

تأثیر کفیران و زانتان بر ویژگی‌های خمیر و کیفیت نان حجیم فرانسوی

منصوره سلیمانی فرد^۱، مهران اعلمی^۲، فرامرز خداییان^{۳*}، گودرز نجفیان^۴، علیرضا صادقی ماهونک^۳، مرتضی خمیری^۵

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. استادیار دانشکده علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳ و ۵. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران

۴. دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۱۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۴/۱۵)

چکیده

کفیران گلوکولاکتانی محلول در آب است که به‌طور تقریباً یکسان، از D-گلوکز و D-گالاکتوز تشکیل شده است. کفیران از دانک‌های کفیر استخراج شده است. در این تحقیق، کفیران و زانتان در غلظت ۳ درصد، به‌منظور بررسی تأثیر آنها بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و خواص فیزیکی نان فرانسوی، به خمیر دو نوع گندم اضافه شدند. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی گندم‌ها و آرد آنها با دستگاه اینفراماتیک، ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر با دستگاه فارینوگراف، و بیاتی نان‌ها به‌وسیله اینسترون ارزیابی شد. نتایج ارزیابی فارینوگرافی نشان داد، افزودن سطح ۳ درصد کفیران و زانتان، در مقایسه با خمیر شاهد باعث افزایش معنی‌داری ($p < 0.05$) در ظرفیت جذب آب، زمان گسترش، و پایداری خمیرها شدند، گرچه نرم‌شدن بعد از زمان‌های ۱۰ و ۲۰ دقیقه و زمان تحمل به اختلاط خمیر به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافتند. براساس آزمون بیاتی انجام‌شده در ۳، ۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت، مشخص شد با افزودن سطح ۳ درصد کفیران به خمیر هر دو نوع گندم، بیاتی مغز نان‌ها به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت، درحالی‌که تیمارهای ۳ درصد زانتان، در مقایسه با نمونه شاهد، سفتی بیشتر و روند بیاتی تندتری داشتند. به‌عنوان نتیجه نهایی، گرچه زانتان مانند کفیران تأثیر مثبتی بر خواص رئولوژیکی خمیر داشت، ولی سفتی مغز نان‌ها را در مقایسه با نان‌های شاهد، افزایش داد.

کلیدواژگان: دانک کفیر، رئولوژی خمیر، کفیران و زانتان، گندم، نان حجیم.

مقدمه

هیدروکلوئیدها گروه بزرگی از پلی‌ساکاریدها و مشتقات آنها هستند که قادرند محلول‌هایی با ویسکوزیته بالا در غلظت‌های پایین تولید کنند. این مواد که معمولاً صمغ نامیده می‌شوند، توانایی کنترل خصوصیات رئولوژیکی و بافتی سیستم‌های پایدار با امولسیون‌ها، سوسپانسیون‌ها، و کف‌ها را دارند. (Rojas et al., 1999). با توجه به خواص فیزیکی شیمیایی مربوط به هیدروکلوئیدها، می‌توان از آنها در تهیه نان‌های حجیم برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوآنی، ایجاد نرمی، یکنواختی، و به‌تعویق انداختن بیاتی استفاده کرد. کفیران نیز نوعی پلی‌ساکارید میکروبی است که از کفیر و دانک‌های کفیر حاصل می‌شود. کفیر یک نوشیدنی تخمیری است که با استفاده از دانه‌های نامنظم و ژلاتینی به نام دانک کفیر تولید می‌شود. در درون این دانک‌ها، میکروارگانیسم‌های متفاوتی چون باکتری و

مخمر وجود دارند (Schneedorf & Anfiteatro, 2004). این میکروارگانیسم‌ها در درون پلی‌ساکارید قابل ارتجاعی به نام کفیران قرار دارند. این پلی‌ساکارید را برخی از میکروارگانیسم‌های فلور کفیر، به‌ویژه لاکتوباسیلوس کفیرانوفاسنس تولید می‌کنند. اگر پلی‌ساکارید کفیران به‌صورت زنجیره‌ای منشعب بوده و از واحدهای گلوکز و گالاکتوز تشکیل شده است (Micheli et al., 1999; Cheirslip et al., 2006). این پلی‌ساکارید خواص دارویی زیادی دارد و قادر است قند خون، کلسترول، و فشار خون را کاهش دهد (Cevikbas et al., 1994). خواص ضد توموری، ضد سرطانی، و ضد باکتریایی و ضد قارچی این پلی‌ساکارید در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است (Rodrigues et al., 2005; Ninane et al., 2005). این پلی‌ساکارید می‌تواند به‌عنوان امولسیفایر، غلیظ‌کننده، پایدارکننده، و ژل‌کننده به مواد غذایی اضافه شود (Piermaria et al., 2008). با توجه به مطالب مذکور، و این که تاکنون در زمینه کفیران هیچ‌گونه کار تحقیقاتی بر نان و فراورده‌های

به ترتیب، به شماره‌های ۱۶-۴۴، ۱۲-۴۶، ۶۰-۵۶، و ۲۱-۵۴ تعیین شدند. مقدار رسوب آرد نیز طبق روش (Pene *et al.*, 2005) محاسبه گردید.

روش‌ها

کشت دانک کفیر

دانک‌های کفیر (مجموعه‌ای از اسیدلاکتیک باکتری‌ها و قارچ‌ها) به مدت ۹ ماه در شیر پس چرخ پاستوریزه، شیر خشک (آذربایجان شرقی) دوغ یا ماست (پگاه گلستان) (برای کاهش pH) کشت داده و در اینکوباتور مجهز به همزن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شدند.

استخراج آگرو پلی‌ساکارید کفیران از دانک‌های کفیر

این روش طبق روش (Ghasemlou *et al.*, 2011) با یکسری تغییرات جزئی انجام شد. بدین شرح که برای استخراج کفیران، مقدار مشخصی از دانک کفیر (نسبت ۱ به ۳ در آب جوش) در آب جوش به مدت ۳ ساعت هم‌زده شد. مخلوط حاصل با سانتریفوژ یخچال‌دار (مدل هانیل، کره جنوبی) در دور ۱۰۰۰ (g) به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شد. کفیران محلول با افزودن اتانول سردشده، پس از ۲۴ ساعت در دمای یخچال، جدا شد. محلول حاصل در سانتریفوژ یخچال‌دار در دور ۱۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شد. رسوب حاصل به نسبت ۱ به ۵ با آب جوش مخلوط و دو بار شستشو داده شد. در پایان، محلول حاصل با استفاده از خشک‌کن تصعیدی (مدل اپرون، کره جنوبی) خشک و به صورت پودر تهیه شد.

ارزیابی ویژگی‌های فارینوگراف

پارامترهایی همچون درصد جذب آب، زمان توسعه خمیر، پایداری و مقاومت خمیر، نرم شدن بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ واحد برابندر^۱، زمان شکست خمیر، شاخص تحمل به اختلاط خمیر، و عدد کیفی فارینوگرافی با روش AACC شماره ۲۱-۵۴، با دستگاه فارینوگراف (مدل ۸۲۰۵۰۱، برابندر آلمان) انجام گردید.

پخت نان

آزمون پخت نان در فر برقی (مدل T 6200، هاورس آلمان) انجام شد. آرد هر دو نوع گندم، با مواد دیگر چون: ۱/۵ درصد نمک، ۱/۵ درصد مخمر، ۱/۵ درصد قند، و به مقدار لازم آب

صنایع پخت انجام و گزارش نشده است، از این رو پژوهشی به منظور بررسی تأثیر کفیران بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر، میزان بیاتی، و زمان نگهداری نان‌های حجیم و همچنین مقایسه تأثیر کفیران با زانتان بر ویژگی‌های خمیر و نان حجیم انجام شد.

مواد اولیه و آزمون‌های مربوط

مواد اولیه

دانک کفیر: در این تحقیق دانک‌های کفیر از بازارهای محلی واقع در شهر تهران خریداری شدند.

کفیران: به صورت ژل، از دانک‌های کفیر استخراج شد و در پایان با خشک کردن به وسیله دستگاه خشک‌کن تصعیدی (مدل اپرون، کره جنوبی) به صورت پودر تهیه شد.

زانتان: به صورت پودر در بسته‌های ۱۰۰ گرمی از شرکت شیمی کاربران شهرستان گرگان خریداری شد.

گندم و آرد

در این تحقیق که از دو گندم سرداری و پارس استفاده شد، گندم سرداری، به عنوان نماینده گندم‌های سرداری، از ۴۷ منطقه، واقع در شهرستان‌های کامیاران، بانه، قروه، مریوان، بیجار، سرو آباد، دیوان دره، سنندج، سقز، و دهکلان (استان کردستان) و گندم پارس به عنوان نماینده گندم‌های پارس، از مزارع موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر شهرستان کرج (استان البرز) انتخاب و جمع‌آوری شدند. وزن هکتولیتزر رقم‌های گندم با استفاده از دستگاه مخصوص تعیین وزن هکتولیتزر تعیین شد (AACC, 2000). سختی دانه‌ها، رطوبت، میزان جذب آب، و پروتئین مربوط به دانه‌های گندم با دستگاه اینفرماتیک (مدل Perten 9100، سوئد) تعیین شد (AACC, 2000). میزان بازدهی آردها، براساس مقدار تولید آرد برحسب گرم از ۱ کیلوگرم دانه‌های گندم و درجه استخراج ۷۰ درصد محاسبه شد (AACC, 30-26A). دانه‌های گندم پس از نم‌زدن و حالت‌دادن، با آسیاب غلطکی فارینوگرافی (مدل ۲۷۹۰۰۲، برابندر آلمان) آسیاب گردیدند. اندازه‌گیری گلوتن مرطوب و شاخص گلوتن با دستگاه گلوتماتیک انجام شد (AACC, 38-12A). عدد فالینگ با دستگاه فالینگ نامبر (مدل ۱۶۰۰، آلمان) اندازه‌گیری شد (AACC, 65-81). مقدار خاکستر آردها با کوره الکتریکی تعیین شد (AACC, 8001). رطوبت، پروتئین، جذب آب، و عدد زلنی نمونه‌های آرد با دستگاه اینفرماتیک (مدل Perten 9100، سوئد) با استفاده از روش AACC (2000)

1. Departure time

میلی‌متر بر دقیقه، و نقطه‌انتهای آزمون ۶ میلی‌متر انجام گرفت و بالاترین نقطه روی منحنی‌های حاصل خوانده شد.

آنالیز آماری

به منظور آنالیز آماری داده‌ها و بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمون‌های گوناگون، تمام اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار انجام و نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس گردید. میانگین صفات با نرم‌افزار SPSS (مدل ۱۶) و براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی گندم سرداری و پاریسی

نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی گندم‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. با اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گندم می‌توان به کیفیت گندم استفاده شده و نوع کاربرد آن، کیفیت پخت گندم، و کیفیت محصول نهایی پی برد. با توجه به نتایج جدول ۱ مشخص شد، وزن هکتولیتزر دانۀ سرداری از گندم پاریسی بیشتر بود، دلیل این ویژگی به فاکتورهایی مانند چروکیدگی گندم پاریسی مربوط می‌شود. مقدار پروتئین گندم سرداری از گندم پاریسی کمتر بود، ولی تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) ملاحظه نشد. در ارتباط با رطوبت، تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) بین دو نوع گندم وجود نداشت. در ارتباط با میزان بازدهی آرد در دو نوع گندم، درصد بازدهی گندم پاریسی به‌طور شایان ملاحظه‌ای بیشتر از گندم سرداری بود.

برای تهیه خمیر (تعیین شده با دستگاه فارینوگراف) برای ایجاد قوام مناسب خمیر مخلوط شدند. پودر کفیران و زانتان، در سطح ۳ درصد، به مخلوط هر دو نوع آرد، به‌طور جداگانه افزوده شدند. برای ترکیب کردن مواد از همزن با سرعت بالا (مدل K45SS، هوبارت آلمان) به مدت ۴ دقیقه استفاده شد. سپس خمیرها در رطوبت ۷۵ درصد و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۳۰ دقیقه در اتاقک تخمیر گرم‌خانه‌گذاری شدند. پس از چانه‌گیری خمیرها، تخمیر میانی در رطوبت نسبی ۸۰ درصد در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در اتاقک تخمیر انجام شد. در مرحله بعد، چانه‌های خمیر در ظروف پخت (با دیواره داخلی روغنی‌شده) قرار داده شد. در پایان تخمیر نهایی در رطوبت نسبی ۹۰ درصد و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه و با گرم‌خانه‌گذاری انجام گرفت. بعد از تخمیر، عملیات پخت در دستگاه فر در دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. نمونه‌های نان بعد از عمل پخت، به مدت ۲-۳ ساعت در دمای اتاق سرد و سپس در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند.

ارزیابی بافت نمونه‌های نان حجیم

به منظور تعیین سفتی بافت نمونه‌های نان، نمونه‌ها در زمان‌های ۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت بعد از پخت در سه دوره زمانی، با دستگاه اینستران (مدل TESTO 405-V1، آلمان) مورد آزمون قرار گرفتند (AACC 74-09). آزمون فشردگی با استفاده از فک ۳/۶ سانتیمتری، وزنه فشارنده ۱۰۰ نیوتن، سرعت ۳۰

جدول ۱. نتایج آزمون‌های فیزیکی برای گندم سرداری و پاریسی

ویژگی	نمونه	گندم سرداری	گندم پاریسی
وزن هکتولیتزر (کیلو گرم بر هکتولیتزر)	۷۹/۳۰±۴/۱۲ ^a	۷۷/۲۳±۱۱/۲۳ ^b	
پروتئین (درصد)	۱۱/۵۰±۰/۲۷ ^a	۱۲/۲۰±۰/۳۴ ^a	
رطوبت (درصد)	۱۰/۶۰±۰/۳۱ ^a	۱۰/۵۶±۰/۱۹ ^a	
سختی (گرم بر میلی‌متر مربع)	۴۲±۱/۱۱ ^b	۵۱/۶۰±۷/۱۶ ^a	
جذب آب (میلی‌متر)	۶۱/۸۰±۵/۲۴ ^b	۶۴/۳۶±۹/۱۸ ^a	
بازدهی آرد (درصد)	۵۵/۲±۱/۳۶ ^b	۵۸/۳±۰/۱۴ ^a	

*حروف غیر مشترک در هر ردیف، نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح ۰/۰۵ است.

بین مقدار پروتئین گندم‌ها ملاحظه نشد. مقدار گلوتن مرطوب در آرد سرداری در مقایسه با آرد پاریسی تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) نداشت، درحالی‌که شاخص گلوتن در آرد پاریسی

آزمون‌های شیمیایی آرد گندم‌های سرداری و پاریسی نتایج مربوط به آزمون‌های شیمیایی آرد هر دو نوع گندم، در جدول ۲ ارائه شده است. در آرد پاریسی و سرداری تفاوت زیادی

نسبت داد. در رابطه با گسترش و میزان پایداری هر دو نوع خمیر، مشاهده شد با افزودن زانتان و کفیران، زمان گسترش و میزان پایداری خمیر به طور معنی داری ($p < 0/05$) افزایش یافت. خمیر پارسی و سرداری حاوی زانتان، به ترتیب، بالاترین میزان گسترش و میزان پایداری را داشتند. دلیل افزایش مقاومت و پایداری خمیر زانتان در مقایسه با کفیران، تشکیل کمپلکس قوی بین هیدروکلئید زانتان با پروتئین‌های گلوتن است که به واسطه کمپلکس تشکیل شده، قوام و پایداری خمیر به طور معنی داری افزایش ($p < 0/05$) یافت، گزارش‌هایی در زمینه تأثیر برخی هیدروکلئیدها بر خواص رئولوژیکی و ماندگاری نان، مطابق با نتایج حاصل در این تحقیق موجود است (Lazaridou *et al.*, 2001; Collar *et al.*, 1999; Butt *et al.*, 2001). کاهش زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ واحد برابندر نمایانگر ضعیف بودن آرد است. در رابطه با زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ برابندر، آرد پارسی، و سرداری حاوی زانتان، به ترتیب، بالاترین زمان خروج را داشتند، در حالی که، خمیر سرداری حاوی کفیران، زمان خروج پایین‌تری در مقایسه با خمیر پارسی داشت (شکل ۱). در زمینه میزان نرم شدن خمیر، مشخص شد افزودن کفیران به خمیر سرداری، باعث کاهش فراوانی (حدود ۳۵ واحد برابندر) در مقدار نرم شدن خمیر بعد از ۱۰ دقیقه، شد. پس از گذشت ۱۰ دقیقه، هیچ‌گونه نرم شدن در خمیر پارسی حاوی کفیران و خمیر سرداری و پارسی حاوی زانتان، مشاهده نشد. در گزارش برخی محققان با تأثیر کربوکسی متیل سلولز، آگاروز، پکتین بر خواص رئولوژیکی خمیر آرد گندم به نتایج مشابهی اشاره شده است (Lazaridou *et al.*, 2007). در هر دو نوع خمیر، با افزودن کفیران، میزان نرم شدن بعد از ۲۰ دقیقه، به طور معنی داری ($p < 0/05$) کاهش یافت. درجه نرم شدن بعد از ۲۰ دقیقه، در خمیر سرداری و پارسی حاوی زانتان، تغییری نکرد و تقریباً برابر صفر شد. در ارتباط با شاخص تحمل به اختلاط، خمیر پارسی و سرداری حاوی کفیران، به ترتیب کمترین و بیشترین میزان تحمل به اختلاط بودند. خمیرهای سرداری و پارسی حاوی زانتان، به ترتیب کمترین و بیشترین زمان شکست را داشتند. در بررسی خمیرهای حاوی کفیران، خمیر پارسی در مقایسه با خمیر سرداری زمان شکست بالاتری داشت. در بررسی خمیرهای حاوی زانتان و کفیران، خمیر پارسی و سرداری حاوی زانتان، به ترتیب بالاترین مقدار عدد کیفی فارینوگرافی را داشتند. در مقایسه خمیرهای حاوی کفیران، عدد کیفی خمیر پارسی در مقایسه با خمیر سرداری به طور معنی داری ($p < 0/05$) افزایش یافت.

به طور معنی داری ($p < 0/05$) بیشتر از آرد سرداری بود. به طور کلی منظور از کیفیت پروتئین، پتانسیل یا قابلیت آن در ایجاد خواص فیزیکی در فراورده‌های نهایی است که مربوط به پروتئین گلوتن است. کیفیت گلوتن در این تحقیق با آزمون‌های زلنی و آزمون رسوب SDS^۱ تعیین شد که در این تحقیق مقدار آنها در گندم پارسی به مقدار زیادی بیشتر از سرداری بود. در مقایسه مقدار عدد فالینگ در هر دو نوع آرد، آرد پارسی از مقدار بالاتری در مقایسه با آرد سرداری برخوردار بود.

جدول ۲. نتایج آزمون‌های شیمیایی برای آرد گندم‌های سرداری و پارسی

ویژگی	آرد سرداری	آرد پارسی
رطوبت (درصد)	۱۰/۰۰±۰/۰۸ ^{b*}	۱۰/۵۶±۰/۰۴ ^{a*}
پروتئین (درصد)	۱۰/۸۰±۰/۰۲ ^{۱a}	۱۱/۹۰±۰/۰۵ ^{۳a}
خاکستر (درصد)	۱/۰۱±۰/۰۱ ^{۲a}	۰/۹۸±۰/۰۱ ^{۵a}
گلوتن مرطوب (درصد)	۲۵/۱۰±۰/۱۶ ^a	۲۴/۴۰±۰/۳۵ ^a
گلوتن خشک (درصد)	۸/۳۷±۰/۲۸ ^a	۷/۲۰±۰/۳۴ ^b
شاخص گلوتن (درصد)	۱۴/۶۷±۰/۴۴ ^b	۱۹/۳۹±۰/۳۴ ^a
عدد فالینگ (ثانیه)	۳۵۰±۱۲/۵۶ ^b	۳۶۲/۳۳±۲۱/۵۳ ^a
شاخص زلنی (میلی لیتر)	۲۹/۰۰±۰/۵۲ ^b	۳۳/۳۳±۰/۲۴ ^a
عدد رسوب SDS (میلی لیتر)	۴۷±۲/۱۲ ^b	۶۰/۵۰±۸/۲۴ ^a
جذب آب (میلی لیتر)	۵۰/۶±۵/۳۶ ^b	۶۴/۳۶±۱۰/۳۶ ^a

* حروف غیر مشترک در هر ردیف، نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح ۰/۰۵ است.

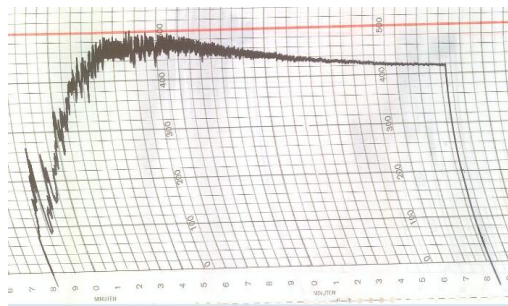
تأثیر اگزو پلی ساکاریدها بر ویژگی‌های فارینوگراف خمیر گندم‌های سرداری و پارسی

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که آرد شاهد پارسی در مقایسه با آرد شاهد سرداری جذب آب بالاتری داشت. با افزودن سطح ۳ درصد کفیران و زانتان، میزان جذب آب در هر دو نوع مخلوط آردی، به طور معنی داری ($p < 0/05$) افزایش یافت. در مقایسه کفیران و زانتان، کفیران جذب آب بالاتری در مقایسه با زانتان نشان داد. در حالی که در مقایسه جذب آب هر دو نوع آرد، مشاهده شد که مخلوط آرد پارسی حاوی کفیران، بالاترین میزان جذب آب را دارد. به طور کلی، دلیل افزایش جذب آب مخلوط آردی، را می‌توان به گروه‌های آب‌دوست اگزوپلی ساکاریدها و افزایش پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل اگزوپلی ساکاریدها و گروه‌های عاملی موجود در آب

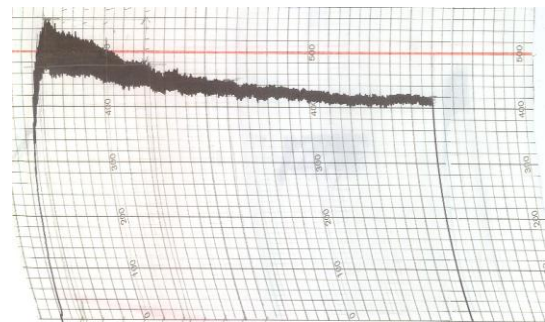
جدول ۳. نتایج ویژگی‌های فارینوگراف خمیرهای حاوی ۳ درصد کفیران و زانتان در آردهای پارسی و سرداری

فاکتورها	شاهد سرداری	آرد سرداری + کفیران درصد	آرد سرداری + زانتان درصد	شاهد پارسی	آرد پارسی + کفیران درصد	آرد پارسی + زانتان درصد
جذب آب (میلی لیتر)	۲۵.۰۶±۹.۱ ^{e*}	۶۳.۲±۸.۲۱ ^{b*}	۵۸.۵±۹.۲۶ ^{c*}	۵۲±۸.۲۹ ^{d*}	۷۷±۱۰.۲۴ ^{a*}	۶۳±۱۰.۲۱ ^b
زمان ورود به خط ۵۰۰ برابندر (دقیقه)	۰.۷۵±۰.۰۴ ^f	۲±۰.۱۳ ^d	۳.۲۵±۰.۱۴ ^b	۱.۵±۰.۱۷ ^e	۳.۸±۰.۱۵ ^a	۳±۰.۱۸ ^c
زمان گسترش خمیر (دقیقه)	۱.۲۵±۰.۰۱۵ ^f	۳±۰.۱۵ ^d	۱۳.۷۵±۰.۱۸ ^b	۱.۷۵±۰.۱۲ ^e	۵.۷۵±۰.۲۶ ^c	۱.۸/۵±۰.۱۳ ^a
زمان پایداری و مقاومت خمیر (دقیقه)	۳/۵±۰.۱۰ ^e	۳/۷۵±۰.۱۲ ^d	۱۸/۵±۰.۴۶ ^b	۲±۰.۱۱ ^f	۶/۷۵±۰.۱۸ ^c	۲۰±۰.۲۱ ^a
زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ واحد برابندر خمیر (دقیقه)	۴/۲۵±۰.۲۱ ^e	۵/۷۵±۰.۱۷ ^d	۲۱/۲۵±۰.۲۷ ^b	۳/۲۵±۰.۰۵ ^f	۹/۷۵±۰.۳۵ ^c	۲۳±۰.۳۶ ^a
درجه نرم شدن بعد از ۱۰ دقیقه (درجه برابندر)	۵۰±۷/۵۷ ^a	۳۵±۴/۲۸ ^b	.	۵۰±۷/۳۵ ^a	.	.
درجه نرم شدن بعد از ۲۰ دقیقه (درجه برابندر)	۸۵±۱۳/۴۳ ^b	۷۰±۱۰/۵۶ ^c	.	۱۴۰±۱۸/۴۳ ^a	.	۴۰±۶±۰/۱۹ ^d
شاخص تحمل به اختلاط (درجه برابندر)	۷۵±۱۲/۲۸ ^b	۶۱±۷/۷۵ ^c	۱۸±۱/۴۴ ^d	۱۱۰±۲۱/۵۲ ^a	۵±۰/۲۷ ^f	۱۵±۰/۲۲ ^e
زمان شکست (دقیقه)	۶/۲۵±۱/۱۸ ^d	۷/۴±۰/۴۳ ^c	۰/۷۵±۰/۵۲ ^f	۴±۰/۱۶ ^e	۱۵±۰/۱۴ ^b	۲۶±۰/۲۷ ^a
عدد کیفی فارینوگرافی	۴۷±۵/۲۴ ^f	۵۳±۴/۳۷ ^d	۹۵±۵/۱۱ ^b	۴۹±۲/۲۳ ^e	۷۱±۱۲/۵۷ ^c	۹۹±۱۷/۵۴ ^a

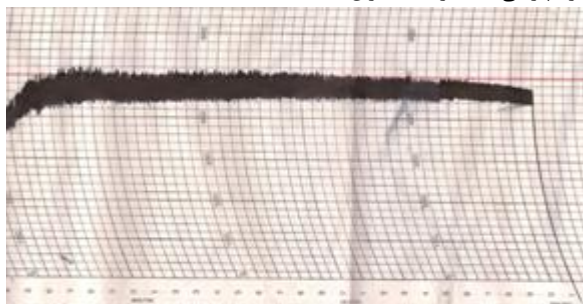
*حروف غیر مشترک در هر ردیف، نشان دهنده اختلاف آماری در سطح ۰/۰۵ است.



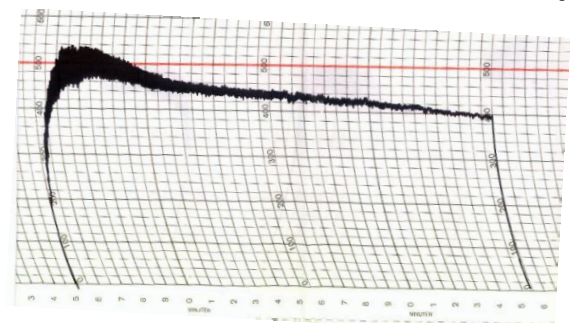
آرد پارسی + ۳ درصد کفیران



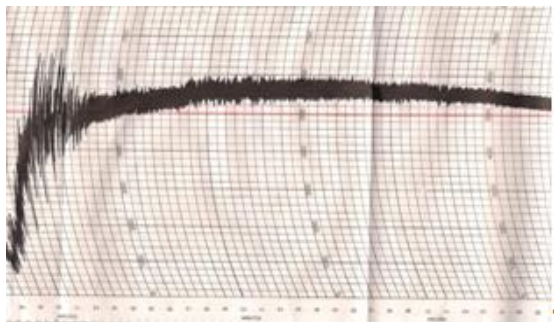
آرد شاهد



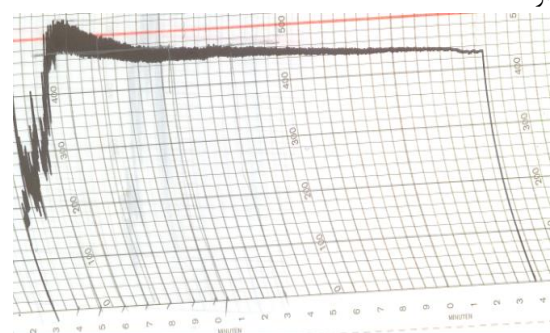
آرد سرداری + ۳ درصد زانتان



آرد شاهد



آرد پارسی + ۳ درصد زانتان



آرد سرداری + ۳ درصد کفیران

شکل ۱. تأثیر کفیران و زانتان بر ویژگی‌های فارینوگراف خمیر گندم‌های سرداری و پارسی

مصرف کننده می انجامد. با توجه به نتایج جدول ۴ مشخص شد با افزودن کفیران به هر دو نوع خمیر، سفتی مغز نان در مقایسه با نان های شاهد، در هر سه زمان ۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت بعد از پخت، به طور معنی داری ($p < 0.05$) کاهش یافت ولی در مورد زانتان عکس این قضیه صادق بود. در بررسی دو آگزوپلی ساکارید با هم، کفیران به طور شایان توجهی، بیاتی نمونه های نان را در هر سه زمان آزمون، کاهش داد و نمونه ها روند بیاتی کندتری را طی کردند. نتایج حاصل موافق با نتایج برخی پژوهشگران با بررسی تأثیر برخی هیدروکلئیدها و امولسیفایرها کربوکسی متیل سلولز بر خمیر آرد گندم و خواص کیفی نان بود (Davidou et al., 1996; Butt et al., 2001). برخی محققان با بررسی اثر زانتان بر بافت نان ها، گزارش کردند که نمونه های حاوی ۲ درصد زانتان، سفتی بیشتری در مقایسه با نان شاهد داشتند (Shittu et al., 2009)، که موافق با نتایج حاصل در این آزمون بود.

پهنای منحنی فارینوگرافی (شکل ۱) نمایانگر دو فاکتور چسبندگی و الاستیسیته است. در هر دو نوع آرد، پهنای منحنی با افزودن کفیران، کاهش یافت، در حالی که با افزودن زانتان، پهنای منحنی به مقدار زیادی افزایش یافت. در مقایسه تأثیر زانتان بر هر دو نوع خمیر، مشاهده شد سطح ۳ درصد زانتان تأثیر بهتری بر خمیر سرداری دارد. با توجه به مطالب ذکر شده، زانتان در خمیر سرداری و کفیران در خمیر پارسی، به ترتیب بیشترین و کمترین اثر مثبت را بر منحنی فارینوگرافی به جا گذاشتند. در این زمینه بعضی محققان با بررسی تأثیر برخی هیدروکلئیدها بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر آرد گندم گزارش کردند که تأثیر هیدروکلئیدها بر پهنای منحنی فارینوگرافی متفاوت است (Lazaridou et al., 2007).

آزمون بیاتی نمونه های نان حجیم

به طور کلی بیاتی مجموعه تغییرات پیچیده نان در طول دوره انبارداری، از تغییرات فیزیکوشیمیایی است که سرانجام با تغییر خواص ارگانولپتیکی، به کاهش کیفیت و کاهش پذیرش

جدول ۴. مقایسه تأثیر سطح ۳ درصد کفیران و زانتان بر بیاتی نمونه های نان حجیم به وسیله آزمون مقاومت در مقایسه با فشردگی (گرم بر سانتیمتر مربع)

نمونه	زمان		
	۲۴ ساعت بعد از پخت	۴۸ ساعت بعد از پخت	۷۲ ساعت بعد از پخت
آرد شاهد سرداری	۴۲/۳۳۷ ± ۲/۱۴ ^{a*}	۷۹/۴۵۵ ± ۱۰/۱۷ ^{a*}	۱۱۳/۲۷۵ ± ۲۱/۴۳ ^{b*}
آرد شاهد پارسی	۱۶/۴۱۸ ± ۰/۳۶ ^c	۵۶/۲۷۰ ± ۷/۵۳ ^c	۸۳/۲۲۰ ± ۱۲/۱۷ ^c
آرد سرداری + ۳ درصد کفیران	۱۳/۹۰۱ ± ۰/۲۵ ^c	۴۵/۶۹۱ ± ۳/۳۶ ^d	۶۵/۱۰۰ ± ۸/۴۳ ^d
آرد سرداری + ۳ درصد زانتان	۴۸/۸۶۴ ± ۰/۴۲ ^a	۸۱/۴۲۶ ± ۰/۲۳ ^a	۱۲۴/۲۵۳ ± ۸/۱۴ ^a
آرد پارسی + ۳ درصد کفیران	۷/۳۱۱ ± ۰/۱۳ ^d	۲۶/۹۸۶ ± ۰/۲۵ ^c	۵۰/۱۷۰ ± ۶/۴۶ ^c
آرد پارسی + ۳ درصد زانتان	۲۸/۴۳۵ ± ۰/۰۳ ^b	۶۱/۶۷۲ ± ۰/۳۴ ^b	۱۱۷/۶۴۵ ± ۵/۱۸ ^b

*حروف غیر مشترک در هر ستون، نشان دهنده اختلاف آماری در سطح ۰/۰۵ است.

در پایان از این تحقیق این گونه می توان نتیجه گرفت که زانتان منجر به بهبود ویژگی های رئولوژیکی فرمولاسیون های خمیری می شود در حالی که کفیران تأثیر مطلوب تری بر خواص کیفی نان های حجیم به جا می گذارد و می توان با استفاده از کفیران، نان حجیم با عمر انبارداری بالاتری تهیه کرد.

سپاسگزاری

انجام این تحقیق بدون یاری استادان و همکاران محترم مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر شهرستان کرج (شیمی غلات) امکان پذیر نبود، که از آنها سپاسگزاریم. بخشی از این تحقیق نیز، در دانشگاه های تهران (گروه صنایع غذایی، آزمایشگاه بیوفیزیک) و گرگان (دانشکده صنایع غذایی، آزمایشگاه تجزیه مواد) انجام شد، که از آنها نیز متشکریم.

نتیجه گیری کلی

امروزه صنعت استفاده از مواد افزودنی رواج یافته است و از آنها می توان برای بهبود و ایجاد ویژگی های منحصر به فرد در محصولات گوناگون همچون فراورده های غله ای استفاده کرد. در این تحقیق، با افزودن کفیران و زانتان به فرمولاسیون خمیر گندم، ویژگی های فارینوگرافی خمیر بهبود یافت، در این رابطه گرچه کفیران جذب آب بهتری در مقایسه با زانتان نشان داد، ولی زانتان تأثیرات مطلوب تری بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر به جا گذاشت. در رابطه با آزمون بیاتی مشخص شد با افزودن کفیران، سفتی مغز نمونه های نان در مقایسه با نمونه های شاهد و تیمار زانتان کاهش می یابد در حالی که زانتان، سفتی مغز نان ها را در مقایسه با نان های شاهد به مقدار زیادی افزایش داد.

REFERENCES

- AACC International. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). The Association: St. Paul, MN.
- Butt, M. S., Anjum, F. M., Samad, A., Kausar, T., & 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.
- Cevikbas, A., Yemni, E., W Ezzedenn, F., & Yardimici, T. (1994). Antitumoural Antibacterial and Antifungal Activities of Kefir and Kefir Grain. *Phytotherapy Research*, 78-82.
- Cheirslip, B., Shimizu, H., & Shioya, S. (2006). Kinetic modelling of kefiran production in mixed culture of *Lactobacillus kefiranofaciens* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Process Biochemistry*, 42, 570-579.
- Collar, C., Andreu, P., Martinez, J.C., & Armeo, E. (1999). Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. *Food Hydrocolloids*, 13, 467-475.
- Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E. & Bekaert, D. (1996). A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*, 10, 375-383.
- Ghasemlou, M., Khodaiyan, F., & Oromiehie, A. (2011). Physical, mechanical, barrier, and thermal properties of polyol-plasticized biodegradable edible film made from kefiran. *Carbohydrate Polymers*, 84, 477-483.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., & 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.
- Micheli, A. D., Uccelletti, A. C., Palleschi, A. V., & Crescenzi, V. (1999). Isolation and characterization of a ropy *Lactobacillus* strain producing the exopolysaccharide kefiran. *Appl Microbiol Biotechnol*, 53, 69-74.
- Ninane, V., Berben, G., Romne, J. M., & Oger, R. (2005). Variability of the microbial abundance of kefir grain starter cultivated in partially controlled conditions. *Biotechnology Agronomy Society Environment*, 9, 191-194.
- Pene, R. J., Amaya, A., Rajaram, S., & Mujeeb-Kazi, A. (1990). Variation in quality characteristics association with some spring IB/IR translation wheats. *Journal of Cereal Science*, 12, 105-112.
- Piermaria, J.A., L. de Canal, M., & Abraham, A.G. (2008). Gelling properties of kefiran, a food-grade polysaccharide obtained from kefir grain. *Food Hydrocolloids*, 22, 1520-1527.
- Rodrigues, K. L., Caputo, L. R., Carvalho, J. C., Evangelista, J., & Schneedorf, J. M. (2005). Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25, 404-408.
- Rojas, J.A., Rosell, C.M., and Benedito de Barber, C. (1999). Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. *Food Hydrocolloids*, 13, 27-33.
- Schneedorf, J. M. & Anfiteatro, D. (2004). Quefir, um probiótico produzido por microorganismos encapsulados e inflamação, in: *Fitoterápicos anti-inflamatórios aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas*, Carvalho, J. C. T. (Ed.), ch. 33, (pp. 443-467). Tecmedd, Ribeirão Preto.
- Shittu, T. A., Aminu, R. A., & Abulude, E. O. (2009). Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23, 2254-2260.

