

کاربرد باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس، لوکونستوک مزنتروئیدس و مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس در تهیه خمیر ترش مورد استفاده در نان بربری

مریم فتحی‌آذر^{a*}، سید مهدی سیدین اردبیلی^b

^a کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
^b استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۹/۱۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۵/۱۷

۵

چکیده

مقدمه: این تحقیق با هدف ارزیابی امکان کاربرد خمیر ترش حاوی کشت‌های آغازگر در تهیه نان بربری و بررسی کیفیت آن در مقایسه با نان بربری سنتی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش چهار نوع خمیر ترش تهیه شد. در نوع اول از مخمر نانوائی ساکارومایسس سرویزیه (B1) استفاده شد که در تولید نان سنتی استفاده می‌شود. در نوع دوم از باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس و لوکونستوک مزنتروئیدس در ترکیب با مخمر نانوائی (B2)، و در نوع سوم از باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس و لوکونستوک مزنتروئیدس در ترکیب با مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس (B3) استفاده گردید و نهایتاً در نوع چهارم از باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس و لوکونستوک مزنتروئیدس (B4) استفاده شد. برای سنجش سفتی بافت نان‌های تهیه شده از دستگاه اینستران بعد از زمان‌های ۱، ۲ و ۳ روز استفاده شد و ارزیابی حسی بعد از یک روز از پخت انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که به غیر از نمونه B3، بین تمامی نمونه‌ها از نظر فرم و شکل و خصوصیات پوسته و سطح رویی، اختلاف معنی داری در سطح $p \leq 0.01$ وجود ندارد. همچنین نمونه‌های B1 و B2، از نظر قابلیت جویدن، خصوصیات سطح زیرین و خصوصیات نرمی بافت و پوکی و تخلخل امتیاز بیشتری در مقایسه با نمونه‌های B3 و B4 کسب کردند. بین تمامی نمونه‌ها از نظر بو و طعم هیچ گونه اختلافی مشاهده نشد. نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی نشان داد، نمونه‌های B2 و B3 در مقایسه با نمونه شاهد (B1) نرم‌ترین نان‌ها بوده‌اند. نمونه B4 در هر ۳ روز سفت‌ترین نمونه می‌باشد.

نتیجه‌گیری: استفاده از مخلوط مخمر نانوائی و باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس و لوکونستوک مزنتروئیدس (B2) به عنوان جایگزین مخمر نانوائی به دلیل عملکرد بهتر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بیاتی، لاکتوکوکوس لاکتیس و لویکونستوک مزنتروئیدس، مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس، مخمر نانوائی، نان بربری

کاربرد باکتری و مخمر در تهیه خمیر ترش نان بربری

مقدمه

خمیر ترش سیستم بیولوژیکی بسیار پیچیده‌ای دارد (Sadeghi et al., 2007). از مخلوط کردن آب و آرد حاصل از انواع غلات تشکیل می‌شود و مخمرها و لاکتیک اسید باکتری‌ها به ویژه سویه‌های هتروفرمنتاتیو که در مقایسه با سویه‌های هموفرمنتاتیو غالب‌ترین سویه‌ها می‌باشد، به طور همزیستی به حیات و فعالیت ادامه می‌دهند. با نگه داشتن این مخلوط به مدت یک شب در هوای گرم و مرطوب تعادلی بین اسید لاکتیک و اسید استیک تولید شده در آن ایجاد می‌شود و بنابراین باعث پیدایش مزه ترش در آن می‌شود (رجب‌زاده، ۱۳۶۸).
خمیر ترش نقش مهمی در آماده کردن خمیر نان با خواص تکنولوژیکی مطلوب، خواص تغذیه‌ای، خواص ارگانولپتیک و حسی و زمان نگهداری بالا ایفا می‌کند (Plessas et al., 2008). توانایی آن برای بهبود و افزایش زمان ماندگاری نان به صورت وسیعی بیان شده است (Devuyst & Neyse, 2005).

یکی از روش‌های سنتی تولید نان مسطح بر اساس تخمیر خمیر ترش می‌باشد. در ایران نیز نان‌های مسطحی مثل نان بربری مطابق روش‌های سنتی تولید می‌شوند (رجب‌زاده، ۱۳۶۸). یکی از ویژگی‌های مهم نان بربری بیات شدن سریع آن می‌باشد. نان در مدت چند ساعت به طور سریع تازگی خود را از دست داده و حالت چرمی به خود می‌گیرد و به سختی جویده می‌شود (رجب‌زاده، ۱۳۶۸). اگر چه تغییر در میکروساختارهای نشاسته و پروتئین باعث بیاتی نان می‌شود ولی مکانیسم کامل بیاتی به طور کامل شناخته نشده است (رجب‌زاده، ۱۳۶۸؛ Gray & Bemiller, 2008)؛ بنابراین استفاده از روش‌های جدیدی که تولید نان با طعم و آرومای بهتر و حفظ تازگی و جلوگیری از بیاتی را در بر داشته باشد توصیه می‌شود تا مخصوصاً در مرحله مصرف، دورریز کم‌تری داشته باشد (Plessas et al., 2005).

میکروارگانوسم‌های خمیر ترش سنتی به صورت طبیعی رشد و تکثیر می‌شوند. اما به منظور کنترل و بهینه کردن فرآیند تهیه خمیر ترش، از کشت‌های آغازگر مشخص و جدیدی استفاده می‌شود که باعث

کیفیت بهتر و به تأخیر انداختن فرآیند بیاتی نان تولیدی در مقایسه با نان حاصل از مخمر نانوائی می‌شود (Gocmen et al., 1997)؛ بنابراین انتخاب میکروارگانوسم‌ها، اهمیت زیادی دارد (Plessas et al., 2008). در تحقیقی که توسط Robert و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام شده است، خواص اسیدیفیکاسیون، فعالیت متابولیکی و کارایی تکنولوژیکی *L. plantarum* یا *Leuconostoc* طی فرآیند تهیه نان گندم حاصل از خمیر ترش بررسی گردید. نتایج نشان داد، آغازگرهای *L. plantarum* یا *Leuconostoc* قابلیت ایجاد تخمیر مناسب در مقایسه با نمونه تهیه شده با مخمر نانوائی را دارند و باعث تولید نان‌هایی می‌شوند که رضایت مصرف‌کننده را جلب می‌کند (Robert et al., 2006).

Sadeghi و همکاران در سال ۲۰۰۷ از خمیر ترش حاوی کشت‌های آغازگر مخصوص LAB¹ برای تولید نان بربری و به تأخیر انداختن بیاتی آن استفاده کردند. در این تحقیق تأثیر زمان تخمیر (۲۴ و ۱۶ و ۸ ساعت) و دمای تخمیر (۳۶ و ۳۲ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد) و نوع کشت آغازگر (*L. plantarum*, *L. sanfransicensis*) و مخلوط هر دو (LAB) به صورت کامل تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که خمیر ترش حاوی کشت‌های آغازگر باعث تأخیر بیاتی نان بربری در ۱، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد پخت در مقایسه با نمونه شاهد تهیه شده با مخمر نانوائی می‌شود. به علاوه نمونه‌های تولید شده با *L. plantarum* با ۲۴ ساعت زمان تخمیر و ۳۲ درجه سانتی‌گراد درجه حرارت تخمیر بیشترین حجم مخصوص و کم‌ترین بیاتی را در ۷۲ ساعت بعد پخت داشتند (Sadeghi et al., 2007).

در تحقیقی که توسط Urrehman و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام شد، از باکتری لاکتیک اسید خمیر ترش (*L. bulgaricus*) به تنهایی و در ترکیب با مخمر (*S. cerevisiae*) به منظور تشخیص اثر آن‌ها روی ویژگی‌های حسی و زمان ماندگاری نان در فواصل متفاوت نگهداری استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از ۳ میلی‌لیتر کشت آغازگر لاکتیک

کلویورومایسس مارکسیانوس توسعه می‌یابد. تجزیه ترکیبات فرار به وسیله GC/MS هیچ تفاوتی را در پروفایل ترکیبات آروماتیک نمونه‌های مورد آزمون نشان نداد (Dimitra et al., 2008).

نظر بر این که روش‌های مختلفی برای به تأخیر انداختن بیاتی نان وجود دارد، اما همان گونه که در بالا اشاره شد، در روش‌های جدید به تأخیر انداختن بیاتی، از میکروارگانیسم‌ها نیز استفاده می‌شود، از طرف دیگر مقرون به صرفه بودن میکروارگانیسم‌ها از لحاظ اقتصادی مورد تأیید قرار گرفته است (Dimitra et al., 2008; Plessas et al., 2008)؛ بنابراین هدف از این تحقیق ارزیابی امکان کاربرد خمیر ترش حاوی باکتری‌های لاکتیک اسید شامل جنس‌های لویکونستوک مزتروئیدس و لاکتوکوکوس لاکتیس و مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس می‌باشد. این میکروارگانیسم‌ها به عنوان مایه کشت میکروبی در محصولات لبنی از جمله تولید کفیر استفاده می‌شوند (Garcia et al., 2006)، اما در این تحقیق به منظور تولید نان بربری و تأخیر بیاتی از آن استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

آرد ستاره با درصد استخراج حدود ۸۰٪ از شرکت غله و خدمات بازرگانی تهیه شد.

– آزمون‌های فیزیکی و رئولوژیکی آرد گندم

مقدار رطوبت آرد طبق استاندارد AACC به شماره ۱۶A-۴۴، مقدار خاکستر آرد طبق استاندارد AACC به شماره ۰۸-۰۱، مقدار پروتئین آرد طبق استاندارد AACC به شماره ۱۲-۴۶، مقدار گلوتن مرطوب طبق استاندارد AACC به شماره ۱۱-۳۸، عدد زنی طبق استاندارد AACC به شماره ۱۱-۵۶، عدد فالینگ طبق استاندارد AACC به شماره B ۸۱-۵۶، میزان جذب آب آرد و خصوصیات رئولوژیکی آن طبق استاندارد AACC به شماره ۵۴-۲۱ و توسط دستگاه فارینوگراف برابندر و آزمون اکستنسوگراف مطابق روش AACC به شماره ۱۰-۵۴ انجام گرفت (AACC, 1995).

اسید، (*L. bulgaricus*) در مقایسه با مخلوط مخمر ۱٪ و باکتری لاکتیک اسید، و مخمر ۱٪ (نان شاهد) به منظور جلوگیری از فساد میکروبی و افزایش زمان ماندگاری نان مؤثر بوده‌اند. ویژگی حسی نان شاهد (مخمر ۱٪) در مقایسه با سایر نان‌ها کم‌ترین امتیاز را داشته‌اند (Urrehman et al., 2007).

Corsetti و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان دادند که نان‌های حاوی آغازگر LAB با توجه به این که *Lactobacillus sanfrancisco* CB1 و *Lactobacillus plantarum* DC400 غالب‌ترین سویه‌های آمیلولیتیک و پروتولیتیک هستند و همچنین مخمر نانوایی، حجم بالاتری را در مقایسه با نان حاوی مخمر نانوایی سبب می‌شوند و بعد از ۲۴ ساعت نگهداری، استفاده هم‌زمان *S.cerevisiae* و *L.sanfrancisco* یا *L.plantarum* DC400 درصد بسیار کم‌تری از افزایش آنتالپی را در مقایسه با مخمر نانوایی نشان می‌دهد، که بیانگر بیاتی کم‌تر در آن‌ها می‌باشد (Corsetti et al., 2008).

Plessas و همکاران در سال ۲۰۰۸ از کلویورومایسس مارکسیانوس، لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس و لاکتوباسیلوس هلوتیکوس به عنوان کشت آغازگر به منظور تهیه نان حاصل از خمیر ترش استفاده کردند. نتایج نشان داد، استفاده از کشت‌های مخلوط مذکور باعث افزایش اسیدیته و افزایش غلظت لاکتیک اسید در مقایسه با نان تهیه شده به روش سنتی می‌شود. اسیدیته بالاتر (۳/۴۱ گرم لاکتیک اسید/کیلوگرم از نان) و مقاومت بیشتر به فساد کپکی، زمانی که نان با استفاده از خمیر ترش ۵۰٪ که حاوی ۱٪ *L.delbrueckii* ssp. و ۴٪ *K.marxianus bulgaricus* می‌باشد، مشاهده شد. استفاده از این کشت‌ها عطر و بوی نان‌های حاصل از خمیر ترش را بهبود می‌دهد، که به وسیله ارزیابی حسی و تجزیه به وسیله گاز کروماتوگراف نشان داده شده است (Plessas et al., 2008).

Dimitra و همکاران در سال ۲۰۰۸ نمونه نان‌های تهیه شده با مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس را با مخمر نانوایی مقایسه کردند. نتایج نشان داد کم‌ترین pH و بیشترین TTA و بیشترین مقاومت به فساد در نمونه‌های تهیه شده با

کاربرد باکتری و مخمر در تهیه خمیر ترش نان بربری

به منظور تعیین اندازه ذرات از آئین کار مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با شماره ۱۰۳-۱ و از الک های شماره ۱۲۵، ۱۸۰ و ۴۷۵ استفاده گردید (مؤسسه استاندارد، ۱۳۸۲).

- میکروارگانیسم ها و آزمون های میکروبی

میکروارگانیسم های مورد استفاده از نمایندگی شرکت کریستین هانسن دانمارک تهیه شدند. دو بسته جداگانه که یکی از بسته ها حاوی باکتری های لاکتوکوکوس لاکتیس و لویکونستوک مزنتروئیدس و بسته دیگر حاوی مخمر کلپورومایسس مارکسیانوس بودند، به شکل میکروارگانیسم های خشک شده انجمادی خریداری شدند.

شمارش باکتری های لاکتوکوکوس لاکتیس و لویکونستوک مزنتروئیدس مطابق استاندارد ملی ایران و به شماره ۴۷۲۱ انجام شد (مؤسسه استاندارد، ۱۳۷۸).

به منظور شمارش مخمرهای کلپورومایسس مارکسیانوس از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۵۴ (مؤسسه استاندارد، ۱۳۸۶) و به منظور شمارش مخمرهای ساکارومایسس سرویزیه^۱ از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۸۹۹-۱ استفاده شد (مؤسسه استاندارد، ۱۳۸۷).

- روش پخت نان بربری

بر اساس آیین کار مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به شماره ۵۸۰۹ انجام گرفت (مؤسسه استاندارد، ۱۳۸۲). در این تحقیق ۴ نوع نان بربری تهیه و با یکدیگر و نان بربری شاهد مقایسه گردید.

طرز تهیه ۴ نوع خمیر ترش برای نان بربری به شرح زیر می باشد:

خمیر ترش نمونه B1: ۰/۳٪ وزن آرد از مخمر نانوائی برای تهیه خمیر ترش استفاده گردید، که مخمر نانوائی خود حاوی 10^9 cfu/g می باشد و با ۱۰۰۰ گرم آرد و ۵۰۰ میلی لیتر آب مخلوط گردید. خمیر ترش نمونه B2: ۱ گرم از آغازگر خشک شده انجمادی کشت مزوفیل که حاوی میکروارگانیسم های لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه

کرموریس^۲، لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس^۳، لویکونستوک مزنتروئیدس زیر گونه کرموریس^۴ و لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس بیوآر دی استی لاکتیس^۵ در مقدار 10^{10} cfu/g می باشد با ۰/۲٪ وزن آرد از مخمر فوری نانوائی که حاوی 10^9 cfu/g می باشد برای تهیه خمیر ترش استفاده گردید که با ۱۰۰۰ گرم آرد و ۵۰۰ میلی لیتر آب مخلوط گردید.

خمیر ترش نمونه B3: ۱ گرم از آغازگر خشک شده انجمادی کشت مزوفیل که حاوی میکروارگانیسم های لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه کرموریس، لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس، لویکونستوک مزنتروئیدس زیر گونه کرموریس و لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس بیوآر دی استی لاکتیس و حاوی 10^{10} cfu/g می باشد با ۰/۲۵۷٪ وزن آرد از آغازگر خشک شده انجمادی که حاوی مخمر تک سویه کلپورومایسس مارکسیانوس زیر گونه مارکسیانوس که به مقدار 10^9 cfu/g می باشد برای تهیه خمیر ترش استفاده گردید که با ۱۰۰۰ گرم آرد و ۵۰۰ میلی لیتر آب مخلوط گردید.

خمیر ترش نمونه B4: ۱ گرم از آغازگر خشک شده انجمادی کشت مزوفیل که حاوی میکروارگانیسم های لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه کرموریس، لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس، لویکونستوک مزنتروئیدس زیر گونه کرموریس و لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس بیوآر دی استی لاکتیس در مقدار 10^{10} cfu/g می باشد با ۱۰۰۰ گرم آرد و ۵۰۰ میلی لیتر آب مخلوط گردید.

پس از تهیه خمیر ترش، به تمامی خمیر ترش ها به مدت ۲۴ ساعت و در درجه حرارت محیط (۲۸ درجه سانتی گراد) اجازه تخمیر داده شد (مؤسسه استاندارد، ۱۳۸۲).

- تهیه خمیر اصلی از خمیر ترش

۴۰۰۰ گرم آرد، ۱۵/۳٪ خمیر ترش، ۳۳/۱٪ آب با ۰/۶٪ نمک را در خمیر کن به مدت حدود ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۵ دور در دقیقه مخلوط گردید.

1- Saccharomyces cerevisiae

3- Lactococcus lactis subsp. Lactis

5- Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis

2 - Lactococcus lactis subsp. cremoris

4- Leuconostoc mesenteroides subsp. Cremoris

- ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی از آزمون‌های حسی نان‌های تهیه شده با تیمارهای مختلف بر اساس اصول ارزشیابی حسی نان‌های سنتی ایران استفاده شد. در این آزمون‌ها با توجه به برخی خصوصیات و ویژگی‌های مؤثر در آن از گروه داوران آموزش دیده به تعداد ۸ نفر استفاده گردید (قاضی زاده، ۱۳۷۷).

در این ارزیابی فرم و شکل با ضریب ۲، ویژگی و خصوصیات سطح زیرین نان با ضریب ۱، ویژگی و خصوصیات پوسته و سطح رویی نان با ضریب ۲، پوکی و تخلخل با ضریب ۳، قابلیت جویدن با ضریب ۳، سختی و نرمی بافت و ساختار نان با ضریب ۴ و بو، طعم و مزه نان با ضریب ۵ محاسبه گردید.

جهت دقت در فرایند ارزیابی به داوران اصول ارزیابی به خوبی تشریح گردید و از آنان خواسته شد تا طبق اصول مربوطه به مورد خیلی خوب امتیاز ۵، خوب امتیاز ۴، رضایت بخش امتیاز ۳، رضایت بخشی کم تر امتیاز ۲، فاقد رضایت امتیاز ۱ و غیر قابل قبول بودن امتیاز صفر بدهند.

پس از ارزیابی طبق ضرایب امتیازات لازم محاسبه و در هر ویژگی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (قاضی زاده، ۱۳۷۷).

- روش آماری

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی^۶ با ۳ تکرار در آزمون بافت سنجی و با ۸ تکرار در آزمون ارزیابی حسی انجام گرفت.

جامعه‌ی آماری در آزمون بافت سنجی بیست و چهار (۲۴=۳×۳×۲) قطعه نان می‌باشد که از حاصل ضرب تعداد سطوح فاکتورها (فاکتور اول: نوع و درصد مخمر که خود شامل ۴ سطح، فاکتور دوم: زمان که خود شامل ۳ سطح و تعداد تکرارها) به دست آمده است.

جامعه آماری در آزمون ارزیابی حسی سی و دو (۳۲=۴×۱×۸) قطعه نان می‌باشد که از حاصل ضرب تعداد سطوح فاکتورها (فاکتور اول: نوع و درصد مخمر که خود شامل ۴ سطح، فاکتور دوم: زمان که خود شامل ۱ سطح و تعداد تکرارها) به دست آمد.

زمان استراحت خمیر جهت تخمیر ۲ ساعت می‌باشد (مؤسسه استاندارد، ۱۳۸۲).

- آماده کردن خمیر برای پخت

چانه‌های خمیر به وزن ۵۰۰ گرم تهیه شدند و به مدت ۱۰ دقیقه به حال خود گذاشته شدند تا عمل تخمیر ثانویه بر روی خمیر انجام گیرد. سپس چانه‌های خمیر باز و پس از انگشت زدن و افزودن رومال با ضخامت حدود ۱ سانتیمتر بر روی سطح پارو قرار داده شده و به داخل تنور منتقل شدند. دمای پخت حدود ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان آن حدود ۱۵-۲۰ دقیقه بود (مؤسسه استاندارد، ۱۳۸۲).

- اندازه گیری pH خمیر ترش

به منظور تعیین مقدار pH، ۱۰ گرم از خمیر ترش در زمان‌های ۰ و ۲۴ ساعت بعد از زمان تخمیر با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و pH با استفاده از دستگاه pH متر تعیین گردید (Robert et al., 2006).

- آزمون رئولوژیکی بافت سنجی توسط دستگاه اینستران

جهت ارزیابی کیفیت نان‌ها از دستگاه HOUNSFIELD-H50KS استفاده شد و سفتی نان‌ها، در زمان‌های ۱، ۲ و ۳ روز بعد از پخت ارزیابی شدند. اندازه گیری سفتی نان طبق استاندارد AACCS به شماره‌ی ۰۹-۷۴ انجام گرفت. از تست برش تک صفحه‌ای^۱ (فک حاوی یک تیغه) استفاده شد (Indrani et al., 2007)، که مشخصات آن به شرح زیر می‌باشد: میزان بارگذاری^۲ ۵۰۰ نیوتن، حداکثر سرعت^۳ ۵۰ میلی‌متر/دقیقه، دامنه کشش^۴ ۳۳ میلی‌متر و نقطه پایان آزمون^۵ ۲۲ میلی‌متر.

ضخامت نمونه‌ها ۲۰ میلی‌متر بود. نتایج این دستگاه بر اساس بالاترین نقطه بر روی منحنی (پیک منحنی) حاصل خوانده شد که نشان دهنده حداکثر نیروی برشی (بر حسب واحد نیوتن) می‌باشد و هر چقدر این عدد بیشتر باشد، نشان دهنده سفتی بیشتر بافت در نان مورد نظر می‌باشد.

کاربرد باکتری و مخمر در تهیه خمیر ترش نان بربری

کردند که باعث ایجاد نان‌های مطلوب در مقایسه با نان‌های تهیه شده با مخمر نانویی شدند (Robert *et al.*, 2006)؛ بنابراین در این تحقیق ۱ گرم از آغازگر حاوی باکتری‌های لاکتوکوکوس و لوکونستوک استفاده شد که به ازای هر گرم خمیر تهیه شده مقدار باکتری‌های لاکتیک اسید استفاده شده 10^7 بود.

مخمرهای ساکارومایسس — رویزیه و کلویورومایسس مارکسیانوس در محیط کشت جامد YGC آگار به ترتیب حاوی $10^9 \times 1/8$ g/cfu و $10^9 \times 1/4$ g/cfu می‌باشند. از آن جایی که هدف استفاده از جمعیت‌های یکسان مخمرهای ساکارومایسس و کلایورومایسس در نمونه نان‌های B2 و B3 است، بنابراین در نمونه B2، ۲ گرم مخمر ساکارومایسس و در نمونه B3، $2/57$ گرم از مخمر کلایورومایسس استفاده گردید.

جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای Excel و SAS استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج آزمون‌های فیزیکیوشیمیایی آرد مورد استفاده (شاهد) در جدول ۱، نتایج آزمون فارینوگراف و اکستنسوگراف آرد در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد آرد مورد استفاده از کیفیت مطلوبی برخوردار می‌باشد.

نتایج حاصل از کشت باکتری‌ها نشان داد که باکتری‌های لاکتوکوکوس و لوکونستوک کشت شده در محیط کشت جامد MRS آگار، حاوی $10^7 \times 7/5$ g/cfu است. در این راستا Robert.H و همکاران وی در سال ۲۰۰۶ از جمعیت آغازگر لاکتیک اسید باکتری‌های 10^7 به ازای هر گرم خمیر استفاده

جدول ۱- نتایج آزمون‌های فیزیکیوشیمیایی آرد

عدد فالینگ	عدد زنی	ایندکس گلوتن	گلوتن خشک	گلوتن مرطوب	پروتئین (%)	بر مبنای ماده خشک	رطوبت	خاکستر (%)	بر مبنای ماده خشک
(ثانیه)	(میلی لیتر)	(%)	(%)	(%)	(%)	($N \times 6/25$)	(%)	(%)	(%)
۴۹۰	۱۹/۵	۷۷/۸۷	۰/۸۷	۲۶/۹	۱۱/۰۲		۰/۷۳	۱۳/۲۰	

جدول ۲- نتایج آزمون فارینوگراف و اکستنسوگراف آرد (شاهد)

نتایج آزمون فارینوگراف (شاهد)		
جذب آب آرد	٪۵۹/۵	
زمان گسترش خمیر	۳/۴ دقیقه	
زمان مقاومت خمیر	۳/۸ دقیقه	
درجه سست شدن بعد از ۱۰ دقیقه	Fu ۷۳	
درجه سست شدن بعد از ۲۰ دقیقه	Fu ۱۰۲/۵	
عدد والوریمتری	۵۵/۵	
نتایج آزمون اکستنسوگراف (شاهد)		
خمیر	بعد از ۴۵ دقیقه	بعد از ۴۵ دقیقه
مقاومت به کشش BU	۲۰۴	۱۷۵
قابلیت کشش mm	۱۲۶	۱۳۰
مقاومت ماکزیمم به کشش BU	۲۰۵	۱۷۵
نیروی نسبی کشش	۱/۶	۱/۳
انرژی cm^2	۴۰	۳۵
	بعد از ۴۵ دقیقه	بعد از ۴۵ دقیقه
	۱۳۴	۱۳۵
	۱۳۴	۱۳۴
	۱	۱
	۲۸	۲۸

۱۰

Rehman و همکاران در سال ۲۰۰۷ هم‌سویی دارد Robert *et al.*, 2006 ; Ur-Rehman *et al.*, (2007).

تمامی نمونه‌ها به جز نمونه B3 و B4، دارای خصوصیات سطح زیرین بهتری می‌باشند و بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که نمونه B3 و B4 در دمای پخت ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد جهت تولید نان بربری باعث تولید نان‌هایی می‌شود که سوختگی سطحی در قسمت سطح زیرین نان ایجاد می‌کند و در نتیجه توسط گروه داوران میانگین نمره کم‌تری دریافت کرده است؛ بنابراین بایستی به منظور جلوگیری از سوختگی و جلوگیری از ایجاد ظاهری نامناسب در پخت این دو نوع نان از درجه حرارت کم‌تری برای ایجاد نان با خصوصیات ظاهری مناسب استفاده کرد. همچنین نمونه‌های B1 و B2، از نظر قابلیت جویدن و خصوصیات سختی و نرمی بافت و پوکی و تخلخل امتیاز بیشتری در مقایسه با نمونه‌های B3 و B4 کسب کرده‌اند.

همان‌طور که ذکر گردید، نمونه B2 و سپس نمونه B1 امتیاز بیشتری را از لحاظ تخلخل در میان گروه داوران کسب کرده است. با توجه به این که در نمونه‌های B1 و B2 از مخمر ساکارومایسس

نتایج منعکس شده در جدول ۳ نشان می‌دهد نمونه B1 در مقایسه با دیگر نمونه‌ها pH بیشتر دارد. در حالی که نمونه‌های B3، B4 و B2 به ترتیب pH کم‌تر دارند و تمامی نمونه‌ها زمان ماندگاری مشابه داشته و پس از ۴-۵ روز فساد کپکی در آن‌ها مشاهده شد.

یافته‌های مربوط به ارزیابی حسی که توسط داوران انجام گرفته در جدول ۴ آمده است. نتایج آزمون بافت سنجی در جدول ۵ و نمودار ۱ و همین‌طور ضریب همبستگی بین ارزیابی حسی و آزمون بافت سنجی در جدول ۶ نشان داده شده است.

بحث

با توجه به جدول ۴ نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که به غیر از نمونه B3، بین تمامی نمونه‌ها از نظر فرم و شکل و خصوصیات پوسته و سطح رویی، اختلاف معنی‌داری در سطح $p < 0.01$ وجود ندارد. که این نتایج از نظر فرم و شکل مطابق با نتایجی است که توسط Robert و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام شده است. نتایج حاصل از خصوصیات پوسته و سطح رویی با نتایج Ur-

جدول ۳- نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH خمیر ترش

مقدار F	B4	B3	B2	B1	نمونه
۰/۶۴۲	۶/۹۲ ^a	۶/۸۹ ^a	۶/۸۶ ^a	۶/۸۴ ^a	pH (۰ ساعت)
۲۱۴/۳۰۵	۴/۹۹ ^b	۴/۸۲ ^a	۵/۶۳ ^c	۵/۹۳ ^d	pH (۲۴ ساعت)
	۵-۴	۵-۴	۵-۴	۵-۴	فساد کپکی مشاهده شده (روز)

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری دارند.

جدول ۴- نتایج آزمون ارزیابی حسی (بر حسب میانگین امتیاز داده شده از طرف هیأت داوران)

مقدار F	B4	B3	B2	B1	خصوصیت/نمونه
۷/۸۵۲	۷/۱۲۵ ^a	۵/۷۵ ^b	۸/۶۲۵ ^a	۷/۷۵ ^a	فرم و شکل
۵/۹۲۹	۲/۶۸۷ ^{bc}	۲/۳۱۲ ^c	۳/۷۵ ^{ab}	۴/۳۱۲ ^a	خصوصیات سطح زیرین
۵/۳۸۷	۵/۶۲۵ ^{ab}	۴/۱۲۵ ^b	۷/۳۷۵ ^a	۶/۸۷۵ ^a	خصوصیات سطح رویی
۸/۳۱۲	۷/۵ ^b	۶/۰ ^b	۱۱/۶۲۵ ^a	۱۱/۰۶۳ ^a	پوکی و تخلخل
۶/۰۷۱	۶/۹۳۸ ^c	۷/۶۸۸ ^{bc}	۱۲/۰ ^a	۹/۷۵ ^{ab}	قابلیت جویدن
۶/۶۴۱	۸/۵ ^c	۱۰/۵ ^{bc}	۱۵/۵ ^a	۱۲/۷۵ ^{ab}	سختی و نرمی بافت
۱/۹۴۲۱	۱۳/۴۳۸ ^a	۱۲/۸۱۳ ^a	۱۶/۸۷۵ ^a	۱۵/۹۳۸ ^a	بو، طعم و مزه نان

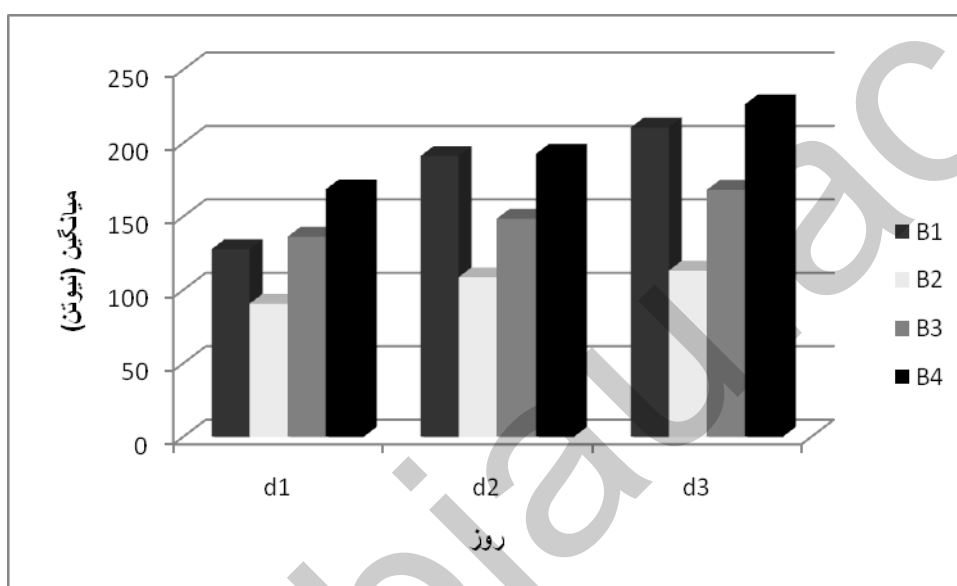
در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری دارند.

کاربرد باکتری و مخمر در تهیه خمیر ترش نان بربری

جدول ۵- نتایج آزمون بافت سنجی

مقدار F	میزان نیروی برشی (نیوتن)				نمونه / زمان نگهداری (روز)
	B4	B3	B2	B1	
۱۵/۴۲۷	۱۶۸/۴۵ ^c	۱۳۶/۳۵ ^b	۹۰/۶۹ ^a	۱۲۷/۸۵ ^b	روز اول
۱۲۷/۲۸۸	۱۹۲/۶۵ ^c	۱۴۸/۵۵ ^b	۱۰۸/۷۰ ^a	۱۹۱/۳۰ ^c	روز دوم
۲۹/۹۱۱	۲۲۶/۳۵ ^c	۱۶۸/۲۰ ^b	۱۱۳/۲۰ ^a	۲۱۰/۷۰ ^c	روز سوم

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری دارند.



نمودار ۱- نتایج آزمون بافت سنجی

ممکن است ظرفیت گلوتن را به منظور افزایش نگهداری CO₂ بیشتر کند (Katina et al., 2006). با توجه به جدول ۳، pH خمیر ترش نمونه B2 بعد از ۲۴ ساعت ۵/۶۳ می‌باشد که در مقایسه با نمونه B1 که بعد از ۲۴ ساعت دارای pH ۵/۹۳ می‌باشد، کم‌تر بوده و در نتیجه محیط مناسب‌تری به منظور تولید گاز دی اکسید کربن توسط مخمر ساکارومایسس سرویزیه می‌باشد و نان تهیه شده خصوصیات پوکی و تخلخل بیشتری دارد که این نتایج مطابق با نتایجی است که توسط Robert و همکاران در سال ۲۰۰۶ و توسط Ur-Rehman و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام شد (Robert et al., 2007; Ur-Rehman et al., 2006).

تمامی نمونه‌ها از نظر بو و طعم در یک گروه قرار گرفته و در سطح آماری ۰/۰۱ هیچ گونه اختلاف معنی‌داری میان آن‌ها وجود ندارد. این یافته با نتایجی که توسط Robert و همکاران در سال

استفاده شده است، در حالی که در تهیه B3 و B4 از مخمر ساکارومایسس سرویزیه استفاده نشده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مخمر ساکارومایسس سرویزیه نقش مهمی در پوکی و تخلخل نان به دلیل تولید گاز CO₂ دارد (رجب‌زاده، ۱۳۶۸). ولی با توجه به اینکه در نمونه B2 از باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس که جز باکتری‌های هموفرمنتاتیو هستند و همچنین جنس لاکتوباسیلوس که جز باکتری‌های هتروفرمنتاتیو هستند استفاده شده است و علاوه بر تولید اسید لاکتیک، مقدار زیادی نیز اسید استیک، الکل اتیلیک و دی اکسید کربن تولید می‌کنند، در نتیجه تولید اسید لاکتیک و اسید استیک، باعث ایجاد شرایط اسیدی در خمیر ترش و خمیر کل شده و در موقعی که درجه اسیدیته در سطح پایینی قرار دارد، قدرت پوک کردن مخمر ساکارومایسس سرویزیه زیاد می‌شود (رجب‌زاده، ۱۳۶۸). از طرفی اسیدیته مناسب

جدول ۶- نتایج ضریب همبستگی در ویژگی‌های مربوط به ارزیابی حسی و آزمون بافت سنجی

میانگین کل پیک	پیک روز ۳	پیک روز ۲	پیک روز ۱	بو و طعم نرمی بافت	قابلیت جوین	پوکی و تخلخل	سطح رویی	سطح زیرین	فرم و شکل
۱				۱	۱	۱	۱	۱	۱
				۰/۹	۰/۹۴۱	*۰/۹۸۹	۰/۸۹	۰/۹۰۱	۰/۹۳
			۱	*۰/۹۸	*۰/۹۵۲	*۰/۷۰۶	-۰/۵۹۳	-۰/۵۶۱	-۰/۶۰۱
		۱		-۰/۷	-۰/۶۷	-۰/۲۵۸	-۰/۹۵	۰/۰	-۰/۲۸۸
	۱			-۰/۷۷۸	-۰/۷۴۵	-۰/۳۵۲	-۰/۲۷۳	-۰/۱۱۲	-۰/۳۵۱
۱	*۰/۹۹۶	*۰/۹۷۸	۰/۹۱۶	-۰/۵۵۴	-۰/۸۳	-۰/۴۲۷	-۰/۳۴۱	-۰/۱۹۹	-۰/۴۰۸

NS غیر معنی دار
* معنی داری در سطح ۵٪
** معنی داری در سطح ۱٪

سال ۲۰۰۸ انجام شد مطابقت دارد (Corsetti et al., 2008).

نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی نشان داد که نمونه‌های B2 و B3 به ترتیب در مقایسه با نمونه‌های شاهد نرم‌ترین نان‌ها بوده و بنابراین استفاده از مخمر ساکارومایسس سرویزیه و باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس و لوکونستوک مزنتروئیدس (B2) و مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس و باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس و لوکونستوک مزنتروئیدس (B3) به عنوان جایگزین مخمر نانویی توصیه می‌شود. اگرچه B2 و B3 جزو نرم‌ترین نان‌ها بوده ولی نمونه B3 فرم مناسب و خصوصیات سطح زیرین و رویی مناسبی نداشته است؛ بنابراین نمونه B3 موقعی توصیه می‌شود که در پخت آن از درجه حرارت کم‌تر از ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان بیشتر انجام گیرد.

در کل می‌توان گفت، نمونه B4 سفت‌ترین نمونه در هر یک از روزهای مورد بررسی، می‌باشد. البته سفتی نان B4 شاید به دلیل کم بودن تعداد باکتری‌های لاکتوکوکوس لاکتیس و لوکونستوک مزنتروئیدس باشد.

با توجه به نمودار ۱ روند بیاتی در نمونه B4 در مقایسه با دیگر نمونه‌ها در ۳ روز ثابت بوده و در

۲۰۰۶ انجام شده، مغایرت دارد. زیرا آن‌ها نشان دادند که نان‌های تهیه شده با استفاده از باکتری لوکونستوک مزنتروئیدس و مخمر نانویی دارای امتیاز بیشتری از نظر طعم و مزه در مقایسه با نان‌های تهیه شده با مخمر نانویی دارد (Robert et al., 2006).

با توجه به جدول ۵ نمونه B2 در مقایسه با دیگر نمونه‌ها در آزمون بافت سنجی، کم‌ترین پیک را در روز اول، دوم و سوم دارد و در نتیجه تازگی خود را در این ۳ روز بیشتر حفظ کرده و جزو نرم‌ترین نان تهیه شده می‌باشد. این پدیده، به دلیل اسیدهای آلی (لاکتیک اسید و استیک اسید) تولیدی توسط باکتری‌های لاکتیک اسید به کاربرده شده در نمونه نان B2 می‌باشد. کاهش در pH همراه با تولید اسیدهای آلی، باعث افزایش در فعالیت آمیلازهای آرد می‌شود و رتروگراداسیون نشاسته را کاهش می‌دهد (رجب‌زاده، ۱۳۶۸؛ Devuyst & Neyse, 2005). زیرا در اثر فعالیت آنزیم‌های آمیلاز، طول زنجیره نشاسته کوتاه‌تر شده و بدین ترتیب از تمایل آن برای تجمع و در نهایت رتروگراداسیون کاسته می‌شود و در نتیجه سفتی نان و فرآیند بیاتی را به تأخیر می‌اندازد (Deman, 1999). این نتایج با تحقیقی که توسط Corsetti و همکاران در

کاربرد باکتری و مخمر در تهیه خمیر ترش نان بربری

کیک و با مخمر-شمارش کلنی در پلیت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد. شماره ۱۰۱۵۴، چاپ اول.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۸۲).

غلات و فرآورده‌های آن-نان بربری-آئین کار تولید، شماره ۱۰۳، چاپ اول.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۷).

میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام-روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها-قسمت اول-روش شمارش کلنی در فرآورده‌های با فعالیت آبی بیشتر از ۰/۹۵، شماره ۱-۱۰۸۹۹.

AACC (The American Association of Cereal Chemists). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. (1995).

Corsetti, A., Gobetti, M., Balestrier, F., Paoletti, F., Russi, L. & Rossi, J. (2008). Sourdough Lactic Acid Bacteria Effects on Bread Firmness and Staling. *Journal of Food Science*, 63, 2, 347-351.

De Vuyst, L. & Neyse, P. (2005). The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 43-56.

Deman, J. M. (1999). Principles of Food Chemistry. Maryland: An Aspen Publication, pp. 278-279.

Dimitra, D., Panagiotis, K., Yiannis, K., Athanasios, K. A. & Maria, K. (2008). Evaluation of thermally-dried *Kluyveromyces marxianus* as baker's yeast. *Food Chemistry*, 28, 1, 37-41.

Garcia, M., Martinez, S., Franco, I. & Carballo, J. (2006). Microbiological and chemical changes during the manufacture of Kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture. *International Dairy Journal*, 16, 762-767.

Gocmen, D., Sahin, I. & Ercan, R. (1997). The effect of the use of hob additives and lactic acid bacteria starter in the preparation of dough on the properties of the resulting dough and bread, *Z Lebensm Unters Forsch A*, 205, 135-139.

Gray, J. A. & Bemiller, J. N. (2003). Bread Staling: Molecular Basis and Control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2, 1-21.

Indrani, D., Prabhasankar, P., Rajiv, G., & Rao, V. (2007). Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). *Food Research International*, 40, 1254-1260.

Katina, K., Salmenkallio, M., Partanen, R., Forssell, P. & Autio, K. (2006). Effect of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT*, 39, 479-491.

Plessas, S., Fisher, A., Koureta, K., Psarianos, C., Nigam, P. & Koutinas, A. A.

میانگین پیک‌های به دست آمده در نمونه‌های B4 در ۳ روز اختلاف معنی دار مشاهده نشد. یافته‌های این پژوهش با توجه به جدول ۶ نشان داد که بین خصوصیات سطح رویی با فرم و شکل، پوکی و تخلخل و خصوصیات سطح زیرین نان از ارزیابی حسی ضریب همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد. همچنین بین قابلیت جویدن و نرمی نان از ارزیابی حسی، ضریب همبستگی مثبت و معنی دار بوده، در حالی که بین هر کدام از ویژگی‌های ذکر شده در فوق یعنی قابلیت جویدن و نرمی با پیک منحنی حاصل از روز اول توسط دستگاه اینستران ضریب همبستگی منفی و معنی دار می‌باشد. در ضمن بین پیک منحنی حاصل از روز دوم و روز سوم و پیک میانگین کل سه روز با پیک منحنی حاصل از روز دوم و سوم همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های مندرج در جدول ۵ به طور کلی می‌توان گفت که در آزمون بافت سنجی نمونه‌های B2 و B3 جزو نرم‌ترین نان تهیه شده بوده و در مدت سه روز، بیاتی کم‌تری در مقایسه با نمونه‌های B1 و B4 داشته است. در ارزیابی حسی توسط گروه داوران (نتایج جدول ۶) نمونه‌های B2 و B1 بهتر از نمونه‌های B3 و B4 تشخیص داده شده‌اند، بنابراین نمونه B2 جایگزین مناسبی برای نمونه B1 می‌باشد که صرفاً از مخمر نانویی تشکیل گردیده است.

منابع

- بهنام مرادی، م. (۱۳۵۴). نان‌های اصلی ایران. مرکز پژوهش‌های غلات، نشریه شماره ۱.
- رجب‌زاده، ن. (۱۳۶۸). تکنولوژی نان. جلد اول، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، صفحات ۱۴۱-۱۴۳ و ۳۶۴-۳۷۶.
- قاضی زاده، ر. (۱۳۷۷). روش‌های ارزیابی حسی مواد غذایی. انتشارات انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۷۸).
- شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک مزوفیل به روش شمارش پرگنه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در مواد غذایی. شماره ۴۷۲۱، چاپ اول.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۸۶). شیر و فرآورده‌های آن-شمارش واحدهای تشکیل دهنده کلنی

(2008). Application of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* and *L. helveticus* for sourdough bread making. *Food Chemistry*, 106, 985-990.

Plessas, S., Pherson, L., Bekatorou, A., Nigam, P. & Koutinas, A. A. (2005). Bread making using kefir grains as baker's yeast. *Food chemistry*, 93, 585-589.

Robert, H., Gabriel, V., Lefebvre, D., Rabier, P., Vayssier, Y. & Fontagne-Faucher, C. (2006). Study of the behavior of *Lactobacillus plantarum* and

Leuconostoc starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. *LWT*, 39, 256-265.

Sadeghi, A., Shahidi, F., Mortazavi, S., A., Koocheki, A. & Mohebbi, M. (2007). Evaluation of Sourdough Effect on Iranian Barbari Bread Staling. *World Applied Sciences Journal*, 2, 5, 490-498.

Ur-Rehman, A., Nawaz, H., Hussain, S., Mushtaq Ahmad, M., Murtaza, M. A. & Saeed Ahmad, M. (2007). Effect of Sourdough Bacteria on the Quality and Shelf Life of Bread. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6, 6, 562-565.

The Application of the *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* Bacteria and the Yeast *Kluyveromyces marxianus* for Barbari Bread Production

M. Fathiazar^{a*}, S. M. Seyedain Ardabili^b

^a M. Sc. of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

^b Assistant Professor of the College of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 8 August 2009

Accepted: 1 December 2009

Abstract

Introduction: The object of this study was to employ sourdough containing specific starter cultures and apply it for the production of Barbari bread and compare the quality of the product with the traditional Barbari bread which is produced in Iran.

Materials and Methods: In this work four treatments of sourdough were prepared. In the first treatment as a control group, baker's yeast (B1) was used. A mixture of *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* bacteria and baker's yeast (B2), a mixture of *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* and the yeast *Kluyveromyces marxianus* (B3) and finally a mixture of *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* bacteria (B4) were used as second, third and fourth treatments.

Results: The quality evaluations of the texture of the samples were performed by application of Texture Profile Analyser (TPA) after 1, 2 and 3 days and the sensory evaluations were conducted after 1 day. The sensory evaluations revealed that there were not significant differences between B1, B2, and B4 groups while these groups had significant differences with B3 group in terms of appearance and crust. The B1 and B2 samples showed better porosity, chewiness and texture softness than the B3 and B4 samples. There was no significant difference ($p \leq 0.05$) among the samples in term of odor and taste. The TPA analysis revealed that B2 and B3 samples were softer than B1, while the B4 was harder than the other groups.

Conclusion: The application of the mixture of *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* bacteria and baker's yeast (B2) is suggested to replace the traditional method (B1), on the basis of sensory evaluation and TPA analysis of the results.

Keywords: Baker's yeast, Barbai Bread, *Kluyveromyces Marxianus*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, Staling.

*Corresponding Author: maryam_fathiazar@yahoo.com