوبت پایین و بسیار پایین زمان نگهداری بالاتر خواهد بود؛ اما در بحث نان نیز مانند سایر محصولات کشاورزی فرآیند شده حضور رطوبت می‌تواند در زمان ماندگاری و کیفیت آن و همچنین بیاتی آن مؤثر واقع شود. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میزان درصد رطوبت و فیبر نمونه‌های نان باگت بدون گلوتن با افزودن صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی افزایش یافت که دلیل آن بالا بودن ظرفیت نگهداری آب در ساختار صمغ است (۱۰، ۱۱)؛ اما در میزان پروتئین و خاکستر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. پوراسمعیل

و همکاران (۹) مشاهده کردند افزودن صمغ گوآر به فرمولاسیون نان بدون گلوتن سبب افزایش معنی‌دار رطوبت نان‌های تولیدی نسبت به نان شاهد شد که علت آن ظرفیت بالای نگهداری آب توسط هیدروکلوئیدها است (۱۷). مور و همکاران (۱۸) نتایج مشابهی را به دست آوردند. جذب رطوبت توسط هیدروکلوئیدها موجب حفظ محتوی رطوبت بالاتر در محصول نهایی شده و درنتیجه رتروگراداسیون نشاسته و سفت شدن بافت داخلی کاهش‌یافته و درمجموع کیفیت محصول بهبود می‌یابد. به همین علت هیدروکلوئیدها به‌عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان بدون گلوتن مورداستفاده قرار می‌گیرند. صمغ-ها و قوام دهنده‌ها در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن باهدف تشکیل ژل و قوام دهندگی، نگهداری آب و بهبود بافت استفاده می‌شوند (۱۹).

آب موجود در نان نسبتاً متحرک است که به‌عنوان پلاستیسایزر عمل می‌کند و می‌تواند مهاجرت از مغز به پوسته را تسریع کند، این خشک شدن ناحیه‌ای، دیواره سلول‌های مغز را سخت‌تر می‌کند درحالی‌که افزایش رطوبت در پوسته با کاهش تردی و ایجاد حالت چرم‌مانند همراه است (۲۰). علت افزایش رطوبت در مغز نان بدون گلوتن حاوی هیدروکلوئیدها، قابلیت بالای نگهداری آب به دلیل حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ است. 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 (۲۱)، محمدی و همکاران (۲۲، ۲۳)، موحد و همکاران (۲۴)، گوآردا و همکاران (۲۵)، راسل و همکاران (۱۶) و ادوآردو و همکاران (۲۶) مطابقت دارد. همچنین سابانیس و همکاران (۲۷) پژوهشی را بر روی نان آرد ذرت با سطوح مختلف فیبر افزوده شد انجام دادند. آن‌ها بیان کردند که فیبر به دلیل ظرفیت بالای اتصال با آب، ساختار نان را نرم‌تر نگه می‌دارد. از طرفی برخی محققین در رابطه با مکانیسم و اثر هیدروکلوئیدها بیان کردند که این ترکیبات در حفظ آب با نشاسته رقابت می‌کنند و باعث کاهش آبگیری آن می‌شوند. همچنین مک کارتی و همکاران (۲۸) بیان کردند که موادی که طبیعت آب‌دوستی دارند، قابلیت برهم‌کنش با آب را داشته و سبب کاهش انتشار و پایداری حضور آن در سیستم در طی فرآیند پخت می‌شوند و همین امر در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی در طی فرآیند پخت و پس‌ازآن مؤثر خواهد بود.

افزایش عطر و بو در نان به واکنش میلارد و کاراملیزاسیون وابسته است و در نان‌های حاوی صمغ به دلیل تأثیر صمغ در انجام واکنش میلارد، عطر و بو بهبود یافت. همچنین افزایش صمغ سبب کاهش خشکی، تازگی و نرمی بافت نان گردید که دلیل آن برهمکنش هیدروکلوئیدها با آب و کاهش انتشار آب در خلال پخت و نگهداری بود. دلیل افزایش تخلخل نمونه‌های نان باگت حاوی صمغ و بهبود حفره‌ای و دانه‌ای بودن آن‌ها توانایی صمغ در نگهداری گاز دی‌اکسید کربن و افزایش حجم نان‌های تولیدی است. صمغ‌ها به علت جذب آب از خشک شدن و سفت شدن بافت نان جلوگیری می‌کند (۱۱). افزودن صمغ همچنین باعث افزایش حجم ظاهری و بهبود رنگ نمونه‌های نان باگت نسبت به نمونه شاهد گردید؛ اما در ویژگی یکنواختی پشت نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). دلیل افزایش حجم ظاهری در نمونه‌های نان باگت حاوی صمغ، خاصیت هیدروفیلی صمغ‌ها است که به سبب افزایش ویسکوزیته، سبب بهبود نگهداری گاز در خمیر و نان می‌شود (۱۷). دلیل بهبود رنگ پوسته در نمونه‌های نان باگت حاوی صمغ، افزایش واکنش قهوه‌ای شدن در اثر افزودن صمغ است؛ زیرا هیدروکلوئیدها با تأثیر بر توزیع آب و افزایش واکنش بین ترکیبات ازته و قندهای احیاکننده شدت واکنش میلارد را افزایش می‌دهند (۲۰). علاوه بر این نگهداری مناسب رطوبت توسط صمغ‌ها و از دست ندادن آن در طی فرآیند پخت باعث کاهش تغییرات سطح پوسته نان می‌شود (۲۹، ۳۰). ترابی و همکاران (۳۱) در مطالعه خود بر روی فرمولاسیون نان بدون گلوتن گزارش کردند که افزودن زانتان موجب کاهش سرعت واکنش میلارد، کاهش تولید ترکیبات رنگی و درنتیجه افزایش شاخص روشنایی پوسته می‌شود.

به‌طور مشابه کاتو و همکاران (۱۲) به مطالعه قرص نان‌های تولیدشده از آرد برنج و نشاسته سیب‌زمینی که هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، صمغ گوار و CMC به آن اضافه‌شده بودند پرداختند و گزارش نمودند که HPMC بیشترین تأثیر مطلوب را بر کیفیت نان‌ها داشت درحالی‌که CMCتأثیر کمی داشت و صمغ گوار کاملاً بی‌تأثیر بود. آنتون و آرفیلد (۳۲) افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف به‌عنوان عوامل پیونددهنده و باقابلیت جانشین شدن به‌جای گلوتن در نان حاصل از نشاسته ذرت را موردمطالعه قراردادند. این محققان

گزارش کردند که در بین صمغ‌های زانتان، خرنوب، گوآر و تراگاکانت، زانتان بالاترین کیفیت را در نان ایجاد نمود.

بیاتی مجموعه تغییرات پیچیده فیزیکی، شیمیایی و حسی نان در طی نگهداری، ازجمله تغییر در بافت، افزایش در سختی و شکنندگی، مهاجرت رطوبت، کریستالیزاسیون نشاسته، تغییر در شبکه پروتئینی گلوتن و یا واکنش بین پروتئین گلوتن و گرانول‌های نشاسته، کاهش قابلیت جذب آب، کاهش قابلیت فشردگی و تراکم‌پذیری نان، کاهش حساسیت به آنزیم آلفا آمیلاز و کاهش محتوای نشاسته محلول است که درنهایت با کاهش پذیرش توسط مصرف‌کننده همراه است (۳۳). بیاتی پوسته عمدتاً درنتیجه انتقال رطوبت از مغز به سمت پوسته و درنتیجه ایجاد پوسته‌ای چرمی و الاستیک است؛ درحالی‌که بیاتی مغز، فرآیندی پیچیده بوده که بیشتر در ارتباط با سفتی است (۳۴).

آردی که برای تولید نان فاقد گلوتن استفاده می‌شود باید آردی غیر از آرد گندم باشد. آرد ذرت ازآنجاکه 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 (۳۵). ازآنجایی‌که گلوتن موجب تشکیل ساختار سلول گاز و ممانعت از بیاتی می‌شود، غیاب پروتئین‌های گلوتن در فرمولاسیون بدون گلوتن منجر می‌گردد تا نان‌های بدون گلوتن ساختار سلول گاز ضعیف‌تری داشته و سریع‌تر بیات شوند (۳۶). احمدی و همکاران (۳۷) نشان دادند در میان هیدروکلوئیدهای مورداستفاده (گوار،CMC، خرنوب، زانتان و کربوکسی متیل سلولز) گوار کمترین نرخ بیاتی را در نان گندم ایجاد می‌کند. صمغ گوار از طریق اتصال به نشاسته و احتمالاً به‌وسیله ممانعت از رتروگراداسیون آمیلوپکتین بیاتی نان را به تأخیر می‌اندازد (۳۸).

نتایج پژوهش برزگر و همکاران (۳۹) نشان داد که هیدروکلوئیدها تأثیر مثبتی بر جلوگیری از بیاتی نمونه‌ها پس از 24و 48 ساعت داشتند و دراین‌بین گوار بیشترین تأثیر را در جلوگیری از بیاتی نمونه‌ها و افزایش سفتی بافت نان داشت. شالینی و همکاران (۴۰) با افزودن هیدروکلوئیدهای گوار، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کاپا کاراگینان به آرد مورداستفاده در نان چاپاتی، سبب بهبود در پارامترهای کیفی نان از قبیل قابلیت گستردگی، مقاومت در برابر پاره شدن، رنگ و ویژگی‌های حسی شد. در مورد مکانیسم و اثر هیدروکلوئیدها عقاید و نظرات مختلفی وجود دارد. از یک‌سو تصور می‌شود آبی که توسط مواد متورم کننده برداشت می‌شود، در فرآیند پخت آزادشده و در اختیار نشاسته جهت ژلاتینه شدن قرار می‌گیرد. از سوی دیگر ثابت گردیده مواد هیدروکلوئیدی با نشاسته در برداشت آب رقابت کرده و باعث کاهش آب‌گیری آن می‌گردد (۱۷). به‌هرحال میزان آب بافت داخلی محصول افزایش می‌یابد، به همین دلیل تأثیر این مواد بر تازه ماندن نان مهم است. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصله در تمام‌روزها، بیشترین تغییرات در میزان بیاتی، در نمونه شاهد مشاهده گردید و لذا با توجه به مطالب ذکرشده می‌توان گفت نمونه شاهد در طی این زمان بیشترین مقدار بیاتی را داشته و نمونه حاوی ۱٪ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی، مناسب‌ترین نمونه ازاین‌جهت بوده است و به‌طورکلی افزودن هیدروکلوئید در به تأخیر انداختن بیاتی مؤثر بوده است.

افزودن صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی به نان باگت بدون گلوتن باعث افزایش حجم در مقایسه با نمونه شاهد گردید. دلیل این امر این است که خاصیت هیدروفیلی صمغ‌ها باعث بهبود گسترش خمیر و نگهداری گاز CO_2 می‌شود (۱۷). به‌عبارت‌دیگر دلیل افزایش حجم نمونه‌های نان احتمالاً به دلیل افزایش پایداری در سطح مشترک مجموعه سلول‌های گازی در طی پخت است که توانایی نگهداری گاز را در آن‌ها افزایش داده است و درنهایت منجر به بهبود و به عبارتی افزایش حجم نان شده است (۴۱). بهبود حجم ویژه نان‌های بدون گلوتن تهیه‌شده از آرد برنج با به‌کارگیری پکتین، کربوکسی متیل سلولز، آگار، زانتان و بتاگلوکان جو دوسر قبلاً موردپژوهش قرار گرفته است (۲۰). فراتلی و همکاران (۴۲) نیز با بررسی تأثیر مقادیر مختلف آب و اسفرزه را بر روی خواص کیفی و تغذیه‌ای نان بدون گلوتن بیان کردند که افزایش در مقدار آب و اسفرزه باعث افزایش در حجم و حجم ویژه محصول نهایی شد. بررسی اثر صمغ زانتان بر میزان حجم فرآورده‌های خمیری بدون گلوتن نشان داد استفاده از صمغ در افزایش حجم مؤثر و تأثیر مثبتی بر ثبات خمیر و حجم محصول نهایی دارد (۴۳). این محققین بیان کردند واکنش بین صمغ‌ها بر ژلاتینه-شدن نشاسته تأثیر می‌گذارد.

تأثیر بیشتر HPMC در افزایش حجم مخصوص توانایی بالاتر آن در حفظ حباب‌های هوا نسبت داده می‌شود، چراکه هم با فاز آبی و هم‌فاز غیرآبی در خمیر متصل شده و از این طریق

یکنواختی و پایداری خمیر را حفظ می‌کند. اگرچه در طی پخت تمایل به آب خود را ازدست‌داده و با یکدیگر تشکیل ژل می‌دهند که سبب افزایش ویسکوزیته، تقویت دیواره سلول‌های هوا و ممانعت از اتلاف بیش‌ازحد رطوبت می‌گردد (۲۷). در همین راستا نتایج پژوهش برزگر و همکاران (۳۹) نشان داد که افزودن هیدروکلوئید گوار باعث ایجاد بیشترین حجم مخصوص در نمونه‌ها شد. تغییر خصوصیات رئولوژیکی خمیر بستگی به ساختار شیمیایی هیدروکلوئیدها داشت و بیشترین تأثیر مربوط به صمغ زانتان و سپس گوار بود. هیدروکلوئیدها به‌طورکلی باعث تقویت خمیر می‌شدند. افزایش حجم فرآورده‌های بدون گلوتن در اثر به‌کارگیری صمغ‌های مختلف در سایر پژوهش‌ها گزارش‌شده است (۴۷-۴۴). مقدار رطوبت نان عامل اصلی تأثیرگذار بر حجم نان حجیم است (۴۸). حجم مخصوص نان تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی از قبیل مقدار پروتئین، میزان آلفا آمیلاز و شرایط تخمیر است؛ بنابراین برای تهیه یک نان فاقد گلوتن با حجم خوب استفاده از هیدروکلوئید مناسب و آردی با پروتئین، لازم است (۴۹).

نتایج این تحقیق نشان داد نان باگت بدون گلوتن تولیدشده با آرد ذرت و آرد برنج همراه با صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی، از ویژگی‌های فیزیکی و تکنولوژیکی مناسبی برخوردار بود. تیمار حاوی ۱ درصد صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه صمغ فارسی در مقایسه با نمونه شاهد از بیشترین میزان رطوبت و فیبر برخوردار بودند، درحالی‌که ازنظر میزان پروتئین و خاکستر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمار حاوی ۱ درصد صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی از بالاتریـن میزان بازدهـی خمیر و کمترین میزان بازدهی نان برخوردار بود. این تیمار بالاترین امتیازات ارگانولپتیکی را به دست آورد. با توجه به نتایج آزمون بیاتی به روش حسی و دستگاهی تیمار حاوی ۱ درصد صمغ کمترین میزان بیاتی و تیمار شاهد بالاترین میزان بیاتی را پس از ۷۲ ساعت نشان دادند. همچنین تیمار حاوی صمغ به دلیل خاصیت هیدروفیلی صمغ‌ها و قابلیت نگهداری گاز بالاترین میزان حجم را نشان داد؛ بنابراین استفاده از آرد ذرت و آرد برنج و صمغ‌های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و صمغ فارسی در تولید محصولات بدون گلوتن پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان (کد ثبت پایان‌نامه: ۰۴-۹-۸-۳۲۸۶) است. همچنین نویسندگان بر خود واجب می‌دانند که از بخش تحقیقات مواد غذایی تشکر و قدردانی به عمل‌آورند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی را اعلام نکرده‌اند.

References

1. Hernandes L, Grean PH. Extra intestinal manifestations of Celiac disease. Gastrointerology. 2006; 80: 383-389.
2. Haboubi NY, Taylor S, Jones S. Celiac disease and oats. A systematic review. Postgard medicin Journal. 2006; 82: 672-678.
3. Korus J, Witczak M, Ziobro R, Juszczak L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. Food Hydrocolloids. 2006; 23(3): 988-995
4. Cheryan M, Shoukla R. Zein: The industrial protein from corn. Industrial crops and products. 2001; 13: 171-192.
5. Sabanis D, Lebesi D, Tzia C. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. LWT-Food Science and Technology. 2009; 42(8):1380-1389.
6. Rocell CM, Rojas JA, Benedito C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids. 2001; 15:75-81.
7. Curic D, Novotni D, Tusak D, Bauman I, and Gabric D. Gluten free bread production by the corn meal and soy bean flour extruded bland usage. Journal of Agriculture Conspectus Scientificus. 2007; 72: 227-232.

8. Movahed S, Amadi-chenarbone H. Evaluation of organoleptic properties Iranian Lavash bread. World Applied Science Journal. 2011; 15(7): 1054-1058.
9. Pouresmaeil N, Azizi M, Abbasi S, Mohamadi M. Formulation of Gluten Free Bread Using Guar and Microbial Transglutaminase Enzyme. Journal of Food Research (Agricultural Scienc). 2011; 21 (1) :69. [In Persian]
10. Marco C, Rocell CM. Bread making of performance of protein enriched of gluten free breads. European Food Research Technology. 2008; 227: 1205-1213.
11. Rocell CM, Barcenas ME. Effect of HMPC addition on microstructure, quality and aging of wheat bread. Food Hydrocolloids. 2005; 19:1037-1043.
12. Cato L, Gan JJ, Rafael LGB, and Small DM. Gluten free breads using rice flour and hydrocolloid gums. Food Australia. 2004; 56: 75–78.
13. AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed, Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. 2000.
14. Anonymous. AACC. Approved methods of analysis of American associasion of cereal chemists. (10th ed). American associasion of cereal chemists, Ins, ST, Paul. 2003.
15. ISIRI No 8151, Whole maize (corn) meal - Specifications and test methods. 2018.
16. ISIRI. No 11136. Rice flour –Specifications and test methods. 2008.
17. Rosell CM, Rojas JA and Benedito de Barber C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food hydrocolloids. 2001; 15: 75-81.
18. Moore MM, Heinbockel M, Dockery P, Ulmer HM, and Arendt EK. Network formation in gluten-free bread with the application of transglutaminase. Cereal Chemistry. 2006; 83: 28-36.
19. Gallagher E, Gormley TR and Arendt EK. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology. 2004; 15: 143-152.
20. Lazaridou A, Douta D, Papageorgiou M, Bele N, Billiaderis CG. Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten free formulations. Journal of food engineering. 2007; 79: 1033-1047.
21. Maghaydah S, Abdul-Hussain S, Ajo R, Tawalbeh Y andAlsaydali O. Utilization of different hydrocolloid combinations in gluten-free bread making. Food and Nutrition sciences. 2013; 4: 496-502.
22. Mohammadi M, Azizi MH, Neyestani TR, Hosseini Hand Mortazavian AM. Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. Journal of industrial and engineering chemistry. 2014[a]; 21: 1398-1402.
23. Mohammadi M, Sadeghnia N, Azizi MH, Neyestani TR and MortazavianAM. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: xanthan and cmc. Journal of industrial and engineering chemistry. 2014[b]; 20: 1812-1818.
24. Movahed S, Mirzaei M, Ahmadi Chenarbon H. 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. 2014; 4(2): 45-56.
25. Guarda A, Rosell CM, Benedito C and Galotto MJ. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids. 2004; 18: 241-247.
26. Eduardo M, Svanberg U and Ahrne L. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on baking quality of composite cassava-maize-wheat breads. International Journal of food science. 2014: 1-9.
27. Sabanis D, Tzia C. Selected structural characteristics of HPMC containing gluten free bread: a response surfac methodology study for optimizing quality. International Journal of Food Properties. 2011; 14:417–431.
28. McCarthy D, Gallagher E, Gormley T, Schober T, Arendt E. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. Cereal Chemistry. 2005; 82(5):609-615.
29. Sahraiyan B, Karimi M, Habibi Najafi MB, Hadad Khodaparast MH, Ghiafeh Davoodi M, Sheikholeslami Z , Naghipour F. The effect of BalanguShirazi (Lallemantiaroyleana) gum on quantitative and qualitative of surghum gluten free bread. Food Science and Technology. 2014; 11 (1) :129-139.[In Persian]
30. Abdolalizadeh E, Gharakhani M. Effect of gum tragacanth on the physicochemical, textural and sensory properties of corn-based gluten-free bread. Journal of Food Research (Agricultural Scienc). 2018; 28(3) : 111-125.[In Persian]
31. Turabi E, Sumnu G, Sahin S. Rheological properties and quality of rice cake formulated with different gums and an emulsifier blend. Food Hydrocolloids. 2008; 22: 305- 312.
32. Anton A, Artfield S. Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. International Journal of Food Science and Nutrition. 2008; 59(1):11-23.

33. Gray JA, Bemiller JN. Bread staling: Molecular basis and control. Comrehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2003; 2: 1-21.
34. Moore MM, Juga B, Schober TJ, Arendt EK. Effect of lactic acid bacteria on properties of gluten-free sourdoughs, batters, and quality and ultrastructure of gluten-free bread. Cereal Chemistry. 2007; 84: 357-364.
35. Ataye Salehi E, Rostamian M, Milani J. Textural and thermal analysis of staling in gluten-free bread prepared from maize and chickpea flours. Journal of Food Science and Technology. 2012; 3 (10): 35-40. [In Persian]

36. Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM, Huber CS. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. Cereal Chemistry. 2005; 82: 328-335.
37. Ahmadi H, Azizi MH, Barzegar M, ArabAmeri M. Effect of selected hydrocolloids on bread staling as evaluated by DSC and XRD. Journal of Food Technology. 2006; 4: 185-188.
38. Kohajdova Z, Karovicova J. Application of hydrocolloids as baking improvers. Chemical Papers. 2009; 63:26-38.
39. Barzegar H, Hojati M, Jouyandeh H. Influence of some hydrocolloids on dough rheological properties and staling of baguette bread. Food Science and Technology. 2009; 6(3): 101-107. [In Persian]
40. Shalini KG, Laxmi A. Influence of additives on rheological characteristics of whole – wheat dough and quality of chapatti (Indian un leavened flat bread) Part I – hydrocolloides. Food Hydrocolloids. 2007; 21:110-117.
41. Bell DA. Methylcellulose as a structureenhancer in bread baking. Cereal Food World. 1990; 35: 1001-1006. [In Persian]
42. Fratelli C, G. Muniz D, G.Santos F, Capriles V. Modelling the effects of *Psyllium* and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality and glycemic response. Journal of Functional Foods. 2018; 42, 339-345.
43. Gambus H, Sikora M, Ziobra R. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten free bread. Acta science polonorum technology alimentaria. 2007; 6: 61-74
44. Sciarini LS, Ribotta PD, Leon AE and Perez GT. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. International Journal of food Science and Technology. 2010; 45: 2306-2312.
45. Naji-Tabasi S, Mohebbi M. 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. 2015; 9: 110-119.
46. Bagheri H, Mohebi M, Kocheki A. Evaluation of Gluten Free Bread by Using Sorghum Flour and Qodume Shahri and Xanthen Gums. Journal of Food Technology & Nutrition. 2016; 13(2): 75-86. [In Persian]
47. Sivaramakrishnan HP, Senge B, Chattopadhyay P. Rheological properties of rice dough for making rice bread. Journal of Food Engineering. 2004; 62(1):37-45.
48. Gallagher E, Gormley T, Arendt E. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. Journal of food engineering. 2003; 56(2):153-161.
49. Kadan R, Robinson M, Thibodeaux D, Pepperman A. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. Journal of Food Science. 2001; 66(7):940- 944.

Original Article

The Production of Free Gluten Baguette Bread containing Hydrcolloidds (Hydroxy propyl methyl cellulose and Farsi Gum) for Celiac Patients

Ahmadi Dastgerdi A[1*], Ghahramani Chermahini A[2], Gholami Ahangaran M[3], Momeni Shahraki M[4]

1. Department of Food Science and Technology, Ardestan Branch, Islamic Azad University, Ardestan, Iran
2. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Department of Poultry Diseases, Faculty of Veterinary Science, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
4. Department of Food Hygiene, Veterinary Medicine Faculty, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: 08 Dec 2020 Accepted: 14 Mar 2021

Abstract

Background & Objective: Celiac disease is an autoimmune disorder of the small intestine. The use of a gluten-free diet is the most important method of treating celiac disease. Corn and rice flour are alternative options for wheat flour in bakery products. The aim of this study was to investigate the preparation of baguette bread with corn and rice flour combined with gums.

***Materials & Methods*:** Gluten-free baguette bread was prepared with a mixture of equal parts of corn and rice flour with hydroxy propyl methyl cellulose and Persian gums in different concentrations (0.25, 0.5, 0.75, 1%).

***Results*:** The results showed that hydroxy propyl methyl cellulose and Persian gums cause the yield of dough to increase significantly and decrease yield percent of baguette gluten free bread compared to control samples. By adding gums, water content and fiber of samples in compared control treatment increased. Moreover, gums increased the volume and improved the color appearance of baguette bread samples containing gum, but there was no significant difference in uniformity characteristics of the back of gluten-free baguette samples. Adding gums reduce the staling time after cooking baguette bread containing gum (by sensory and texture analyzer). Furthermore, adding gums increases the volume of baguette bread samples containing gum.

***Conclusion*:** The results show that the use of corn and rice flour with hydroxy, propylmethylcellulose gums and Persian gum is possible to produce gluten-free baguette and can be used in the diet of celiac patients.

Keywords: Baguette Bread, Hydroxy propyl methyl cellulose, Persian gums, Corn, Rice

***Corresponding Author: Ahmadi Dastgerdi Asiyeh,** Department of Food Science and Technology, Ardestan Branch, Islamic Azad University, Ardestan, Iran
Email: as.ahmadi17@gmail.com
https:///orcid.org/0000-0002-3986-1866

Journal of Advanced Biomedical Sciences; 10 (2020): 3016-3027