

بررسی اثر خمیر ترش بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان تست حاوی آرد چاودار

علیرضا فرجی*^۱، سیدعلی مشععی^۲، مینا کشانی^۳

۱- گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن آوری‌های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،

۲- دانشگاه جامع علمی - کاربردی، مرکز آموزش علمی - کاربردی ثمین نان سحر

۳- دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن آوری‌های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۰۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۰۹

چکیده

استفاده از خمیر ترش حاوی استارترهای لاکتوباسیلوس، یکی از قدیمی‌ترین روش‌های طبیعی و ارزان قیمت در تولید نان با خصوصیات بافتی و حسی مطلوب می‌باشد. در پژوهش حاضر از خمیر ترش حاوی باکتری لاکتوباسیلوس فرمانتوم و لاکتوباسیلوس دلبروکی به صورت تک و ترکیبی در فرمولاسیون نان تست حاوی آرد چاودار در چاودار استفاده شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تکنولوژیکی همچون میزان اسیدهای آلی (اسید لاکتیک، اسید استیک، اسید بوتیریک و اسید پروپیونیک)، رطوبت، حجم مخصوص، سختی بافت در سه بازه زمانی ۱، ۳ و ۷ روز پس از تولید و طعم و مزه نمونه‌های تولیدی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد باکتری‌های لاکتیکی سبب کاهش سختی بافت نان شدند. در حالیکه افزودن خمیر ترش باعث گردید میزان اسید لاکتیک، اسید استیک، رطوبت، حجم مخصوص امتیاز طعم و مزه‌ها افزایش یابد. همچنین از اسیدهای تولید شده اسید بوتیریک و اسید پروپیونیک نمونه‌های تولیدی اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد نداشتند. با توجه به نتایج بدست آمده نمونه حاوی ترکیبی از باکتری لاکتوباسیلوس فرمانتوم و لاکتوباسیلوس دلبروکی به‌عنوان بهترین نمونه معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: خمیر ترش، باکتری اسید لاکتیک، بافت، طعم و مزه، ماندگاری.

*مسئول مکاتبات: alireza_ch57@yahoo.com

۱- مقدمه

نان یکی از مواد غذایی اصلی در سراسر جهان به‌ویژه در کشورهای خاورمیانه است. با وجود توسعه و رقابت در زمینه‌ی تولید انواع مواد غذایی در جهان، نان هنوز نقش کلیدی در جیره‌ی غذایی دارد. این در حالی است که این ماده غذایی به دلایل متعددی از میزان ضایعات بالایی نیز برخوردار است. در مطالعات انجام شده در مورد ضایعات نان در خانواده‌ها و نانوائی‌های شهر تهران بالاترین میزان ضایعات مربوط به نان لواش بوده و نان‌های بربری و سنگک در رده بعدی قرار داشتند. خمیر بودن اطراف نان‌ها و پایین بودن کیفیت از علل ضایعات توسط مصرف‌کنندگان بیان شده است (۴). همین امر سبب گردیده است، در طی سال‌های اخیر به دلایل متعدد از برخی مواد شیمیایی به شکل‌های مختلف در فرمولاسیون نان استفاده شود و منجر به کاهش کیفیت تغذیه‌ای نان شده و سلامت جامعه را نیز به خطر انداخته است. از نظر اقتصادی نیز به دلیل وارداتی بودن این مواد افزودنی، استفاده و به‌کارگیری آن‌ها در صنایع نانوائی موجب ضرر و زیان اقتصادی خواهد شد. دستیابی به راهکاری که بتواند در عین کاهش مصرف ترکیبات شیمیایی، کیفیت نان‌های تولیدی را افزایش دهد، نیازمند دانش فنی و ارائه راهکارهای ویژه‌ای است. استفاده از خمیرترش حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک یکی از این روش‌های کارآمد می‌باشد. طبق تعریف، خمیرتخمیرشده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر، خمیرترش نامیده می‌شود (۳). در یک خمیرترش مناسب جهت استفاده، تعداد لاکتیک اسید باکتری‌های فعال باید $10^8 - 10^9$ cfu/gr و تعداد مخمرهای زنده باید $10^6 - 10^7$ cfu/gr باشد (۱۹) که موجب تغییراتی در خمیر می‌شوند. مهم‌ترین تغییر قابل تشخیص در خمیر، ایجاد عطر و طعم ترش ناشی از آن است. هم‌چنین، با افزودن خمیرترش، زمان ماندگاری نان طولانی‌تری می‌شود و کپک‌زدگی و فساد طنابی^۱ به تأخیر می‌افتد.

در همین راستا روچا و زاور مالکاتا (۲۰۱۲) به بررسی اثر آرد ذرت و چاودار به همراه خمیرترش در فرمولاسیون نوعی نان سنتی پرداختند. نتایج این محققین بیانگر بهبود بافت و خصوصیات حسی نان از جمله عطر و طعم بود. ضمن آنکه مدت زمان ماندگاری نان حاوی خمیرترش به لحاظ ممانعت از فعالیت میکروارگانیسم‌ها افزایش یافت (۱۸). پلیساس و همکاران (۲۰۱۱) نیز عملکرد خمیرترش حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک در سطوح ۵ و ۱۰ درصد را بر خصوصیات نان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد با افزایش میزان خمیرترش در فرمولاسیون خمیر بر امتیاز آروما، مزه و پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی افزوده شد. این در حالی بود که بافت مستحکمی در محصول نهایی مشاهده گردید (۱۶). همچنین آرندت و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیق خود بیان نمودند، استفاده از خمیرترش در نان سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و پروتئاز شد که به موجب آن مدت زمان انبارمانی محصول تولیدی افزایش و ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی آن از جمله عطر و طعم بهبود یافت (۶). خراسانچی و همکاران (۱۳۹۲) نیز با بررسی استفاده از لاکتوباسیلوس پلانتروم و روتری به‌عنوان آغازگر در تهیه خمیرترش، عنوان داشتند که نمونه نان‌های کنترل pH بالاتر (۵۹/۶۳)، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون پائین‌تر، میزان حجم و ارتفاع بیشتری از نان‌های حاصل از خمیرترش داشتند. علاوه بر این اذعان داشتند که خمیرترش تهیه شده با آغازگر لاکتوباسیلوس روتری باعث تولید نانی با خصوصیات حسی بهتر، نرخ پائین‌تر بیاتی و زمان ماندگاری بالاتر نسبت به نان‌های تهیه شده با آغازگر لاکتوباسیلوس پلانتروم شد (۲). با توجه به مطالب ذکر شده هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر استفاده از خمیرترش حاوی باکتری لاکتوباسیلوس فرماتوم و لاکتوباسیلوس دلبروکی به صورت ترکیبی و ترکیبی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان تست حاوی آرد چاودار در چاودار بود.

¹ Ropy spoilage

۲- مواد و روش‌ها**۲-۱- مواد**

آرد گندم با درجه استخراج ۸۲ درصد، ۱۲/۱ درصد رطوبت، ۱۱/۰۵ درصد پروتئین، ۱/۴۲ درصد چربی و ۰/۷۵ درصد خاکستر؛ از کارخانه اتحاد (البرز، ایران) و آرد چاودار با ۸/۳ درصد رطوبت، ۱۰/۳۳ درصد پروتئین، ۱/۷۶ درصد چربی و ۱/۷۵ درصد خاکستر؛ از کارخانه ثمین نان سحر (تهران، ایران) خریداری گردید. برای این منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. بهبود دهنده نان تست با نام تجاری ۵-۰ و ۴-۰ از کارخانه سحر (تهران، ایران) و سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر و مارگارین از یک فروشگاه معتبر خریداری و خمیرمایه تر ساکارومایسس سروزیه) نیز از کارخانه خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران) تهیه و در یخچال (دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگهداری شد. سویه‌های خالص باکتری لاکتوباسیلوس فرماتوم با کد ۱۰۴۴ که حاوی $10^8 \times 25$ CFU/ml و لاکتوباسیلوس دلبروکی با کد ۱۰۴۳ که حاوی $10^8 \times 15$ CFU/ml سلول باکتری اسید لاکتیک بودند، از مرکز پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها**۲-۲-۱- تهیه خمیر ترش**

به‌منظور تهیه خمیر ترش ابتدا ۱۰۰ گرم آرد گندم با ۱۲۵ میلی‌لیتر آب مخلوط شد. در ادامه ۸ گرم مخمر ساکارومایسس سروزیه و ۱۰ گرم شکر به مخلوط فوق اضافه گردید. سپس ۱۶۲ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری لاکتوباسیلوس فرماتوم و یا لاکتوباسیلوس دلبروکی (مطابق با جدول ۱) به مخلوط فوق اضافه شده و به مدت ۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد و خمیر ترش تولیدی در فرمولاسیون نان تست اضافه گردید. شایان ذکر است که سوسپانسیون باکتری از طریق فعال‌سازی و تکثیر کشت آغازگر در محیط

MRS^۲ برات در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و به مدت زمان ۲۴ ساعت تهیه شده، پس از رشد باکتری‌ها، سلول‌ها با استفاده از سانتریفوژ جدا گردیدند. هم‌چنین برای استاندارد کردن تعداد سلول‌ها از روش مک فارلند استفاده شد (۱).

^۲Man, Rogosa & Sharp

جدول ۱- تیمارهای تحقیق.

تیمار	لاکتوباسیلوس دلبروکی (گرم)	لاکتوباسیلوس فرمانتوم (گرم)
۱ (شاهد)	-	-
۲	۱۶۲	-
۳	-	۱۶۲
۴	۸۱	۸۱

۲-۲-۲- تهیه خمیر و تولید نان تست

فرمول پایه (شاهد) خمیر نان تست حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۲۵ درصد آرد چاودار، ۶ درصد مارگارین، ۴ درصد مخمر تر، ۱۰ درصد بهبوددهنده -۴، ۰/۲ درصد بهبود دهنده -۵ و ۵۰ درصد آب بود. به طور کل جهت تهیه نان تست در ابتدا کلیه مواد خشک در مخزن همزن (مدل Diosna، ساخت کشور آلمان) ریخته شد و به مدت یک دقیقه با دور کند دستگاه با هم مخلوط شدند. سپس آب و سایر مواد مایع به مخلوط فوق اضافه گردید و عمل هم زدن به مدت ۲ دقیقه در همین سرعت ادامه یافت. همزن با دور تند دستگاه به منظور تولید خمیر یکدست و سپری شدن تخمیر اولیه، به مدت ۸ دقیقه انجام شد. در مرحله بعد چانه‌هایی با وزن ۵۰۰ گرم تهیه گردید و چانه‌ها به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند تا زمان تخمیر میانی سپری گردد. سپس خمیر شکل‌دهی شدن و درون قالب‌های مخصوص نان تست قرار گرفت. قالب‌های حاوی خمیر به منظور سپری شدن زمان تخمیر نهایی در گرمخانه (مدل MIWE backcombi، ساخت کشور آلمان) با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۹۰ درصد و به مدت ۴۵ دقیقه گذاشته شدند. پس از این مرحله، قالب‌ها از گرم‌خانه خارج و به فر پخت الکتریکی با هوای گرم (مدل MIWE backcombi، ساخت کشور آلمان) انتقال یافت و عمل پخت در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. در انتها عمل سرد

کردن نمونه‌های تولیدی طی ۳ ساعت و در دمای محیط انجام شد و پس از برش زدن درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند.

۳-۲-۲- آزمون‌های کمی و کیفی نان تست

۳-۲-۲-۱- حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های نان تست از روش جایگزینی حجم با دانه^۳ مطابق با استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۰-۷۲ استفاده گردی و در انتها از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد (۵).

۳-۲-۲-۲- رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید (۵).

۳-۲-۲-۳- سفتی بافت

ارزیابی سختی بافت نان در فاصله زمانی ۱، ۵ و ۷ روز پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای

³ Rape seed displacement

معنی داری ۰/۹۵ درصد ($P < 0/05$) مورد مقایسه قرار گرفتند. در انتها برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- حجم مخصوص

نتایج تأثیر افزودن خمیر ترش‌های مختلف حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک بر میزان حجم مخصوص نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد خمیر ترش) در شکل ۱ آورده شده است. با بررسی نتایج اندازه‌گیری میزان حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی مشخص گردید که تخمیر لاکتیکی در افزایش این پارامتر به‌طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد مؤثر بود. به‌طوری که نمونه حاوی لاکتوباسیلوس دلبروکی، نمونه حاوی لاکتوباسیلوس فرماتوم و نمونه ترکیبی (حاوی لاکتوباسیلوس دلبروکی و لاکتوباسیلوس فرماتوم) نسبت به نمونه شاهد از میزان حجم مخصوص بیشتری برخوردار بودند. به‌طور کلی خمیر ترش نقش خود را در نان از طریق سه عمل اصلی تولید اسید، گاز دی‌اکسید کربن و مواد مولد عطر و مزه ایفا می‌کند. اسید توسط باکتری‌های لاکتیکی تولید می‌شود و پوکی بر اثر فعالیت مخمر خمیر به‌وجود می‌آید. این در حالی است که در تشکیل مواد معطر نان باکتری‌ها و مخمر تماماً دخالت دارند (۱۵). بنابراین نمونه‌های حاوی باکتری‌های لاکتیکی از میزان حجم مخصوص برابری با نمونه شاهد برخوردار بودند. که علت این امر می‌تواند مربوط به تأثیر تولید اسید و اصلاح فرم‌پذیری خمیر باشد. بدین معنی که با تولید اسید خاصیت الاستیسیته و کشسانی خمیر بهبود یافته و نگهداری سلول‌های گازی تولید شده توسط مخمر را بهبود بخشیده که به موجب این امر تعداد حبابچه‌های هوای بیشتری در بافت خمیر در هنگام ورود به فر وجود داشته است. از این‌رو این حباب‌های هوا در طی فرایند پخت در اثر افزایش دما منبسط شده و حجم مطلوبی را در نمونه‌های تولیدی ایجاد نموده‌اند. سرافراز و همکاران (۱۳۸۷) از خمیر ترش مرطوب در فرمولاسیون نان

صاف (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز نان، به‌عنوان شاخص سختی^۴ محاسبه گردید. نقطه شروع^۵ و نقطه هدف^۶ به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود.

۳-۲-۳-۴- اسیدهای آلی

ارزیابی میزان اسیدهای آلی نظیر اسید لاکتیک، اسید بوتیریک، اسید پروپیونیک و اسید استیک با استفاده از کروماتوگرافی گازی (مدل شیماتسو، ساخت کشور ژاپن) انجام شد. بدین منظور ۱ گرم از نمونه همگن شده به ۵ میلی‌لیتر آب اضافه گردید. در ادامه محلول فوق‌الذکر را سانتریفوژ نموده و قسمت فوقانی را همزمان با نمونه‌های استاندارد اسیدهایی که در بالا به آن‌ها اشاره گردید، با سرنگ به ستون کروماتوگرافی تزریق شد.

۲-۲-۳-۵- آزمون خصوصیات حسی

آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجب‌زاده (۱۹۹۱) انجام شد (۱۷). بدین منظور ۱۰ داور از بین افراد آموزش‌دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا و سینگ (۱۹۸۴) انتخاب گردیدند و سپس طعم و مزه نمونه‌های تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۱). ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود.

۲-۲-۴- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Mstat C نسخه ۱/۴۲ مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. هر یک از ۴ نمونه نان تست در سه تکرار تهیه و آزمون‌های مربوطه در مورد آن‌ها انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح

⁴ Hardness

⁵ Trigger Point

⁶ Target Value



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان رطوبت نمونه‌های

نان تست حاوی آرد چاودار.

(حروف مشابه نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

۳-۳- سفتی بافت

نتایج تأثیر افزودن خمیرترش‌های مختلف حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک بر میزان سختی بافت نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد خمیرترش) طی بازه زمانی ۱، ۳ و ۷ روز پس از پخت، در شکل ۳ آورده شده است. نتایج ارزیابی میزان سختی نشان داد، نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارای میزان سختی بیشتری نسبت به نمونه حاوی لاکتوباسیلوس دلیروکی، نمونه حاوی لاکتوباسیلوس فرماتوم و نمونه ترکیبی در هر سه بازه زمانی بود. در اینجا می‌توان گفت که باکتری‌های لاکتیکی قادر به تولید اسید لاکتیک می‌باشند، با حضور این اسید تولیدی و افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، نشاسته که برگشت حالت کریستالی آن عامل اصلی بیاتی در طی مدت زمان ماندگاری و سختی بافت نان است، تجزیه و از آن دکسترین‌هایی با وزن مولکولی کم ایجاد می‌شود که این موضوع می‌تواند در کاهش بیاتی نان و سختی آن مؤثر باشد (۷). در این راستا کرابلی و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی زمان ماندگاری نان گندم حاوی خمیرترش به نتایج مشابهی دست یافتند و تولید اسید را عاملی مؤثر در کاهش میزان سفتی بافت نان پس از تولید و در طی انبارمانی دانستند (۹). همچنین آرنلدت و همکاران (۲۰۰۷) در طی تحقیق خود اذعان داشتند که محصول عمده تخمیر کربوهیدرات به‌وسیله این باکتری‌ها، اسیدهای آلی بود که این

استفاده نمودند و اذعان داشتند که با افزایش میزان مصرف خمیرترش در فرمولاسیون، حجم مخصوص نان افزایش یافت (۳).



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان حجم مخصوص

نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار.

(حروف مشابه نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

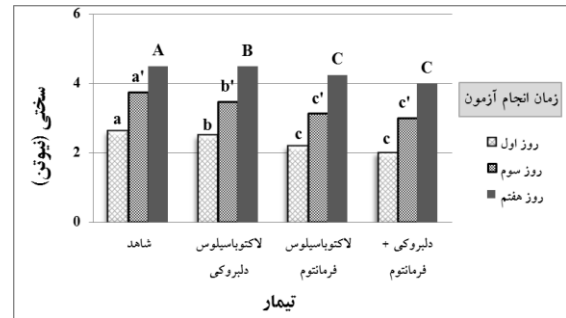
۳-۲- رطوبت

نتایج تأثیر افزودن خمیرترش‌های مختلف حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک بر میزان رطوبت نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد خمیرترش) در شکل ۲ آورده شده است. براساس نتایج مشخص گردید که میزان رطوبت نمونه حاوی لاکتوباسیلوس دلیروکی، نمونه حاوی لاکتوباسیلوس فرماتوم و نمونه ترکیبی، نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد بیشتر بود. این در حالی است که بیشترین میزان رطوبت در نمونه حاوی لاکتوباسیلوس فرماتوم مشاهده گردید. با توجه به اینکه تعدادی از باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند تولید پلی‌ساکارید خارج سلولی (EPS) از قبیل دکستران، گزانتان، گلوکان، فروکتان و لوان نمایند (۱۴)، در نمونه‌های تخمیری حاوی باکتری‌های لاکتیکی، میزان جذب آب خمیر و در نتیجه میزان رطوبت محصول نهایی نسبت به نمونه شاهد بیشتر می‌باشد.

⁷Extracellular polymeric substances

ملاحظه می‌گردد، نمونه‌های حاوی خمیر ترش و تحت تیمار تخمیر لاکتیکی از میزان اسید لاکتیک و اسید استیک بیشتری به‌طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد برخوردار بودند. به‌طوری که بالاترین میزان اسید لاکتیک مشترکاً در نمونه حاوی لاکتوباسیلوس فرماتوم و نمونه ترکیبی مشاهده گردید. این در حالی بود که بالاترین میزان اسید استیک در نمونه حاوی لاکتوباسیلوس فرماتوم تعلق داشت. از سوی دیگر ارزیابی نتایج بررسی میزان اسید بوتیریک و اسید پروپیونیک گویای عدم اختلاف معنی‌داری بین هر چهار نمونه تولیدی در سطح اطمینان ۹۵ درصد بود. در همین راستا می‌توان گفت که باکترهای خیرترش تقریباً بدون استثناء از نوع باکتری‌های اسید لاکتیک هستند که جزء جنس لاکتوباکتریوم می‌باشند. علاوه بر آن در خمیرمایه و یا خمیرترش پدیوکوکوس اسید لاکتیکی که جزء جنس میکروکوکوس به‌شمار می‌رود، یافت می‌شود (۸ و ۱۵). نقش اصلی این باکتری‌های لاکتیکی تولید اسید در خمیر نان است که غالب اسید تولیدی توسط این باکتری‌ها، اسید لاکتیک و اسید استیک (۱۳). از این‌رو در پژوهش پیش‌رو کاملاً قابل پیش‌بینی بود که نمونه‌های تحت تیمار خمیرترش از محتوای اسید لاکتیک و اسید استیک بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار باشند.

ترکیبات (اسیدهای آلی) روی اجزاء نشاسته و پروتئین آرد تأثیر داشتند و با کاهش pH سبب فعالیت آمیلازها و پروتئازهای آرد شدند و به موجب آن میزان سفیدی بافت نمونه‌های حاوی خمیر ترش نسبت به نمونه‌های فاقد آن کاهش یافت (۶).



شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان سختی بافت

نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار طی بازه زمانی ۱، ۳ و ۷ روز پس از پخت.

(حروف مشابه در هر بازه زمانی از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

۳-۴- اسیدهای آلی

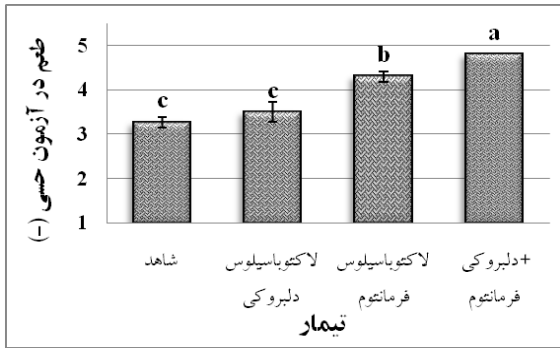
نتایج تأثیر افزودن خمیر ترش‌های مختلف حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک بر میزان اسیدهای آلی موجود در نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد خمیر ترش) در جدول ۲ آورده شده است. همان‌گونه که

جدول ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان اسیدهای آلی موجود در نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار.

اسید آلی (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)				تیمار
اسید لاکتیک	اسید استیک	اسید بوتیریک ^{ns}	اسید پروپیونیک ^{ns}	
۳۵/۴۶ ± ۰/۰۲ ^c	۱/۰۱ ± ۰/۰۲ ^d	۰/۰۵۳ ± ۰/۰۰۱	۰/۳۰ ± ۰/۰۱	شاهد (فاقد خمیر ترش)
۳۸/۲۵ ± ۰/۰۳ ^b	۱/۵۰ ± ۰/۰۲ ^c	۰/۰۵۵ ± ۰/۰۰۱	۰/۳۱۵ ± ۰/۰۱	لاکتوباسیلوس دلبروکی
۴۲/۰۲ ± ۰/۰۳ ^a	۱/۸۵ ± ۰/۰۲ ^a	۰/۰۶۰ ± ۰/۰۰۰	۰/۳۲ ± ۰/۰۱	لاکتوباسیلوس فرماتوم
۴۱/۱۱ ± ۰/۰۳ ^a	۱/۷۰ ± ۰/۰۲ ^b	۰/۰۵۷ ± ۰/۰۰۱	۰/۳۱ ± ۰/۰۰	لاکتوباسیلوس دلبروکی + فرماتوم

(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

(ns: از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)



شکل ۴- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان امتیاز طعم و مزه

نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار در آزمون حسی.

(حروف مشابه نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند)

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش از باکتری لاکتوباسیلوس فرماتوم و لاکتوباسیلوس دلبروکی به صورت تک و ترکیبی در خمیرترش که به فرمولاسیون نان تست حاوی آرد چاودار اضافه گردید، استفاده شد. نتایج به وضوح نشان داد که حضور باکتری‌های لاکتیکی در فرمولاسیون نان سبب کاهش میزان سختی بافت نان در طی بازه زمانی و افزایش میزان ماندگاری محصول نهایی شد. این در حالی بود که در نتیجه حضور خمیرترش در بین مواد اولیه نان میزان اسید لاکتیک، اسید استیک، رطوبت، حجم مخصوص امتیاز طعم و مزه افزایش یافت. در نهایت با توجه به نتایج مطلوبی که نمونه حاوی ترکیبی از باکتری لاکتوباسیلوس فرماتوم و لاکتوباسیلوس دلبروکی کسب نمودند، این نمونه را به‌عنوان بهترین نمونه در تهیه خمیرترش مورد استفاده در فرمولاسیون نان تست چاودار، معرفی گردید.

۵- منابع

۱. بلوریان، ش.، حدادخداپرست، م.ح.، گلی موحد، غ. و افشاری، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر تخمیر لاکتیکی (لاکتوباسیلوس پیلانتروم) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، عطر و طعم، بیاتی و خصوصیات

۳-۵- خصوصیات حسی (طعم و مزه)

نتایج تأثیر افزودن خمیرترش‌های مختلف حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک بر میزان امتیاز طعم و مزه نمونه‌های نان تست حاوی آرد چاودار در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد خمیرترش) در شکل ۴ آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد تمام نمونه‌های حاوی خمیرترش نسبت به نمونه شاهد از امتیاز بیشتری به لحاظ طعم (بو و مزه) برخوردار بودند. این در حالی بود که داوران چشایی به ترتیب به نمونه ترکیبی، نمونه حاوی لاکتوباسیلوس فرماتوم و نمونه حاوی لاکتوباسیلوس دلبروکی امتیاز بیشتری دادند. در ارتباط با بهبود عطر و مزه نمونه‌های تولیدی در نتیجه حضور خمیرترش در فرمولاسیون نان تست حاوی آرد چاودار باید گفت که حضور آنزیم‌های پروتئولیتیکی در سیستم خمیرترش، پروتئین‌های مختلف را تجزیه می‌کند. بر اثر پروتولیز، اسیدهای آمینه آزاد بوجود می‌آید که عوامل بوجود آورنده عطر و مزه می‌باشند. البته بالا بودن اسید آمینه به تنهایی نمی‌تواند طعم خوب به وجود آورد. از طرفی آلدئیدها و کتون‌ها نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در مواد معطر نان دارند و به عنوان پایه اصلیتولید مواد معطر شناخته می‌شوند. هم‌چنین ذکر این نکته ضروری است باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند مواد معطر متفاوتی از جمله دی استیل، استالئید، هگزانال و اتیل استات تولید کنند و در واقع ویژگی‌های اصلی (طعم خمیرترش و تولید متابولیت‌های مناسب) تا حدودی نیز تابع گونه‌ی میکروبی مورد استفاده، مواد خام و فراهم بودن کربوهیدرات و چگونگی تولید می‌باشد (۱۰، ۱۲ و ۲۰).

9. Crowley, P., Schober, T., Clarke, C. and Arendt, E. 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Research and Technology*, 214: 489- 496.
10. De Angelis, M., Gallo, G., Corbo, M.R., mcsweeney, P.L., Faccia, M., Giovine, M., and Gobbetti, M. 2003. Phytase activity in sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of a phytase from *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1. *Food Microbiology*, 87(3): 259-70.
11. Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
12. Gobbetti, M., Angelis, M., Corsetti, A., and Cagno, R. 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic Acid Bacteria. *Trends in Food Science and Technology*, 16(1-3): 57-69.
13. Katina, K., Poutanen, K., and Karin, A. 2004. Influence and Interactions of Processing Conditions and Starter Culture on Formation of Acids, Volatile Compounds, and Amino Acids in Wheat Sourdoughs. *Cereal Chemistry*, 81(5): 598-610.
14. Korakli, A., Pavlovic, M., Michael, G., Ganzle, and rudif. V. 2003. Exopolysaccharide and Kestose Production by *Lactobacillus sanfranciscensis* LTH2590. *Appl. Environ. Microbiol*, 69(4): 2073–2079.
15. Martínez-Anaya, M.A. 2003. Associations and interactions of microorganisms in dough fermentations: effects on dough and bread characteristics. In: K. Kulp and K. Lorenz (Eds.). *Handbook of dough fermentations*. Marcel Dekker Inc, New York.
16. Plessas, S., Alexopoulos, A., Mantzourani, I., Koutinas, A., Voidarou, C., Stavropoulou, E., and Bezirtzoglou, E. 2011. Application of novel starter cultures for sourdough bread production. *Anaerobe*, 17(6): 486-489.
۱. پوسته نان نیمه حجیم (باگت). فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۷، شماره ۳، ص ۳۹-۳۳.
۲. خراسانچی، ن.، پیغمبردوست، ه.، گلشن تفتی، ا.، حجازی، م. ا. و رأفت، ع. ۱۳۹۲. استفاده از لاکتوباسیلوس پلانتروم (ATCC 1058) و روتری (ATCC 1655) به عنوان آغازگر در تهیه خمیرترش. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد ۲۳، شماره ۱، ص ۹۵-۸۶.
۳. سرفرازا، ا.، عزیزی، م.ح.، حمیدی اصفهانی، ز.، کریمی ترشیزی، م. ا. و ظفری، ع. ۱۳۸۷. اثرات متقابل باکتری های لاتی کاسیدو مخمرنان وایبدر تخمیر خمیرترش مایع. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. سال سوم، شماره ۲، ص ۸۰ - ۷۳.
۴. کریمی، م.، شیخ الاسلامی، ز.، قیافه داودی، م.، نقی پور، ف.، صحرائیان، ب.، و اولیایی، س.الف. ۱۳۹۴. مقایسه اثر تخمیر مایع، اسفنجی و خمیرترش بر ماندگاری نان مسطح و رنگ سنجی با استفاده از تکنیک پردازش تصویر. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
5. AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
6. Arendt, E.K., Ryan, L.A.M., and Dal Bello, F. 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24: 165-174.
7. Chinachoti, C. 2003. Preventing breadstaling. In: Bread making, improving quality. Cauvain, S. (ed.) Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.
8. Corsetti, A., Gobbetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *Journal of Food Science*, 63: 347-351.

17. Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication no.71, Tehran, Iran.
18. Rocha, J.M., and Xavier Malcata, F. 2012. Microbiological profile of maize and rye flours, and sourdough used for the manufacture of traditional Portuguese bread. *Food Microbiology*, 31(1): 72-88.
19. Salim, R., Alistair Paterson, A., and Piggott, J.R. 2006. Flavour in sourdough breads: a review. *Trends in Foodscience and Technology*, 17: 557-566.
20. Tiekling, M., Korakli, M., Ehrmann, M.A., Gänzle, M., and Vogel, R.F. 2003. In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolated of lactic acid bacteria. *Applied Environmental Microbiology*, 69(2): 945-952.