تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد۲۳ / شماره /۷۶ / بهار و تابستان/ ۱۴۰۳ /ص سایت مجله: ۱۷ - ۳۰
https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

تاثیر هیدروکلوئید زانتان بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم و کیفیت نان قلاچ

منصوره سلیمانی فرد*

*دانش آموخته دکتری علوم و صنایع غذایی- شیمی مواد غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۱۱/۲۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۲/۲۳

چکیده

در سال‌های اخیر، کاربرد مواد افزودنی به‌ویژه هیدروکلوئیدها در صنعت فرآورده‌های نانوایی روند رو به گسترشی داشته است. به منظور بررسی تاثیر صمغ زانتان بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (حجم، حجم ویژه، سفتی و نرمی بافت، افت پخت و فعالیت آبی) و حسی نان قلاچ این تحقیق به‌اجرا درآمد. هیدروکلوئید زانتان در سطوح مختلف ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد (وزنی/وزنی) به آرد گندم اضافه شد. ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر توسط دستگاه فارینوگراف ارزیابی شد. نتایج حاصل از بررسی‌های رئولوژیکی خمیر نشان داد که با افزودن ژل زانتان، ظرفیت جذب آب، زمان ورود، زمان گسترش، زمان پایداری خمیر، زمان ترک و زمان شکست را افزایش می‌دهد، در حالی که سست شدن بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه و شاخص تحمل به اختلاط، در مقایسه با نان شاهد، کاهش یافتند. نتایج حاصل از ارزیابی فعالیت آبی نشان داد، افزودن ژل زانتان فعالیت آبی را کاهش می‌دهد. نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های تکنولوژیکی نشان داد افزودن ژل زانتان در سطح ۱ و ۱/۵ درصد منجربه کاهش حجم و حجم ویژۀ نان‌های حاصل می‌شود. نتایج حاصل از ارزیابی بیاتی و حسی نشان داد که افزودن ژل زانتان در سطح ۰/۵ درصد بهترین نتایج را دارد

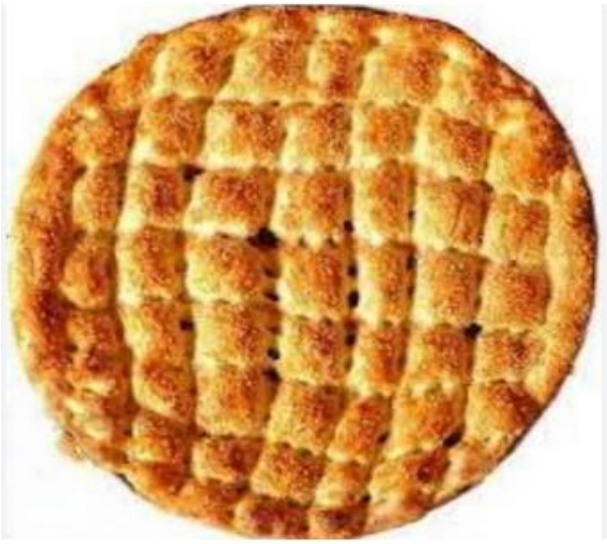
واژه‌های کلیدی: صمغ زانتان، رئولوژی خمیر گندم، نان قلاچ، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی

مقدمه

نان غذای اصلی و پایه مردم را در بسیاری از کشورها تشکیل می‌دهد و روزانه قسمت اعظم انرژی، پروتئین، املاح و ویتامین‌های گروه B مورد نیاز آن‌ها را تامین می‌کند (Peighambardoost, 2011). تولید و مصرف برخی نان‌ها مختص منطقه یا کشوری خاص است، به طور مثال نان بربری در آسیای میانه متداول است (Nasehi, 1995)و در ایران مصرف نان‌های سنتی از جمله نان سنگک، بربری و تافتون بیشتری است که بیشترین ضایعات را دارند (Mohajeri, 2009). نان قلاچ نیز نوعی نان تخمیری نیمه حجیم است که در استان‌های شمالی از جمله گلستان و مازندران استفاده می‌شود و مصرف آن نسبت به دیگر نان‌ها در این دو استان رواج بیشتری دارد، اما به‌دلیل عواملی مانند بیات شدن خیلی سریع، خشک شدن، کپک‌زدگی و موارد دیگر، از چرخۀ مصرف خارج می‌شود و ویژگی‌های کیفی آن به‌شدت کاهش می‌یابد به طوری که سالانه هزینه هنگفتی جهت دورریز این نان پرداخت می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که حدود ۳۰ درصد این عوامل مربوط به بیات شدن نان است. (Guarda *et al.*, 2004) نان قلاچ در دسته‌بندی کلی در گروه نان بربری قرار می‌گیرد و جزء نان‌های بومی و محلی استان‌های شمالی به شمار می‌رود که به شکل گرد تهیه و عرضه می‌گردد. یک نمونه از این نان‌ها در شکل ۱ ارائه شده است).

نگارنده مسئول: **Email** : mansooresoleimani14@gmail.com
http://doi: 10.22092/FOODER.361497.1359

© 2023,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



شکل ۱- نان قلاچ

Fig. 1- Gholach bread

بنابراین، تحقیق در مورد کاهش ضایعات و به تاخیر انداختن بیاتی یکی از دغدغه‌های پژوهشگران است و آنها نیز با اضافه کردن برخی مواد ، تغییر روش پخت، بسته-بندی و نگهداری سعی در به تاخیر انداختن بیاتی دارند. از مواد افزودنی که به طور وسیعی برای بهبود کیفیت در صنعت غذا استفاده می‌شود، هیدروکلوئیدها هستند (Ahmadi gavilighi *et al.*, 2006). هیدروکلوئیدها یا صمغ‌ها گروه بزرگی از پلی‌ساکاریدها و مشتقات آنها هستند که می‌توانند محلول‌هایی با ویسکوزیتهٔ بالا در غلظت‌های پایین تولید کنند. هیدروکلوئیدها معمولاً در تهیهٔ نان‌های حجیم و نیمه حجیم به‌منظور بهبود بافت، تقویت شبکهٔ گلوتنی، ایجاد نرمی، ایجاد یکنواختی و به تعویق انداختن بیاتی استفاده می‌شوند (Guarda *et al.*, 2004). روجاس و همکاران (Rojas *et al.*, 1999) با استفاده از آمیلوگراف نشان دادند که افزودن هیدروکلوئیدهای گوار، پکتین، آلژینات، کاپاکاراگینان و زانتان در مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد وزنی موجب بهبود ویژگی‌های خمیر تولیدی می‌شود.

توکلی پور و همکاران (Tavakolipoor *et al.*, 2022) با بررسی اثر دو صمغ کربوکسی متیل سلولز (CMC) و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) در سه سطح ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد روی دو نوع آرد گزارش کردند که صمغ‌های CMC و HPMC در سطح ۰/۵ درصد برای آرد سرداری و ۰/۳ درصد برای آرد سرخه می‌تواند برای بهبود کیفیت نان‌های حاوی صمغ‌های مذکور و به‌تعویق انداختن بیاتی آنها استفاده شود. علیرضایی و برزگر (Alirezaee and Barzegar, 2018) با بررسی تاثیر هیدروکلوییدهای اینولین و گوار بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بافت نان قالبی به روش سطح پاسخ گزارش کردند ترکیب صمغ گوار و اینولین در غلظت و نسبت‌های مورد استفاده تاثیر چشمگیری بر کیفیت نان ندارد و فرایند بهینه‌سازی مشخص کرد نسبت ۱/۵۶ و غلظت ۰/۷۵ درصد بهترین تاثیر را بر ویژگی‌های نان قالبی و کاهش سرعت بیاتی آنها (سختی در روز اول ۶۷/۱۸۳۹ و در روز دوم ۶۹/۲۹۲۳ دارد. سلیمانی فرد و همکاران (Soleimanifard *et al.*, 2013,2014,2015,2018) و بوت و همکاران (Butt *et al.*, 2001) تاثیر سطوح مختلفی از صمغ‌های کفیران، گوار، کربوکسی متیل سلولز[1] ، پکتین،

1. Carboxy methylcellulose (CMC)

عربی، زانتان و آلژینات سدیم را بر پارامترهای کیفی نان بررسی کردند، نشان دادند نان‌های حاوی این هیدروکلوئیدها به دلیل افزایش حجم، بافت مطلوب و بهبود ویژگی‌های ظاهری محصول، از جمله: یکنواختی پخت و رنگ قهوه ای- طلایی مطلوب، بهترین نان را از نظر ویژگی‌های کیفی ایجاد کرده است. هیدروکلوئید مورد استفاده در این تحقیق، زانتان بود که طی چرخهٔ معمولی زندگی *گزانتوموناس کامپستریس* از طریق پروسه پیچیده آنزیمی در سطح دیوارهٔ سلولی تولید می‌شود (Harding *et al.*, 1995). در ساختار زانتان، یک قسمت خطی وجود دارد که زنجیره‌ای از مولکول‌های گلوکز است و با پیوندهایی از D-β $(1 \rightarrow 4)$ به هم متصل شده‌اند و با یک زنجیرهٔ جانبی از تری‌ساکاریدی، که در کربن شماره ۳ هر گلوکز قرار دارد و شامل گلوکورونیک اسید است، با پیوند $(1 \rightarrow 4)$ به قسمت انتهایی مانوز متصل می‌شود؛ قند مانوز خود با پیوند $(1 \rightarrow 2)$ به دومین مانوز متصل می‌شود که سرانجام به ساختار سفت و محکم زانتان می‌انجامد (Jansson *et al.*, 1975; Melton *et al.*, 1976). حدود ۵۰ درصد انتهایی مانوز پیروات شده است و باقی‌ماندهٔ غیر انتهایی آن حاوی گروه استیل در کربن شمارهٔ ۶ است (Morris, 1977).

با توجه به آنچه گفته شد و بررسی مقالات و پژوهش‌ها در این زمینه، به نظر می‌رسد تا کنون هیچ کار تحقیقاتی در بارهٔ تاثیر ژل زانتان بر نان نیمه حجیم قلاچ گزارش نشده است، این پژوهش با هدف تولید خمیری با ویژگی‌های رئولوژیکی مطلوب و تولید نان نیمه حجیم قلاچ با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مطلوب، کاهش شدت بیاتی و افزایش قابلیت ماندگاری این نان شکل گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

آرد گندم مورد استفاده برای تهیه نان قلاچ از آرد ستاره با درجهٔ استخراج ۷۰ درصد از کارخانهٔ آرد زاهدی تهیه شد. صمغ مورد آزمون در این تحقیق زانتان بود که به صورت پودر در بسته‌بندی‌های ۱۰۰ گرمی از یکی از شرکت‌های پخش مواد و وسایل آزمایشگاهی شهرستان گرگان تهیه شد. برای تهیهٔ ژل زانتان، پس از بررسی مقدار جذب آب آرد توسط دستگاه فارینوگراف، مقداری از آب لازم برای تهیه خمیر با ژل زانتان ترکیب شد و اثر رقابتی زانتان در جذب آب با آرد و ایجاد حالت کلوخه‌ای شدن پس از افزودن زانتان و تشکیل خمیر حذف گردید. خمیرمایه خشک فعال فوری با نام تجاری دزمایه، ساخت شرکت خمیرمایه خوزستان، در بسته‌بندی‌های ۵۰۰ گرمی در پوشش‌های چند لایه از جنس فویل آلومینیم از یکی از سوپرمارکت‌های شهرستان گرگان خریداری شد.

آزمون‌های شیمیایی و فارینوگرافی برای آرد و خمیر

مقدار رطوبت با استفاده از روش AACC شمارهٔ ۱۶-۴۴، خاکستر با استفاده از روش AACC شمارهٔ ۰۱- ۰۸، خاکستر انحلال‌ناپذیر با استفاده از روش AACC شمارهٔ ۰۱- ۰۸، مقدار پروتئین با استفاده از روش AACC شمـارهٔ ۱۶- ۴۶، مقدار گلوتن مرطوب با استفاده از روش AACC شمارهٔ ۱۲A- ۳۸، شاخص گلوتن با استفاده از روش AACC شمارهٔ۱۲-۳۸، اسیدیته با روش کنت جونز[1]، عدد فالینگ با استفاده از روش AACC شمارهٔ B ۸۱ – ۵۶، pH با استفاده از استاندارد AACC شمارهٔ ۵۲-۰۲ اندازه گیری شد (AACC, 2000) . ویژگی رئولوژیکی فارینوگرافی آرد گندم و مخلوط آرد گندم و هیدروکلوئید زانتان، با استفاده از روش AACC شمارهٔ ۲۱-۵۴ توسط

1 . Kent jones

دستگاه فارینوگراف (مدلOHG) ساخت شرکت برابندر آلمان اندازه‌گیری شد (Gavilighi et al., 2006).

روش تهیهٔ خمیر و پخت نان

نمونه‌های نان از آرد گندم و ژل زانتان به روش خمیر مستقیم (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) تهیه شدند. بر مبنای فرمولاسیون، ۳۰۰ گرم آرد گندم، ۱/۵ درصد نمک، ۱/۵ درصد مخمر و به مقدار لازم آب (تعیین شده توسط دستگاه فارینوگراف) برای تهیهٔ خمیر، همراه با مقادیر مختلفی از ژل زانتان در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به کار برده شد. تمام ترکیبات در مخلوط‌کن (مدل HR، هلند) با سرعت ۶۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه با هم مخلوط و سپس خمیر حاصل به منظور تخمیر به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ ^{o}C) قرار داده شد. بعد از تخمیر، خمیر به‌دست آمده به صورت چانه‌های ۴۰۰ گرمی تقسیم شد و به شکل کره‌هایی با دو انتهای مسطح درآمد و برای گرمخانه‌گذاری دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. بعد از آن، عملیات پخت در فر حدود ۱۵ دقیقه در دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد ادامه یافت. نان حاصل به مدت یک ساعت خنک شد و پس از آن در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی گردید (Soleimanifard *et al*, 2018).

معادلهٔ (۱)

$$\text{افت پخت}\% = \frac{(\text{وزن نان پس ازپخت} - \text{وزن چانه نان})}{\text{وزن چانه نان}} \times ۱۰۰$$

آزمون‌های نان

اندازه‌گیری ویژگی‌های تکنولوژیکی نان

حجم نان قلاچ با استفاده از از روش AACC شمارهٔ ۱۰-۰۵ با جابه‌جایی دانهٔ کلزا به‌دست آمد. حجم مخصوص نان‌ها با استفاده از روش AACC شمارهٔ ۵۰-۵۵ محاسبه شد. ضخامت نان با استفاده از کولیس و قطر خارجی و قطر داخلی نان با پرگار و خط کش اندازه‌گیری شد (AACC, 2000). فعالیت آبی با استفاده از روش AACC (۲۰۰۰) با دستگاه سنجش واتراکتیویته مدل TH500 سوئیس تعیین شد.

تعیین افت پخت نان

برای تعیین افت پخت، وزن چانه‌ها (۴۰۰ گرم) و وزن نان‌های حاوی ژل پس از پخت و سرد کردن به‌مدت یک ساعت، اندازه گیری شد و از طریق معادلهٔ زیر افت پخت نان محاسبه گردید (Phimolsiripol *et al*., 2008).

آزمون بیاتی نان

آزمون بافت‌سنجی نان با استفاده از تست فشردگی و به کمک دستگاه اینسترون (مدل TESTO 405-V1 ساخت آلمان) با سرعت ۱۰۰ میلی متر بر ثانیه اجرا شد (Wattsw *et al*., 1989; AACC, 2000).

ارزیابی حسی

این روش‌ها بر اساس ارزیابی و تجزیه و تحلیل ویژگی-های مواد غذایی و با استفاده از حواس بویایی، چشایی و بینایی و بر مبنای روش‌های آزمون کاملاً علمی اجرا می-شودکه امکان ارائهٔ نتایج قابل تکرار و تجزیه و تحلیل آماری را می‌دهد. برای سنجش آزمون‌های حسی نان از روش AACC (2000) با شمارهٔ A 50-33 استفاده شد و در آن ده نفر (۵ نفر زن و ۵ نفر مرد) از کارکنان و دانشجویان موسسه تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر شهرستان کرج انتخاب گردیدند. این افراد پس از توجیه شدن، جدول مربوط را تکمیل کردند. درجه‌بندی کیفی بر مبنای امتیاز ۱ تا ۵ صورت گرفت (۱: نامطلوب‌ترین، و ۵: بهترین). ماکزیمم امتیاز به یکی از نمونه‌های مورد سنجش با بهترین ویژگی تعلق گرفت (AACC، ۲۰۰۰). در اینجا جدول مربوط به ویژگی‌های حسی مورد بررسی ارائه شده است (شکل ۴).

آنالیز آماری

در این تحقیق برای تحلیل نتایج از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز واریانس[1]، و برای مقایسهٔ میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. کلیهٔ آزمون‌ها در ۳ تکرار و با به‌کارگیری نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم

آرد گندم مورد آزمایش دارای ویژگی‌هایی به این شرح بود: میزان رطوبت ۱۳/۶۵ درصد، پروتئین ۱۲/۵ درصد، خاکستر۰/۶۹۳ درصد، خاکستر انحلال‌ناپذیر۰/۳ درصد، گلوتن مرطوب ۳۲/۰۶ درصد، شاخص گلوتن ۶۲/۱۶، عدد فالینگ ۳۵۱، اسیدیته ۲/۱ و pH برابر ۶.

آزمون فارینوگرافی خمیر

نتایج تاثیر صمغ زانتان بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر در جدول ۱ و شکل ۲ ارائه شده است. افزودن ژل زانتان باعث افزایش معنی‌داری در میزان جذب آب نمونه‌های خمیر، نسبت به خمیر شاهد، شد که به علت خاصیت آبدوست بودن هیدروکلوئید بود. سلیمانی فرد و همکاران)، گواردا و همکاران)، راسل و فئودینگ، و اسمیتا و همکاران) (Soleimanifard *et al.*, 2018; Rosell and Foegeding, 2007; Smitha *et al.*, 2008; Guarda *et al.*, 2004) نیز به نتایج مشابهی رسیدند. با افزودن زانتان هیچ تغییر معنی‌داری در زمان ورود یا دستیابی خمیر حاوی ۰/۵ درصد زانتان نسبت به خمیر شاهد مشاهده نشد؛ ولی در سطوح ۱ و ۱/۵ درصد زانتان، حداکثر زمان ورود نسبت به تیمار ۰/۵ درصد و نمونهٔ شاهد به‌طور معناداری افزایش یافت، نتایج حاصل با نتایج بررسی‌های اسمیتا و همکاران (Smitha *et al.*, 2008) در خصوص افزودن برخی هیدروکلوئیدها به نان پاروتا همخوانی دارد. پهنای منحنی با افزایش سطوح هیدروکلوئید افزایش یافت. پهنای منحنی فارینوگرافی نمایانگر دو فاکتور چسبندگی و الاستیسیته است. با توجه به مطالب ذکر شده و شکل ۲ سطح ۱/۵ درصد زانتان، بیشترین اثر مثبت و سطح ۰/۵ درصد کمترین اثر مثبت را بر منحنی فارینوگرافی داشته است.

افزودن زانتان باعث افزایش معنی‌داری در ثبات و قوام خمیر نسبت به خمیر شاهد شد؛ بنابراین، کمترین مقاومت خمیر در نمونهٔ شاهد و بیشترین آن در نمونهٔ حاوی ۱/۵ ٪ صمغ زانتان مشاهده شد. نتایج حاصل با نتایج پژوهش‌های سلیمانی فرد و همکاران ، اسمیتا و همکاران و لازاریدو و همکاران و مویدی و همکاران (Soleimanifard *et al.*, 2015; Lazaridou *et al.*, 2007; Smitha *et al.*, 2008; Moayedi *et al.*, 2011). همخوانی دارد.

1. Analysis of variance

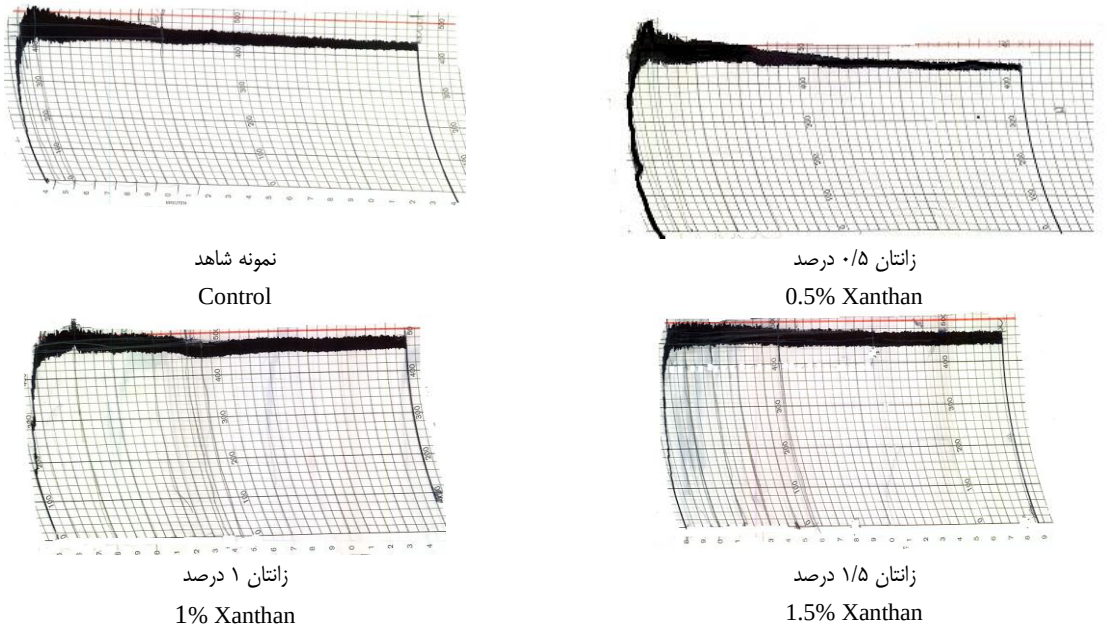
جدول ۱- تاثیر سطوح مختلف ژل زانتان بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم

Table 1-The effect of different levels of xanthan gel on the rheological properties of wheat flour dough

۱/۵ درصد 1.5%	۱ درصد 1%	۰/۵ درصد 0.5%	آرد شاهد Control flour	ویژگی‌ها Properties
30.4±0.1a	29±0.1b	27.6±0.1c	26.1±0.15d	جذب آب (میلی لیتر) Water absorbtion (ml)
10±0.1a	10±0.01b	0.75±0.1b	0.75±0.01b	زمان ورود به خط ۵۰۰ برابندر (دقیقه) Time to enter line 500 Brabandar (min)
3.5±0.01	3±0.01b	1.5±0.01c	1.5±0.1c	زمان گسترش (دقیقه) Dough development time (min)
10.5±0.25a	7.75±0.25b	7±0.01c	4±0.1d	مقاومت (دقیقه) Stability (min)
14±0.1a	8.75±0.1b	7.75±0.1c	4.75±0.01d	زمان ترک (دقیقه) Departure Time (BU)
7±0.36a	5±0.00b	20±1c	22±1d	نرم شدن بعد از ۱۰ دقیقه (برابندر) Degree of softening after 10 min (Bu)
10±1a	10±1a	60±1b	60±1b	نرم شدن بعد از ۲۰ دقیقه (برابندر) Degree of softening after 20 min (Bu)
25±1a	40±1b	40±1b	80±0.00c	شاخص تحمل به اختلاط (برابندر) Mixing tolerance index (Bu)
11.5±1a	9.5±0.01b	7.5±0.01c	2.75±0.0d	زمان شکست (دقیقه) Time to breakdown (min)
64±0.00a	62±0.00b	58±1c	46±1d	والریمتری Farinograph quality number

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) است.

**Mean values ± standard deviation; values are the average of three replicates from four different dough samples; different letters in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$)



شکل ۲- تاثیر ژل زانتان بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر آرد گندم

Fig. 2- Effect of Xanthan on Farinography properties of wheat flour dough (flour basis).

بالا بون فاکتور زمان ترک[1] نمایانگر قوی بودن آرد است. افزودن زانتان در سطوح به‌کار رفته باعث افزایش معنی‌داری در زمان ورود و به همان نسبت ثبات و قوام خمیر نسبت به خمیر شاهد شد؛ بنابراین، کمترین میزان زمان ترک در نمونهٔ شاهد و بیشترین آن در نمونهٔ حاوی ۱/۵ ٪ صمغ زانتان مشاهده شد. درجه سست شدن، بیانگر دو فاکتور میزان شکست و قوت آرد است بطوری‌که افزایش این فاکتور رابطهٔ مستقیمی با ضعیف بودن آرد دارد. افزودن زانتان در سطوح ۰/۵ ، ۱ و ۱/۵ درصد باعث افزایش معنی‌داری در مقاومت خمیر نسبت به خمیر شاهد شده است و درجه سستی خمیرهای حاوی این صمغ بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، در مقایسه با خمیر شاهد، دارای کاهش معنی‌داری بود؛ بنابراین، بیشترین و کمترین درجه سستی به ترتیب به نمونهٔ شاهد و نمونهٔ حاوی ۱/۵ درصد ژل زانتان نسبت داده شد. نتایج حاصل با نتایج پژوهش- هایسلیمانی فرد و همکاران و لازاریدو و همکاران (Soleimanifard *et al*., 2014; Lazaridou *et al*., 2007). همخوانی دارد. شاخص تحمل اختلاط آرد با کیفیت، پایین است. در این پژوهش، افزودن زانتان در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ دزصد، در مقایسه با خمیر شاهد، باعث کاهش معنی‌دار در شاخص تحمل اختلاط خمیر شد. در خصوص زمان شکست، با افزودن هیدروکلوئید زانتان مدت زمان شکست افزایش یافت. افزودن زانتان باعث افزایش عدد کیفی فارینوگراف شد، که این افزایش در تمامی سطوح مورد بررسی در مقایسه با خمیر شاهد معنی‌دار بود. مویدی و همکاران (Moayedi *et al*., 2011) نیز به نتایج مشابهی رسیدند.

نتایج تعیین افت پخت نان

افت پخت نمایانگر کاهش وزن در اثر پخت یا به عبارتی تبخیر آب در نان است؛ این فاکتور از نظر اقتصادی اهمیت دارد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین وزن نمونه‌های شاهد بعد از پخت و سرد شدن، برابر ۲۹۴/۴۵۸ گرم است و با توجه به وزن چانه‌ها (۴۰۰

[1] . Departure time

گرم)، میزان افت پخت نان‌های شاهد، ۱۰۵/۵۴۲ گرم یا به عبارتی ۲۶/۳۸ درصد است. در مورد نان‌های حاوی سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد زانتان، میانگین اختلاف وزن چانه‌های خمیر و نان حاصل به ترتیب ۷۹/۷۹، ۴۵/۲۴ و ۱۷/۹۵ و افت پخت به ترتیب ۱۹/۹۲، ۱۱/۳۱۱ و ۴/۴۸ است که نشان می‌دهد نان‌های حاوی ژل زانتان، نسبت به نان شاهد، افت کمتری دارند و در نان‌های حاوی سطوح مختلف هیدروکلوئید (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)، با افزایش میزان ژل میزان افت کاهش می‌یابد و وزن نهایی نان بیشتر است. دلیل این موضوع جذب بیشتر آب توسط هیدروکلوئید مورد نظر و کاهش تبخیر آب در حین پخت یا به‌عبارتی افزایش رطوبت نهایی در نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید است. نتایج حاصل با نتایج پژوهش-هایسلیمانی فرد و همکاران (Soleimanifard *et al.*, 2013, 2018) همخوانی دارد.

نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های تکنولوژیکی نان

تاثیر صمغ زانتان در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر برخی ویژگی‌های تکنولوژیکی نان از جمله ابعاد نان، برخی ویژگی‌های فیزیکی نان و فعالیت آبی، به ترتیب، در جدول‌های ۲ و ۳ و شکل ۳ ارائه شده‌اند.

با افزودن هیدروکلوئید زانتان به فرمولاسیون در سطوح ۰/۵ درصد ، حجم و حجم ویژه نان‌ها افزایش یافت در حالی که تیمارهای حاوی ۱ و ۱/۵ درصد دارای حجم و حجم ویژه کمتری نسبت به سطح ۰/۵ درصد بودند؛ و در مقایسه با نان شاهد، تفاوت معناداری حاصل شد. افزایش حجم و حجم ویژه در سطح ۰/۵ درصد احتمالاً به دلیل افزایش پایداری در سطح مشترک مجموعه سلول‌های گازی طی پخت نان بوده است که توانایی نگهداری گاز را در آنها افزایش داده است و در نهایت منجربه بهبود و به عبارتی افزایش حجم و حجم ویژه نان‌های حاصل شده است. نتیجهٔ این تحقیق موافق با نتایج تحقیقات راسل و همکاران، گواردا و همکاران، و سلیمانی فرد و همکاران (Soleimanifard *et al.*, 2011, 2018; ; Rosell *et al*, 2001 Guarda *et al.*, 2004) است.

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف ژل زانتان بر ابعاد نان

Table 2- The effect of different levels of xanthan gel on bread dimensions

تیمارها Treatment	ضخامت لبهٔ نان (سانتی‌متر) Bread edge thickness (cm)	ضخامت وسط نان (سانتی‌متر) Middle thickness of bread (cm)	قطر خارجی (سانتی‌متر) Outer diameter (cm)	قطر داخلی (سانتی-متر) Inner diameter (cm)
شاهد Control	0.4167±0.07b	1.4±0.1b	40.66±0.57c	39.86±0.37c
0.5%	0.666±0.152a	1.6±0.18ba	45±1.00b	44.76±1.47c
1%	0.676±0.145a	1.4±0.19a	43.36±1.2a	42.68±1.34a
1.5%	0.533±0.152a	1.3±0.2a	40±1.4ab	39.76±1.21b

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی دار ($p<۰/۰۵$) است.

Different letters in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

جدول ۳- تاثیر سطوح مختلف ژل زانتان بر برخی ویژگی‌های فیزیکی نان

Table 3- The effect of different levels of xanthan gel on some physical properties of bread

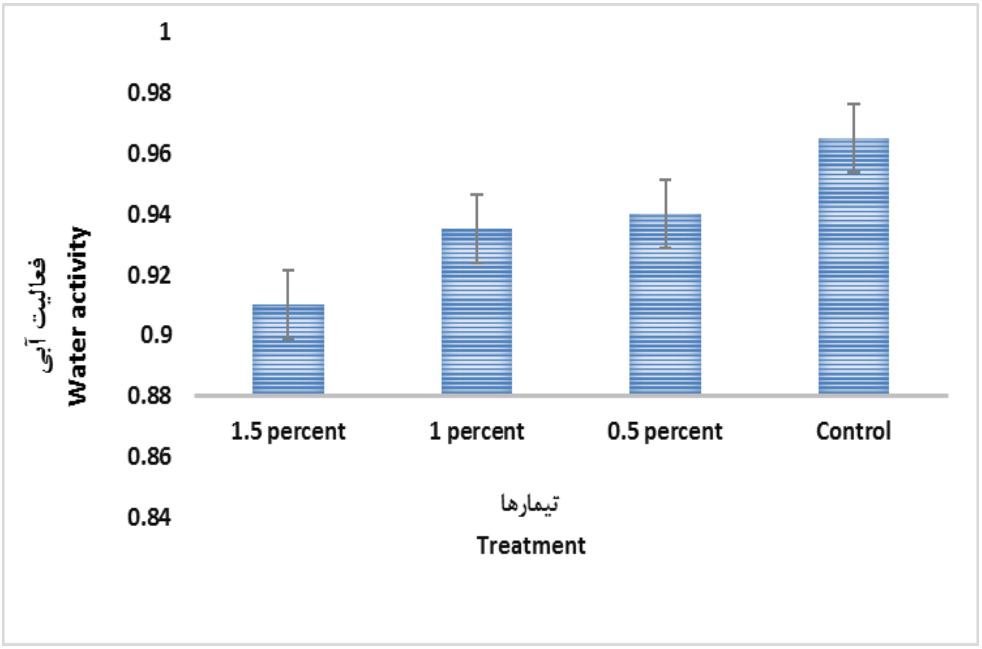
تیمارها Treatmants	وزن (گرم) Weight (gr)	حجم (سانتی مترمکعب) Volume (cubic centimeters)	حجم مخصوص (سانتیمتر مکعب/ گرم) Specific volume (cubic centimeters/gram)
شاهد Control	458.294±37.1d	541.11±1d	1.18±0.08a
0.5%	320.31±43.4c	743.33±7.6b	2.32±0.06a
1%	354.76±23.4b	684.67±5.4a	1.92±0.12a
1.5%	382.50±42.3a	656.5±7.6c	1.71±0.08b

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی دار (p <۰/۰۵) است.

Different letters in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

سنجش فعالیت آبی نان

تأثیر هیدروکلوئید زانتان در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر فعالیت آبی و ویژگی‌های کیفی و ماندگاری نان بربری نیز بررسی شد (شکل ۳). با افزایش ژل زانتان، فعالیت آبی کاهش یافت. دلیل این امر قدرت جذب و نگهداری زیاد آب توسط هیدروکلوئید است که به کاهش فعالیت آبی و افزایش طول عمر نان حاصل می‌انجامد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات سلیمانی فرد و همکاران و راسل و همکاران (Rosell *et al.*, 2001, 2007; Soleimanifard *et al.*, 2011, 2018) همخوانی دارد.



شکل ۳- مقایسه فعالیت آبی نمونه های حاوی ژل زانتان و نمونه شاهد

Fig 3- Comparison of water activity of samples containing xanthan gel and the control sample

نتایج بافت سنجی نان

بیاتی مجموعه تغییرات پیچیده فیزیکی، شیمیایی و حسی نان طی نگهداری، از جمله تغییر در بافت، کاهش قابلیت جذب آب، کاهش قابلیت فشردگی نان، کاهش تازگی نان است که با کاهش پذیرش توسط مصرف کننده همراه است. در این فرآیند، با نگهداری نان رطوبت از مغز نان به سمت پوسته نان مهاجرت می‌کند و منجر به سفت شدن مغز نان و لاستیکی شدن پوسته و سرانجام بیاتی نان می‌شود. هر چه سرعت این مهاجرت کندتر و ه مدت زمان طولانی‌تری باشد، نان دیرتر بیات می‌شود و کیفیت بهتر و بازارپسندی بیشتری دارد (Katina *et al*., 2006). با توجه نتایج آزمون بیاتی (جدول ۵) مشخص می‌شود که در تمام سطوح مورد بررسی طی انبارداری نمونه‌های نان، با خارج شدن آب از شبکهٔ گلوتن به‌دلیل کاهش قدرت جذب آب گلوتن طی بیاتی، سفتی مغز نان افزایش می‌یابد. ولی نان‌های حاوی ژل نسبت به نان شاهد، روند بیاتی کندتری دارند، این روند به خاصیت آبدوست بودن هیدروکلوئید نان نسبت داده می‌شود. نتایج حاصل با نتایج تحقیقات گواردا و همکاران ، بوت و همکاران و لازاریدو و همکاران (Butt *et al*., 2001; Guarda *et al*., 2004; Lazaridou *et al*., 2007) همخوانی دارد. از طرفی، در مقایسهٔ تیمارهای حاوی ژل با نمونهٔ شاهد بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت مشاهده شد افزودن ژل زانتان در سطح ۰/۵ درصد نسبت به سطوح ۱ و ۱/۵ درصد، منجربه کاهش چشمگیری در بیاتی نمونه‌های نان شده است. در مقایسه تیمارها با هم، نکته قابل توجه این است که در سطح ۱/۵ درصد، سفتی نان نسبت به نمونهٔ ۱ درصد زانتان افزایش یافته است نتیجه حاصل با نتایج تحقیقات لازاریدو و همکاران (Lazaridou *et al*., 2007) مطابقت دارد. به‌طور کلی تیمار ۰/۵ درصد و ۱/۵ درصد زانتان به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان بیاتی هستند. بنابراین از بین درصدهای مختلف به‌کار گرفته شده، تیمار ۰/۵ درصد به‌دلیل داشتن کمترین میزان سفتی به عنوان بهترین درصد ژل انتخاب شد.

جدول ۵- تأثیر افزودن زانتان بر منحنی‌های مقاومت نسبت به فشردگی (گرم بر سانتی‌متر مربع) (٦ میلی‌متر) مغز نان‌های حجیم پس از نگهداری بعد از ٢٤ و ٤٨ ساعت نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد

Table 5- Effect of xanthan addition on compression force–distance (gr/cm^2) (6mm) curves of crumb of bulk breads after storage for 24 and 48 hours at 25°C.

زمان انباری Storage time	شاهد Control	۰/۵ درصد 0.5%	۱ درصد 1%	۱/۵ درصد 1.5%
۲۴ ساعت بعد از پخت After storage for 24 hour	40.376±2.78a	12.50±3.45b	27.148±3.70d	35.22±5.11c
۴۸ ساعت بعد از پخت After storage for 48 hour	84.79±0.28a	49.683±0.17b	58.34±2.4d	70.247±3.8c

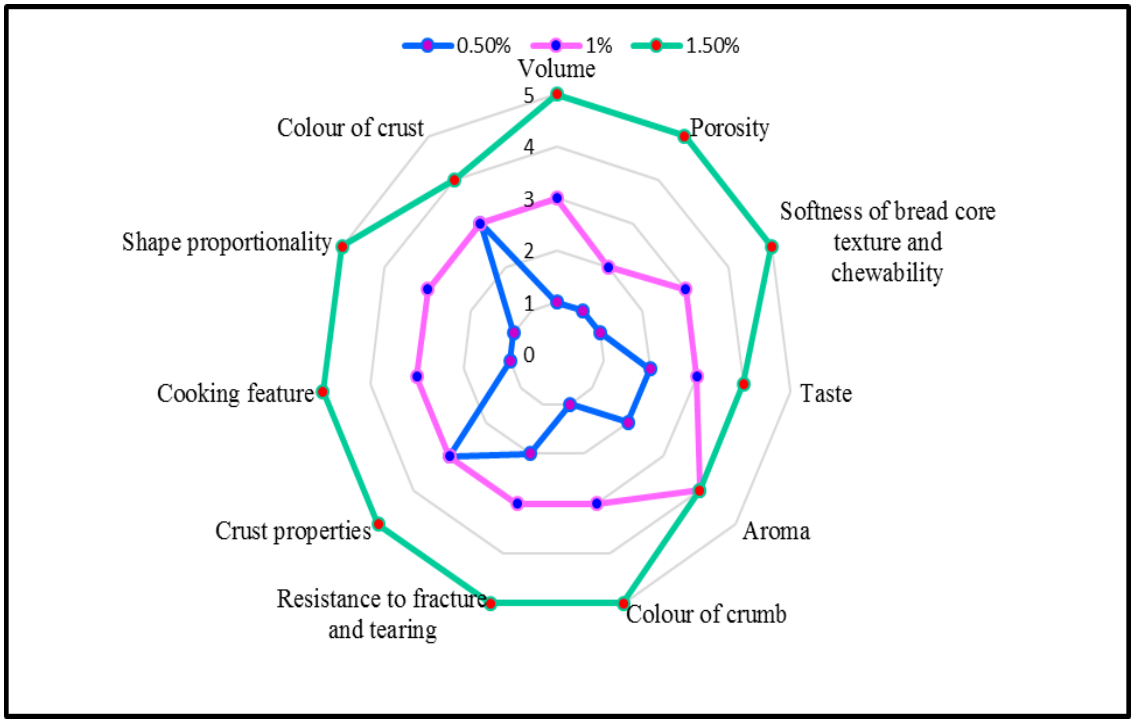
حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) است.

Different letters in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$).

ارزیابی حسی

نتایج مربوط به آزمون حسی نان قلاچ در شکل ۴ ارائه شده است. در این بررسی، ویژگی‌های خارجی نان (حجم، رنگ پوسته، تناسب شکل، ویژگی پخت، ویژگی‌های پوسته، مقاومت به شکستگی و پارگی) و ویژگی‌های داخلی نان (رنگ مغز نان، عطر و بو، طعم و مزه، قابلیت جویده شدن، نرمی بافت مغز نان، پوکی و تخلخل) بررسی گردید.

بر اساس شکل ۴ مشخص شد افزودن زانتان به شکل ژل به خمیر گندم در سطوح مختلف تاثیر متفاوتی دارد. در سطح ۰/۵ درصد زانتان، مجموع ویژگی‌های خارجی و داخلی نان بهبود می‌یابد، در حالی که سطح ۱ و ۱/۵ درصد به دلیل تاثیر منفی بر حجم، حجم ویژه، کوچک ماندن نان، سفت شدن مغز نان، پوکی و تخلخل و قابلیت جویده شدن تاثیر منفی چشمگیری بر ویژگی‌های خارجی و داخلی نان دارد که با نتایج فارینوگرافی و ارزیابی مستقیم حجم و حجم ویژه با روش جابه‌جایی کلزا، و آزمون بررسی بیاتی با دستگاه اینستران تطابق و همخوانی دارد؛ یادآوری می‌شود رنگ مغز نان با افزایش درصد زانتان نیز تیره‌تر می‌شود. نتیجه آن است که با مجموع امتیازهای تعلق گرفته به نان‌ها، مشخص شد ۰/۵ درصد زانتان، بیشتر مورد پذیرش داوران چشایی بوده است.



شکل ٤- تاثیر زانتان بر ویژگی‌های خارجی و داخلی نان قلاچ

Fig 4- Comparison of xanthan on external and internal properties of Gholach bread

نتیجه‌گیری کلی

افزایش زانتان به شکل ژل و افزایش سطوح آن به دلیل افزایش در تعداد گروه‌های هیدروکسیل و تشکیل پیوندهای هیدروژنی بیشتر با مولکول‌های آب، باعث افزایش ظرفیت جذب آب و نگهداری آن در خمیر نسبت به خمیر شاهد شده است. افزودن ژل زانتان، منجربه افزایش مقاومت خمیر در برابر تغییر شکل، زمان شکست خمیر و زمان ترک خمیر و کاهش در شاخص تحمل به اختلاط خمیر و درجهٔ سست شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه شده است. بررسی نمونه‌های نان تازه نشان داد که

افزودن ژل زانتان در سطح ۰/۵ درصد باعث ایجاد بیشترین حجم و حجم ویژه در نمونه‌ها نسبت به تیمارهای حاوی ۱ و ۱/۵ زانتان شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هیدروکلوئید زانتان موجب کاهش فعالیت آبی نان‌های به‌دست آمده می‌شود به گونه‌ای که تیمار ۱/۵ درصد کمترین فعالیت آبی را داشته است. نتایج حاصل از آزمون بیاتی و حسی نشان داد که سطح ۰/۵ درصد زانتان بهترین کیفیت و کمترین سفتی را در نان قلاچ به‌جا گذاشته است. از آنجا که کاهش حجم و حجم ویژه در نان‌های مسطح و لواش ویژگی منفی و نامطلوب به شمار نمی‌رود، کاربرد این صمغ در سطح ۱ و ۱/۵ درصد نسبت به نان حجیم و نیمه حجیم مناسب‌تر است.

قدردانی

این تحقیق بدون همکاری استادان و کارمندان مرکز تحقیقات نهال و بذر کرج به ویژه جناب آقای دکتر گودرز نجفیان و آزمایشگاه بیوفیزیک دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران امکان‌پذیر نبود، از ایشان کمال تشکر را داریم.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله، به طور کامل از اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

منابع

AACC 2000. AACC Nos. 02-51, 08-01, 10-05, 33-50, 38-12A, 44-16, 46-16, 54-21, 55-50, 56-81B. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, The Association, St. Paul, MN.

Ahmadi gavilighi, H., Azizi, M.H., Barzegar, M., & Arab Ameri, M. 2006. Effect of selected Hydrocolloid on bread staling as Evaluated by DSC and XRD. Journal of Food Technology. 4: 185-188.

Butt, M.S., Anjum, F.M., Samad, A., Kausar, T., and Tauseef Mukhtar, M. 2001. Effect of different gums on the quality and shelf life of bread. International Journal of Agriculture and Biology. 3(4): 482-483.

Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C., and Galotto, M.J. (2004). Different hydrocolloid as bread improvers and antistaling agent. Food Hydrocolloids. 18: 241-247.

Harding, N.E., Ielpi, L., and Cleary, J.M. 1995. Genetics and biochemistry xanthan gum production by Xanthomonas campestris. In: Food Biotecchnology Microorganisms. Hui, Y.H,. and Khachatourians(Eds). VCH Publishers. 495-514.

Jansson, P.E., Kenne, L., and Lindberg, B. 1975. Structure of the exocellular polysaccharide from khachatourians. VCH publishers. 495-514.

Katina, K., Salmenkallio – Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P.,and Autio, K, 2006.Effects of sourdough and enzymes on staling of high – fiber wheat bread. Food Science and Technology, 39: 479 – 491.

Kohajdova, Z. and J. Karovicova. 2008. Influence of hydrocolloids on quality of baked goods. Acta Scientiarum Polonorum., Thechnologia Alimentaria. 43-49.

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

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

Melton, L.D., Mindt, L., Rees, D.A., and Sanderson, G.R. 1976. Covalent structure of the polysaccharide from Xanthomonas campestris, evidence from partial hydrolysis studies. Carbohydrate Research. 145-257.

Moayedi, S., Sadeghi Mahoonak, A.R., Azizi, M., Maghsoudlou, Y. 2012. The effect of Katira gum on farinographic and extensographic properties of wheat flour dough. Journal of food processing and preservation. 2(2): 47-59. (in Persian)

Mohajeri, helper. Research project of technology and bread products of the Ministry of Agricultural Jihad. (in persian)

Morris, E. R. 1977. Order-disorder transition for a bacterial polysaccharide in solution a role for polysaccharide conformation in recognition between Xanthomonas pathogen and its plant host. Journal moloculare Biology. 1-16.

Nasehi, B. 1995. Evaluation of the method of stalling rate on flat bread. Ms thesis in Food technology. Collage of Agriculture, Tarbiat Modares university. 180.

Peighambardoost, H. 2019. Technology of cereal products. Tabriz University. 118. (in persian)

Phimolsiripol, Y., Siripatrawan, U., Tulyathan, V., and Cleland, D.J. 2008. Effects of freezing and temperature fluctuation during frozen storage on frozen dough and bread quality. Journal of Food Engineering. 48-56.

Rojas, J.A. and C. M. Rosell and C. Benedito de Barber. 1999. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. Food Hydrocolloids. 13: 27-33.

Rosell, C.M. and A. Foegeding. 2007. Interaction of hydroxypropylmethylcellulose with gluten proteins: Small deformation properties during thermal treatment. Food Hydrocolloids. 1092-1100.

Rosell, C.M., Rojas, J.A., & Benedito, B.D. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids. 15: 75-81.

Soleimanifard M, Aalami M, khodaiyan Chegeni F, Najafian G, and Sadeghi Mahoonak, A.R. 2015. Production of kefiran in kefir grains and its effects on the rheological properties low protein wheat dough and quality of France bulky bread. Advances in Crop Science and Technology. 3(4): 107-116.

Soleimanifard, M., Aalami, M., Khodayian Chegani, F., and Najafian, G. 2013. The effect of carboxymethyl cellulose gel on the rheological properties of wheat flour dough and the physical properties of Berberi bread. Agricultural Engineering Research Journal. 14(2): 57-68. (in Persian)

Soleimanifard, M., Aalami, M., Khodayian Chegani, F., Najafian, G., Sadeghi Mahoonak, A.R, and Khomeiri, M. 2014. The effect of kefir on the physico-chemical properties of wheat and flour and the rheological properties of dough. Biosystem Engineering of Iran. 45 (2): 169-177. (in Persian)

Soleimanifard, M., Aalami, M., Maghsoudlou, Y., and Khodayian chegeni, F. 2012. The effect of pectin gel performance on farinography characteristics of wheat flour dough and the quality of kholach bread. Journal of food processing and preservation. 3(2): 73-85. (in Persian)

Wattsw, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E, and Ellas, L.G. 1989. Basics Sensory Methods for Food Evaluation. The International Development Centre Ottawa.

Food Engineering Research/Vol.23/No.76/ Spring & Summer 2024/P: 17-30
Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

The effect of xanthan hydrocolloid on the rheological properties of wheat flour dough and the quality of Gholach bread

Mansooreh Soleimanifard*

*** Corresponding Author:** PhD graduate, Department of Food Chemistry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Email: mansooresoleimani14@gmail.com
Received:10 February 2023 **Accepted**: 12 May 2024
http://doi:.22092/FOODER.2024.361497.1359

Abstract

In recent years the application of additives, particularly hydrocolloids, in bakery industries has become prevalent. This research was carried out to evaluate the effects of gel of xanthan on rheological properties of dough of flour of wheat and physicochemical properties (volume, specific volume, hardness, cooking loss and water activity) and sensory properties of Gholach bread. The hydrocolloid, xanthan, was added at 0.5%, 1%, 1.5% w/w (flour basis) to wheat flour in form of gel. The rheological measurement of the dough was investigated using farinograph instruments. Results of rheological evaluation of dough showed that addition of gel of xanthan increased the water absorption capacity, arrival time, dough development time, dough stability, departure time and time to breakdown, while the dough degree of softening after 10 and 20 minutes and mixing tolerance index was decreased in comparison with the control sample. Results of evaluation of water activity showed that addition of gel of xanthan decreased water activity. Results of evaluation properties of technology of bread showed that addition of gel of xanthan in level of 1% and 1.5% decreased volume and specific volume. Results of evaluation of texture and sensory analysis of bread samples, showed that addition of xanthan in level 0.5 % had the best quality on Gholach bread.

Keywords: Xanthan gum, Wheat dough rheology, Gholach Bread, Physicochemical properties, Sensory analysis.