Archive of SID

کاربرد خمیرترش خشک شده با روش خشک کردن انجمادی حاوی آغازگرهای لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری در تهیه نان قالبی

سیدهادی پیغمبردوست*[۱]، نیلوفر خراسانچی[۲]، ابوالفضل گلشن تفتی[۳،۴] و سیدعباس رأفت[۵]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱۹

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان
۵- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
* مسئول مکاتبه: E-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

اثر خمیرترش خشک انجمادی حاوی باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری روی ویژگی‌های حسی و زمان ماندگاری نان قالبی مورد بررسی قرار گرفت. افزودن خمیرترش خشک حاوی دو آغازگر منجر به کاهش میزان pH و افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون خمیر و نان حاصله شد. خمیرترش خشک خواص فیزیکی نان (حجم، ارتفاع) را تغییر نداد. میزان رطوبت نان در تیمار شاهد به طور معنی داری ($P < ۰/۵۰$) بیشتر از نانهای تهیه شده با خمیرترش خشک حاوی آغازگرها بود. کمترین میزان رطوبت در نان حاصل از خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس روتری (۲۵/۶۶ درصد) بود. نتایج نشان داد که کلاً ویژگی‌های حسی نان (با و بدون افزودن خمیرترش) در طول زمان نگهداری کاهش می‌یابد. نان شاهد و نان حاصل از خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس روتری پس از ۷۲ ساعت از زمان نگهداری بیشترین امتیاز را از لحاظ ویژگی‌های حسی کسب کردند. افزودن خمیرترش خشک به خمیر، زمان ماندگاری نان را افزایش داد. آغازگر لاکتوباسیلوس روتری از رشد کپک در نان جلوگیری کرد و زمان ماندگاری نان را به ۱۰ روز افزایش داد در حالیکه پرگنه های کپک پس از ۴ روز نگهداری در نان شاهد مشاهده شدند.

واژه‌های کلیدی: خمیرترش خشک انجمادی، زمان ماندگاری نان، لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس روتری، ویژگی‌های حسی نان

www.SID.ir

Archive of SID

Application of Freeze-dried Sourdoughs Containing *L. plantarum* and *L. reuteri* Starters in Pan Bread Production

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

Received: January 02, 2010 Accepted: August 10, 2010
[1] Associate Prof., Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2] MSc graduated, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[3] PhD student, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[4] Department of Agricultural Engineering Research, Agricultural Research Center, Kerman, Iran
[5] Assistant Prof., Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*Corresponding author: E-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Abstract
The effect of the addition of freeze-dried sourdough containing *Lactobacillus plantarum* ATCC 1058 and *Lactobacillus reuteri* ATCC 1655 on loaf physical and sensory characteristics as well as the shelf life of bread was investigated. Freeze-dried sourdough caused a decrease in pH and an increase in total titrable acidity of dough and the resulting bread. However, the physical properties of the bread (volume, height) were not changed. The moisture content of the control bread was significantly higher than that of sourdough added samples. The least moisture content (25.66%) was reported in freeze-dried sourdough bread containing *Lactobacillus reuteri*. Sensory characteristics of all breads were negatively influenced during bread storage. Maximum sensory was obtained for control bread followed by sourdough bread containing *Lactobacillus reuteri*. The addition of dried sourdough increased the shelf life of the bread. The starter *Lactobacillus reuteri* inhibited mold growth and extended the shelf life of the bread to 10 days compared to that of control bread (4 days).

Keywords: Freeze-dried sourdough, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, Sensory characteristics, Shelf life

مقدمه

خمیرترش در حقیقت خمیر حاصل از مخلوط فرآورده های غلات، آب و میکروارگانیسم‌های فعال است. نان تهیه شده از خمیرترش، نتیجه یک اتفاق غیرمنتظره بوده است. نانوای فرعون به دلیل فراموشی، خمیر مانده از روز قبل (ترش شده) را به خمیر تازه اضافه می‌کند و بدین ترتیب، کیفیت نان بطور قابل ملاحظه ای بهبود می یابد. در طول فرآیند تخمیر خمیرترش، میکروارگانیسم‌های موجود در خمیرترش با تولید متابولیت‌هایی باعث نرمی بافت و قابلیت جویدن بهتر نان حاصله می‌شوند. میکروارگانیسم‌های گروه تخمیر علاوه بر مخمرها، باکتری‌های اسید لاکتیک هستند که به ترتیب مسئول ورآوردن و اسیدی کردن خمیر می-باشند (تویوساکی۲۰۰۷). اکولوژی میکروبی خمیرترش با بیش از ۵۰ گونه از باکتری‌های اسید لاکتیک (عمدتاً جنس لاکتوباسیلوس[۱]) و بیش از ۲۵ گونه از انواع مخمر (مخصوصاً جنس‌های ساکارومایسس[۲] و کاندیدا[۳]) بسیار پیچیده است. باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در خمیرترش می‌تواند از فلور طبیعی آرد، محصولات لبنی و یا از آغازگرهای تجاری نشأت گرفته باشند (ویست و نیسنز ۲۰۰۵) که غیر از جنس لاکتوباسیلوس، پدیوکوکوس[۴]، انتروکوکوس[۵]، لاکتوکوکوس[۶] و لوکونستوک[۷] را نیز شامل می‌شود.

[۱] *Lactobacillus*
[۲] *Saccharomyces*
[۳] *Candida*
[۴] *Pediococcus*
[۵] *Entrococcus*

www.SID.ir

Archive of SID

تخمیر خود به خودی بر پایه فلور طبیعی آرد، قدیمی‌ترین روش کاربردی برای تهیه خمیرترش است. افزودن قسمتی از خمیرترش رسیده از کشت قبلی به کشت جدید و تکثیر مداوم آن، یکی دیگر از روش‌های تهیه خمیرترش است که بدین ترتیب حاوی آغازگر می شود. تولید صنعتی مخمر نانوایی توسط ماتنر[۸] در سال ۱۸۴۶ میلادی، منجر به کاهش استفاده از خمیرترش به منظور ایجاد حجم در نان گردید. البته بسیاری از نانواها تا ابتدای قرن بیستم از خمیرترش به دلیل ارزان بودن در تولید نان استفاده می‌کردند. اولین کشت آغازگر خمیرترش درحدود سال ۱۹۱۰ میلادی در نانوایی‌ها عرضه شد. این کشت آغازگر به صورت تازه و هر هفته تهیه و در اختیار نانواها قرار می‌گرفت تا کیفیت نان تولیدی و کارایی تولید خمیرترش را ثابت نگه دارد (براندت ۲۰۰۷). برای کاهش تنوع و بی ثباتی خمیرترش، استفاده از کشت‌های آغازگر برای تولید خمیرترش گسترش پیدا کرده است. امروزه از طریق آماده‌سازی تجاری سویه های باکتری‌های اسید لاکتیک به صورت تک سویه یا مخلوطی از چندین سویه می‌توان نانی با استاندارد بالا و کیفیت ثابت تولید کرد (هامز ۱۹۹۰).

هرچند استفاده از کشت‌های آغازگر بصورت تازه اثرات مثبتی در کیفیت محصول دارد ولی در کاهش زمان فرآیند تخمیر مؤثر نمی باشد. از طرفی زمان ماندگاری چنین کشت‌هایی پائین و هزینه حمل و نقل آنها بالا است (براندت ۲۰۰۷). خشک کردن انجمادی، یک روش ارجح برای نگهداری کلکسیون‌های میکروبی در سرتاسر جهان است. کشت‌های آغازگر باکتری‌های اسید لاکتیک نیز با این روش به‌طور تجارتی خشک می شوند. برای خشک کردن انجمادی کشت‌های آغازگر اسید لاکتیک، در ابتدا سلول‌ها در دمای ۱۹۶- درجه سانتی-گراد منجمد شده و سپس با تصعید تحت خلاء بالا خشک می گردند (سانتی وارانگنا و همکاران ۲۰۰۷). میزان زنده مادن باکتری‌ها در این روش نسبت به سایر روش‌های خشک کردن بیشتر می‌باشد. فرآیند انجماد و مخصوصاً سرعت انجماد در کاهش زنده مانی سلول باکتری پس از خشک کردن مؤثر است. البته در این روش نیز تعدادی از سلول‌های باکتری از بین خواهند رفت. غیرفعال شدن میکروارگانیسم عمدتاً در طی مرحله انجماد اتفاق می‌افتد (تس وتکو و برانکو ۱۹۸۳) و ۶۰ تا ۷۰ درصد از سلول‌های بازمانده در طی مرحله انجماد، می‌توانند در طی مرحله خشک شدن نیز زنده بمانند (تو و اتزل ۱۹۹۷). در روش خشک کردن انجمادی، امکان حیات مجدد میکروارگانیسم‌های تلقیحی در خمیر تولید شده از این نوع خمیرترش وجود دارد که میزان تجدید حیات بستگی به دمای تخمیر، غلظت میکروارگانیسم‌های موجود در خمیرترش خشک و قوام خمیر دارد. استفاده از خمیرترش خشک انجمادی که دارای قابلیت فعال شدن مجدد در یک دوره زمانی معقول در حین تولید خمیر است، سهولت تهیه خمیر را ممکن می‌کند. آن را می‌توان با دیگر مواد خشک مخلوط کرد و چون در فاز کمون می‌باشد، قادر بوده فعالیت خود را مجدداً از سر گرفته و به عنوان عامل اسیدی‌کننده خمیر، نقش ایفا کند. این گونه خمیرترش‌ها همچنین می‌توانند یک استاندارد ثابت و با کیفیت بالایی را برای محصول نهایی تعریف کنند که چون قادر به تجدید حیات هستند از آن‌ها می‌توان به عنوان خمیرترش پایه برای تلقیح‌های بعدی استفاده نمود (مئوسر و همکاران ۱۹۹۵). همچنین استفاده از خمیرترش خشک شده که میکروارگانیسم‌های آن در فاز سکون هستند و متابولیت‌های لازم را برای تولید محصولی با کیفیت مناسب ایجاد کرده‌اند، می‌تواند این امکان را به نانوا بدهد که بدون صرف زمان، محصولاتی با کیفیت ثابت تولید کند. این نوع خمیرترش‌ها دارای زمان ماندگاری طولانی‌تر بوده و امکان نگهداری در دماهای بالاتر را داشته و هزینه‌های حمل و نقل آن‌ها کمتر است (دکوک و کاپله ۲۰۰۵).

علاوه بر روش خشک کردن انجمادی از روش‌های دیگری نظیر خشک کردن غلطکی، پاششی و بستر شناور نیز برای خشک کردن خمیرترش استفاده شده است. کیرچ هدف روش‌های مختلف خشک کردن را مورد بررسی و مقایسه قرار داده و گزارش نمود که در خشک

[۶] *Lactococcus*
[۷] *Leuconostoc*
[8] Mautner

www.SID.ir

Archive of SID

کردن انجمادی تقریبا غلظت تمام ترکیبات طعمی کلیدی پس از خشک کردن کاهش یافته است (براندت ۲۰۰۷).

هدف از این تحقیق، بررسی استفاده از آغازگرهای لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری در تهیه خمیرترش خشک شده با روش انجمادی و کاربرد آن در تهیه نان حجیم می‌باشد.

مواد و روش ها

سویه های باکتری و شرایط کشت

باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم ۱۰۵۸ ATCC[۹] و باکتری لاکتوباسیلوس روتری ۱۶۵۵ ATCC به صورت آمپول لیوفیلیزه از مرکز کلکسیون قارچ‌ها و باکتری‌های صنعتی و عفونی ایران (PTCC)[۱۰] تهیه شدند. باکتری‌ها در شرایط استریل به محیط کشت MRS broth، انتقال داده شدند. سپس محیط کشت‌های تلقیح شده در دمای ۳۷°C به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری شدند.

تهیه خمیرترش خشک

سوبسترای تشکیل شده از آرد و آب با راندمان خمیر برابر ۳۰۰ با آغازگرها و به میزان 10^7 باکتری به ازای هر گرم خمیر تلقیح شدند. برای آماده سازی مایه-های تلقیحی اولیه، حجم مورد نیاز از کشت‌های باکتریایی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری بعد از رسیدن به $OD_{۵۵۰}$=۱/۱۲ سانتریفیوژ گردیدند. عمل سانتریفیوژ در دور ۸۰۰۰×g و به مدت ۱۰ 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 فرمنتور در دمای ۳۷°C با دور همزن ۳۰۰ rpm تا رسیدن به pH=۴/۳۳ انجام شد.

برای تهیه خمیرترش خشک، ابتدا خمیرترش تازه حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری و مخلوط آن‌دو در دمای ۸۰°C- منجمد شد و سپس به دستگاه خشک‌کن انجمادی انتقال داده شد و در فشار ۱۴۵-۴۵ mm torr خشک گردید.

آزمون های آرد

درصد پروتئین، گلوتن مرطوب، رطوبت و میزان خاکستر آرد بر طبق روش استاندارد AACC (۲۰۰۰) اندازه گیری شد.

تهیه نان

مقدار مواد مصرفی بر پایه ۱۰۰ گرم آرد عبارت بود از ۱/۵ درصد نمک، ۲ درصد مخمر و ۱ درصد بهبود دهنده. مواد در مخلوط کن با سرعت ۶۰ دور در دقیقه برای مدت ۳ دقیقه مخلوط شدند. مقدار آب مورد نیاز از طریق دستگاه فارینوگراف تعیین گردید. میزان افزودن خمیرترش خشک به خمیر نان، ۲۰ درصد در نظر گرفته شد. تخمیر اولیه در محفظه تخمیر با رطوبت نسبی ۸۰ درصد و دمای ۳۰°C به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. خمیرها به چانه‌های ۵۰ گرمی تقسیم شده و در قالب‌های با ابعاد ۴×۳/۵×۸/۵ سانتی متر قرار داده شدند. تخمیر نهایی به مدت ۴۰ دقیقه در محفظه تخمیر با دمای ۳۰°C و رطوبت نسبی ۸۰ درصد صورت گرفت. پخت در دمای ۲۰۰-۱۸۰°C به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد

اندازه‌گیری pH و اسیدیته قابل تیتراسیون

۱۰ گرم از نمونه با ۹۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و پس از همگن شدن میزان pH به وسیله pH متر قرائت شد. اسیدیته قابل تیتراسیون با روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌لیتر سود مصرفی گزارش گردید. آزمون‌های مذکور برای نمونه‌های خمیر قبل از پخت و نیز برای نمونه‌های نان انجام شد.

آزمون های نان

نمونه‌های نان از نظر حجم (با روش جابجایی دانه کلزا) و ارتفاع مورد ارزیابی قرار گرفتند. مقدار رطوبت نان در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت اندازه‌گیری شد (پیازا و ماسی ۱۹۹۵).

برای تعیین زمان ماندگاری، نان پس از خنک شدن با چاقوی استریل به قطعات مساوی بریده و در کیسه

[۹] American Type Culture Collection
[۱۰] Persian Type Culture Collection

www.SID.ir

Archive of SID

پلاستیکی قرار داده شد. قطعات برش یافته در دمای ۲۵°C گرمخانه‌گذاری شدند. زمان لازم جهت ظهور پرگنه‌های کپک روی نان به عنوان زمان ماندگاری ثبت گردید (گرز و همکاران ۲۰۰۸).

ویژگیهای حسی نمونه های نان در زمان‌های ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت نگهداری توسط ده نفر ارزیاب آموزش-دیده و با روش امتیازدهی یک ویژگی، از نوع آزمون محصول گرا مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی حسی، فرمی تهیه شد که در آن ویژگیهای رنگ پوسته و بافت، خاصیت ارتجاعی، تخلخل، نرمی بافت، قابلیت جویدن و طعم اسیدی نمونه های نان توسط ارزیاب بررسی و نمره داده شد. در نهایت برای هر ویژگی، ضریبی تعریف و نمره کلی محاسبه گردید (جداول ۱ و ۲). داده های حاصله در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و سپس میانگین نتایج با آزمون چند دامنه-ای دانکن مقایسه شدند.

آرد مصرفی جهت تهیه خمیرترش و تولید نان شامل ۱۱/۸۸ درصد رطوبت، ۱۱/۵ درصد پروتئین، ۲۹/۹۰ درصد گلوتن مرطوب و ۰/۸۸ درصد خاکستر بود (جدول ۳). با توجه به ترکیب شیمیایی آرد می توان دریافت که چنین آردی برای تولید نان و تهیه خمیرترش مناسب است. مقدار خاکستر آرد از جمله فاکتورهای مهم در تعیین خصوصیت خمیرترش و نان حاصله می باشد به‌طوری‌که در محدوده خاکستر ۱/۶۵-۰/۵۵ درصد یک رابطه خطی بین میزان خاکستر آرد و تولید اسید و ترکیبات فرار وجود دارد. در صورت بالا بودن درصد استخراج آرد، میزان مواد مغذی آرد افزایش یافته و به دلیل وجود اسید فیتیک در لایه آلرون، ظرفیت بافری آرد افزایش می یابد. این فاکتورها باعث تحریک فعالیت بیوشیمیایی و رشد میکروفلور خمیرترش و در نتیجه تولید اسیدها و ترکیبات طعمی دیگر می شود (هانسن و هانسن ۱۹۹۴).

نتایج و بحث

جدول ۱- ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی داوران در قالب فرم ارزیابی حسی

ویژگی	ارزیاب				تاریخ				
رنگ پوسته	رنگ پریده	۱	۲	۳	۴	۵	طلایی پر رنگ		
رنگ بافت	رنگ پریده	۱	۲	۳	۴	۵	طلایی پر رنگ		
خاصیت ارتجاعی	عدم ارتجاعی	۱	۲	۳	۴	۵	ارتجاعی		
تخلخل	عدم تخلخل	۱	۲	۳	۴	۵	متخلخل		
نرمی بافت	سفت	۱	۲	۳	۴	۵	نرم		
طعم اسیدی	اسیدی	۱	۲	۳	۴	۵	عدم طعم اسیدی		
قابلیت جویدن	سفت	۱	۲	۳	۴	۵	نرم		

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ضرایب ارزشیابی مربوط به ویژگی‌های حسی

ویژگی	ضریب ارزشیابی
رنگ پوسته	۱
رنگ بافت	۱
خاصیت ارتجاعی	۲
تخلخل	۲
نرمی بافت	۴
طعم اسیدی	۳
قابلیت جویدن	۳
امتیاز حاصله	مجموع امتیاز ویژگی‌ها
	نمره نهایی = مجموع امتیازات حسی / مجموع ضرایب

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی آرد مصرفی

ترکیب شیمیایی	مقدار (درصد)
رطوبت	۱۱/۸۸
خاکستر	۰/۸۸
پروتئین	۱۱/۵۰
گلوتن مرطوب	۲۹/۹۰

جدول ۴- میزان pH و اسیدیته قابل تیتراسیون خمیر و نان

تیمار	خمیر نان قبل از پخت		نان	
	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون
شاهد	۵/۲ b	۵/۰ c	۵/۶ a	۳/۸ d
لاکتوباسیلوس پلانتاروم	۴/۷ c	۹/۶ a	۵/۰ b	۵/۶ ab
لاکتوباسیلوس روتری	۴/۶ d	۹/۷ a	۴/۹ c	۵/۱ bc
مخلوط دو باکتری	۵/۳ a	۶/۱ b	۵/۱ b	۵/۶ ab

میانگین هایی که دارای حروف مشترکند از نظر آزمون دانکن در سطح آماری ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($\alpha<0.01$).

میزان pH و اسیدیته قابل تیتراسیون خمیر و نان

پس از خشک کردن انجمادی خمیرترش های حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس روتری و مخلوط آن دو، به میزان ۲۰ درصد از نمونه های خمیرترش به آرد جهت تهیه خمیر و تولید نان اضافه شد. میزان pH و اسیدیته قابل تیتراسیون خمیر قبل از پخت و نیز نان حاصله در جدول ۴ نشان داده شده است. افزودن خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس روتری و لاکتوباسیلوس پلانتاروم منجر به کاهش معنی داری در میزان pH و در نتیجه اسیدیته بیشتر در خمیر و نان حاصله در مقایسه با تیمار شاهد شد. در کلیه تیمارها میزان اسیدیته نان به دلیل فرآیند پخت کاهش یافت. بهر حال بالا بودن میزان اسیدیته در خمیرهای حاوی خمیرترش و همچنین نان تهیه شده از آنها به علت تولید اسیدهای آلی در طول فرآیند تخمیر به وسیله باکتری‌های لاکتوباسیل می باشد. کلارک و آرندت

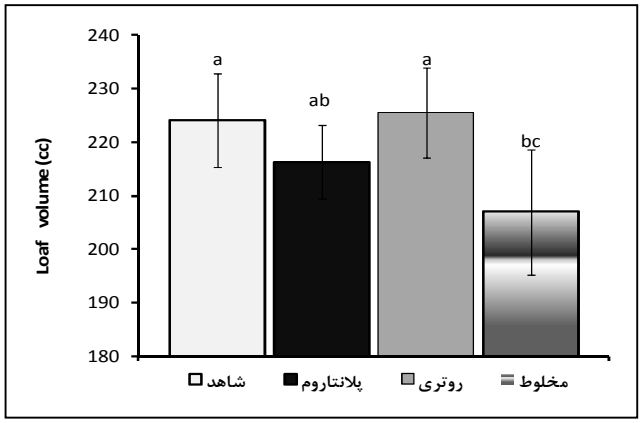
www.SID.ir

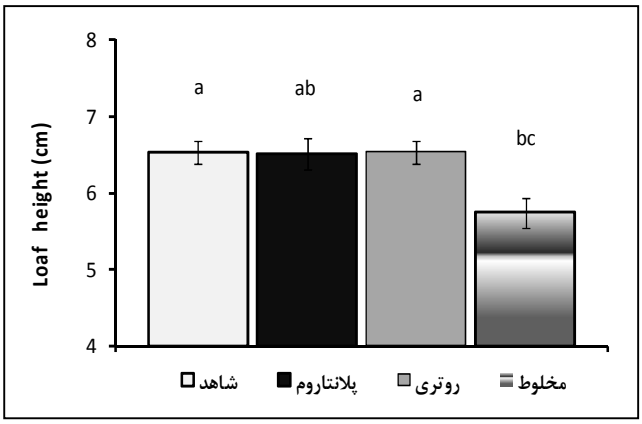
Archive of SID

(۲۰۰۵) گزارش کردند که با افزودن تقریبا ۲۰ درصد خمیرترش به خمیر، میزان pH خمیر در محدوده ۵/۵-۴/۷ بوده است.

اثر خمیرترش خشک روی کیفیت نان

نان‌های حاصل از خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و نیز لاکتوباسیلوس روتری از لحاظ حجم و ارتفاع نسبت به نان شاهد اختلاف معنی داری را نشان ندادند. حجم و ارتفاع نان در تیمارهای مذکور به ترتیب در محدوده ۲۲۶-۲۱۶ سی سی و ۶/۵۴-۶/۵۱ سانتی‌متر بود. نان تهیه شده از خمیرترش خشک حاوی مخلوط دو لاکتوباسیل بطور معنی‌داری دارای حجم و ارتفاع کمتری در مقایسه با سایر تیمارها بود (شکل ۱). رابرت و همکاران (۲۰۰۶) نیز نتایج مشابهی را در خصوص اثر آغازگرهای لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لوکونستوک که به روش انجمادی خشک شده بودند روی حجم و دانسیته نان گزارش کرده اند. بر طبق نظر این محققین، افزودن خمیرترش خواص فیزیکی نان را تغییر نداده ولی خمیر حاصله دارای قوام و قابلیت کشش بهتری بود. دلیل کاهش حجم در تیمار حاوی دو لاکتوباسیل احتمالا مربوط به اثر اسیدیفیکاسیون لاکتوباسیل‌ها روی خمیر می باشد که این اثر بازدارندگی نسبی روی رشد و فعالیت مخمرها داشته است.





شکل ۱- تأثیر افزودن خمیرترش خشک روی ویژگیهای حجم و ارتفاع قرص نان قالبی

میزان رطوبت نان در تیمار شاهد (۳۱/۱۴ درصد) به طور معنی‌داری بیشتر از نان‌های تهیه شده با خمیرترش خشک حاوی آغازگرها بود. کمترین میزان رطوبت در نان حاصل از خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس روتری (۲۵/۶۶ درصد) مشاهده شد. کرولی و شوبر (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که میزان رطوبت در نان حاوی ۲۰ درصد خمیرترش به طور معنی داری کمتر از نمونه های استاندارد می باشد. احتمالا اسید تولید شده توسط باکتریها منجر به دفع آب از گلوتن و نرم شدن و حلالیت جزئی آن می شود. در نتیجه، فعالیت پروتئیناز باکتریهای اسید لاکتیک باعث هیدرولیز زیر واحدهای گلوتن و تضعیف شبکه گلوتنی می شود.

ویژگیهای حسی (رنگ پوسته، رنگ بافت، خاصیت ارتجاعی، تخلخل، نرمی بافت، طعم اسیدی و قابلیت جویدن) در طول سه روز نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج مربوطه در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می شود، با افزایش زمان نگهداری، نمره نهایی ارزیابی حسی در کلیه تیمارها کاهش می‌یابد. در زمانهای ۰ و ۲۴ ساعت پس از پخت بین تیمارها از لحاظ شدت ویژگی صفات هیچگونه اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف روی نمره نهایی ارزیابی حسی در طول نگهداری

تیمار	پس از پخت و خنک شدن	۲۴ ساعت پس از پخت	۴۸ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
شاهد	۴/۶۶ a	۳/۹۶ a	۳/۴۶ ab	۳/۲۱ ab
لاکتوباسیلوس پلانتاروم	۴/۴۶ a	۳/۵۵ a	۲/۸۸ b	۲/۵۲ c
لاکتوباسیلوس روتری	۴/۳۷ a	۳/۸۹ a	۳/۲۷ ab	۳/۰۸ abc
مخلوط دو باکتری	۴/۱۶ a	۳/۴۴ a	۳/۱۸ ab	۲/۷۲ bc

میانگین هایی که دارای حروف مشترکند از نظر آزمون دانکن در سطح آماری ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($\alpha<0.01$).

به هر حال نان شاهد در مقایسه با نانهای تهیه شده از خمیرترش خشک، نمره ارزیابی حسی بیشتری را پس از ۷۲ ساعت از زمان پخت به خود اختصاص داد. بر اساس گزارش کرولی و شوبر (۲۰۰۲)، پدیده چروکیدگی که در نان تهیه شده از خمیرترش رخ می دهد باعث متراکم شدن و افزایش سفتی بافت نان می گردد. به همین دلیل نانهای حاصله نمره کمتری را کسب کردند. در طول مدت نگهداری، پدیده بیاتی به تدریج رخ داده و در نتیجه نان-های تهیه شده از کلیه تیمارها با افزایش زمان نگهداری امتیاز کمتری را دریافت نموده‌اند. نان‌های تهیه شده از خمیرترش خشک دارای جزئی مزه ترش بودند که دلیل آن تولید مقادیر کمی از اسیدهای آلی توسط لاکتوباسیل‌ها می‌باشد. از طریق ارزیابی حسی مشخص نشد که کدام تیمار تولید نان با بهترین مزه را می‌نماید زیرا ذائقه افراد با یکدیگر متفاوت است.

برای بررسی اثر خمیرترش خشک حاوی آغازگرها در افزایش زمان ماندگاری، نمونه های نان پس از سرد شدن در نایلون‌های پلاستیکی بسته‌بندی و گرمخانه-گذاری شدند. شروع کپک‌زدگی در نان شاهد سریع‌تر از تیمارهای دیگر بود به طوریکه پرگنه های کپک پس از ۴ روز در نان شاهد مشاهده شدند. پرگنه‌های کپک در نان تهیه شده با خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری به ترتیب در روزهای ۶ و ۱۰ نگهداری مشاهده گردیدند. بنابراین لاکتوباسیلوس روتری به طور مؤثری از رشد کپک در نان جلوگیری کرده است. گزارشات متعددی حاکی از توانایی باکتریهای اسید لاکتیک در جلوگیری از رشد کپک‌ها در فرآورده های نانوایی وجود دارد (گرز و همکاران ۲۰۰۸). اثر ضد قارچی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس روتری مربوط به تولید اسیدهای لاکتیک، استیک و پلی فنیل لاکتیک و نیز کاهش pH می باشد. در pH های پائین، اسیدهای آلی به شکل غیریونیزه وجود داشته که به راحتی از غشاء سلول عبور می کنند. تجمع اسیدها در سیتوپلاسم سلول منجر به مرگ آن خواهد شد (تورینو و همکاران ۲۰۰۱).

نتیجه گیری

هر چند افزودن خمیرترش خشک حاوی باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم و روتری به خمیر، حجم و ارتفاع نان را در مقایسه با نان شاهد افزایش نداد ولی در اثر تولید اسیدهای آلی توسط این باکتری‌ها، میزان pH خمیر و نان حاصله کاهش و اسیدیته قابل تیتراسیون آنها افزایش یافت. این امر منجر به افزایش زمان ماندگاری نان‌های تهیه شده از خمیرترش گردید. در مجموع می توان چنین بیان نمود که افزودن خمیرترش خشک حاوی لاکتوباسیلوس روتری در ویژگیهای حسی و کیفیت نان و نیز افزایش زمان ماندگاری آن اثر مثبتی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

از گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی شمالغرب و غرب کشور، 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.

Brandt M J, 2007. Sourdough products for convenient use in baking. Food Microb 24: 161-164.

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

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

Decock P and Cappelle S, 2005. Bread technology and sourdough technology. Trends in Food Sci Technol 16: 113-120.

Gerez CL, Torino MI, Rollan G and Font de Valdez G, 2009. Prevention of bread mould spoilage by using lactic acid bacteria with antifungal properties. Food Control 20: 144-148.

Hammes WP, 1990. Bacterial starter cultures in food production. Food Biotechnol 4: 383-397.

Hansen A and Hansen B, 1994. Volatile compounds in wheat sourdoughs produuced by lactic acid bacteria and sourdough yeasts. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung 198: 202-209.

Meuser F, Barber B and Fischer G, 1995. Determination of the microbial activity of dried sourdoughs by revitalization of their lactic acid bacteria and yeasts. Food Control 6: 147-154.

Piazza L and Masi P, 1995. Moisture redistribution throughout the bread loaf during staling and its effect on mechanical properties. Cereal Chem 72: 320-325.

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 breadmaking process .LWT - Food Sci Technol 39: 256-265.

Santivarangkna C, Kulozik U and Foerst P, 2007. Alternative drying processes for the industrial preservation of lactic acid starter cultures. Biotechnol Prog 23: 302-315.

To BCS and Etzel MR, 1997. Spray drying, freeze drying, or freezing of three different lactic acid bacteria species. J Food Sci 62: 576-585.

Torino MI, Taranto MP, Sesma F and Font de Valdez G, 2001. Heterofermentative pattern and exopolysaccharide production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15807 in response to environmental pH. J Applied Microb 91: 846-852.

Toyosaki T, 2007. Effects of hydroperoxide in lipid peroxidation on dough fermentation. Food Chem 104: 680-685.

Tsvetkov T and Brankova R, 1983. Viability of *micrococci* and *lactobacilli* upon freezing and freeze-drying in the presence of different cryoprotectants. Cryobiol 20: 318-323.

Vuyst LD and Neysens P, 2005. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. Trends in Food Sci Technol 16: 43-56.

www.SID.ir