تأثیر هیدروکلوئیدهای زانتان و CMC بر خواص رئولوژیکی خمیر نان فاقد گلوتن

نسیم صادق‌نیا [۱]، محمد حسین عزیزی [۲*]، مهدی سیدین اردبیلی [۳]، مهرداد محمدی [۴]

۱- دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
٤- کارشناسی ارشد، محقق، گروه تحقیقات تغذیه‌ای، انیستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

(تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۸)

چکیده

نان غذای سنتی است که عموما"از آرد گندم تهیه می‌شود. نان‌های مسطح قدیمی‌ترین و مشهورترین نان‌های سراسر جهان می‌باشند. ترکیب اصلی مسئول تعیین کیفیت نان گلوتن می‌باشد که بعنوان یک جز پروتئینی تشکیل دهنده ساختمان نان مطرح می‌باشد. گرچه این پروتئین مهم می‌باشد اما می-تواند در افرادی که مستعد بیماری سلیاک هستند، ایجاد مشکل نماید. به همین منظور از هیدروکلوئیدها به منظور جایگزین کردن گلوتن و تقلید خواص ویسکوالاستیکی آن استفاده گردید. به منظور بررسی تأثیر هیدروکلوئیدهای زانتان و CMC بر رفتار رئولوژیکی خمیر، این صمغ‌هادر مقادیر ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ بر اساس وزن آرد اضافه شدند و اثر هر کدام از آنها به صورت جداگانه در غلظت‌های مذکور و هم به صورت تلفیقی در مقادیر ۰/۵ و ۱٪ مورد ارزیابی قرار گرفت. در آزمون فارینوگراف در بین دو هیدروکلوئید زانتان و CMC در مقادیر مورد استفاده، تیمار ٤ (۱/۵٪ زانتان) و سپس تیمار ۱۱(۱٪ زانتان و ۱٪ CMC) بالاترین مقدار جذب آب را ارائه کردند. با افزایش مقدار زانتان مقدار جذب آب به طور معنی داری افزایش بیشتری در مقایسه با CMC پیدا کرد. زانتان باعث کاهش زمان گسترش خمیر و CMC بر عکس باعث افزایش زمان گسترش خمیر در آزمون فارینوگراف گردید. خمیر حاصل از افزودن زانتان فارینوگرام مشابه آرد گندم داد. در آزمون رئولوژیکی نوسانی خمیر، افزودن هیدروکلوئیدها باعث افزایش مدولهای ویسکوز و الاستیک گردید و با افزایش میزان آنها، مقدار این مدولها افزایش یافت. تیمار ٤ بالاترین میزان مدول الاستیک را در بین تیمارهای صمغ تنها، داشت. مقدار تانژانت دلتا (δ) در نمونه‌های حاوی CMC بیشتر از مقدار این پارامتر در نمونه‌های حاوی زانتان بود و در تیمار۷ (۱/۵٪ CMC) از بیشترین مقدار برخوردار بود. در همه تیمارهای تلفیقی هر دو مدول رالاستیک (G') و ویسکوز ("G) از مدول‌های مربوطه در تیمارهای حاوی تنها یک صمغ بالاتر بودند. همچنین در حضور زانتان، مقدار و شدت زیاد افزایش tanδ در فرکانس های بالا، آنطور که در تیمارهای حاوی CMC به تنهایی دیده می‌شد، نیز کمتر گردید. تیمار ۱۱ مدول الاستیک و ویسکوز و تانژانت دلتا بیشتر از تیمار ٤ داشت. بنابراین در تمام تیمارها زانتان نقش بارزی در افزایش میزان جذب آب، کاهش زمان گسترش خمیر، افزایش مدول الاستیک و کاهش تانژانت دلتا ارائه داد.

کلید واژگان: هیدروکلوئیدها، رئولوژی، خمیر، زانتان، کربوکسی متیل سلولز، نان بدون گلوتن

* مسئول مکاتبات: azizit_m@modares.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

۱- مقدمه

نان یک غذای سنتی است که عموما" از آردگندم تهیه می‌شود [۱]. نان های مسطح قدیمی ترین و مشهورترین نان های سراسر جهان می‌باشند. تخمین زده می‌شود که بیش از ۱/۸ بیلیون نفر انواع مختلف نانهای مسطح را در مناطق مختلف جهان مصرف می‌کنند [۲].

گلوتن ترکیب اصلی مسئول تعیین کیفیت نان می‌باشد که بعنوان یک جزء پروتئینی تشکیل دهنده ساختمان نان مطرح می‌باشد. گرچه این پروتئین از لحاظ تکنولوژیکی مهم می‌باشد، اما می‌تواند در افرادی که مستعد بیماری سلیاک هستند ایجاد مشکل نماید[۱]. به این معنی که خوردن گلوتن باعث تحریک پاسخ تهاجمی می‌شود که منجر به تخریب ساختمان کرکی روده کوچک شده و ایجاد غشاء مخاطی روده‌ای صاف می‌شود [۳]. تنها راه درمان مؤثر جهت این بیماری استفاده مداوم و پیگیرانه از رژیم غذایی فاقد گلوتن می‌باشد، که در طول زمان باعث بهبود و برگشت مخاط روده کوچک می‌گردد. به طور کلی گلوتن در نان خواص کاربردی منحصر به فردی، مثل ایجاد رفتار ویسکوالاستیک در خمیر، بر همکنش با نشاسته جهت تولید سلولهای گازی و پایداری و ابقای آنها طی فرایند تخمیر و پخت ایجاد می‌کند [۱]. فقدان گلوتن منجر به ایجاد خمیر نیمه مایع به جای خمیر با سفتی و قوام مناسب جهت اعمال عملیات پخت می‌شودکه می‌تواند تولید نان با بافت شکننده و رنگ ضعیف که قابلیت خرد شدن دارد نماید [٤]. نان‌های حاصله نواقص بافتی دارند که به دلیل حضور مخلوط سوسپانسیونی نشاسته ناپایدار، آب و مخمر است که به طور معمول ناشی از نیروهای دافعه بین گرانولهای نشاسته است. اما نان‌های فاقد گلوتن با خواص ارگانولپتیکی مناسب می‌تواند با به‌کار گیری عوامل باند کننده که تقلید کننده برخی خواص گلوتن در آرد گندم هستند تولید شود. این عوامل منجر به ایجاد یک شبکه سلولی قدرتمند جهت نگهداری دی‌اکسید کربن حاصله، بهبود پیوستگی خمیر از طریق تحریک و افزایش کشش بین گرانولهای نشاسته و احتمالا" پیوند با آنها و از این رو کاهش تحرک آنها می‌گردند [۵].

برای تولید نان فاقدگلوتن می توان از مواد نشاسته‌ای (ذرت،سیب زمینی،برنج)، آرد بعضی ازغلات مثل ارزن [٦] و کاساوا و سورگوم [۷] و ذرت و آمارانت و گندم سیاه و گنه گنه که عاری از گلوتن هستند [۸] و ترکیباتی مثل آنزیم هایی همچون لیپوکسیژناز و ترانس گلوتامیناز، پروتئین‌ها مثل پروتئین‌های شیر، سویا [۹] و سفیده تخم مرغ استفاده کرد [۱۰]. از آنجایی که این ترکیبات به تنهایی توانایی لازم را جهت ایجاد فاز پیوسته ندارند و نمی‌توانند ساختمانی با کیفیت مناسب در نان ایجاد کنند، لذا احتیاج به ترکیبات پلی‌مریک برای ارائه خواص ویسکوالاستیک مناسب در فراورده دارند [۱۱]. به همین منظور هیدروکلوئیدها جهت تقلید از خواص ویسکوالاستیک گلوتن بکار می‌روند [۷]. آنها می‌توانند به عنوان جایگزین گلوتن در نان های فاقد گلوتن جهت تأمین ویژگیهای لازم، بهبود بافت، کاهش رتروگراداسیون[1] نشاسته، افزایش نگهداری رطوبت و بطور کلی حفظ کیفیت محصول و ماندگاری آن در طول نگهداری آن به کار روند [۱۲]. هر کدام از هیدروکلوئیدها خواص بخصوصی را دارند و همچنین عملکردهای متفاوتی را ارائه می‌دهند. همچنانکه تا الان هیدروکلوئید خاصی که مخصوص نان‌های فاقد گلوتن باشد طراحی و ارائه نشده است. نکته‌ای که مهم است انتخاب نوع و یا تلفیقی از آنهاست که بتواند خواص کیفی و تولیدی مورد نیاز را ارائه دهد [۱۳]. برخی مشتقات پلی ساکاریدی اصلاح شده مثل CMC، HPMC و MC علاوه بر قابلیت بالای نگهداری آب به دلیل خصوصیت آبدوست بودن و همچنین دارا بودن گروههای آب‌دوست و آب‌گریز باعث تقویت خصوصیت فعال سطحی در خمیر در طول فرایند شده و باعث تشکیل شبکه ژلی در طول فرایند پخت نان می‌شوند. چنین ساختمانهای شبکه‌ای باعث افزایش ویسکوزیته و قابلیت انبساط و نگهداری گاز در خمیر می‌شوند [۱۳،۱٤].

لازاریدو[2] و همکاران در ارزیابی بهبود خواص ویسکوالاستیک خمیر فاقد گلوتن با استفاده از هیداروکلوئیدها نشان دادند.

1. Retrogradation
2. Lazaridou

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

زانتان بهترین کارایی را دارد. او مشخص کرد که شدت تأثیر هیدروکلوئیدها بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر نان احتمالا" ناشی از ساختمان مولکولی و ترکیب زنجیره ای پلی ساکاریدی است که تعیین کننده نوع اجتماعات فیزیکی بین مولکولی (پیوند عرضی یا نوعی درگیری) زنجیرهای پلیمری می‌باشد [۱٤]. این صمغ باعث افزایش مقاومت خمیر و جذب آب آن و افزایش قابلیت نگهداری گاز در نان و حجم آن می‌شود [۱۵]. مهمترین خصوصیت این صمغ ویسکوزیته بالا در نیروی برشی پایین است و رفتار رقیق شوندگی با برش آن باعث سهولت در اختلاط، جاری شدن و بلعیدن آن می‌شود و باعث تثبیت سوسپانسیون‌های کلوئیدی می‌شود [۱٦].

لورنزو[3] و همکاران نیز در بررسی انجام شده بر روی خواص رئولوژیکی خمیر فاقد گلوتن نوعی نان سنتی آمریکای لاتین بنام امپناداز[4] بر لزوم تلفیق مناسبی از مواد مختلف به منظور تولید خمیر با الاستیسیته خوب، مقاومت به نفوذ و کشش و هیدروکلوئیدها به عنوان عوامل مؤثر در کیفیت خواص خمیر و نان‌های حاصله تأکید داشته‌اند و استفاده از مخلوط زانتان و HPMC (۲:۳) را در خمیر با کیفیت خوب به دست آوردند [۱۷]. تولید نان‌های فاقد گلوتن به‌طور چشمگیری با نان‌های استاندارد گندمی متفاوت است. اکثر نان-های فاقد گلوتن بر عکس نان‌های گندمی تمایل به داشتن آب بالاتر دارند و ساختار و بافت روان‌تری دارند. در ضمن احتیاج به زمان اختلاط کوتاه‌تر و زمان‌های پخت و تخمیر کمتری دارند. اخیرا" تعداد زیادی از محصولات فاقد گلوتن در بازار هستند که کیفیت پایین، احساس دهانی و طعم ضعیفی دارند که این مسئله منجر به انجام تحقیقات پیرامون جایگزین-های مناسب برای گلوتن در تولید این محصولات شده است [۱۳]. در این تحقیق نیز هدف، بررسی خواص رئولوژیکی فرمولاسیون خمیر فاقد گلوتن نان مسطح بر پایه نشاسته ذرت و آرد برنج و آرد سویا و نشاسته پری ژلاتینه با بکارگیری هیدروکلوئیدهای زانتان و CMC و بررسی اثرات آنها در خواص رئولوژیکی فرمولاسیون و خمیر تولید شده می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- فرمولاسیون خمیر فاقد گلوتن

مواد مورد استفاده در تولید نان فاقد گلوتن در جدول ۱ آمده است. آرد برنج، از نوع طارم فریدون کنار، ایران، با مشخصات رطوبت برابر با ۹/۷٤٪، پروتئین برابر با ۸/٤٪ خاکستر برابر با ۰/٥٦٪، چربی برابر با ۰/۷۲٪، pH برابر با ٦/۸۲، نشاسته ذرت، تولید شرکت فرایند، ایران، آرد سویای فعال بدون چربی، تولید شرکت سویا سان، ایران و نشاسته پیش ژلاتینه شده ذرت، تولید شرکت البرز، ایران استفاده گردید.

۲-۲- روش تولید

مواد مندرج در جدول ۱ بدون حضور هیدروکلوئیدها با هم مخلوط شدند. این فرمول، فرمولاسیون پایه و یا شاهد خواهد بود(تیمار ۱). جهت بررسی عملکرد هیدروکلوئیدهای مذکور، هر کدام در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ وزن مجموع آردی (نشاسته+آرد برنج+آرد سویا+ نشاسته پیش ژلاتینه شده) به فرمول افزوده می‌گردد(تیمارهای ۲ تا ۷). همچنین به منظور بررسی اثر تلفیقی هیدروکلوئیدهای فوق‌الذکر، هر کدام با مقادیر ذکر شده در جدول ۲ توأم با هم به فرمول افزوده شدند(تیمارهای ۸ تا ۱۱). بنابراین در مجموع ۱۱ تیمار که شامل ۱ تیمار پایه و کنترلی (بدون حضور هیدروکلوئید) و ٦ تیمار با حضور انفرادی صمغ‌ها و ٤ تیمار با حضور تلفیقی دو صمغ مذکور به دست آمد.

۲-۳-آزمونهای انجام شده

اثر هیدروکلوئیدها بر خصوصیات رئولوژیکی مخلوط آردی از جمله درصد جذب آب و زمان گسترش آنها توسط دستگاه فارینوگراف به مشخصات (Brabender Farinograph-E, Germany) و مطابق با روش AACC شماره ۲۱- ٥٤ در دو تکرار انجام شد. آزمون رئولوژیکی نوسانی توسط رئومتر (Anton paar, Physica MCR 301, Germany) بر روی خمیرهای حاصله از ۱۱ تیمار مورد بررسی انجام شد. این سیستم شامل دو صفحه موازی با سطح غیر صیقلی (با قطر ٤۰ میلی‌متر، فاصله بین دو صفحه ۱ میلی‌متر) می‌باشد.

3. Lorenzo
4. Empanadas

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

جدول ۱ فرمولاسیون نان فاقد گلوتن

نام ماده	مقدار(گرم)	نام ماده	مقدار(گرم)
نشاسته ذرت	۱۷۵۰	نمک	٤۷
آرد برنج	۷۵۰	شکر	٤۷
نشاسته پیش ژلاتینه شده ذرت	۱۰۰	سدیم استئاروویل لاکتیلات(SSL)	۱۲/۵
پودر سفیده تخم مرغ	۵۰	زانتان	متغیر
روغن مایع	۱۰۰	کربوکسی متیل سلولز(CMC)	متغیر

جدول ۲ فرمولاسیون تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در پژوهش

تیمار	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
	control	0.5x	1x	1.5x	0.5c	1c	1.5c	0.5x0.5c	0.5x1c	1x0.5c	1x1c
زانتان	–	۰/۵	۱	۱/۵	–	–	–	۰/۵	۰/۵	۱	۱
CMC	–	–	–	–	۰/۵	۱	۱/۵	۰/۵	۱	۰/۵	۱

مقادیر فوق بر اساس درصدی از کل مجموع آردی می‌باشد (نشاسته+آرد برنج+آرد سویا+ نشاسته پیش ژلاتینه شده)

خمیر جهت ارزیابی بین دو صفحه قرار گرفت. اضافه خمیر که بیرون از صفحه قرار گرفت با دقت از اطراف صفحه بریده شد و سپس اطراف آن توسط روغن پارافین جهت جلوگیری از خشک شدن پوشانده شد. پس از این کار خمیرها به مدت ۵ دقیقه استراحت داده شدند.

در تمام این مدت دما توسط سیستم تنظیم کننده دما روی ۳۰ درجه ثابت نگه داشته می‌شد [۱۸]. در این آزمون در ابتدا به منظور پیدا کردن محدوده خطی ویسکوالاستیک آزمون طیف کرنشی[۲] در محدوده ۱۰۰-۰/۰۱٪ در فرکانس ۱ Hz انجام شد [۱٤]. سپس آزمون طیف فرکانسی[۳] در محدوده خطی مشخص شده در طیف ۰/۰۱ – ۲۰ Hz برای تعیین مدول‌های G' و G" انجام شد. این آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد [۱۸].

۲-٤-روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

۱- داده های حاصل از آزمایشات شیمیایی و فیزیکی و بافت سنجی جهت مقایسه میانگین نتایج با استفاده از آزمون پارامتری تجزیه و تحلیل آماری[٤](ANOVA) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در صورت وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارها، برای مقایسه تیمارها از آزمون حداقل اختلاف معنی دار[۵] (LSD) استفاده گردید.

۲- داده‌های حاصل از ارزیابی‌های حسی، با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال ـ والیس[٦] مورد ارزیابی قرار گرفتند. در صورت وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارها، برای مقایسه دو به دو تیمارها و تعیین وجود اختلاف معنی داری بین تیمارها از آزمون یو مان ـ ویت نی[۷] استفاده گردید.

۳- سطح احتمال قابل پذیرش برای تمامی مقایسه‌ها ۵٪ (P≤۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

٤- کلیه آنالیزهای آماری توسط نرم افزار آماری SPSS انجام شد.

۳- نتایج و بحث

آزمون فارینوگراف

نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف بر روی مخلوط‌های آردی ۱۱ تیمار انتخابی در جدول ۳ نشان داده شده است. پایین ترین مقدار در صد جذب آب در بین کلیه تیمارها، متعلق به

2 . Strain sweep
3. Frequency sweep
4. Analysis of Variance
5. Least Significant Difference
6. Kruskal-Wallis
7. Mann-Whitney U

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

تیمار شاهد و بالاترین مقدار در سطح معنی دار، متعلق به تیمار ٤ است که حاوی ۱/۵٪ صمغ زانتان می‌باشد. افزودن زانتان در هر سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵٪ توانسته است میزان جذب آب را به طور معنی داری در مقایسه با تیمارهای حاوی CMC درهر یک از مقادیر به تنهایی، افزایش دهد.

در بررسی اثر تلفیقی هیدروکلوئیدهای مذکور، یعنی از تیمار ۸ تا ۱۱، افزایش در میزان جذب آب همگام با افزایش محتوی کلی صمغ دیده می‌شود که در این میان، بالاترین مقدار جذب آب در سطح معنی‌دار در تیمار ۱۱، یعنی در مقدار تلفیقی ۱٪ زانتان و ۱٪ CMC در مقایسه با شاهد حاصل شد. تیمارهای تلفیقی جذب آب بیشتری از تیمارهای صمغ تنها (به جز تیمار ۸ که با تیمار ۲ و ۱۰ که با ۳ اختلاف معنی داری ندارند) در غلظت‌های مربوطه دارند.

در بررسی اثر جداگانه صمغ‌ها بالاترین زمان گسترش مربوط به تیمار ۷ که حاوی ۱/۵ ٪ CMC بوده و پایین‌ترین زمان متعلق به تیمار ۳ و ٤ که اختلاف معنی‌دار با هم ندارند، در مقایسه با تیمار شاهد می‌باشد. در بین تیمارهای تلفیقی، تیمار ۱۰ در سطح معنی‌داری باعث کاهش زمان گسترش در مقایسه با شاهد گردید

می دانیم هیدروکلوئیدها قادر به افزایش جذب آب و حفظ محتوی رطوبتی فرآورده هستند [۱٦]. در نتیجه همانطور که انتظار می‌رود درصد جذب آب در نتیجه افزودن هیدروکلوئیدها به دلیل ماهیت آبدوست این بیو پلیمرها بالا می‌رود [۱٤]. افزایش در جذب آب توسط هیدروکلوئیدهای مختلف مثل زانتان، کربوکسی متیل سلولز، آلژینات، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کاراگنیان بوسیله محققین دیگر گزارش شده است [۱۹،۱۵،۱٤،۹]

در بررسی صورت گرفته توسط لازاریدو پیرامون بررسی تأثیر هیدروکلوئیدها در خواص رئولوژیکی مخلوط آردی فاقد گلوتن نیز نتیجه مشابهی در مورد کاربرد زانتان و CMC حاصل شد، چرا که در آن تحقیق نیز زانتان بالاترین مقدار جذب آب را در میان هیدروکلوئیدهای دیگر شامل CMC، پکتین و β-آگارز به خود اختصاص داد و CMC پایین ترین مقدار را ایجاد نمود [۱٤].

همچنین در بررسی انجام شده توسط کوریک[8] و همکاران نیز در میان هیدروکلوئیدهای زانتان، سلولز، پکتین و گوار نیز زانتان بیشترین میزان جذب آب را حاصل نمود [۹]. همانطور که می‌بینیم زمان گسترش برای تیمار شاهد حدود ۳/۸ دقیقه می‌باشد که همانگونه که در نمودار ۱ می‌بینیم، قوام پس از این مدت و در طول زمان اندازه گیری تقریباً ثابت می‌ماند. این دو صمغ رفتار متفاوتی را بر این پارامتر گذاشته‌اند. زانتان اثر کاهنده بر زمان گسترش دارد و افزایش آن باعث کاهش در زمان رسیدن خمیر به قوام Bu ۵۰۰ می‌گردد. افزودن زانتان به میزان ۱٪ و ۱/۵ ٪ بطور معنی داری باعث کاهش زمان گسترش در مقایسه با تیمار شاهد شده است. اما CMC بر عکس بر زمان گسترش به طور معکوس اثر افزایشی داشته است و افزودن آن در هر سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵٪ بطور معنی داری باعث افزایش زمان گسترش در مقایسه با تیمار شاهد گردیده است. در بررسی اثر تلفیقی صمغ ها نیز همانطور که مشاهده می‌گردد، حضور زانتان در فرمولاسیون ها بطور معنی‌داری باعث کاهش زمان گسترش طولانی ایجاد شده توسط تیمارهای حاوی CMC تنها می‌شود.

مخلوط زانتان به همراه دیگر ترکیبات خشک به سرعت هیدراته شده و از ایجاد کلوخه در طی مرحله اختلاط جلوگیری می‌کند. این هیدراسیون یکنواخت کمک به توزیع یکنواخت رطوبت در خمیر می‌کند [۱٦]، که شاید دلیل زمان کمتر گسترش خمیر توسط آن باشد.

همان‌طور که در نمودارهای ۱ تا ۱۱ نیز مشخص شده و تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند، در طول اندازه گیری قوام خمیر حاوی CMC با گذشت زمان بطور پیوسته افزایش می-یابد و مطرح شده است که در این حالت انسجام و پیوستگی بیشتری را نشان می‌دهد [۱٤].

8. Curic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

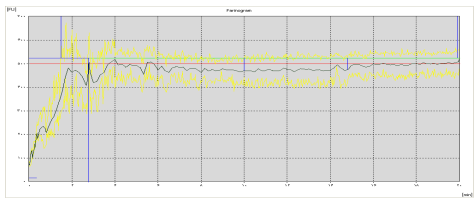
جدول ۳ پارامترهای رئولوژیکی آزمون فارینوگراف در تیمارهای مختلف

تیمار	زانتان	کربوکسی متیل سلولز	زمان گسترش (دقیقه)	جذب آب (درصد)
۱(شاهد)	–	–	۳/۸±۰/۳۱^{a}	٤۳±۰/۵۷^{g}
۲	۰/۵	–	۳/۷±۰/۱۱^{ab}	۵۱±۰/۰۰^{cd}
۳	۱	–	۲/٤±۰/۰٦^{c}	۵٦±۰/۳۱^{f}
٤	۱/۵	–	۲/٦±۰/۲۱^{c}	٦۰±۰/۰٦^{h}
۵	–	۰/۵	۱۰/۲±۰/۵۷^{e}	٤۹/۱±۰/۱۵^{g}
٦	–	۱	۱۷/۸±۱/٤٤^{f}	٤۹/۸±۰/٤۸^{a}
۷	–	۱/۵	۲۰±۰/۰۰^{g}	۵۰/۵±۰/۱^{c}
۸	۰/۵	۰/۵	٤/۱±۰/۲۳^{ab}	۵۱/۵±۰/۳^{de}
۹	۰/۵	۱	٦/۳±۰/۳۷^{h}	۵۲±۰/۳۵^{e}
۱۰	۱	۰/۵	۲/٦±۰/۱۹^{c}	۵٦/۳±۰/۱^{f}
۱۱	۱	۱	٤/۷±۰/۲۰^{b}	۵۷±۰/۰۰^{i}

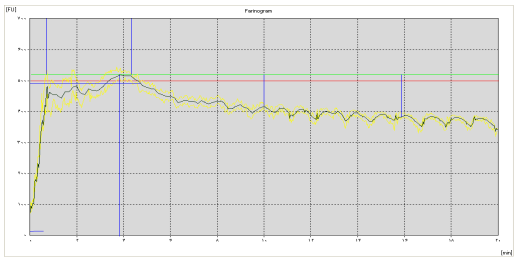
-مقادیرموجود در یک ستون و دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (P<۰/۰۵)

-مقادیر هیدروکلوئیدها بر حسب درصدی از مجموع آرد پایه(شاسته ذرت، آرد برنج، آرد سویا، نشاسته پیش ژلاتینه شده)

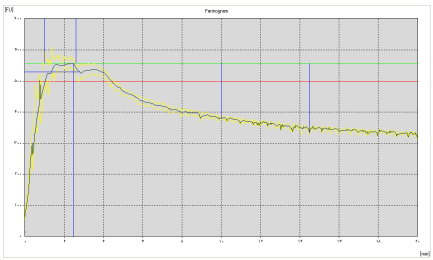
-تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند



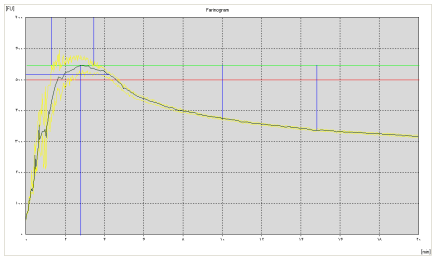
نمودار ۱ تیمار ۱



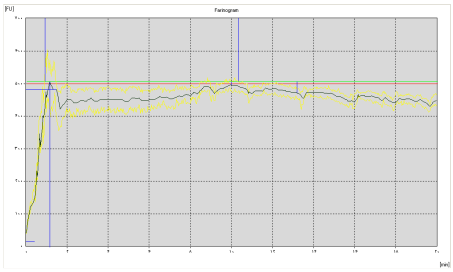
نمودار ۲ تیمار ۲



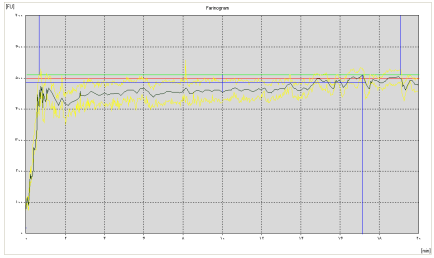
نمودار ۳ تیمار ۳



نمودار ٤ تیمار ٤

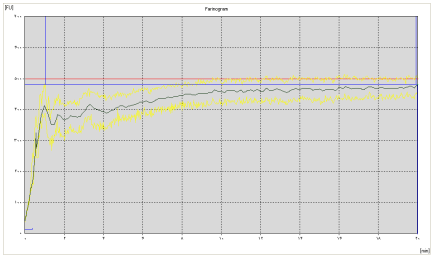


نمودار ۵ تیمار ۵

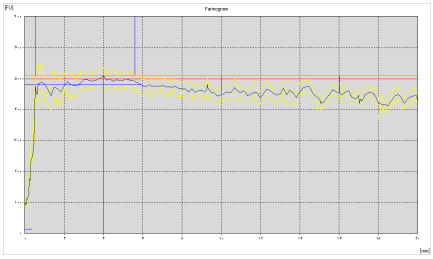


نمودار ٦ تیمار ٦

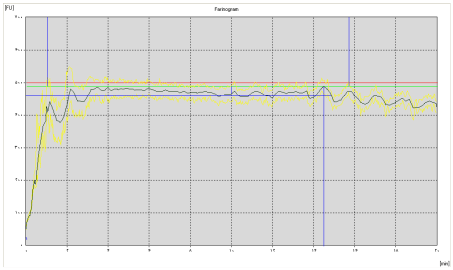
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]



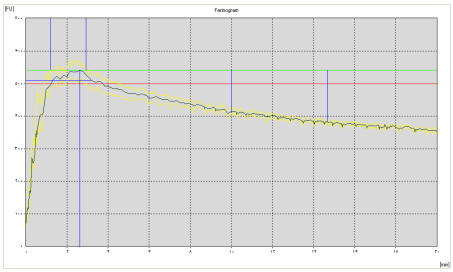
نمودار۷ تیمار ۷



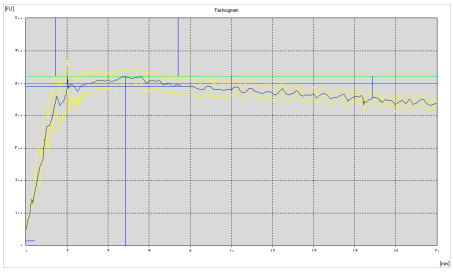
نمودار ۸ تیمار ۸



نمودار ۹ تیمار ۹



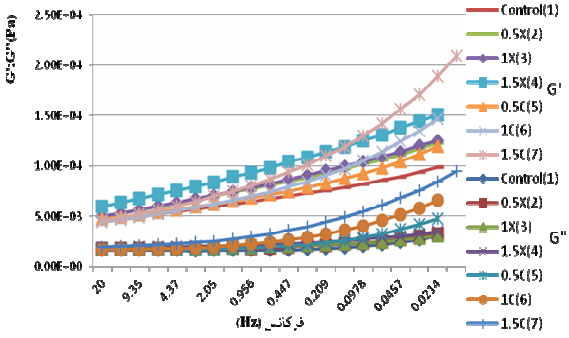
نمودار ۱۰ تیمار ۱۰



نمودار ۱۱ تیمار ۱۱

شایان ذکر است که نتایج فوق مؤید تطابق و شباهت آنها با نتایج حاصل از بررسی انجام شده توسط لازاریدو می‌باشد که در آن با افزودن زانتان و CMC زمان گسترش به ترتیب کاهش و افزایش پیدا کرد [۱٤]. همچنین تأثیر کاهندگی زانتان بر زمان گسترش مخلوط آردی توسط گواردا[9] و کوریک نیز گزارش شده است [۱۵،۹]. افزودن زانتان منجر به ایجاد منحنی فارینوگرافی می‌شود که شباهت به منحنی فارینوگراف استاندارد حاصل از آرد گندم دارد، که در آن زمان گسترش کوتاه و قوام به یک ماکزیمم رسیده و سپس با گذشت زمان کاهش می‌یابد [۱٤].

نتایج آزمون رئومتری نوسانی در شکل‌های ۱۲ تا ۱۷ نمایش داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود بین هیدروکلوئیهای مورد بررسی تیمارهای حاوی یک نوع صمغ، تیمار ٤ (زانتان ۱/۵٪) بالاترین میزان G' را ایجاد کرده است. تیمارهای حاوی زانتان مدول الاستیک بالاتری از تیمارهای حاوی CMC ارائه دادند. تیمار ٦ و ۷ حاوی ۱ و ۱/۵٪ CMC مدول G" بیشتری از G" تیمارهای حاوی زانتان در غلظت های مشابه ارائه کردن که در فرکانس‌های بالاتر افزایش مدول G" در تیمارهای حاوی CMC نسبت به تیمارهای حاوی زانتان با شدت و میزان بیشتر افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار G" متعلق به تیمار ۷ می‌باشد(نمودار۱۲ و۱٤). در بررسی اثر تلفیقی صمغ‌ها نیز همان‌طور که در ملاحظه می‌گردد، تمام تیمارها در تمام مقادیر تلفیقی مدول‌های بالاتری از تیمار شاهد و تیمارهای حاوی صمغ به تنهایی در غلظت‌های مربوطه دارند. نکته مورد نظر در اینجا این است که مدول الاستیک آن ها رفتار شبیه به هم دارند و تفاوت میان آنها بیشتر مربوط به مدول ویسکوز آنها می‌باشد که در فرکانس‌های بالاتر این موضوع مشهودتر می‌شود. بیشترین مقدار G" مربوط به تیمار ۹ است (نمودار۱۳ و۱٤).

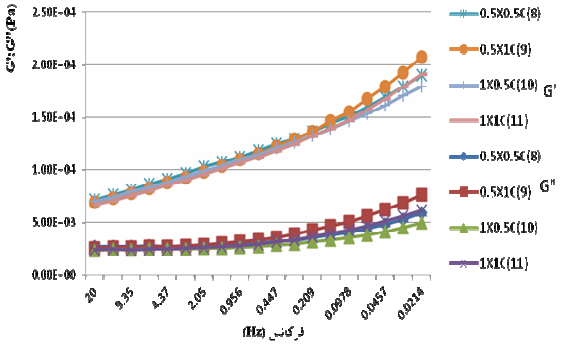


نمودار ۱۲ آزمون طیف فرکانسی بر روی خمیرهای فاقد گلوتن و تأثیر هیدروکلوئیدها بر G' و G" به صورت جداگانه (۳۰°،۰/۰۱-۲۰ Hz)

-تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند

9. Guarda

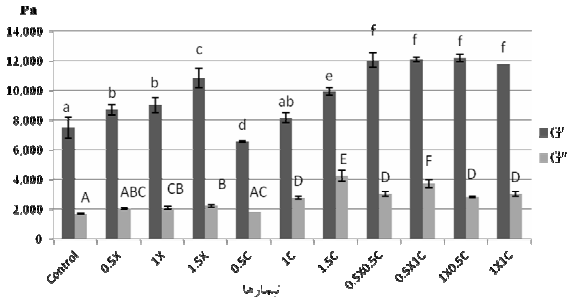
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]



نمودار ۱۳ آزمون طیف فرکانسی بر روی خمیرهای فاقد گلوتن و تأثیر تلفیقی هیدروکلوئیدها بر 'G و "G (۲۰ Hz– ۰/۰۱،۳۰°)

–تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند

به منظور مقایسه آماری بین تیمارها و تأثیر هیدروکلوئیدها بر خواص ویسکوالاستیک خمیر، مدول‌های مربوطه در فرکانس Hz ۱ نمایش داده شده‌اند (نمودار ١٤).

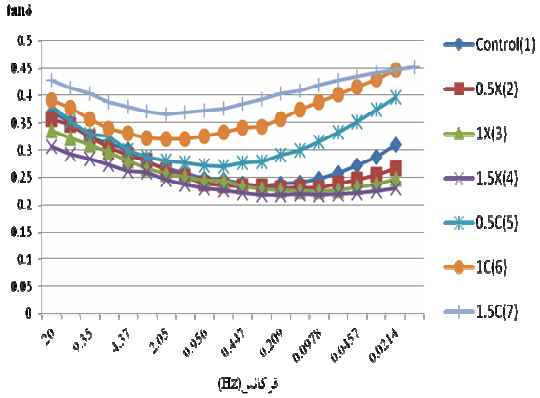


نمودار ١٤ مقایسه تأثیر تیمارهای تلفیقی صمغ‌ها و تیمارهای حاوی صمغ به تنهایی بر 'G و "G در فرکانس ۱Hz، (P۰/۰۵≥)

–مقادیر دارای حروف کوچک مشابه و حروف بزرگ مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند(P<۰/۰۵)

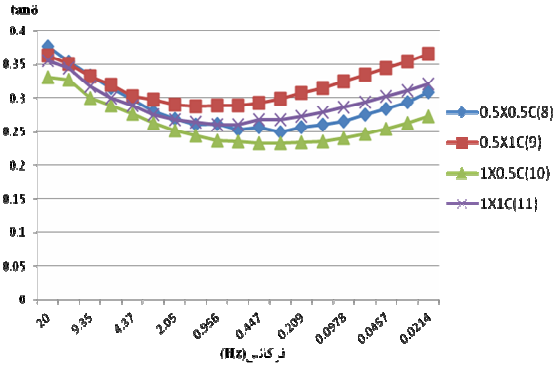
–تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند

در تیمارهای حاوی صمغ تنها، مقدار tanδ در تیمارهای حاوی CMC بیشتر از مقدار این پارامتر در نمونه‌های حاوی زانتان و حتی بیشتر از شاهد می‌باشد. این موضوع نشان دهنده کمتر بودن جزء الاستیک و یا بیشتر بودن سهم ویسکوز در این تیمارها نسبت به تیمارهای حاوی زانتان در غلظت‌های مشابه است. این تفاوت به خصوص در فرکانس‌های بالا بین این تیمارهای ذکر شده شدت بیشتری می‌یابد. بیشترین میزان این شاخص متعلق به تیمار ۷ و کمترین متعلق به تیمار ٤ در سطح معنی دار در مقایسه با شاهد است (نمودار ۱۵ و ۱۷). در تیمارهای تلفیقی، همانطور که دیده می‌شود، بیشترین مقدار tanδ متعلق به تیمار ۹ است که نسبت CMC به زانتان در آن بیشتر است. همچنین برعکس این موضوع در مورد زانتان صحیح است. بطوریکه در تیماری که حاوی زانتان بیشتری نسبت به CMC هست، یعنی تیمار۱۰، tanδ کمترین مقدار است. این تفاوت در فرکانس‌های بالاتر مشهود است (نمودار ١٦ و ١٧).



نمودار ۱۵ آزمون طیف فرکانسی بر روی خمیرهای فاقد گلوتن و تأثیر هیدروکلوئیدهابر tanδ به صورت جداگانه (۲۰ Hz–۰/۰۱،۳۰°)

–تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند



نمودار١٦ آزمون طیف فرکانسی بر روی خمیرهای فاقد گلوتن و تأثیر تلفیقی هیدروکلوئیدها بر tanδ (۲۰ Hz– ۰/۰۱،۳۰°)

–تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند

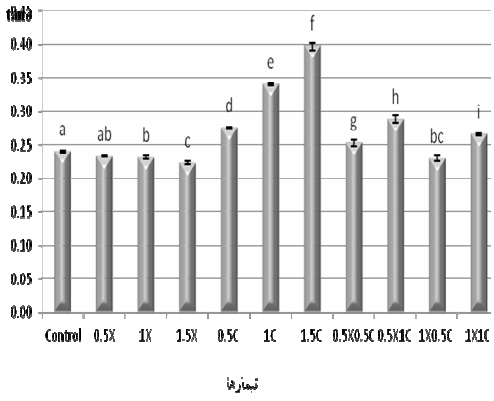
در این قسمت نیز به منظور مقایسه آماری بین تیمارها و تأثیر هیدروکلوئیدها آنها بر فاکتور tanδ خمیر، مدول مربوطه در فرکانس Hz ۱ نمایش داده شده‌اند (نمودار ۱۷).

برای جزئیات بیشتر شکل ها به نسخه الکترونیکی قابل دانلود در سایت مجله مراجعه شود.

همانطور که در نمودار ۱۲ و ۱۳ ملاحظه می‌شود تمام نمونه های مورد آزمون از نوع وابسته به فرکانس هستند.

بر خلاف خمیرهای گندمی که مستقل از فرکانس هستند. در آزمون انجام شده توسط دمیرکسن و همکاران و لورنزو و همکاران نیز این موضوع که خمیرهای فاقد گلوتن وابسته به فرکانس و خمیر گندمی مستقل از فرکانس است مشخص گردیده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]



نمودار ۱۷ مقایسه تأثیر تیمارهای تلفیقی صمغ‌ها و تیمارهای حاوی صمغ به تنهایی بر tanδ در فرکانس ۱ Hz، ($P\geq$۰/۰۵) –مقادیر دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند ($P<$۰/۰۵)

–تیمارها در جدول ۲ معرفی شده‌اند

علت این موضوع فقدان ساختار الاستیک و نیرومند در خمیر فاقد گلوتن در مقایسه با خمیر گندمی ذکر شده است [۲۰،۱۱]. در تمام تیمارها مدول الاستیک G' از مدول G" در تمام طیف‌های فرکانسی بیشتر می‌باشد و همگام با افزایش فرکانس، افزایش می‌یابند که مؤید وجود رفتار ساختمانی شبه جامد الاستیکی است، بنابراین در تمام تیمارها همانطور که در نمودارهای ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ مشهود است tanδ=G"/G' کمتر از ۱ می‌باشد، که این موضوع در تحقیقات پیشین نیز مطرح شده است [۲۰،۱۴،۱۱]. با افزودن هیدروکلوئیدها مدول الاستیکی خمیرها نسبت به خمیر شاهد که حاوی هیدروکلوئید نیست به استثنای تیمار۵ حاوی ۰/۵٪ CMC، افزایش یافت که شاید به این دلیل باشد که در این محتوی آبی با وجود افزودن صمغ، مدول الاستیک افزایش نیافته است. همانگونه که در نتایج دیدیم تیمارهای زانتان مدول الاستیک بالاتری از تیمارهای CMC و در غلظت‌های یکسان دارند (نمودار ۱۴،۱۳،۱۲).

نقش زانتان در افزایش بیشتر مدول الاستیک در مقایسه با هیدروکلوئیدهای دیگر در مطالعات لازاریدو و دمیرکسن[9] نیز به اثبات رسیده است [۲۰،۱۴]. زانتان خواص ژل ضعیف و ویسکوزیته بالا در سرعت های برشی پایین و در نتیجه بیشترین خواص الاستیکی را در خمیر ایجاد می‌کند [۱۴].

افزایش این فاکتور به معنی افزایش مقاومت خمیر و افزایش الاستیسیته ذکر شده است [۲۱،۱۴].

اما در مورد CMC با افزایش غلظت لازاریدو مدول الاستیک کمتری به دست آورد که بر خلاف یافته موجود در این بررسی است. شاید دلیل آن استفاده از مقادیر آب یکسان برای هر دو صمغ زانتان و CMC در غلظت‌های یکسان انتخابی صمغ‌ها بوده است، همچنان که در همان تحقیق مشخص شده بود که تیمار شاهد با محتوی آب بیشتر مدول الاستیکی کمتری نتیجه داده است [۱۴]. اما در این تحقیق میزان آب برای هر تیمار متناسب با میزان آب لازم برای رسیدن به قوام یکسان در خمیرها استفاده گردید. در تیمارهای تلفیقی مشاهده شد که هر دو مدول G' و G" از مدول‌های مربوطه در تیمارهای حاوی صمغ تنها در غلظت مربوطه، بالاتر هستند که مؤید تاثیر سینرژیستی دو صمغ در ایجاد ساختار قوی‌تر و مقاوم‌تر شدن خمیراست[۲۲]. (نمودار۱۲،۱۳،۱۴).

در مورد ویژگی tanδ کاهش این فاکتور به معنی میزان بیشتر الاستیسیته خمیر مطرح شده است [۲۲]. بنابر یافته‌ها که مشخص گردید این شاخص در تیمارهای حاوی زانتان کمتر از تیمارهای حاوی CMC است، این به معنی بیشتر بودن جزء الاستیک در تیمارهای حاوی زانتان نسبت به تیمارهای حاوی CMC در غلظت‌های یکسان است. همچنین در تیمارهای تلفیقی، در حضور زانتان مقدار و شدت زیاد افزایش tanδ در فرکانس های بالا، آنطور که در تیمارهای حاوی CMC به تنهایی دیده می‌شد نیز کمتر شده است. یعنی زانتان توانسته است افزایش در این شاخص را با افزایش فرکانس ملایم‌تر کند که نشان دهنده الاستیک‌تر شدن خمیر در حضور زانتان است.

این یافته مشابه با یافته لازاریدو می‌باشد که در آن با افزایش میزان CMC و زانتان مقدار tanδ به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. باید گفت که همزمان با افزایش مقادیر هیدروکلوئید در فرمول محتوی آب خمیر نیز افزایش می‌یابد. افزایش میزان آب خود عاملی مؤثر در افزایش این پارامتر است. در مورد زانتان با افزایش میزان هیدروکلوئید مقدرا این فاکتور نیز زیادتر می‌شود که نشان دهنده این مطلب است که افزایش مقدار این پلیمر تعیین کننده خواص رئولوژیک خمیر است، اما خلاف این مسئله در مورد CMC دیده می‌شود. یعنی در این حالت افزایش میزان صمغ نتوانسته در کاهش این پارامتر مؤثر باشد [۱۴].

9. Demirkesen

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

٤-نتیجه گیری

خواص رئولوژیکی مخلوط آردی و خمیرهای حاصل از فرمولاسیون‌های فاقد گلوتن با بکارگیری هیدروکلوئیدهای زانتان و CMC مورد بررسی قرار گرفت. مشخص گردید که از بین دو هیدرو کلوئید زانتان و CMC در مقادیر مورد استفاده، تیمار حاوی ۱/۵٪ زانتان بالاترین مقدار جذب آب را ارائه کرد. در رابطه با زمان گسترش خمیر در فارینوگراف این دو صمغ رفتار متفاوتی را در بر این پارامتر نشان دادند. زانتان اثر کاهنده بر زمان گسترش خمیر داشت. اما CMC بر عکس، زمان گسترش خمیر را افزایش داد. در آزمون رئومتری نوسانی خمیر حاصل از زانتان ۱/۵٪ بالاترین میزان مدول الاستیک و کمترین tan δ را ارائه داد. مدولهای الاستیک تیمارهای حاصل از مخلوط صمغ‌ها از مدول‌های مربوطه در تیمارهای حاوی تنها یک صمغ بالاتر بودند . این امر مؤید اثر سینرژیستی دو صمغ در ایجاد ساختار قوی‌تر و مقاوم‌تر شدن خمیراست. در تیمارهای تلفیقی، در حضور زانتان مقدار و شدت زیاد افزایش tanδ در فرکانس های بالا، آنطور که در تیمارهای حاوی CMC به تنهایی دیده می‌شد نیز کمتر گردید. به طور کلی در بین دو صمغ مورد استفاده از زانتان بهترین کارایی را در ارائه ویژگیهای مطلوب ارائه داد.

٥- قدردانی و تشکر

از همیاری و زحمات شرکت محترم نان‌آوران و جناب آقای دکتر عزیزی و پرسنل محترم پژوهشکده غله و نان کشور برای ارائه امکانات تحقیقاتی و مساعدت‌های لازم تشکر می‌شود.

٦- منابع

[1] Anton, A.A., Artfield, S.D., 2007, Hydrocolloids in gluten-free breads: review. International Journal of Food science and nutrition, 59(1):11-23.

[2] Gharooni, J., 1383, Technology of flat bread. Translated by Azizi, M.A., Hojati, M. Tehran: Andishmand. pp: 65,75

[3] Hamaker Bruce, R., 2008, Technology of functional cereal products. USA, Woodhead publishing limited, pp: 446,448,451-452,456,460-461,389-397.

[4] Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., 2003, Crust and crumb characteristics of gluten free breads. Journal of Food Engineering, 56(2-3):153–161.

[5] Onyango, C., Unbehend, G., Lindhauer, M.G., 2009, Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from sorghum and gelatinised cassava starch. Food Research International, 42(8): 949-955.

[6] Gambus, H., Sikora, M., Ziobro, R., 2007, The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free bread . Acta Scien tiarum polonorum, 6(3): 61-74.

[7] Lopez, A.C.B., Pereira, A.J.G., Junqueira, R.G., 2004, Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. Brazilian Archives Biology and Technology Journal, 47(1): 63-70.

[8] Smith M.D., 2002, Going against the grain, USA, R.R Donnelley Crawfordsville, pp:121-125.

[9] Ćurić, D. Gabrić, D., Bauman, I., Tušak, D., Novotni, D., 2007, Gluten-free bread production by the corn meal and soybean flour extruded blend usage. Agriculturae Conspectus Scientificus, 72(3): 227-232.

[10] Ribotta, P.D., Ausar , S.F., Morcillo, M.H., Perez, G.T., Beltramo, D.M., Leon, A.E., 2004, Production of gluten-free bread using soybean flour. Journal of the Science of Food and Agricalture, 84(14) :1969-1974.

[11] Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A., 2008, Optimization of non-fermented gluten-free dough composition based on rheological behavior for industrial production of "empanadas"and pie-crusts. Journal of Food Science, 48(1): 224-231.

[12] Rojas, J.A., Rosell, C.M., De Barber, C.B., 1999, Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. Food Hydrocolloids, 13(1): 27-33.

[13] Elke, K.A., Dal Bello F., 2008, The gluten free cereal products & beverages, USA, Elsevier Inc, pp:1-7,17-20,29,35,40,47-48,83,91,107,203-208, 213-214,289,291-293, 296-299,301-307,394.

[14] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C.G., 2007, Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering, 79(3) :1033-1047.

[15] Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C., Galotto, M.J., 2004, Different hydrocolloids

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids,18(2): 241-247.

[16] Kohajdová, Z., Karovičová, J., 2009, Application of hydrocolloids as baking improvers. Chemical Papers, 63 (1): 26–38.

[17] Lorenzo G., E. Zaritzky N., N. Califano A.,, 2009, Rheological characterization of refrigerated and frozen non-fermented gluten free dough: effect of hydrocolloids and lipid phase. Journal of Cereal Science, 50(2): 255–261

[18] Rosell,C.M., Macro,C., 2008, Fanctional and rheological properties of protein enriched gluten free composite. Journal of Food Engineering, 88(1): 94-103.

[19] Rosell, C.M., Rojas, J.A., Benedito de Barber, C., 2001, Infuence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids, 15(1): 75-81.

[20] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Sahin, S., 2010, Rheological properties of gluten-free bread formulations. Journal of Food Engineering, 96(2): 295–303.

[21] Moore, M.M., Bello, F.D., Arendt, E.K., 2008, Sourdough fermented by Lactobacillus plantarum FST 1.7 improves the quality and shelf life of gluten-free bread. Europe Food Research Technology, 226(6): 1309–1316.

[22] Renzetti, s., Bello, F.D., Arendt, E.K., 2008, Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. Journal of Cereal Science, 48(1),: 33–45.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

Effect of xanthan and CMC on rheological properties of Gluten-free bread dough

Sadeghnia, N. [1], Azizi, M. H. [2*], Seyedain Ardebili, M. [3], Mohammadi, M. [4]

1. M.Sc. Food Science and Technology, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Prof. of Food Technology, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
3. Assistant Prof. of Food Technology, Science and Research University, Tehran, Iran
4. Ms.c, Food Science Researcher , National Nutrition & Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

(Received: 93/2/23 Accepted: 93/7/8)

Bread is traditional food generally prepared from wheat flour. Flat breads are the oldest and well-known kinds of bread worldwide. The main wheat component responsible for bread quality is gluten, which is an essential structure-binding protein. Although important, this protein can cause health problems in predisposed individuals with celiac disease. Consequently hydrocolloids are used to substitute for gluten and mimic the viscoelastic properties of it. In order to consider the influence of xanthann and CMC on dough rheological properties, they used in 0.5,1,1.5% to evaluate the influence of each level separately and in 0.5, 1% (flour basis) for incorporative effects of them. In farinogragh measuring, treatment4 (1.5%Xanthan) and treatment11 (1%CMC,1%Xanthan) resulted in highest water absorption. Increasing the level of xanthan led to increasing water absorption significantly in comparison to CMC. Xanthan and CMC decrease and increased dough time development respectively. Addition of xanthan resulted in a farinogram which resembled that of a standard farinogram obtained by wheat flour. In dough dynamic measuring, hydrocolloids caused higher viscoelastic modulus and increasing the level of them made them greater. The highest G' was in treatment4, between used separate gum treatments. tanδ in treatments contain CMC was more than treatments contain xanthan and it was the most in treatment7(1.5%CMC). G' and G" in treatments contain incorporative gums was more than treatments contain separate gums. In these treatments, Xanthan decrease the tanδ resulted in treatments including CMC seperately. Treatment11 has higher dynamic modulus and tanδ than treatment4. In all cases xanyhan had affect on increasing water adsorption, decreasing dough time development, elastic modulus acceleration and decreasing tanδ.

Key words: Carboxymethylcellulose(CMC), Coeliac, Hydrocolloids **,** Rheology, Xanthan

* Corresponding Author E-Mail Address: azizit_m@modares.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]