Archive of SID

مجله پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد 3/ 20 شماره 1/ سال 1389

مقایسه اثرات خمیرترش خشک با خمیرترش تازه روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان قالبی

سیدهادی پیغمبردوست[1*]، ابوالفضل گلشن تفتی[2]، نیلوفر خراسانچی[3]، محمد امین حجازی[4]، سیدعباس رأفت [5]

تاریخ دریافت: 88/11/07 **تاریخ پذیرش**: 89/04/17

1- عضو هیأت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
2- عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان
3- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
4- عضو هیأت علمی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمالغرب و غرب کشور
5- عضو هیأت علمی گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
* مسئول مکاتبه: Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

برای مقایسه اثر خمیرترش تازه با خمیرترش خشک روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان قالبی، خمیر تلقیح شده با باکتری-های لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری و مخلوط آن‌دو تخمیر و سپس با روش خشک کردن انجمادی خشک گردید. در تهیه نان علاوه بر میکروارگانیسمهای فوق، از مخمر نانوایی ساکارومایسس سرویسیا نیز استفاده شد تا حجم مطلوب در نان قالبی ایجاد نماید. فرآیند خشک کردن انجمادی باعث کاهش معنی داری در جمعیت باکتریایی خمیرترش شد. اما باکتری لاکتوباسیلوس روتری نسبت به فرآیند خشک کردن انجمادی مقاوم تر از باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم بود. خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس روتری نانی با بیشترین حجم و مطلوب‌ترین صفات حسی تولید کرد. در کلیه تیمارها میزان سفتی مغز نان که نمایانگر بیاتی است در طول نگهداری افزایش یافت. افزودن خمیرترش تازه و خشک حاوی باکتری لاکتوباسیلوس روتری به خمیر منجر به تولید نانی با کمترین میزان سفتی نسبت به نمونه های دیگر باکتری در طول نگهداری شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نان‌های حاصل از خمیرترش خشک حاوی باکتری لاکتوباسیلوس روتری پس از 72 ساعت نگهداری دارای ویژگی‌های حسی مطلوب تری نسبت به نان تهیه شده از لاکتوباسیلوس پلانتاروم بودند. بنابر این گونه روتری می تواند کاندیدای مناسبی به عنوان کشت آغازگر برای تولید خمیرترش خشک و نانی با کیفیت مناسب مدنظر قرار گیرد.

واژه های کلیدی: بیاتی نان، خمیرترش خشک انجمادی، لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس روتری، ویژگی‌های حسی نان

www.SID.ir

Archive of SID

Comparing the effects of fresh and dried sourdough on the sensory characteristics and staling of pan bread

SH Peighambardoust[1*], A Golshan Tafti[2], N Khorasanchi[3], MA Hejazi[4] and SA Rafat[5]

Received 27 January 2010; Accepted 8 July 2010

[1]Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Department of Agricultural Engineering Research, Agricultural Research Center, Kerman, Iran
[3]Graduate Student, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[4]Agricultural Biotechnology Research Institute, Tabriz, Iran
[5]Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author, E-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

The effect of fresh and freeze-dried sourdoughs containing *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus reuteri* on sensory characteristics and crumb firmness of pan bread was studied. The freeze drying process significantly decreased the number of lactobacilli in the sourdough. Nevertheless, *Lactobacillus reuteri* showed more resistance to the drying process than *Lactobacillus plantarum*. Breads with higher loaf volumes and less moisture content were obtained when freeze-dried sourdough containing *Lactobacillus reuteri* was used. Crumb firmness increased upon storage for all the treatments. Both fresh and freeze-dried sourdough containing *Lactobacillus reuteri* produced bread with the least crumb firmness during storage. Sensory scores (after 72 h storage) for breads prepared from freeze-dried sourdoughs containing *Lactobacillus reuteri* were higher than those of other treatments. In conclusion, *Lactobacillus reuteri* can be regarded as suitable starter culture for production of dried sourdough.

Keywords: Sourdough; Bread; Quality; Freeze-drying; *Lactobacillus plantarum*; *Lactobacillus reuteri*

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تخمیر خمیرترش یک فرآیند سنتی جهت بهبود خصوصیات ارگانولپتیکی، ارزش تغذیه‌ای و زمان ماندگاری نان می باشد (گرز و همکاران 2008). باکتری-های اسید لاکتیک نقش کلیدی در فرآیند تخمیر خمیرترش برعهده دارند. این میکروارگانیسم‌ها، خصوصیات نان از جمله حجم، یکنواختی پخت، خصوصیات پوسته، دانه بندی نان، رنگ مغز نان، طعم و مزه و بافت نان را بهبود داده و با جلوگیری از رشد قارچ‌ها باعث افزایش زمان ماندگاری نان می شوند (رحمان و همکاران 2007). گونه های زیادی از باکتری‌های اسید لاکتیک به‌طور طبیعی در آرد گندم وجود دارند که می توان اعضاء جنس لاکتوباسیلوس، پدیوکوکوس، انتروکوکوس، لاکتوکوکوس و لوکونوستوک را نام برد (کلارک و آرندت 2005). در طول فرآیند تخمیر خمیرترش، باکتریهای اسید لاکتیک متابولیت‌هایی تولید کرده که روی بافت نان اثر مثبتی دارند. محصول عمده تخمیر کربوهیدرات به وسیله این باکتریها اسیدهای آلی است. اسیدهای آلی روی اجزاء نشاسته و پروتئین آرد تأثیر گذاشته و با کاهش pH سبب افزایش فعالیت آمیلازها و پروتئازهای آرد می شوند که نتیجه آن کاهش بیاتی در نان است (آرندت و همکاران 2007). کرستی و همکاران (2000) گزارش کردند که فرآیند تخمیر خمیرترش در به تأخیر انداختن رتروگرادسیون نشاسته مؤثر است. گول و همکاران (2005) نیز اثر باکتری‌های اسید لاکتیک را در افزایش زمان ماندگاری نان و به تأخیر انداختن بیاتی بیان نمودند.

در سالهای اخیر به دلیل تقاضای رو به افزایش مصرف کنندگان به مواد غذایی طبیعی، سالم و باطعم مطلوب، تولید نان‌های حاصل از خمیرترش مورد توجه قرار گرفته و از آن به عنوان وسیله ای جهت بهبود کیفیت و طعم و مزه نان استفاده شده است. بر اساس تکنولوژی مورد استفاده،تولید خمیرترش به 3 گروه طبقه‌بندی می-شود. خمیرترش نوع I، که در واقع خمیرترش‌های سنتی می باشد که با تکثیر مداوم به منظور حفظ فعالیت میکروفلور و با استفاده از فرآیند چند مرحله‌ای تهیه می-گردد. این فرآیند معمولاً در دمای پایین‌تر از 30°C صورت می‌گیرد.

لاکتوباسیلوس سانفرانسیسنسیس[1]، میکروارگانیسم غالب در این گونه خمیرترش‌ها است. میکروارگانیسم‌های این نوع خمیرها به pH پایین حساس بوده و در صورتی که خمیرترش در دمای محیط نگهداری شود و اسیدی شدن ادامه یابد، گونه‌های مقاوم‌تر به اسید غالب خواهند شد. خمیرترش نوع II به دلیل تقاضا برای تولید مداوم خمیرترش قابل پمپ برای استفاده در کارخانجات تهیه نان و محصولات خمیرترش متداول شده است. این نوع خمیرترش‌ها در حجم‌های زیادی تولید شده و تا یک هفته قابلیت نگهداری دارند. در مقایسه با خمیرترش نوع I، خمیرترش نوع II راندمان خمیر بالاتری را ارائه داده، سیال‌تر بوده و دمای تخمیر در این نوع خمیرترش بالاتر است. زمان تخمیر 20-15 ساعته در این نوع خمیرترش‌ها باعث می‌شود تا تشکیل گاز به وسیله باکتری‌های اسید لاکتیکی شدیداً کاهش یابد. بنابراین استفاده از مخمر نانوایی جهت بالا آمدن خمیر ضروری است.

میکروارگانیسم‌های موجود در خمیرترش نوع II متعلق به گونه‌های لاکتوباسیلوس پنتیس[2]، لاکتوباسیلوس پنیس[3]، لاکتوباسیلوس روتری[4] و لاکتوباسیلوس فرمنتوم[5] هستند. تهیه خمیرترش نوع II به زمان کمتری احتیاج دارد و معمولاً در دمای بالاتر از 30°C انجام می‌شود. این نوع خمیرترش‌ها معمولا به عنوان عامل اسیدی کننده و مولد

[1] Lactobacillus sanfranciscensis
[2] L.pontis
[3] Lactobacillus panis
[4] Lactobacillus reuteri
[5] Lactobacillus fermentum

www.SID.ir

Archive of SID

عطر و طعم استفاده می‌شوند. خمیرترش نوع III به عنوان یک ترکیب خمیرترش خشک شده مورد توجه است که در آن باکتری‌های آغازگر اسید لاکتیکی با توجه به مقاومت-شان به خشک کردن، انتخاب می‌شوند. این نوع خمیرترش به عنوان عامل تشدید کننده طعم ترشی به خمیر نان اضافه می‌شود. میکروارگانیسم‌هایی که از این خمیرترش‌ها جدا سازی شده اند به گونه‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم[6]، لاکتوباسیلوس برویس[7] و پدیوکوکوس پنتوزاسئوس[8] اختصاص دارند (کلارک و آرندت 2005).

برای تهیه خمیرترش نوع III، می‌توان از خشک‌کن‌های پاششی، غلطکی، بستر شناور و انجمادی استفاده کرد. در طول فرآیند خشک کردن، برخی ترکیبات طعمی موجود در خمیرترش تبخیر شده و در نان حاصله وجود ندارند. بعنوان مثال میزان اسید استیک در خمیرترش خشک کمتر از خمیرترش تازه است. البته مقدار اسید استیک خمیرترش‌های خشک به روش خشک کردن نیز بستگی دارد (براندت 2007). از طریق افزودن فروکتوز یا هوادهی می توان تشکیل اسید استیک را از لاکتوباسیل‌های هتروفرمانتتیو کنترل کرد. مخمرها نیز به دلیل توانایی در آزادسازی فروکتوز از فروکتوالیگوساکاریدها ممکن است در این راستا نقشی داشته باشند (براندت و هامز 2001). در طول فرآیند خشک کردن خمیرترش بسته به روش خشک کردن، ممکن است برخی ترکیبات مولد عطر و طعم کاهش یافته و یا اینکه ایجاد شوند. بر اساس گزارش شیبرله (1990)، در فرآیند خشک کردن غلطکی واکنش های میلارد صورت گرفته و ترکیبات موجود در پوسته نان مانند 2-استیل پیرولین تشکیل می شوند. بنابر این با روش خشک کردن غلطکی می توان ترکیبات طعمی کلیدی را که معمولاً در پوسته نان یافت می شوند به داخل مغز نان وارد کرد.

لزوم داشتن دانش فنی برای تولید و فرآورش خمیرترش، نیاز به فضا، امکانات تولید، نیروی کارگری برای جابه‌جایی خمیرترش و عدم یکسان بودن کیفیت خمیرترش از یک منطقه به منطقه دیگر از جمله عوامل محدود کننده استفاده از خمیرترش محسوب می‌شود. لذا در سال‌های اخیر، تهیه خمیرترش به صورت خشک به عنوان یک راه حل جایگزین که معایب و محدودیت‌های فوق را مرتفع نموده و مزایای متعدد استفاده از خمیرترش را به نان ارائه می‌دهد، متداول گشته است. لزوم توجه به کاربرد فرآورده‌های خمیرترش آماده برای مصرف که خمیرترش خشک یکی از آن‌ها می‌باشد، بسیار ضروری است. در استفاده از خمیرترش خشک، توجه به تولید سنتی نان و بکارگیری تخمیر خمیرترش مد نظر بوده اما تلاش می‌گردد که معایب استفاده از خمیرترش که زمان‌بر بودن و هزینه-های بالای تولید می‌باشد مرتفع گردد. در تحقیق حاضر عملکرد نانوایی خمیرترش تازه با خمیرترش خشک (تهیه شده با روش انجمادی) در تولید نان قالبی مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش ها

مواد

آرد حاصل از مخلوط گندم های داخلی (ازشرکت آرد اطهر مراغه)، مخمر خشک فعال (از شرکت فریمان مشهد) و بهبود دهنده تجارتی (از شرکت ایکاپلاس ترکیه) تهیه شدند. آرد مصرفی شامل 11/88 درصد رطوبت، 11/5 درصد پروتئین، 29/90 درصد گلوتن مرطوب و 0/88 درصد خاکستر (بر اساس وزن خشک آرد) بود. ویژگیهای رئولوژیکی با استفاده از دستگاه فارینوگراف و

[6] Lactobacillus plantarum
[7] Lactobacillus brevis
[8] Pediococcus pentosaceus

www.SID.ir

Archive of SID

بر طبق روش استاندارد AACC 54-21 اندازه گیری شد.

سویه های باکتری و شرایط کشت

باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم ATCC 1058[9] و باکتری لاکتوباسیلوس روتری ATCC 1655 از مرکز کلکسیون قارچ‌ها و باکتری‌های صنعتی و عفونی ایران (PTCC)[10] تهیه شدند. باکتری‌ها در شرایط استریل به محیط کشت MRS broth، انتقال داده شدند. سپس محیط کشت‌های تلقیح شده در دمای 37°C به مدت 24 ساعت گرمخانه گذاری شدند. سه نوع تیمار خمیر ترش حاوی لاکتوباسیلوس روتری، لاکتوباسیلوس پلانتاروم و مخلوط (50 به 50) این سدو تهیه گردید.

تهیه خمیرترش

سوبسترای تشکیل شده از آرد و آب با راندمان خمیر برابر 300 با آغازگرها و به میزان 10^7 باکتری به ازای هر گرم خمیر تلقیح شدند. برای آماده سازی مایه‌های تلقیحی اولیه، حجم مورد نیاز از کشت‌های باکتریایی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری بعد از رسیدن به OD_{550}=1/12 سانتریفیوژ گردیدند. عمل سانتریفیوژ در دور 8000×g و به مدت10 دقیقه انجام شد. در پایان باکتری‌های ته نشین شده با استفاده از آب مقطر استریل شستشو داده و به سوبسترای خمیر اولیه اضافه شدند. برای تهیه مخلوطی از آغازگرها، نصف حجم لازم برای تهیه هر آغازگر به تنهایی سانتریفیوژ و به سوبسترای اولیه اضافه گردید تا میزان تلقیحی 10^7 باکتری به ازای هر گرم خمیر به دست آید. عملیات تخمیر در دستگاه فرمنتور (شرکت New Brunswick Scientific ساخت آمریکا) در دمای 37°C با دور همزن 300 rpm تا رسیدن به pH=4/33 در مدت زمان حدود 4 ساعت انجام شد. پس از انجام عملیات تخمیر، نیمی از خمیرترش به صورت تازه و ما بقی جهت خشک کردن انجمادی مورد استفاده قرار گرفت.

برای تهیه خمیرترش خشک، ابتدا خمیرترش تازه حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری و مخلوط آن دو در دمای 80°C- منجمد شد و سپس به دستگاه خشک کن انجمادی (شرکت Operon جمهوری کره) انتقال داده شد و در فشار 0/2 بار خشک گردید.

شمارش کل میکروبی

برای بررسی اثر فرآیندهای انجماد و خشک کردن انجمادی بر تعداد کل باکتری‌های لاکتوباسیل مورد استفاده در خمیرترش، شمارش میکروبی انجام شد. برای این کار 10 گرم خمیرترش با 90 میلی لیتر محلول سرم فیزیولوژی (کلرید سدیم 8/5 گرم در لیتر) مخلوط و یکنواخت گردید. از محلول هموژن بدست آمده تا 10 برابر رقت سازی تهیه شد وکشت برای هر رقت به صورت سطحی (spread plate) در محیط کشت MRS agar انجام گردید (گول و همکاران 2005). پلیت‌ها در دمای 37°C به مدت 48 ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. پس از پایان مدت گرمخانه گذاری، پلیت‌های دارای تعداد قابل شمارش از پرگنه و به طور معمول پلیت‌های دارای 30 الی 300 پرگنه برای شمارش انتخاب شدند.

تهیه خمیر و پخت نان

برای تهیه خمیر نان بر پایه 100 گرم آرد از فرمول ذیل استفاده شد: آرد (100 گرم)، آب (55.5 میلی لیتر)، نمک (1.5 گرم)، مخمر نانوایی ساکارومایسس سرویزیه (2 گرم)، بهبوددهنده (1 گرم) و شکر (1 گرم). نمونه‌های نان

[9] American Type Culture Collection
[10] Persian Type Culture Collection

www.SID.ir

Archive of SID

حاوی خمیرترش، با افزودن مقدار 20 درصد خمیرترش مایع و خشک (بر مبنای وزن آرد) به خمیر نان تهیه شدند. مقدار آب افزوده شده به خمیر با توجه به جذب آب فارینوگرافی آرد در نظر گرفته شد و با احتساب مقدار رطوبت موجود در خمیر ترش تازه، مقدار آب محاسبه و افزوده شد. مقدار وزنی خمیرترش خشک افزوده شده به فرمولاسیون طبعا کمتر از مقدار آن در مقایسه با خمیرترش تازه بود. اما درمجموع همان میزان 20% بر اساس وزن آرد مبنای محاسبه قرار گرفت. تخمیر اولیه در محفظه تخمیر با رطوبت نسبی 80 درصد و دمای 30°C به مدت 30 دقیقه انجام شد. خمیرها به چانه‌های 50 گرمی تقسیم شده و در قالب‌های با ابعاد 4×3/5×8/5 سانتی متر قرار داده شدند. تخمیر نهایی به مدت 40 دقیقه در محفظه تخمیر با دمای 30°C و رطوبت نسبی 80 درصد صورت گرفت. سپس بخارزنی چند ثانیه‌ای صورت گرفت و پخت در دمای 200ºC-180 به مدت 20 دقیقه انجام شد.

آزمون های نان

برای ارزیابی کیفیت نان، آزمون‌های رطوبت (AACC44-16)، اندازه‌گیری حجم به روش جابه‌جایی دانه کلزا (AACC10-05)، ارزیابی حسی و اندازه‌گیری سفتی مغز نان توسط ماشین آزمون عمومی (اینسترون مدل 1011) انجام شد (AACC 74-09). در اندازه گیری بافت پارامترهای زیر برای اندازه گیری مورد استفاده قرار گرفت : از load cell 5 الی 50 نیوتنی با 4 حالت انتخاب 5، 10، 20 و 50 نیوتن برای full scale های متفاوت برحسب آزمون مورد نیاز، سرعت حرکت پروب 50 mm/min، قطر پروب استوانه ای 36 میلیمتر با لبه‌های صاف در سطح مقطع تماس با نمونه جهت اطمینان از عدم برش نمونه ها، نسبت حرکت chart به crosshead 5 به 1، عمق فشردن 40% ارتفاع اولیه نمونه (با ضخامت 2/5 سانتیمتر از مغز نان بعد از حذف پوسته).

ویژگی‌های حسی نان توسط ده ارزیاب آموزش دیده و با روش امتیازدهی یک ویژگی، از نوع آزمون محصول گرا مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، فرمی تهیه شد که در آن ویژگیهای رنگ نان، سفتی بافت، خاصیت ارتجاعی، قابلیت جویدن، تخلخل و عطر و طعم توسط ارزیاب و به صورت غیر قابل قبول تا خیلی خوب (نمره صفر تا پنج) ارزیابی شد و در نهایت با اعمال ضریب ارزشیابی برای هر صفت نمره کلی نان تعیین گردید (جدول 1). ویژگی‌های حسی و سفتی مغز نمونه های نان در زمانهای 0، 24، 48 و 72 ساعت نگهداری بررسی شد. در نهایت داده های حاصله در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و سپس میانگین‌ها با آزمون توکی مقایسه شدند.

نتایج و بحث

مقدار آب مورد نیاز برای تهیه خمیر از آرد و نیز سایر ویژگیهای رئولوژیکی خمیر با استفاده از دستگاه فارینوگراف اندازه گیری شد که نتایج در جدول 2 آورده شده است. درصد جذب آب آرد 55/5 درصد، زمان گسترش خمیر 2/2 دقیقه، ثبات خمیر 6/4 دقیقه و میزان نرم شدن خمیر پس از 10 دقیقه 54 واحد برابندر گزارش گردید. با توجه به بالا بودن میزان گلوتن مرطوب (29/9 درصد) و پروتئین آرد (11/5 درصد) و نیز ویژگی‌های رئولوژیکی مطلوب می توان بیان نمود که چنین آردی برای تولید نان حجیم مناسب است.

www.SID.ir

Archive of SID

اثر فرآیندهای انجماد و خشک کردن انجمادی بر تعداد کل لاکتوباسیلها در خمیرترش

تعداد کل لاکتوباسیل‌ها در انتهای فرآیند تخمیر و پس از انجماد و خشک کردن انجمادی خمیرترش مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه های آماری نشان داد که نوع فرآیند دارای اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد در میانگین جمعیت باکتریایی شمارش شده می باشد بطوریکه پس از فرآیند خشک کردن انجمادی، تعداد کل لاکتوباسیل-ها در خمیرترش به طور معنی داری کاهش یافته است. هر چند تعداد کل لاکتوباسیل‌های پلانتاروم و روتری و یا مخلوط آنها در خمیرترش پس از پایان فرآیند انجماد کاهش یافت ولی بین دو فرآیند انجماد و خشک کردن انجمادی از لحاظ کاهش لاکتوباسیل‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P > 0.05$) (شکل 1). میانگین تعداد کل لاکتوباسیل‌ها (log cfu/g) پس از فرآیندهای تخمیر، انجماد و خشک کردن انجمادی خمیرترش در شکل 1 آورده شده است.

جدول 1. فرم ارزیابی حسی نان

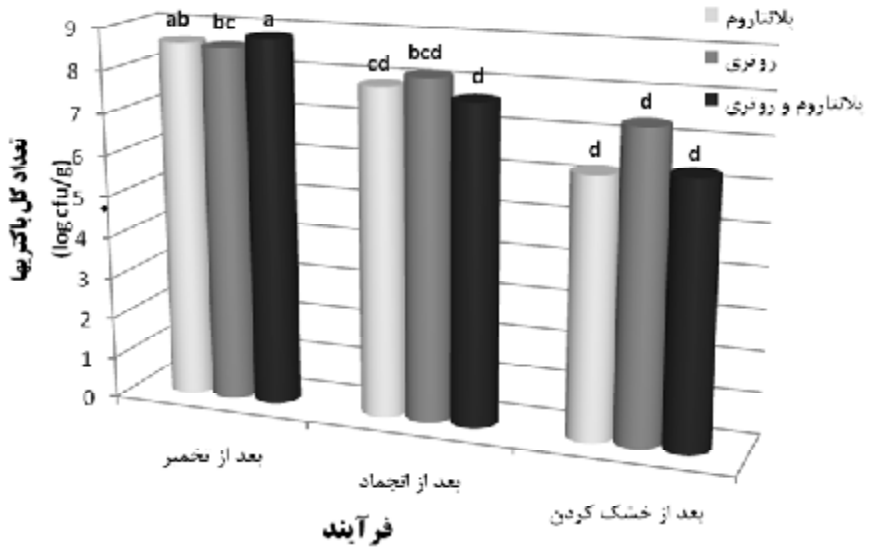
ویژگی	نام ارزیاب ..... .تاریخ ارزیابی						ضرایب
رنگ پوسته	طلایی پر رنگ	5	4	3	2	1	رنگ پریده	1
رنگ بافت	کرمی	5	4	3	2	1	رنگ پریده	1
خاصیت ارتجاعی	ارتجاعی	5	4	3	2	1	عدم ارتجاعی	2
تخلخل	متخلخل	5	4	3	2	1	عدم تخلخل	2
نرمی بافت	نرم	5	4	3	2	1	سفت	4
طعم اسیدی	عدم طعم اسیدی	5	4	3	2	1	اسیدی	3
قابلیت جویدن (احساس دهانی)	مطلوب	5	4	3	2	1	ضعیف	3
نمره نهایی نان	نمره نهایی = مجموع امتیازات حسی بدست آمده تقسیم بر مجموع ضرایب							

جدول 2- ویژگی‌های رئولوژیکی آرد

ویژگی	مقدار
درصد جذب آب آرد	55/5
زمان گسترش خمیر (دقیقه)	2/2
ثبات خمیر (دقیقه)	6/4
میزان نرم شدن خمیر پس از 10 دقیقه (BU)	54

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1- میانگین تعداد کل لاکتوباسیلها (log cfu/g) در خمیرترش در انتهای فرآیندهای تخمیر، انجماد و خشک کردن انجمادی. حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ($P<0.01$) است.

با توجه به شکل 1 می توان دریافت که فرآیند انجماد، اثر معنی‌داری در کاهش تعداد کل لاکتوباسیلوس روتری در خمیرترش نداشته است. همچنین تعداد کل باکتری‌های لاکتوباسیلوس روتری پس از فرآیند خشک کردن انجمادی بیش از تعداد کل باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم بوده است. بنابر این لاکتوباسیلوس روتری نسبت به فرآیندهای انجماد و خشک کردن انجمادی مقاوم تر از لاکتوباسیلوس پلانتاروم می باشد. شینوهارا و همکاران (2008) نیز میزان زنده مانی بالاتر باکتری لاکتوباسیلوس روتری در مقایسه با لاکتوباسیلوس پلانتاروم را بعد از فرآیند خشک کردن انجمادی گزارش کردند. گونه های باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم قادر به تخمیر قندهایی نظیر سوربیتول و تری هالوز می باشند. سوربیتول و تری هالوز اثر محافظتی شدیدی روی زنده مانی باکتری‌های اسید لاکتیک در طی فرآیند خشک کردن انجمادی دارند (کاروال هو و همکاران 2004).

مقایسه اثر خمیرترش تازه با خشک روی کیفیت نان

از خمیرترش‌های تازه و خشک که حاوی باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس روتری و مخلوط آن دو بودند، نان تهیه و سپس حجم و میزان رطوبت نانها اندازه گیری شد. نتایج مربوطه در جدول 3 نشان داده شده است. نان‌های حاصل از خمیرترش تازه حاوی لاکتوباسیل‌ها و مخلوط آنها از لحاظ حجم اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس روتری نانی بابیشترین حجم (225/56 سی سی) و کمترین میزان رطوبت (25/66 درصد) تولید کرد. میزان رطوبت در نان‌های تهیه شده از خمیرترش تازه حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری به طور معنی داری بیش از سایر تیمارها بود.

زمانی که از خمیر ترش تازه استفاده شد رطوبت مغز نان بیشتر از زمانی بود که از خمیر ترش خشک استفاده شد. علت این امر احتمالا به نقش تجزیه کنندگی پروتئینها توسط لاکتوباسیل های فعال در خمیر ترش تازه بر می-

www.SID.ir

Archive of SID

گردد که با تجزیه پروتئین های ماکروپلیمری گلوتن و تبدیل آنها به پروتئینهای با وزن ملکولی کم (لوپونن و همکاران، 2004) قابلیت نگهداری آب در شبکه را کاهش داده و رطوبت موجود بصورت آزاد در آمده و بسولت قابل اندازه گیری خواهد بود. در خمیر ترش خشک تجزیه پروتئینها و اثر منفی میکروارگانیسم‌ها روی شبکه گلوتنی کمتر می باشد طوری‌که از نتایج جدول 3 هم قابل ملاحظه است نان تهیه شده از خمیر ترش خشک (هر دونوع باکتری و مخلوط آنها) نسبت به نان حاصل از خمیر ترش تازه حجم بیشتری دارد. درواقع می توان از این جدول به این نتیجه هم رسید که حجم بیشتر مترادف با رطوبت کمتر قابل اندازه گیری در مغز نان است. همانطور که قبلا نیز اشاره شد در حجم های بیشتر شبکه گلوتنی کامل و متشکل از پلیمرهای پروتئین بوده و در حجم های کمتر احتمالا تجزیه پروتئینی توسط آنزیمهای میکروارگانیسم-های خمیر ترش رخ داده است.

حجم پائین نان‌های حاصل از خمیرترش تازه احتمالا به دلیل وجود اسیدهای آلی بیشتر در این خمیرترش ها است. بر اساس گزارش براندت (2007)، فرآیند خشک کردن انجمادی باعث کاهش ترکیبات مولد عطر و طعم و اسید استیک در خمیرترش می شود. اسیدیته بالا نه تنها فعالیت مخمرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه روی شبکه گلوتنی نیز اثر گذاشته و در تضعیف آن نقش دارد (هاگمن و سالووارا 2008، کرولی و شوبر 2002).

برای بررسی سفتی مغز نان حاصل از خمیرترش تازه و خشک در زمان‌های 0، 24، 48 و 72 ساعت نگهداری از دستگاه اینستران استفاده شد. در این دستگاه نیروی لازم

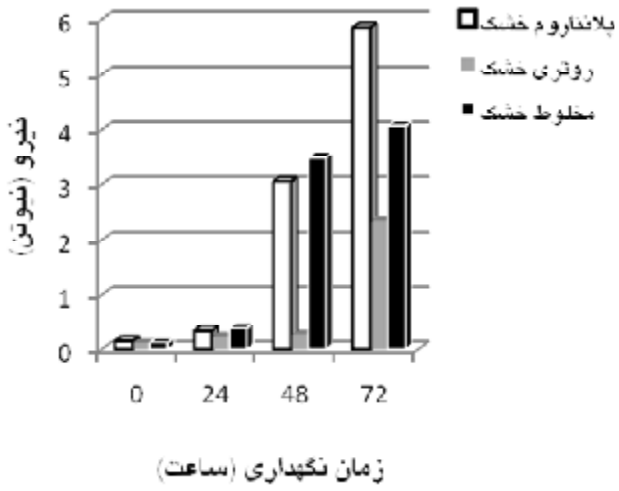
جدول 3- مقایسه میانگین اثر خمیرترش تازه و خشک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس روتری و مخلوط آن دو روی حجم و رطوبت نان

تیمار	خمیرترش تازه (پلانتاروم)	خمیرترش خشک (پلانتاروم)	خمیرترش تازه (روتری)	خمیرترش خشک (روتری)	خمیرترش تازه (مخلوط)	خمیرترش خشک (مخلوط)
حجم (سی سی)	204^{c}	216/33 ^{ab}	202/44 ^{c}	225/56 ^{a}	202/67 ^{c}	207 ^{bc}
رطوبت (درصد)	32/27 ^{a}	28/01^{c}	32/28 ^{a}	25/66^{d}	29/89 ^{b}	28/38 ^{c}

در هر ردیف حروف غیر مشابه نشانه اختلاف معنی دار ($P<0.05$) می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- تاثیر افزودن خمیرترش تازه و خشک روی سفتی مغز نان در طول نگهداری

برای فشردن نان به عنوان معیاری از سفتی در نظر گرفته می‌شود. در کلیه تیمارها با گذشت زمان نگهداری میزان سفتی مغز نان افزایش یافت. نان تهیه شده از خمیرترش تازه و خشک حاوی باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم، روتری و مخلوط آنها پس از پخت از لحاظ میزان سفتی هیچ گونه اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشته و دارای بافت نرمتری بودند. افزودن خمیرترش تازه و خشک حاوی باکتری لاکتوباسیلوس روتری به خمیر منجر به تولید نانی با کمترین میزان سفتی در طول نگهداری شد. میزان سفتی مغز نان تهیه شده از خمیرترش خشک حاوی باکتری لاکتوباسیلوس روتری پس از 72 ساعت از زمان نگهداری، به طور معنی داری کمتر از بقیه تیمارها بود (شکل 2). در طول نگهداری نان، تغییرات فیزیکوشیمیایی صورت گرفته منجر به تغییرات در عطر و طعم و همچنین سفتی مغز نان می گردد. بیاتی نان فرآیند پیچیده‌ای است که آن را به رتروگراداسیون نشاسته نسبت می دهند (ریبوتا و همکاران 2003). تولید اسیدهای آلی (باربر و همکاران 1992)، هیدرولیز نشاسته به وسیله باکتری‌ها و پروتئولیز زیرواحدهای گلوتن (گوبتی و همکاران 1996) از جمله عوامل مؤثر در بیاتی نان گزارش شده اند. باربر و همکاران (1992) گزارش کردند که در صورت استفاده از خمیرترش، نشاسته به وسیله اسید هیدرولیز شده و دکسترین تولید می شود. سیلجستروم و همکاران (1988) گزارش کردند که خمیرترش از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز آرد باعث کاهش هیدرولیز نشاسته و آزاد شدن محدود دکسترین ها با وزن مولکولی کم می شود. دکسترین ها تمایل کمتری به رتروگراده شدن دارند. بهر حال در یک میزان فعالیت ترش شدن پائین تر، هیدرولیز نشاسته در نان حاصل از خمیرترش بیشتر از نان تهیه شده با مخمر نانوائی است. البته سویه باکتری نیز حائز اهمیت بوده و استارترهای مختلف از باکتریهای اسید لاکتیک اثرات متفاوتی بر بیاتی نان دارند (کرستی و همکاران 1998). بنابراین بافت نرمتر نان تهیه شده از خمیرترش خشک حاوی باکتری لاکتوباسیلوس روتری در طول نگهداری ممکن است احتمالا به علت فعالیت ترشیدگی پائین‌تر و هیدرولیز بیشتر نشاسته باشد. علاوه بر آن، بر اساس گزارش ملکی و همکاران (1980) نانهای با حجم بیشتر دارای بافت نرمتری هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف روی نمره نهایی ارزیابی حسی در طول نگهداری نان

تیمار	پس از پخت و خنک شدن	24 ساعت پس از پخت	48 ساعت پس از پخت	72 ساعت پس از پخت
خمیرترش تازه (پلانتاروم)	4/25 ab	4/03 ab	3/86 a	3/65 a
خمیرترش خشک (پلانتاروم)	4/37 ab	3/85 ab	2/95 bc	2/34 c
خمیرترش تازه (روتری)	4/59 ab	4/21 a	3/75 ab	2/99 abc
خمیرترش خشک (روتری)	4/45 ab	3/96 ab	3/32 abc	3/04 abc
مخلوط تازه	4/97 a	4/33 a	3/73 abc	2/97 abc
مخلوط خشک	3/99 b	3/28 b	2/91 c	2/73 bc

در هر ستون حروف غیر مشابه، نشانه اختلاف معنی دار ($P<0.05$) می باشد.

نمره نهایی ارزیابی حسی نانهای تهیه شده از خمیرترش تازه و خشک حاوی باکتریهای لاکتوباسیلوس پلانتاروم، روتری و مخلوط آن دو در طول نگهداری در جدول 4 نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با گذشت زمان نگهداری، نمره حسی در کلیه تیمارها کاهش می یابد. همچنین در طول نگهداری، نان‌های حاصل از خمیرترش تازه از نظر ویژگی‌های حسی امتیاز بیشتری را به خود اختصاص دادند. همانطور که اشاره شد، در ارزیابی حسی نمونه‌ها، پارامترهایی همچون عطر و طعم نیز مورد بررسی قرار گرفت. بهرحال عطر و طعم از مهمترین پارامترهایی هستند که روی پذیرش محصول توسط مصرف کننده تأثیر دارند. در طول تخمیر خمیرترش باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر، متابولیت‌هایی تولید کرده که در ایجاد مزه در نان نقش دارند. عطر و طعم نسبتاً ترش در این نان‌ها مربوط به فرآیند تخمیر و تولید اسیدهای لاکتیک و استیک است (زلاتوا و کارادزو 2008). در میان نان‌های حاصل از خمیرترش خشک، باکتری لاکتوباسیلوس روتری منجر به تولید نانی با ویژگی‌های حسی مطلوب تر شد و نان حاصل از آن نمره بیشتری را (3/04) پس از 72 ساعت نگهداری به خود اختصاص داد (جدول 4). لاکتوباسیلوس روتری یک باکتری هتروفرمانتتیو اجباری و گونه غالب در خمیرترش نوع II می باشد. در این نوع خمیرترش، معمولاً از مخمر برای بالا آمدن خمیر استفاده می شود. لاکتوباسیلوس روتری دارای آنزیم اینورتاز بوده که همراه با آنزیم اینورتاز مخمر باعث هیدرولیز ساکارز و افزایش قابلیت دسترسی قندها در طول فرآیند تخمیر خمیرترش می شود. افزایش کربوهیدرات‌های محلول از طریق واکنش‌هایی نظیر میلارد باعث ایجاد عطرو طعم مناسب در نان می گردد. البته فعالیت این آنزیم به pH محیط بستگی داشته ودر pH زیر 5 فعالیت آن کاهش می یابد (گرز و همکاران 2008). احتمالاً وجود اسیدهای آلی کمتر در خمیرترش خشک در مقایسه با خمیرترش تازه در افزایش فعالیت آنزیمی نقش داشته است که نتیجه آن کیفیت نسبتا بهتر نان حاصله بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

هر چند فرآیند خشک‌کردن خمیرترش با روش انجمادی باعث کاهش جمعیت باکتریایی در خمیرترش گردید ولی باکتری لاکتوباسیلوس روتری مقاومت بیشتری را نسبت به فرآیند خشک کردن نشان داد. داده های حاصل از بررسی های خواص فیزیکی، حسی و نیز دستگاهی نمونه های نان بیانگر مناسب بودن باکتری لاکتوباسیلوس روتری به عنوان کشت آغازگر برای تولید خمیرترش خشک و نانی با حجم بیشتر، بافت نرمتر و قابلیت ماندگاری بیشتر، مناسب بود..

سپاسگزاری

از گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمالغرب و غرب کشور که هزینه انجام این مطالعه را فراهم نمودند و نیز از آقایان مهندس خسروی و اسلامی صمیمانه سپاسگزاری می شود.

منابع مورد استفاده

AACC, 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, The American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN.

Arendt EK, Ryan LAM and Dal Bello F, 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. Food Microbiology 24: 165-174.

Barber B, Ortola C, Barber S and Fernandez F, 1992. Storage of packaged white bread. III. Effect of sourdough and addition of acids on bread characteristics. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A 194: 442-449.

Brandt MJ, 2007. Sourdough products for convenient use in baking. Food Microbiology 24: 161-164.

Carvalho AS, Silva J, Ho P, Teixeira P, Xavier Malcata F and Gibbs P, 2004. Relevant factors for the preparation of freeze-dried lactic acid bacteria. International Dairy Journal 14: 835-847.

Clarke C and Arendt EK, 2005. A review of the application of sourdough technology to wheat breads. Advances in Food and Nutrition Research 49: 137-161.

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.

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

Crowely P and Schober TJ, 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. European Food Research Technology 214: 489-496.

www.SID.ir

Archive of SID

Gerez CL, Cuezzo S, Rollan G and Font de Valdez G, 2008. *Lactobacillus reuteri* CRL 1100 as starter culture for wheat dough fermentation. Food Microbiology 25: 253-259.

Gobbetti M, Smacchi E, Fox P, Stepaniak L and Corsetti A, 1996. The sourdough microflora. Cellular localization and characterization of proteolytic enzymes in lactic acid bacteria. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 29: 561-569.

Gül H, Özcelik S, Sagdic O and Certel M, 2005. Sourdough bread production with lactobacilli and *S.cerevisiae* isolated from sourdoughs. Process Biochemistry 40: 691-697.

Haggman M and Salovaara H, 2008. Microbial re-inoculation reveals differences in the leavening power of sourdough yeast strains. LWT - Food Science and Technology 41: 148-154.

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

Loponen J, Mikola M, Katina K, Sontag-Strohm T, Salovaara H. Degradation of HMW Glutenins during Wheat Sourdough Fermentations. Cereal Chemistry 2004; 81:87-93

Maleki M, Hoseney RC and Mattern PJ, 1980. Effects of loaf volume, moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread. Cereal Chemistry 57: 138-140.

Rehman SU, Nawaz H, Hussain S, Mushtaq Ahmad M, Anjum Murtaza M and Saeed Ahmad M, 2007. Effect of sourdough bacteria on the quality and shelf life of bread. Pakistan Journal of Nutrition 6: 562-565.

Ribotta PD, Cuffini S, Leon AE and Anon MC, 2004. The staling of bread: an X-ray diffraction study. European Food Research Technology 218: 219-223.

Schieberle P, 1990. The role of free amino acids present in yeast as precursor of the odorants 2-acetyl-1-pyrroline and 2-acetyltetrahyropyridine in wheat bread crust. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A 191: 206-209.

Shinohara MY, Sukenobe J, Imaizumi T and Nakahara T, 2008. Survival of freeze-dried bacteria. Journal of General and Applied Microbiology 54: 24-29.

Siljeström M, Björck I, Eliasson AC, Lönner C, Nyman M and Asp NG, 1988. Effect of polysaccharides during baking and storage of bread—In vitro and in vivo studies. Cereal Chemistry 65: 1-8.

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.

www.SID.ir