(مقاله پژوهشی)

تاثیر خمیرترش حاوی لاکتوباسیلوس پاراکازئی و فرمنتوم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ماندگاری نان بربری

سیده‌محبوبه سادات‌رسول[۱]، لیلا ناطقی[۱*]، علیرضا شهاب لواسانی[۱] ، سیدحسین استیری[۲]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۰۲

چکیده

استفاده از خمیر ترش در تهیه نان علاوه بر بهبود عطر و طعم و ارزش تغذیه‌ای نان، سبب افزایش ماندگاری نان نیز می‌گردد. هدف از این مطالعه، بررسی تاثیر بکارگیری باکتری‌های لاکتیکی شامل لاکتوباسیلوس پارا کازئی و لاکتوباسیلوس‌فرمنتوم در خمیرترش بر کیفیت نان بربری بود. هفت تیمار مطابق با طرح کاملا تصادفی شامل نان بربری حاوی باکتری‌های لاکتیکی لاکتوباسیلوس‌پاراکازئی و لاکتوباسیلوس‌فرمنتوم به مقدار10^6cfu/ml به صورت منفرد و همچنین به صورت ترکیبی به مقدار10^3cfu/ml و تیمار شاهد (نان بربری بدون باکتری‌های لاکتیکی) با زمان تخمیر اولیه ۱۰ و ۴۰ دقیقه طراحی گردید. آزمایشات انجام شده روی تیمارها ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تولید شامل ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (حجم مخصوص، pH و رطوبت)، آزمایشات میکروبی شامل بررسی میزان رشد کپک، میزان اسید استیک و اسید پروپیونیک، ارزیابی بافت و آزمون‌های حسی بود. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که استفاده از باکتری‌های لاکتیکی اثر معنی‌داری روی کاهش pH، افزایش رطوبت، افزایش حجم مخصوص، کاهش سفتی بافت، افزایش میزان اسید استیک و پروپیونیک، جلوگیری از کپک زدگی و بهبود خواص حسی نان بربری در مقایسه با شاهد داشت. بالاترین امتیاز پذیرش کلی در آزمون حسی مربوط به تیمار خمیر ترش حاوی 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی + ۲ درصد وزن آرد مخمر نانوایی+ ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود. بنابراین با استفاده از خمیر ترش حاوی مخلوط باکتری‌های لاکتیکی و افزایش زمان تخمیر اولیه می‌توان نان بربری با خواص کیفی مطلوب‌تری در مقایسه با شاهد تولید نمود.

واژه های کلیدی : خمیرترش ، لاکتوباسیلوس پاراکازئی، لاکتوباسیلوس فرمنتوم، نان بربری

* مسئول مکاتبات: leylanateghi@yahoo.com

۱-مقدمه

در اکثر کشورهای جهان، غلات تأمین کننده بیشترین مقدار کالری، پروتئین، فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد نیاز انسان می‌باشند. در میان غلات، گندم به دلیل خواص تغذیه‌ای و تکنولوژیکی ویژه، بیشتر مورد توجه می‌باشد. از مهمترین فرآورده‌های پرمصرفی که از این ماده غذایی با ارزش تهیه می‌شود، می‌توان به نان اشاره کرد (۱۲). نان به آن دسته از غذاها اطلاق می‌شود که با پختن، بخارپز کردن و یا سرخ کردن خمیری که متشکل از آرد و آب است، تهیه می‌شود(۵). نان پرمصرف‌ترین فرآورده گندم است که برحسب سلیقه، شرایط و امکانات در انواع مختلف تهیه می‌شود (۴). هدف اصلی از پخت نان عبارت است از به‌دست آوردن محصولی از آرد که دارای حالت ظاهری جذاب، حجم مناسب، ماکول و قابلیت هضم زیاد باشد و به علاوه در مورد برخی از انواع دارای تخلخل یکنواخت باشد(۲). به منظور بهبود خواص کیفی نان از خمیر ترش استفاده می‌شود. خمیرترش سیستم بیولوژیکی بسیار پیچیده‌ای است که اساس تشکیل آن، همزیستی بین فلور میکروبی آرد و کشت‌های تجاری لاکتوباسیلوس[1] است که از آن به عنوان آغازگر اختصاصی و به دلایل خاص نظیر بهبود عطر، طعم، زمان ماندگاری[2] و ارزش تغذیه‌ای و بالا بردن اثر سلامت بخشی آن استفاده می‌شود(۲۴). مهران و همکاران (۱۳۹۴)، گزارش کردند اهمیت باکتری‌های موجود در خمیرترش در آن است که می‌توانند کربوهیدرات‌های سبک موجود در آرد و نیز مالتوز و فرآورده‌های تجزیه شده پروتئینی را مصرف نموده و اسیدهای لاکتیک و استیک لازم برای شکل‌پذیری و نیز مراحل تهیه خمیر و پخت را به وجود آورند(۱۳). زیست شناسی میکروبی خمیر ترش با بیش از ۵۰ گونه از باکتری‌های اسید لاکتیک (عمدتا جنس لاکتوباسیلوس) و بیش از ۲۵ گونه از انواع مخمر(مخصوصا جنس‌های ساکارومایسس[3] و کاندیدا[4]) بسیار پیچیده است. باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در خمیر ترش می‌توانند از فلور طبیعی آرد، محصولات لبنی و یا آغازگرهای تجاری نشات گرفته باشندکه غیراز جنس لاکتوباسیلوس جنس‌های پدیوکوکوس[5]، انتروکوکوس[6]، لاکتوکوکوس[7] و لوکونستوک[8] را نیز شامل می‌شود(۳). لاکتوباسیلوس پاراکازئی[9] خانواده لاکتوباسیلوس بوده که در دهان و روده انسان وجود دارد که دارای دامنه گسترده‌ای از pH و دما است و تکمیل کننده رشد لاکتوباسیلوس‌اسیدوفیلوس[6]سازنده آنزیم آمیلاز(آنزیم جذب کربوهیدرات) است و به طور گسترده‌ای در محصولات لبنی و نوشیدنی‌های تخمیری مورد استفاده قرار می‌گیرد(۲۷). لاکتوباسیلوس فرمنتوم[7] باکتری است که قادر به تحمل دامنه گسترده‌ای از pH و دما می‌باشد و مهم‌ترین ویژگی آن مقاومت در دستگاه گوارش می‌باشد(۲۵). پلیساس[8] و همکاران (۲۰۰۸)، در بررسی کاربرد کلویورومایسس مارکسیانوس[9]، لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس[10] و لاکتوباسیلوس هلوتیکوس[11] به عنوان کشت‌های آغازگر برای تولید نان خمیر ترش دریافتند که با استفاده از کشت‌های مخلوط، حجم اسید تولیدی بالاتر و غلظت‌های لاکتیک اسید بیشتری در مقایسه با نان‌های تهیه شده سنتی فراهم شد و مقاومت بیشتر به فساد کپکی، زمانی که نان با استفاده از خمیر

1- Lactobacillus
2- Shelf life

3-Saccharomyces
4- Candida
5- Pediococcus
6- Lactobacillus Fermentum
7- Plessas
8- Kluyveromyces marxianus
9- Delbrueckii Subspecies Bulgaricus
10- Lactobacillus Helveticus

ترش ۵۰ درصد که حاوی ۱ درصدکلویورومایسس مارکسیانوس و ۴ درصد لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس بود مشاهده شد. استفاده از این کشت‌ها عطر و بوی نان‌های حاصل از خمیر ترش را بهبود بخشید(۲۶). الرحمان[1] و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی از باکتری لاکتوباسیلوس بولگاریکوس به تنهایی در خمیر ترش نان و همراه با مخمر نانوایی به منظور تشخیص اثر آن‌ها بر روی ویژگی‌های حسی و زمان ماندگاری نان استفاده و اعلام نمودند که استفاده از ۳ میلی‌لیتر کشت آغازگر لاکتوباسیلوس بولگاریکوس نسبت به نمونه مخلوط با مخمر و مخمر تنها (نان شاهد) دیرتر دچار فساد میکروبی شد(۲۹). قریشی‌راد و همکاران (۱۳۹۰)، گزارش کردند در میان نان‌های سنتی که در کشورمان مصرف می‌شوند بیشترین ضایعات مربوط به نان‌های بربری، لواش و سنگک است. بنابراین یافتن روش‌هایی برای بهبود کیفیت و افزایش زمان ماندگاری نان‌های سنتی ضروری به نظر می‌رسد(۷). هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر خمیرترش لاکتیکی حاوی لاکتوباسیلوس پاراکازئیو لاکتوباسیلوس‌فرمنتوم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی نان بربری بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره از شرکت آرد داران، خمیر مایه تر و بهبود دهنده از شرکت ثمین نان سحر، باکتری لیوفیلیزه لاکتوباسیلوس پاراکازئی زیر گونه پاراکازئی و لاکتوباسیلوس فرمنتوم (PTCC۱۷۴۴) از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، محیط کشت MRS[2] Broth از شرکت QLAB کانادا تهیه گردید.

۲-۲- آماده‌سازی باکتری‌های لاکتیکی و خمیر ترش

به تمامی تیمارهای مورد آزمون علاوه بر ساکارومایسس سرویزیه به مقدار ۲ درصد وزن آرد حاوی لاکتوباسیلوس پاراکازئی و لاکتوباسیلوس فرمنتوم نیز مطابق با جدول ۱ اضافه گردید. استاندارد ملی شماره ۴۷۲۱، به منظور فعال‌سازی باکتری‌های لیوفیلیزه حاوی سویه‌های لاکتوباسیلوس پاراکازئی و لاکتوباسیلوس فرمنتوم در ۵ میلی‌لیتر محیط کشت MRS Broth درون لوله آزمایش درشرایط سترون کشت داده شدو در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت۱۶تا۲۰ساعت درشرایط هوازی گرمخانه گذاری شد (۹).

جدول ۱- تیمارهای مورد آزمون در این پژوهش

تیمار	خمیر ترش حاوی *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* Cfu/g	خمیر ترش حاوی *لاکتوباسیلوس فرمنتوم* Cfu/g	زمان تخمیر اولیه (دقیقه)
۱	$۱۰^{۶}$	–	۱۰
۲	$۱۰^{۶}$	–	٤۰
۳	$۱۰^{۳}$	$۱۰^{۳}$	۱۰
٤	–	$۱۰^{۶}$	٤۰
٥	–	$۱۰^{۶}$	۱۰
٦	$۱۰^{۳}$	$۱۰^{۳}$	٤۰
(شاهد)	–	–	۱۰

1- Ur Rehman

2- de Man, Rogosa and Sharpe

۲-۳ - تولید نان

جهت تولید نان بربری شاهد، ابتدا آردها الک شده، سپس تمامی مواد همراه خمیر ترش داخل خمیرگیر ریخته شد (تیمار شاهد حاوی ساکارومایسس سرویزیه به مقدار ۲درصد وزن آرد ($۱/۸ \times ۱۰^{۹}$ cfu/g) بود، به اندازه ۵۰ درصد وزن آرد آب اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه دردستگاه مخلوط کن آزمایشگاهی (مدل Berjaya I/BSP-BM10، مالزی) مخلوط شدند سپس ۱۰ دقیقه استراحت اولیه داده بعد از چانه‌گیری و گرد کردن خمیر به مدت ۴۰ دقیقه درگرمخانه (ساخت ایران) در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ درصد استراحت داده شد، سپس خمیرها در داخل فر گردان از نوع سینی‌دار (ریحان طب) در دمای۲۴۰ درجه سانتی‌گراد پخت شدند.

۲-٤- آزمون رطوبت و pH آرد نانوایی و نان‌های بربری

میزان رطوبت موجود در آرد مصرفی برای تهیه نان بربری مطابق با استاندارد AACC با شماره ۱۴- ۴۴ و مقدار pH آرد نانوایی با استفاده از روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ تعیین شد(۸، ۱۵).

۲-۵- اندازه‌گیری حجم مخصوص نان‌های بربری

مطابق با استاندارد AACC شماره۰۵-۱۰ انجام شد.حجم نان‌های تولید شده توسط روش جایگزینی حجم با دانه‌های کلزا در روز اول بدست آمد(۱۵).

۲-٦- آزمون سفتی بافت نان‌های بربری

آزمون سفتی بافت نان‌های بربری مطابق با استاندارد AACC شماره ۰۹-۷۴ با استفاده از دستگاه بافت‌سنج یا اینستران مدل ۵۵۶۶ ساخت کشور آمریکا در فاصله زمانی۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت انجام گرفت(۱۵). نمونه‌های نان بربری در ابعاد ۲۵×۲۵×۲۵ میلی‌متر بریده شدند و روی فک پایین قرار گرفتند. سپس نمونه‌های مورد آزمون توسط یک پروب به قطر ۲۱ میلی‌متر تا ۴۰ درصد ضخامت اولیه نمونه با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه فشرده شدند.

۲-۵-٤- آزمون کپک‌زدگی نان‌های بربری

کپک‌زدگی نان بربری با استفاده از روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۸ تعیین شد. طبق این استاندارد نان باید فاقد هرگونه آثارکپک‌زدگی که با چشم غیرمسلح قابل دیدن است، باشد(۱۰).

۲-۸- آزمون تعیین اسید استیک و اسید پروپیونیک نان‌های بربری

اندازه‌گیری اسید استیک و اسید پروپیونیک با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی(مدل PU4410، ساخت شرکت امریکایی Scientific Philips)، انجام شد. در این مطالعه از ستون موئین PEG 10M به طول ۲ متر و قطر د اخلی ۴۵ میلی‌لیتر استفاده شد. به طوریکه دمای تزریق ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد و دمای نهایی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز حامل نیتروژن با شدت جریان ۳۳ میلی‌لیتر در دقیقه و گاز هیدروژن با شدت جریان ۳۰ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد.

برای آماده سازی نمونه‌ها، ۱ گرم نان خشک شده و پودر شده را با ۴ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱ میلی‌لیتر متافسفریک ۲۵درصد هموژن کرده و سپس با استفاده از سانتریفیوژ (سیگما، آلمان) ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ شد. سپس ۴۰۰ میکرولیتر از مایع شفاف رویی برداشته شد و ۱۰۰ میکرولیتر استاندارد داخلی ۴-متیل والریک اسید به آن افزوده شد و یک میکرولیتر از این محلول به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. برای آنالیز ازگاز حامل نیتروژن با شدت جریان ۳۳ میلی‌لیتر در دقیقه و گاز هیدروژن با شدت جریان ۳۰ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد (۱).

۲-۹- آزمون حسی نان‌های بربری

این آزمون در فاصله زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت نمونه‌ها انجام شد که نمونه‌ها به طور جداگانه داخل کیسه‌های پلاستیکی در دمای محیط در کنار یکدیگر قرار داده شد و سپس تمامی نمونه‌ها جهت ارزیابی به داوران حسی (پانلیست‌ها) داده شد و آنان بر اساس فرم مربوط به شاخص‌های حسی بیاتی، بافت، طعم و مزه و مطلوبیت نهایی نمونه‌های نان از ۱ (ضعیف یا غیر قابل قبول) تا ۵(خیلی خوب) امتیاز دادند(۱۵).

۲-۱۰- آنالیز آماری

به منظور طراحی تیمارها از طرح کاملا تصادفی استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. کلیه آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون‌های pH و رطوبت نمونه‌های آرد

نمونه‌های آرد گندم مورد استفاده (آرد ستاره) دارای pH برابر ۶/۰۸ و رطوبت ۱۳/۶۹ بود که در محدوده استاندارد ملی ایران به شماره۱۰۳ برای آرد ستاره بود(۱۱).

۳-۲- تغییرات pH نان‌های بربری

مطابق با جدول ۲، مشاهده گردید روند تغییرات pH طی سه روز نگهداری کاهش چشمگیری نداشته است بطوریکه میزانpH تمامی تیمارها در روز دوم نسبت به روز اول، اندکی افزایش نشان داد که از نظر آماری این اختلاف معنی‌دار نبود($p>0.05$). بالاترین میزان pH (۵/۶۲۰) پس از سه روز نگهداری متعلق به نمونه شاهد و پایین‌ترین میزانpH (۵/۵۲۰) مربوط به تیمار خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود. در این خصوص می‌توان گفت حضور یک باکتری پروبیوتیک (لاکتوباسیلوس پاراکازئی) به همراه زمان تخمیر بالاتر (۴۰ دقیقه) باشد که منجر به تولید اسید بیشتر و pH کمتر گردد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۲۸، در ارتباط با ویژگی‌های نان‌های سنتی، حداکثر pH نان بربری می‌بایست بین ۶-۵ باشد (۱۰)، که در تحقیق حاضر نیز pH تمامی نمونه‌ها در تمامی روزهای مورد بررسی در محدوده استاندارد بود.

۳-۱-۲- تغییرات رطوبت نان‌های بربری

مطابق با جدول ۲، میزان رطوبت تمامی تیمارها طی دوره نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq0.05$) که می‌توان آن را به دلیل از دست دادن رطوبت در تمامی نمونه‌ها طی دوره نگهداری دانست. بالاترین میزان رطوبت ۲۶/۵۷۱ درصد تیمارها درروز سوم نگهداری مربوط به نمونه خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود و پایین‌ترین میزان رطوبت ۱۸/۸۹۵ درصد مربوط به نمونه شاهد بودکه از نظر آماری با سایر نمونه‌ها به جز،نمونه خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی + ۱۰ دقیقه زمان تخمیراولیه ونمونه خمیرترش حاوی 10^6 cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۱۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه اختلاف معنی‌داری داشت ($p\leq0.05$). پیغمبر دوست و همکاران (۱۳۹۳) بیان نمودند که نقش تجزیه‌کنندگی پروتئین‌ها توسط لاکتوباسیل‌های فعال درخمیرترش تازه منجر به تجزیه پروتئین‌های ماکروپلیمری گلوتن و تبدیل آن‌ها به پروتئین‌های با وزن ملکولی کم می‌گردد که قابلیت نگهداری آب درشبکه را کاهش داده و رطوبت موجود بصورت آزاد درآمده و به سهولت قابل اندازه گیری می‌باشد(۳).کروکلی[1] و همکاران(۲۰۰۱) در تحقیقاتشان بیان نموده‌اند که تعدادی از باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند با

1- Korakli

تولیدپلی‌ساکارید خارج سلولی از قبیل (دکستران، گزانتان، فروکتان، گلوکان و لوان) جذب آب را افزایش دهند که بسته به میزان مصرفی خمیرترش در فرمولاسیون خمیر مقدار پلی‌ساکارید خارج سلولی متغیر می‌باشد(۲۳). نتایج به دست آمده، هم راستا با تحقیقات سرفراز و همکاران (۱۳۸۷)، در بررسی اثرات متقابل باکتری‌های لاکتیک اسید و مخمر نانوایی درتخمیرخمیرترش مایع، با افزودن لاکتوباسیلوس‌کازئی و لاکتوباسیلوس فرمنتوم و مخمر نانوایی به خمیر ترش نان تست بود که بیان نمودند نان‌های حاوی لاکتوباسیلوس فرمنتوم بیشترین میزان رطوبت را دارا بوده‌اند(۶). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۲۸، رطوبت نان بربری می‌بایست بین ۳۰-۲۴ درصد باشد(۱۰)، که در مطالعه حاضر نیز رطوبت تمامی نمونه‌ها و در تمامی روزهای مورد بررسی در محدوده استاندارد بود.

۳-۱-۳- تغییرات حجم مخصوص نان‌های بربری

هرچند یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در استفاده ازخمیرترش، کنترل اسیدیته زیاد خمیرترش است، با این وجودکاربرد خمیرترش تشکیل پیش سازهای مولد عطر و طعم و ترکیبات عطر و طعم‌دار در نان را تقویت کرده و نگهداری گاز (نه تولید گاز) درخمیر را افزایش می‌دهد. پروتئین گلوتن گندم خصوصیات ویسکوالاستیک خاص خمیر را ایجاد می‌کندکه باعث می‌شود خمیر به دلیل تشکیل co_2 حین تخمیرگسترش یابد و در این زمان است که بیشتر گاز درون بافت خمیر می‌ماند. همچنین سایر بیوپلیمرهای آرد، نشاسته و پنتوزان‌ها باید متورم شوند و به میزان مناسبی حل شوند به میزان مناسبی حل شوند تا بافت مطلوب نان حاصل شود. حجم مخصوص یک ویژگی کیفی و اساسی نان محسوب می‌شود(۳۰). مطابق با جدول ۲، بیشترین حجم مخصوص ($۴/۹۱۰Kg/m^3$) نان‌های بربری در روز اول تولید مربوط به تیمار خمیرترش حاوی $۱۰^۳$ cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + $۱۰^۳$cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه و پس از آن تیمار خمیرترش حاوی$۱۰^۶$ cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم و ۱۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه و تیمار خمیرترش حاوی $۱۰^۶$cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود. بالا بودن حجم مخصوص در تیمار خمیرترش حاوی $۱۰^۳$ cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + $۱۰^۳$ cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی + ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه، نشان دهنده اثر مثبت استفاده از دو گونه لاکتوباسیلوس بر حجم مخصوص بود. از طرفی بالا بودن حجم مخصوص در دو تیمار حاوی لاکتوباسیلوس‌فرمنتوم نشان دهنده اثر مثبت جزئی این گونه لاکتوباسیلوس بر حجم مخصوص بود. گل[1]و همکاران (۲۰۰۵)، گزارش کردند نان‌های تولید شده توسط خمیر ترش لاکتیکی به علت pH پایین‌تر و نسبت زیاد اسید لاکتیک و اسید استیک، بیشترین حجم در مقایسه با شاهد دارندو سرعت بیاتی آن‌ها نیزطی دوره نگهداری کاهش می‌یابد (۲۲). لازم به ذکر است استفاده ازخمیرترش نیز،حجم نان را بطور موثری درمقایسه با همان میزان اسیدی سازی شیمیایی بهبود می‌بخشد. کاربرد خمیرترش نگهداری گاز و نه تولیدگاز درخمیرنان را افزایش می‌دهد. تاثیرخمیرترش برحجم نان به دلیل واکنش‌های آنزیمی که حین تخمیر رخ می‌دهد، می‌باشد.

1- Gul

جدول ۲- تغییرات رطوبت ، pH و حجم مخصوص نان بربری طی زمان نگهداری

نمونه	رطوبت (درصد)			pH			حجم مخصوص
	روز اول	روز دوم	روز سوم	روز اول	روز دوم	روز سوم	(کیلوگرم/ مترمکعب)
T_1	^{cA}۲٤/۸۱	^{cA}۲۳/٤۰	^{abB}۱۸/۸۹	۵/٦۲^{aA}	۵/٦٦^{aA}	۵/٦۲^{aA}	٤/۱٦^{bA}
T_2	^{aA}۳۰/٤۱	^{abcAB}۲۷/٦۰	^{aB}۲٤/۷٦	^{abA}۵/٤۸	^{abA}۵/۵۹	^{aA}۵/۵٤	٤/۳۱^{abA}
T_3	^{bcA}۲٦/۲٦	^{bcA}۲۳/٦٤	^{abA}۲۲/۹۱	^{bA}۵/٤٤	^{abA}۵/۵۵	^{aA}۵/۵٦	٤/۳٦^{abB}
T_4	^{abA}۲۹/٤۵	^{abcAB}۲٦/٦۰	^{aB}۲٤/۹٦	^{abA}۵/۵۱	^{abA}۵/۵۸	^{aA}۵/۵۳	٤/۵۵^{abB}
T_5	^{abA}۲۹/۰۸	^{abA}۲۹/۲۸	^{aB}۲۵/۷۲	^{abA}۵/۵۲	^{abA}۵/۵۷	^{aA}۵/۵۸	٤/۸۵^{abA}
T_6	^{abA}۲۹/۲۸	^{aA}۲۹/۷۷	^{aB}۲٦/۵۷	^{abA}۵/۵۵	^{abA}۵/۵٦	^{aA}۵/۵۷	٤/۹۲^{abA}
(شاهد)	^{aA}۳۰/٤۹	^{abcB}۲٤/٤۷	^{bB}۲۲/۸۹	^{abA}۵/٤۹	^{bA}۵/۵۱	^{aA}۵/۵۲	٤/۳۲^{aA}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

$^{a-c}$حروف مشابه کوچک نشانگرعدم اختلاف معنی‌دار (($p>0.05$) در هر ستون می‌باشد.

$^{A-B}$حروف مشابه بزرگتر نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار ($p>0.05$) در هر سطر می‌باشد.

۳-۱-٤- تغییرات سفتی بافت نان‌های بربری

مطابق با نتایج جدول۳، میزان سفتی بافت تمام تیمارها در روز سوم نسبت به روز اول افزایش معنی‌داری($p\leq0.05$) نشان داد. در بررسی کلیه تیمارها، بالاترین میزان سفتی بافت (۷/۹۳۷ نیوتن) در روز سوم متعلق به نمونه شاهد و پایین‌ترین میزان سفتی بافت (۴/۵۸۳ نیوتن) مربوط به نمونه خمیرترش حاوی 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود. نتایج مذکور می‌تواند به این دلیل باشد که مولکول‌های نشاسته، تحت تاثیر آنزیم‌های تولید شده، توسط باکتری‌های اسید لاکتیک قرار می‌گیرند و تغییراتی در خواص برگشت پذیری نشاسته به‌وجود می‌آید، که به نوبه خود سرعت بیات شدن را کاهش می‌دهد از آنجاییکه میزان بیاتی رابطه مستقیم با سفتی نان دارد بنابراین میزان بیاتی تمامی نان‌های حاوی باکتری‌های لاکتیکی به شکل معنی‌داری ($p\leq0.05$) پایین‌تر از نمونه شاهد بود. الکی[1] و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند استفاده از کشت مخلوط باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر نان منجر به بهبود بافت و حفظ تازگی بیشتر در مقایسه با نانی که فقط با مخمر تهیه شده است می‌گردد(۲۰). کراستی[2] و همکاران(۲۰۰۰) اثر لاکتیک اسید باکتری‌ها بر بیاتی و سفتی بافت نان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نان تولید شده توسط خمیر ترش تخمیر شده با pH پایین، بیشترین حجم و کمترین میزان بیاتی را در طی نگهداری نشان داد(۱۸). سرفراز و همکاران (۱۳۸۷)، در بررسی اثرات متقابل باکتری-های لاکتیک اسید و مخمرنانوایی درتخمیرخمیرترش مایع، با افزودن لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس فرمنتوم و مخمر نانوایی به خمیر ترش نان تست تولید شده با آرد گندم، بیان نمودند که پدیده بیاتی در نانی که از ترکیب لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس فرمنتوم و مخمر تولید شده بود دیرتر ظهور کرد(۶).

1- Elke
2- Corsetti

جدول۳- تغییرات سفتی بافت نان بربری طی زمان نگهداری

نمونه	سفتی بافت (نیوتن)		
	روز اول	روز دوم	روز سوم
T_1	۳/۳۸^{aA}	۵/۷۹^{aA}	۷/۹۳^{aB}
T_2	۲/۳۷^{aC}	۵/۶۶^{aB}	۶/۶۶^{abA}
T_3	۳/۱۷^{aB}	۴/۹۲^{aAB}	۵/۷۷^{bcA}
T_4	۲/۵۵^{aB}	۴/۰۱^{aB}	۵/۷۳^{bcA}
T_5	۲/۷۸^{aB}	۴/۵۰^{aA}	۵/۵۱^{bcA}
T_6	۳/۱۵^{aB}	۴/۲۲^{aA}	۴/۵۸^{cA}
(شاهد)	۲/۶۷^{aB}	۴/۸۴^{aA}	۴/۹۶^{bcA}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

$^{a-c}$حروف مشابه کوچک نشانگرعدم اختلاف معنی‌دار ($(p>0.05)$ در هر ستون می‌باشد.

$^{A-C}$حروف مشابه بزرگتر نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار $(p>0.05)$در هر سطر می‌باشد.

۳-۱-۵ - ظهور کپک در نان‌های بربری

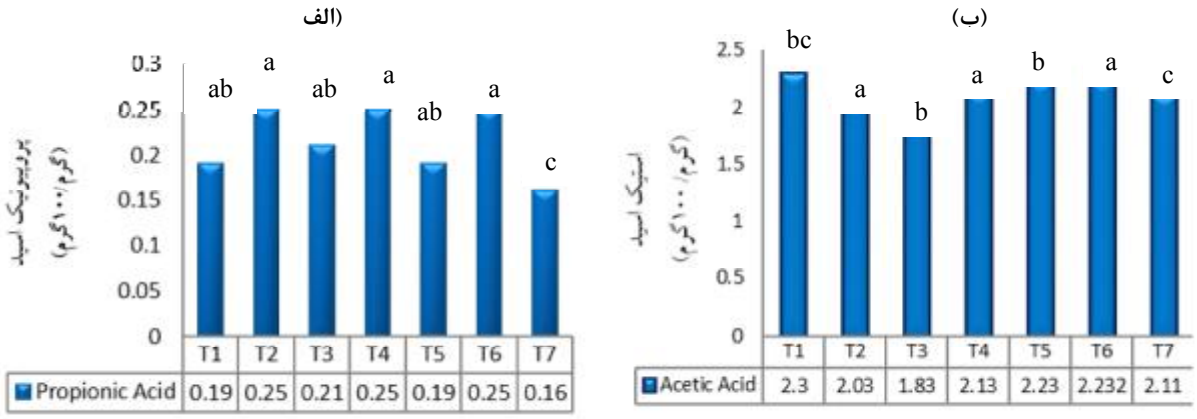
نمونه‌های نان بربری تولید شده به مدت ۵ روز در دمای محیط نگهداری شدند. نتایج نشان داد کپک در هیچکدام از نان‌های بربری تولید شده توسط خمیر ترش لاکتیکی تا روز پنجم مشاهده نگردید ولی در نمونه شاهد در روز پنجم کپک مشاهده گردید، این نتیجه می‌تواند بدلیل تولید غلظت بالاتر اسید در نمونه‌های مذکور باشد. در تایید نتایج حاصل از این مطالعه پلی‌ساز[1] و همکاران، (۲۰۰۸)گزارش کردند نان‌های حاوی خمیر ترش لاکتیکی حاوی غلظت بالاتری از اسید لاکتیک بودند که منجر به مقاومت بیشترآن‌ها به فساد کپکی در مقایسه با نان‌های سنتی گردیده است(۲۶).

۳-۱-۶- تغییرات اسید پروپیونیک و اسید استیک در نان-های بربری

میانگین اسید پروپیونیک و اسید استیک تیمارهای مختلف در شکل ۱ و یک نمونه از کروماتوگرام آن در شکل ۲، آورده شده است. درطول فرآیند تخمیر خمیرترش، باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمر، متابولیت‌هایی تولید می‌کنند که در ایجاد مزه در نان نقش دارند. عطر و طعم نسبتا ترش در این نان‌ها مربوط به فرآیند تخمیر و تولید اسیدهای لاکتیک و استیک است (۳۱). محصول عمده تخمیرکربوهیدرات به وسیله این باکتری‌ها اسیدهای آلی است. اسیدهای آلی روی اجزاء نشاسته و پروتئین آرد تأثیرگذاشته و با کاهش pH سبب افزایش فعالیت آمیلازها و پروتئازهای آرد می‌شوندکه نتیجه آن کاهش بیاتی در نان است (۱۶). میزان اسید لاکتیک و اسید استیک، نقش مهمی در توسعه عطر و طعم نان‌های تهیه شده از خمیرترش دارد. ضریب تخمیر (نسبت مولی لاکتیک اسید به استیک اسید) درخمیر ترش باید حدود۴ باشد تا نانی با طعم متعادل فراهم آید (۲۸). مطابق شکل ۱، بیشترین میزان اسید پروپیونیک (۰/ ۲۵۰g/100g) در تیمارهای خمیرترش حاوی 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه وخمیرترش حاوی 10^6cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم و۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه و پس از آن‌ها در تیمارخمیرترش حاوی 10^6cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه دیده شد که با توجه به اینکه فصل مشترک این تیمارها زمان تخمیرشان (۴۰ دقیقه) بود و در هر کدام از یک نوع نمونه میکروبی استفاده شده، می‌توان بیان نمود در صورتی که زمان تخمیر طولانی باشد می‌توان به بالاترین میزان اسید پروپیونیک دست یافت. از طرف دیگر کمترین میزان اسید پروپیونیک (۰/۱۶۰ g/100g) نیز در تیمار شاهد و پس از آن در تیمار خمیرترش حاوی 10^6cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۱۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه مشاهده شد. با توجه به شکل ۱، بیشترین میزان اسید استیک استیک در تیمارخمیرترش

1- Plessas

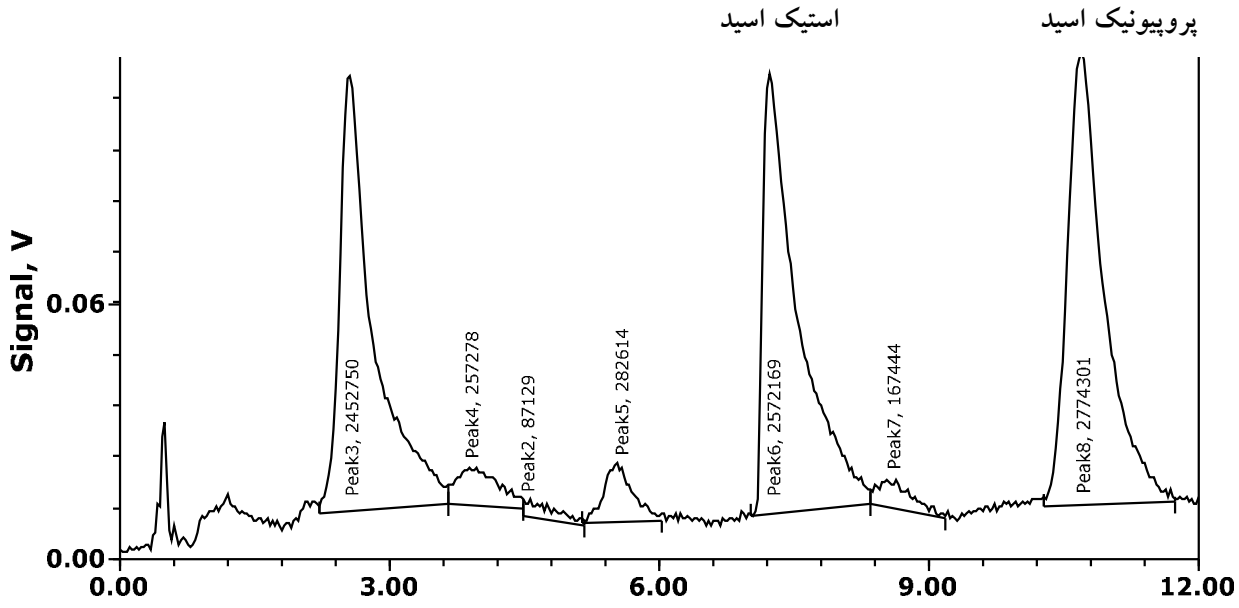
حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه دیده شد و کمترین میزان اسید استیک مربوط به تیمار شاهد بود. نتایج مبین این مطلب است که استفاده از مخلوط باکتری های اسید لاکتیک و زمان بیشتر تخمیر (۴۰ دقیقه) منجر به تولید مقادیر بالاتر اسید استیک و اسید پروپیونیک می گردد.کراستی و همکاران(۲۰۰۰)گزارش کردند نان‌های تولید شده توسط خمیرترش لاکتیکی پایین‌ترین میزان pH ، بالاترین میزان اسید لاکتیک و استیک، بیشترین حجم و کمترین میزان بیاتی را در طول دوره نگهداری نشان دادند(۱۸).



شکل ۱- نتایج به دست آمده از پروپیونیک اسید (الف) و استیک اسید (ب)

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

$^{a-c}$حروف مشابه کوچک نشانگرعدم اختلاف معنی‌دار ($(p>0.05)$ در هر ستون می‌باشد.



شکل ۲- نمونه کروماتوگرام اسید پروپیونیک و اسید استیک

۳-۲- نتایج حاصل از آزمون حسی نان‌های بربری

۳-۲-۱- تغییرات عطر و طعم

در کل روند تخمیردر اثر تجزیه آنزیماتیکی کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و پنتوزان‌ها از یک سو مواد غذایی لازم جهت فعالیت اپتیمم مخمرها فراهم شده و در اختیار گذاشته می‌شود و از سویی دیگر در اثر این امر، هگزوزها، پنتوزها، آمینو اسیدهای آزاد یا پپتیدها به وجود می‌آیند که در طی روند پخت باعث بهبود عطر و طعم و مزه محصول می‌شوند(۴). دو گروه ترکیبات طعم‌زا، طی تخمیر خمیر ترش به دست می‌آیند. گروه اول: ترکیبات غیر فرار شامل اسیدهای آلی که توسط باکتری هموفرمنتاتیو و باکتری هتروفرمنتاتیو تولید می‌شوند که اسیدیته و pH را کاهش داده و در آرومای خمیر نان دخالت می‌نمایند. گروه دوم ترکیبات فرار شامل: الکل، آلدئید، کتون، استر و سولفورها هستند(۲۹). در طول تخمیر خمیرترش باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر، متابولیت‌هایی تولید کرده که در ایجاد مزه در نان نقش دارند. عطر و طعم نسبتا ترش در این نان‌ها مربوط به فرآیند تخمیر و تولید اسیدهای لاکتیک و استیک است(۳۱). مطابق با جدول شماره ۴، امتیاز طعم تمامی تیمارهای مورد آزمون طی دوره نگهداری به شکل معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq0.05$) بطوریکه بالاترین (۴/۸۵) و پایین‌ترین (۳/۷۵) امتیاز طعم در روز سوم نگهداری به ترتیب متعلق به نمونه‌های خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئیو ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه و شاهد بود.

۳-۲-۲- تغییرات بافت

به کارگیری مخمر و در نتیجه رشد و تکثیرآن در نان منجر به افزایش تولیدگاز، بهبود شبکه گلوتنی وکیفیت بافت نان می‌گردد (۲۱). نتایج تغییرات بافت نمونه‌های نان بربری در جدول ۴، نشان داده شده است. در بررسی تمام تیمارهای روز اول در مقایسه با روز سوم، شاهد روند کاهش امتیاز بافت بودیم. بالاترین(۴/۶۰) و پایین‌ترین (۳/۰۵) امتیاز بافت پس از سه روز نگهداری متعلق به تیمار خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه و تیمار شاهد بود. میزان امتیاز بافت روز اول در نمونه خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود و پایین‌ترین میزان امتیاز بافت (۳/۶۳) مربوط به نمونه خمیرترش حاوی 10^6cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۱۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود و رتبه بعد اختصاص به تیمار شاهد داشت. در روز دوم، بالاترین میزان امتیاز بافت (۴/۶۹) در نمونه خمیرترش حاوی10^6 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم و۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه مشاهده گردید و بعد از آن خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود که هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند و پایین‌ترین امتیاز بافت (۳/۴۴) مربوط به نمونه خمیرترش حاوی 10^6cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۱۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود که از نظر آماری با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). در روز سوم، بالاترین میزان امتیاز بافت در نمونه خمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه و پس از آن خمیرترش حاوی 10^6cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم و۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود همچنین پایین‌ترین میزان امتیاز طعم و مزه مربوط به خمیرترش حاوی10^6 cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۱۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود که از نظر آماری با نمونه شاهد در یک گروه آماری قرار گرفت. در بررسی تمام تیمارهای روز اول در مقایسه با روز سوم، شاهد روند کاهش میزان امتیاز بافت بودیم.

۳-۲-۳- تغییرات بیاتی

محصولات صنایع پخت پس از طی فرایند پخت، دستخوش تغییرات فیزیکوشیمیایی می‌شوند که در مفهوم کلی آن را بیاتی می‌نامند(۱۴). بیات شدن نان، فرایند فیزیکوشیمیایی پیچیده‌ای است که نتیجه‌ی آن سفت شدن مغز نان، لاستیکی شدن پوسته نان با ظاهری نامطلوب می‌باشد (۷). به عبارتی این فرایند با ایجاد تغییر در ویژگی‌های ظاهری و باطنی طعم، مزه، عطر و قابلیت جویدن، منجر به کهنه شدن این محصولات می‌شود. بیاتی همراه با فرایندهای بسیار پیچیده فیزیکی و شیمیایی رخ می‌دهد، که هنوز تمامی آن‌ها مشخص و روشن نشده است. از روی بافت داخلی و پوسته می‌توان به بیاتی و کهنه شدن محصولات صنایع پخت پی برد. انتقال مواد آروماتیک و رطوبت از بخش‌های داخلی نان به پوسته، موجب از بین رفتن بو ومزه نان می‌شود. نان تازه دارای پوسته خشک، ترد و شکننده است که با گذشت زمان، به خاطر انتقال رطوبت از بافت داخلی، چرم مانند می‌شود. نکته جالب توجه اینکه، پوسته نان بسته بندی شده، به این دلیل که بسته بندی مانع خروج آب از پوسته به اتمسفر می‌شود، سریعتر بیات می‌گردد (۱۴). مطابق با نتایج جدول ۴، در بررسی کلیه تیمارها، در روز سوم، بالاترین میزان امتیاز بیاتی(۴/۸۵) در تیمارخمیرترش حاوی 10^3 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم + 10^3cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه و پس از آن خمیرترش حاوی 10^6 cfu/g لاکتوباسیلوس فرمنتوم و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه بود همچنین پایین‌ترین میزان امتیاز بیاتی مربوط به نمونه شاهد بود که از نظر آماری با نمونه خمیرترش حاوی 10^6cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۱۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه در یک گروه آماری قرار گرفت. در بررسی تمام تیمارهای روز اول در مقایسه با روز سوم، امتیاز بیاتی کاهش یافت.

۳-۲-٤- تغییرات مطلوبیت نهایی

نتایج به دست آمده از مطلوبیت نهایی نشان داد که بالاترین امتیاز متعلق به تیمار حاوی لاکتوباسیلوس فرمنتوم با زمان تخمیر۴۰ دقیقه و کمترین امتیاز پس از شاهد مربوط به تیمار حاوی لاکتوباسیلوس پاراکازئی و زمان تخمیر ۱۰ دقیقه بود (جدول۴). نتایج به دست آمده موید اثر مثبت لاکتوباسیلوس فرمنتوم با زمان تخمیر طولانی (۴۰) دقیقه بر پذیرش طعم و مزه و مطلوبیت نهایی بود. تحقیقات نشان داد اسید لاکتیک و اسید استیک روی مزه و عطر تأثیر مثبتی داشته اما برای این تاثیر حد بهینه‌ای وجود دارد. ترکیب n-هگزانول در کلیه خمیرترش‌های مختلف تولید می‌گردد. در صورتی که میزان اسید تولید شده کم باشد نان تولیدی بی‌مزه است همچنین در صورتیکه میزان اسید تولیدی از حدی بیشتر شود نان دارای مزه ترش و اسیدی می‌شود که نامطلوب است (۱۷).

جدول ٤- نتایج تغییرات طعم و مزه، بافت، بیاتی و مطلوبیت نهایی نان بربری طی زمان نگهداری

نمونه	طعم و مزه			بافت			بیاتی			مطلوبیت نهایی		
	روز اول	روز دوم	روز سوم	روز اول	روز دوم	روز سوم	روز اول	روز دوم	روز سوم	روز اول	روز دوم	روز سوم
T_1	٤/٥٠^{abA}	٤/٢٥^{abA}	٤/٠٠^{aA}	٤/١٦^{aC}	٣/٧١^{abB}	٣/١٢^{abA}	٤/٥٠^{abA}	٤/٢٥^{abA}	٤/٠٠^{aA}	٤/٠٠^{abA}	٣/٧٥^{aA}	٣/٥٠^{abA}
T_2	٤/٨٥^{cA}	٤/٨٠^{bcA}	٤/٧٥^{bA}	٤/٧٧^{bB}	٤/٦٧^{cA}	٤/٤٠^{cdA}	٤/٨٥^{cA}	٤/٨٠^{bcA}	٤/٧٥^{bA}	٤/٧٠^{cA}	٤/٦٥^{bcA}	٤/٥٠^{dA}
T_3	٤/٨٠^{cA}	٤/٧٥^{bcA}	٤/٧٠^{bA}	٤/٦١^{bB}	٤/٣٥^{bcAB}	٣/٧٩^{bcA}	٤/٨٠^{cA}	٤/٧٥^{bcA}	٤/٧٠^{bA}	٤/٦٥^{cC}	٤/٥٥^{cB}	٤/٣٠^{cdA}
T_4	٤/٩٥^{cB}	٤/٨٥^{cA}	٤/٨٠^{bA}	٤/٨٥^{bB}	٤/٦٩^{cB}	٤/٥٦^{dA}	٤/٩٥^{cB}	٤/٨٥^{cA}	٤/٨٠^{bA}	٤/٨٥^{cC}	٤/٧٥^{cB}	٤/٦٥^{dA}
T_5	٤/٧٥^{bcA}	٤/٧٠^{bcA}	٤/٥٠^{bA}	٤/٦٠^{bbA}	٤/١٨^{bcA}	٤/٥٠^{cdA}	٤/٧٥^{bcA}	٤/٧٠^{bcA}	٤/٥٠^{bA}	٤/٥٠^{bcA}	٤/٠٠^{bcA}	٣/٧٥^{bcA}
T_6	٥/٠٠^{cB}	٤/٩٠^{cA}	٤/٨٥^{bA}	٤/٨٦^{bB}	٤/٨٣^{cB}	٤/٦٠^{dA}	٥/٠٠^{cB}	٤/٩٠^{cA}	٤/٨٥^{bA}	٤/٩٠^{cB}	٤/٨٠^{cB}	٤/٧٠^{dA}
T_7	٤/٢٥^{aA}	٤/٠٠^{aA}	٣/٧٥^{aA}	٣/٣٦^{aC}	٣/٤٤^{aB}	٣/٠٥^{aA}	٤/٢٥^{aA}	٤/٠٠^{aA}	٣/٧٥^{aA}	٣/٧٥^{aA}	٣/٥٠^{abA}	٣/٠٠^{aA}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

$^{a-c}$حروف مشابه کوچک نشانگرعدم اختلاف معنی‌دار ($p>0.05$) در هر ستون می‌باشد.

$^{A-C}$حروف مشابه بزرگتر نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار ($p>0.05$)در هر سطر می‌باشد.

٤- نتیجه‌گیری

باکتری‌های اسید لاکتیک نقش کلیدی در فرآیند تخمیر خمیرترش برعهده دارند. این میکروارگانیسم‌ها، خصوصیات نان از جمله حجم، یکنواختی پخت، خصوصیات پوسته، دانه‌بندی نان، رنگ مغز نان، طعم و مزه و بافت نان را بهبود داده و با جلوگیری از رشد قارچ‌ها و کپک‌ها باعث افزایش زمان ماندگاری نان می‌شوند. استفاده از خمیرترش لاکتیکی در فرآیند تولید نان نیازمند کنترل دقیق شرایط تخمیر به منظور رسیدن به سطح مناسب اسیدیته قابل تیتر و عطر و طعم و بافت در نان بربری می‌باشد. نتایج نشان داد که باکتری‌های لاکتیکی مورد استفاده در این پژوهش به طور معنی‌داری سبب بهبود زمان ماندگاری، عطر و طعم و کاهش بیاتی نان بربری گردیدند. مطابق با نتایج تیمار خمیرترش حاوی cfu/g $۱۰^۳$ لاکتوباسیلوس فرمنتوم + $۱۰^۳$cfu/g لاکتوباسیلوس پاراکازئی و ۴۰ دقیقه زمان تخمیر اولیه عطر، طعم، بافت و بیاتی‌اش در مقایسه با شاهد مطلوبتر بود و برای تولید نان بربری با شرایط مطلوبتر توصیه می‌گردد.

٥- منابع

۱. احمدی، ن.، خسروی دارانی.، ک.، زارعان شهرکی، س.، مرتضویان، س.، الف. م.، مشایخ، م.، کمیلی، ر. و آزادنیا، الف. ۱۳۹۲. بررسی اثر pHبر میزان تولید اسید پروپیونیک، استیک و لاکتیک در سامانه ناپیوسته خوراکدهی شده با پروپیونی باکتریوم و لاکتوباسیلوس. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، دوره ۸ ، شماره ۲، ۱۲۱-۱۱۳.

۲. پایان، ر.، ۱۳۸٤. مقدمه‌ای بر تکنولوژی فراورده-های غلات. انتشارات آییژ، صفحات۵-۱، ۱٦۱-۱۵۱.

۳. پیغمبر دوست، س. ه.، رئیسی کاهوری، ن. و عیوض زاده، الف. ۱۳۹۳. اثر خمیر ترش خشک شده حاوی مخلوط گونه‌های لاکتوباسیلوس بر کیفیت آرد گندم و خواص رئولوژیکی خمیر. *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد ۲٤، شماره ٤.

٤. رجب زاده، ن.، ۱۳۷۵. تکنولوژی نان. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ٤٤٨.

٥. رجب زاده، ن.، ۱۳۸٦. تکنولوژی نان - انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ٦٨ – ۷۰ و ١٤١– ١٤٣ و ٣٦٤ – ٣٦٧.

٦. سرفراز، الف.، عزیزی، م. ح.، حمیدی اصفهانی، ز.، کریمی ترشیزی، م. الف. و ظفری، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثرات متقابل باکتری‌های لاکتیک اسید و مخمر نانوایی در تخمیر خمیرترش مایع. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، دوره ۳، شماره۲، صفحات ۸۰-۷۳.

۷. قریشی راد، س. م.، قنبر زاده، ب. و غیاثی طرزی، ب. ۱۳۹۰. تاثیر به کار گیری هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان ب ویژگی‌های فیزیکی و حسی نان بربری. *مجله علوم غذایی و تغذیه*، سال هشتم، شماره ۲.

۸. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷٦. اندازه گیری pH در فراورده نان و خمیر، استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲.

۹. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۸. شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک مزوفیل به روش شمارش پرگنه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در مواد غذایی، استاندارد ملی ایران، شماره ٤٧٢١، چاپ اول.

۱۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. نان‌های سنتی ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ٢٦٢٨

۱۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۰. آرد گندم- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۳.

۱۲. موحد، س.، حیدری، ف. و احمدی چناربن، ح. ۱۳۹۲. تاثیر آرد برنج قهوه‌ای و امولسیفایر منو و دی گلیسیرید بر برخی ویژگی‌های کیفی نان سنگک سنتی. *نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*. جلد ٢٤، شماره۲.

۱۳. مهران، ب.، فرهوش، ر.، شاهدی، م. و شریف، ع. ۱۳۹٤. بررسی اثرات اسید استیک و تخمیر خمیر بر میزان آکریل آمید نان سنگک. *نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*. جلد ۱۱، شماره ۱، صفحات۱۰٦-۱۰۰.

١٤. . ناصحی، ب.، عزیزی، م.ح. و هادیان، ز. ۱۳۸۸. روش‌های مختلف اندازه‌گیری بیاتی نان. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، دوره ٦، شماره ۱، ٦٣-٥٣.

15.AACC. 2000. Approved methods of the American association of cereal chemists (methods, 10-05, 44-14, 74-09, 74-30). St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists.

16.Arendt, E.K. Ryan, L.A.M. and Bello, F.D. 2007. Impact of sourdoughon the texture of bread. *Food Microbiology*, 24(2): 165-174.

17..Baker, J. C., Parker, H. K. and Fortmann, K. L. 1953. Flavour of bread. *Cereal Chemistry*, 30: 22-30.

18.Corsetti, A.. Gobbetti, B., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F. and Rossi, J. 2000. Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:3044-3051.

19.Clarke, C.I., Schober, T.J. and Arendt, E.K. 2002. The effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and bread quality.*Cereal Chemistry*, 79: 640-647.

20..Elke,K.., laam, A., Ryan, A.M. and Dal Bello,F. 2006. Impact of sourdough on the texure bread . *food Microbiolgy*, 24(2):165-174.

21.Gargari, BP., Mahboob, S. and Razavieh, SV. 2007. Content of phytic acid and its mole ratio to zinc in flour and breads consumed in Tabriz, *Iran*

Journal of Food Chemistry, 100(3): 1115-119.
22.Gul, H., zcelik, S., Sagdic, O. and Certel, M. 2005. Sourdough bread production with lactobacilli and saccharomycescerevisiae isolated from sourdoughs. *Process Biochemistry*, 40: 691-697.
23.Korakli, M., Rossmann, A., Gänzle, G. and Vogel, R.F. 2001. Sucrose metabolism and exopolysaccharide production in wheat and rye sourdoughs by Lactobacillus sanfranciscensis .*Journal of Agricultural and Food Chemistry impact factor*, 49: 5194-5200.
24.Katina, K., Arendt, E., Liukkonen, K.H., Autio, K., Flander, L.and Poutanen, K. 2005. Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends food science and technology*, 16: 104-112.
25.Mikelsaar, M. and Zilmer, M. 2009. Lactobacillus fermentum ME-3 An antimicrobial and antioxidative probiotic . *Microbial Ecology in Health and Disease*, 21(1): 1-27.
26.Plessas, S., Bekatorou, A., Gallanagh, J., Nigam, P., Koutinas, AA. and Psarianos, C. 2008. Evolution of aroma volatiles during storage of sourdough breads madeby mixed cultures of luyveromyces marxianu and Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus or Lactobacillus helveticus. *Food Chemistry*, 107:883-889.
27.Randazzo, CL., Restuccia, C., Romano, AD. and Caggia, C. 2004. "Lactobacillus casei, dominant species in naturally fermented Sicilian green olives". *International Journal of Food Microbiology*, 90(1): 9–14.
28.Robert, H., Gabriel, V., Lefebvre, D., Rabier, P., Vayssier, Y. and Faucher, C. 2006. Study of the behaviour of Lactobacillus plantarum and Leuconostoc starters during a complete wheat sourdough bread making process. *LWT- food science and technology*, 39: 256-265.
29.Rehman, Ur., Nawaz, H. S., Hussain. and Ahmad, M.M. 2007. Effect of sourdough bacteria on the quality and shelf life of bread. *Pakistan Journal Nutrition*, 6 (6): 262-265.
30Wehrle, K..,Crau, H. and Arendt, E. 1997. Effects of lactic acid, acetic acid and table salt on Fundamental rheological dough properties of wheat dough. Cereal chemistry, 74, 739-744.
31.Zlateva, D. and Karadzhov, G. 2008. Sensory quality of bread prepared with leavens of lactic acid bacteria and added amino acids. Forum Ware International, 1: 50-57.

(Original Research Paper)

Effect of Sourdough Containing *Lactobacillus paracasei* and *fermentum* on Physicochemical Properties and Shelf life of Barbary Bread

Seyyedeh Mahboobeh Sdat Rasool[1], Leila Nateghi[1*], Alireza Shahab Lavasani[1], Seyyed Hossein Estiri[2]

1- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

2- Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

Received: 14/01/2017 Accepted:23/06/2018

Abstract

The use of sourdough in the bread preparation, in addition to improving the flavor and nutritional value of the bread, cause increase bread shelf life. The aim of this study was to evaluate the impact of the use of lactic bacteria including *Lactobacillus Paracasei* and *fermentum* existing in the the sourdough on the quality of Barbari bread. Seven treatments according to a completely randomized design includes Barbari bread has been designed that containing *Lactobacillus Paracasei* and *fermentum* amount of 10^6cfu/ml as isolated and as composition amount of 10^3cfu/ml and also control treatment (bread without lactic bacteria)with initial time of fermentation (10 and 45 min). After 24, 48 and 72 hour, experiments have been done on treatments, including physicochemical properties (specific volume, pH and moisture), microbial tests including assessment of mold growth, level of acetic acid and propionic acid, texture evaluation and sensory tests was including evaluate the flavor and texture of bread and also bread staling rate. Results showed that the use of lactic acid bacteria have a significant effect on decrease of pH, increase of moisture, increase specific volume, decrease texture hardnees, increase amount of acetic acid and propionic, Prevent mold growth and improve the sensory properties of bread compared to the control. In sensory evaluation the highest overall acceptability concerned to treatment of sourdough containing 10^3 cfu/g *Lactobacillus fermentum* + 10^3 cfu/g *Lactobacillus Paracasei*+ 2% by weight of flour, yeast of bread and initial time of fermentation was about 40 minutes. Thus by using sourdough containing mixed of lactic acid bacteria and increase initial time of fermentation can be producted Barbari bread with better quality properties in compared with the control.

Keywords: Lactic Sourdough, *Lactobacillus paracasei, Lactobacillus fermentum,* Bread Barbary.

*Corresponding Author: leylanateghi@yahoo.com