Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۴ شماره ۴/ سال ۱۳۹۳

اثر خمیرترش خشک شده حاوی مخلوط گونه‌های لاکتوباسیلوس بر کیفیت آرد گندم و خواص رئولوژیکی خمیر

سیدهادی پیغمبردوست[۱*]، نرگس رئیسی کاهوری[۲] و اورنگ عیوض زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۳

[۱] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز
[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین پیشوا، ورامین
[۳] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین پیشوا، ورامین
* مسئول مکاتبه : Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

یکی از مسائل مهم در رابطه با تولید نان در کشور، پائین بودن کیفیت و زمان ماندگاری آن است که منجر به ضایعات نان می‌گردد. هدف از پژوهش اخیر، خشک کردن خمیرترش حاوی سه لاکتوباسیل با روش پاششی و بررسی اثر افزودن درصدهای مختلف از خمیرترش خشک به آرد بر خواص رئولوژیکی خمیربود. خمیرترش تازه نوع اول حاوی باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم، کورواتوس و پارالیمنتاریوس (جداسازی شده از خمیرترش نان‌های سنتی) تهیه و با روش خشک کردن پاششی خشک گردید. پودر خمیرترش حاوی سه نوع باکتری لاکتوباسیلوس با درصدهای ۳، ٦، ۹ و ۱۵ به آرد اضافه شد. خواص رئولوژیکی خمیر حاصله با آزمون‌های فارینوگراف و اکستنسوگراف مورد بررسی قرار گرفت. همچنین فعالیت آنزیمی، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون آردهای حاصل اندازه گیری شد. برای انجام آزمون‌ها از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٪۹۵=α انجام گردید. نتایج نشان داد که افزودن خمیرترش خشک حاوی سه نوع آغازگر منجر به کاهش میزان pH و افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون خمیر شد و با توجه به نتایج آزمون فارینوگراف، میزان جذب آب، درجه سست شدن خمیر، عدد کیفی فارینوگراف و زمان گسترش خمیر با افزایش میزان خمیرترش، افزایش و زمان پایداری خمیر کاهش یافت. در نهایت جهت تولید نان قالبی حاوی خمیرترش خشک شده که خصوصیات رئولوژیکی مطلوب آن را نیز حفظ کند، آرد گندم حاوی ۱۵ درصد خمیرترش حاوی باکتری لاکتوباسیلوس کورواتوس پیشنهاد گردید.

واژگان کلیدی: آرد گندم، خمیرترش خشک، لاکتوباسیلوس، خشک کردن پاششی، خواص رئولوژیکی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خمیرترش در حقیقت خمیر حاصل از مخلوط فرآورده‌های 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 ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد. در طول فرآیند تخمیر خمیرترش، میکروارگانیسم‌های موجود در خمیرترش با تولید متابولیت‌هایی باعث نرمی بافت و قابلیت جویدن بهتر نان حاصل می‌شوند. میکروارگانیسم‌های تخمیر علاوه بر مخمرها، باکتری-های اسید لاکتیک هستند که به ترتیب مسئول ورآوردن و اسیدی کردن خمیر می‌باشند (تویوساکی ۲۰۰۷). اکولوژی میکروبی خمیرترش با بیش از ۵۰ گونه از باکتری‌های اسید لاکتیک (عمدتاً جنس لاکتوباسیلوس) و بیش از ۲۵ گونه از انواع مخمر (مخصوصاً جنس‌های ساکارومایسس وکاندیدا) بسیار پیچیده است.

باکتری‌های اسیدلاکتیک موجود در خمیرترش می‌توانند از فلور طبیعی آرد، محصولات لبنی و یا از آغازگرهای تجاری نشأت گرفته باشند (دی‌وست و همکاران ۲۰۰۵) که غیراز جنس لاکتوباسیلوس، جنس-های پدیوکوکوس، انتروکوکوس، لاکتوکوکوس و لوکونستوک را نیز شامل می‌شوند. باکتری‌های اسیدلاکتیک در نحوه متابولیسم کربوهیدرات بسیار متنوع عمل کرده ولی عمدتاً به دو گروه هموفرمنتاتیو و هتروفرمنتاتیو طبقه‌بندی می‌شوند. باکتری‌های هموفرمنتاتیو عمدتاً اسید لاکتیک تولید کرده ولی انواع هتروفرمنتاتیوها علاوه بر اسید لاکتیک مقادیر قابل توجهی اسید استیک نیز تولید می‌کنند (اورا و همکاران ۱۹۸۲).

گونه‌های هموفرمنتاتیو باکتری‌های اسید لاکتیک برای تولید اکثر مواد غذایی تخمیری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. البته در تولید نان، باکتری‌های لاکتوباسیل هتروفرمنتاتیو نیز دارای نقش اساسی بوده و با تولید اسید استیک در عطر و طعم و زمان ماندگاری نان تأثیر دارند (سالمینن و همکاران ۲۰۰۴). لزوم داشتن دانش فنی برای تولید و فرآوری خمیرترش، نیاز به فضا و امکانات تولید و نیروی کارگری برای جابجایی خمیر ترش از جمله عوامل محدود کننده استفاده از خمیرترش تازه محسوب می‌شوند. لذا بررسی امکان تهیه خمیرترش خشک به عنوان یک راه حل جایگزین که معایب و محدودیت‌های فوق را مرتفع نموده و مزایای متعدد استفاده از خمیرترش را به نان می‌دهد، ارزشمند خواهد بود. در پژوهش‌های قبلی نسبت به شناسایی انواع لاکتوباسیل‌های موجود در خمیر ترش نان‌های سنتی ایران در منطقه آذربایجان شرقی اقدام گردیده است (گلشن تفتی و همکاران ۲۰۱۴). ویژگی-های بیوشیمیایی و تکنولوژیکی این سویه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته است (گلشن تفتی و همکاران ۲۰۱۳-الف). در مطالعه دیگر خواص نانوایی و فیزیکوشیمایی خمیرترش‌های حاوی لاکتوباسیل‌های جدا شده در نان‌های حجیم و مسطح متداول در ایران مورد بررسی قرار گرفته است (گلشن تفتی و همکاران ۲۰۱۳-ب). نهایتا اثر افزودن خمیرترش مایع حاوی *لاکتوباسیلوس پارالیمنتاریوس* بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نانهای مسطح ایرانی مطالعه گردید (گلشن تفتی و همکاران ۲۰۱۳-ج). اما در پژوهش حاضر سه گونه متفاوت لاکتوباسیل شامل گونه‌های پلانتاروم، کورواتوس و پارالیمنتاریوس بطور جداگانه برای تهیه خمیر ترش استفاده و خمیر ترش‌های حاصله با روش خشک کردن پاششی خشک گردید. هدف تحقیق حاضر مقایسه اثرات سه نوع گونه متفاوت لاکتوباسیل در خمیر ترش خشک بر خواص آرد و ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بود.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

تهیه نمونه های خمیر ترش و خشک کردن پاششی

برای تهیه خمیرترش مایع (نوع اول) سه سویه لاکتوباسیلوس (پلانتاروم، کورواتوس و پارالیمنتاریوس) قبلا جداسازی شده از خمیر ترش نان‌های سنتی استان آذربایجان شرقی (گلشن تفتی و همکاران ۲۰۱۳-الف، ب، ج) مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا محیط کشت Broth MRS آماده و اتوکلاو گذاری شد. باکتری‌هایی که قبلا جداسازی و در شرایط انجماد نگهداری شده بودند در شرایط استریل به مقدار یک درصد وزنی به محیط کشت آماده تلقیح شده ودر دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت گرمخانه گذاری شد. کشت‌های باکتریایی ۲٤ ساعته (درمحیط کشت MRS Broth) در ویال‌های ۱/۵ میلی لیتری حاوی ۲۵ درصد گلیسرول و ۲۵ درصد شیر پس چرخ (با غلظت ۲۰درصد وزنی/ حجمی) مخلوط و با استفاده از ورتکس میکسر به خوبی یکنواخت گردید. استوک‌های آماده شده در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. قبل از تلقیح خمیر ترش، لاکتوباسیلوس از محیط انجمادی مایع خارج گردید و دو بار در محیط کشت MRS Broth کشت داده شد و گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت انجام شد تا سلول‌ها کاملا فعال شدند. میزان مایه تلقیح باکتریایی$^{۱۰^{۷}}$ باکتری به ازای هر گرم خمیرترش بود. برای آماده سازی مایه‌های تلقیحی اولیه، حجم مورد نیاز از کشت‌های باکتریایی لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس کورواتوس و لاکتوباسیلوس پارالیمنتاریوس سانتریفیوژ گردید.

تهیه خمیرترش خشک

باکتری‌های ته نشین شده با استفاده ازآب مقطر استریل شستشو گردید و به سوبسترای خمیر اولیه اضافه شد تا میزان تلقیح $^{۱۰^{۷}}$ باکتری به ازای هر گرم خمیر به‌دست آید و به این صورت نمونه‌های خمیرترش تازه با استفاده از کشت‌های باکتریایی فعال سه سویه لاکتوباسیلوس (پلانتاروم، کورواتوس، پارالیمنتاریوس) به عنوان آغازگر به‌طور جداگانه تهیه شد. به منظور تهیه سوبسترای تشکیل شده از آرد و آب با راندمان خمیر برابر ۳۵۰ نسبت به وزن آرد، با سه نوع آغازگر اشاره شده، به میزان $^{۱۰^{۷}}$ باکتری به ازای هر گرم خمیر تلقیح شد. فرآیند تخمیر خمیرترش در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ ساعت صورت گرفت. در مرحله بعد از خشک‌کن پاششی آزمایشگاهی (شرکت مهام صنعت، نیشابور) برای خشک کردن خمیرترش حاوی لاکتوباسیل‌های انتخابی استفاده شد. خمیرترش مایع به دستگاه خشک‌کن انتقال داده شده و با روش اتمیزه کردن چرخان در دمای هوای ورودی ۱۸۵-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد با جریان هوای موازی تا رسیدن به رطوبت کمتر از ۵ درصد و به مدت ۱ دقیقه خشک گردید. خمیر ترش‌های خشک در کیسه های پلاستیکی در دمای یخچال تا انجام آزمون‌های بعدی نگهداری شدند.

ویژگی‌های آرد مصرفی و تهیه مخلوط آرد با پودر خمیرترش

در این تحقیق از آرد نول تجاری با کیفیت نانوایی با درجه استخراج ۷۸٪، رطوبت ۱۰/۹٪، خاکستر ۰/٦۵٪ و گلوتن مرطوب ۲۷/۲٪ که از شرکت آرد باختر تهران تهیه گردید، استفاده شد. برای تهیه نمونه‌های مخلوط آرد با پودر خمیر ترش خشک شده از سه گونه باکتریایی (پلانتاروم، کورواتوس و پارالیمنتاریوس) در هر مورد از ۳، ٦، ۹ و ۱۵ درصد وزنی پودر خمیرترش نسبت به آرد استفاده شد. جدول ۱ تمیارهای آزمایشی را نشان می دهد.

اندازه گیری اسیدیته و pH

pH و اسیدیته قابل تیتر (TTA) تیمارها در سوسپانسیون ۱۰ گرم محلوط آردی و ۹۰ میلی لیتر آب مقطر اندازه گیری شد (هاگمن و سالووارا ۲۰۰۸). عمل تیتراسیون مخلوط با NaOH یک نرمال با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از معرف رنگی فنل فتالئین انجام شد. pH نمونه‌ها نیز با استفاده از pHمتر (HannaInstruments، پرتغال) اندازه گیری شد.

جدول ۱- کدبندی تیمارهای آزمایشی

کد تیمار	گونه باکتری لاکتوباسیل	درصد خمیر ترش خشک
C	کنترل	صفر
$A_1 B_1$	پارالیمنتاریوس	۳
$A_2 B_1$	پارالیمنتاریوس	۶
$A_3 B_1$	پارالیمنتاریوس	۹
$A_4 B_1$	پارالیمنتاریوس	۱۲
$A_1 B_2$	پلانتاروم	۳
$A_2 B_2$	پلانتاروم	۶
$A_3 B_2$	پلانتاروم	۹
$A_4 B_2$	پلانتاروم	۱۲
$A_1 B_3$	کورواتوس	۳
$A_2 B_3$	کورواتوس	۶
$A_3 B_3$	کورواتوس	۹
$A_4 B_3$	کورواتوس	۱۲

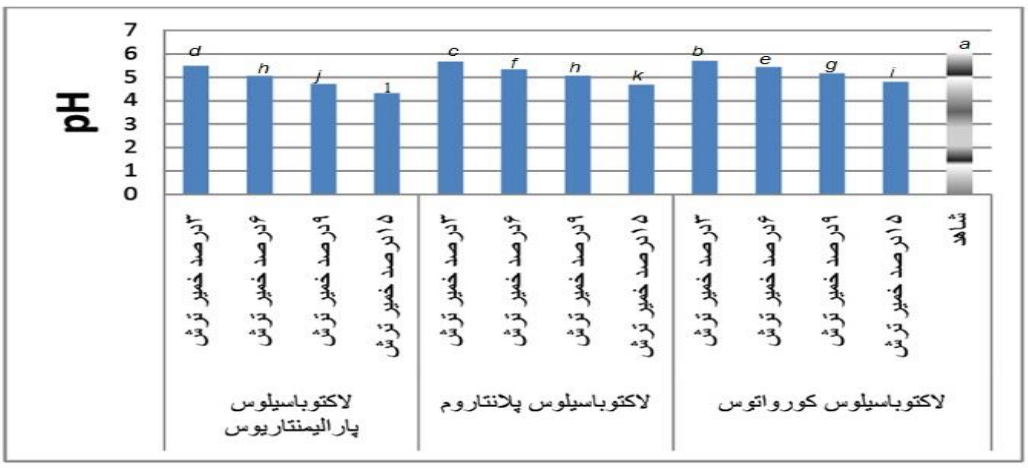
ارزیابی خواص رئولوژیکی خمیر با آزمون فارینوگرافی و اکستنسوگرافی

خواص رئولوژیکی نمونه‌های آرد حاوی درصدهای مختلف خمیرترش خشک و باکتری های مختلف مورد استفاده شامل درصد جذب آب و و زمان گسترش یا توسعه خمیر با دستگاه فارینوگراف (شرکت برابندر، آلمان) با روش AACC به شماره 21-54 انجام شد. حداکثر مقاومت خمیر به کشش، کشش پذیری و عدد نسبت با استفاده از دستگاه اکستنسوگراف (شرکت برابندر، آلمان) انجام شد.

نتایج وبحث

اندازه گیری pH و اسیدیته

نتایج اندازه‌گیری pH برای تیمارهای آزمایشی در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص گردید که تاثیر مقدار خمیرترش و نوع باکتری و اثر متقابل آنها بر pH کاملاً معنی دار است ($p <$ ۰/۰۱). با توجه به مقایسه میانگین‌های pH بین کلیه تیمارها و تیمار شاهد اختلاف کاملاً معنی دار وجود دارد، به طوری که کمترین میزان pH متعلق به تیمار $A_4 B_1$ حاوی ۱۵ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پارالیمنتاریوس است و بیشترین مقدار pH را تیمار شاهد به خود اختصاص داد (شکل۱).



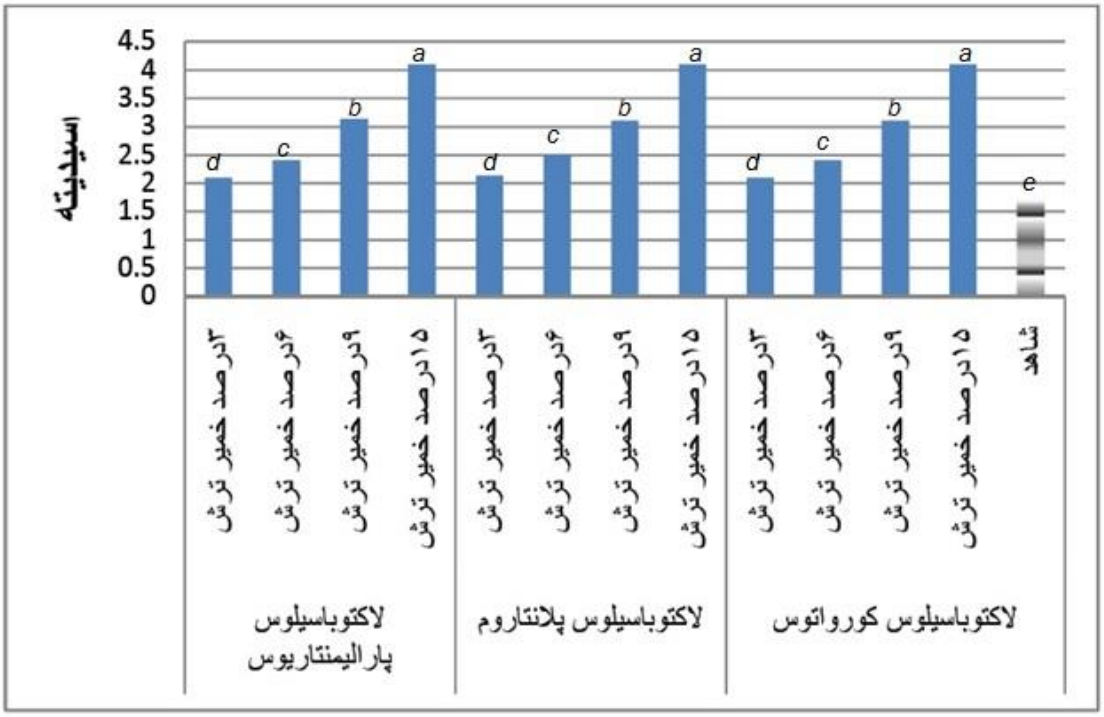
شکل ۱- اثرات مقدار خمیر ترش و نوع باکتری بر pH

www.SID.ir

Archive of SID

اثر خمیرترش روی حجم نان عمدتاً به علت واکنش‌های آنزیمی است که در طول فرآیند تخمیر صورت می‌گیرد. کاهش تدریجی pH در طول فرآیند تخمیر در افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک، آمیلولیتیک، پراکسیداز، لیپوکسیژناز، کاتالاز و پلی فنل اکسیداز بر اجزاء خمیر در دوره زمانی ۲۰-۸ ساعت نقش دارد (کاتینا ۲۰۰۵). فعل و انفعالات شیمیایی در آرد گاهی موجب هیدرولیز چربی‌های موجود در آرد و تولید اسیدهای چرب در آن می‌شود و یا فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تولید مواد اسیدی می‌گردد که باعث طعم و بوی نامطبوع در آرد می‌گردند که کنترل آن آزمایش اسیدیته نامیده می‌شود که از نظر فساد ماده غذایی و غیر قابل مصرف بودن مهم و حائز اهمیت است.

براساس نتایج تجزیه واریانس اسیدیته مشخص شد که تاثیر مقدار خمیر ترش بر اسیدیته کاملا" معنی دار($p<0/01$)است و با مقایسه میانگین‌های اسیدیته تیمار شاهد با تمامی تیمارها اختلاف معنی دارد به طوری‌که کمترین میزان اسیدیته را به خود اختصاص داده است. در واقع بااضافه کردن خمیرترش، اسیدیته بطور معنی داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت (شکل۲).



شکل۲- اثرات مقدار خمیر ترش و نوع باکتری بر اسیدیته قابل تیتر

نتایج آزمون فارینوگرافی

یکی از شاخص‌های نتایج ارزیابی خواص رئولوژیکی خمیر با آزمون فارینوگراف، درصد جذب آب است که عبارت است از حجم آب بر حسب میلی لیتر که جهت تولید خمیر اضافه می‌گردد تا بیشینه قوام آن در دستگاه فارینوگراف به ۵۰۰ واحد برابندر برسد. جذب آب، فاکتور مهیم در تولید محصولات به دلایل اقتصادی، بهبود کیفیت نگهداری محصول و مشکلات فراوری خمیرهای سفت یا شل است (اگنان وهمکاران ۲۰۰۶).

براساس نتایج تجزیه واریانس جذب آب مشخص گردید که تاثیر مقدار خمیر ترش و نوع باکتری بر

www.SID.ir

Archive of SID

درصد جذب آب تیمارها کاملاً معنی دار است. شکل ۳ میزان جذب آب آرد برای تیمارهای آزمایشی را نشان می‌دهد. مقایسه بین مقدار ۳، ٦، ۹ و ۱۵ درصد خمیرترش خشک، نشان داد که هر چقدر میزان خمیرترش در هر سه سویه باکتریایی بیشتر گردد درصد جذب آب نیز به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد ($p<۰/۰۱$).

شکل۳- اثرات مقدار خمیر ترش و نوع باکتری بر درصد جذب آب

در واقع با اضافه کردن خمیرترش، درصد جذب آب به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است، بطوری‌که بیشترین درصد جذب آب را تیمار A_4 B_1 محتوی ۱۵ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پارالیمنتاریوس به خود اختصاص داد. حضور اگزوپلی‌ساکاریدهای تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک در طی تخمیر خمیرترش در آرد سبب افزایش فعالیت آبی آرد شده و به همین دلیل خمیر حاصل از آرد حاوی خمیرترش برای آماده سازی نیاز به آب بیشتری داشته و جذب آب آن بیشتر می‌شود. اگزوپلی ساکاریدها معمولاً به عنوان صمغ شناخته شده و در محصولات نانوایی به عنوان بافت دهنده، ضد بیاتی یا افزودنی پری‌بیوتیک به‌منظور تازگی محصول استفاده می‌شوند. همچنین نگهداری گاز دی اکسیدکربن در خمیر تقویت شده و حجم نان حاصله ازخمیر حاوی خمیرترش افزایش می‌یابد (لاکازوهمکاران ۲۰۰۷). علت دیگر افزایش جذب آب احتمالا مربوط به فنیل لاکتیک اسید (PLA) موجود در لاکتوباسیلوس پلانتاروم می‌باشد که دارای فعالیت آمیلولیتیک وپروتئولیتیک و نیز دارای اثر ضد کپکی بوده ودر نهایت باعث به تأخیر انداختن بیاتی، تازگی محصول وافزایش زمان ماندگاری نان می‌گردد (لاورمیکوکا وهمکاران ۲۰۰۳). خمیرترش در افزایش قابلیت دسترسی مواد معدنی (آهن، کلسیم، منیزیم و روی) ونهایتاً در افزایش جذب آب مؤثر است (لوپز و همکاران ۲۰۰۱).

www.SID.ir

Archive of SID

زمان گسترش خمیر عبارت است از زمان لازم به دقیقه از شروع اضافه کردن آب به آرد تا لحظه‌ای که قوام خمیر شروع به کاهش می نماید. زمان گسترش خمیر در نمونه های مختلف آرد با هم اختلاف نشان می دهند. زمان گسترش بسیار کوتاه نشان دهنده جذب آب بسیار سریع آرد و زمان طولانی نمایانگر جذب کُند آب اجزاء مختلف آرد است (ویلیامز و همکاران۱۹۸۸) و تیمارشاهد با کمترین زمان گسترش خمیر در این پژوهش جزء خمیرهای با کیفیت متوسط و تیمار محتوی ۳ درصد خمیرترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کورواتوس با بیشترین زمان گسترش خمیر جزء خمیرهای با کیفیت قوی محسوب می‌شوند. براساس نتایج تجزیه واریانس زمان گسترش خمیر مشخص شد که تاثیر مقدار خمیر ترش و نوع باکتری و اثر متقابل آنها بر زمان گسترش خمیر کاملاً معنی دار($p <$ ۰/۰۱)است. تغییرات زمان گسترش یا توسعه خمیر در اثر افزودن نمونه‌های مختلف خمیرترش خشک در درصدهای مختلف به آرد در جدول ۲ نشان داده شده است.

همانطور که از جدول ۲ نیز ملاحظه می‌شود، کمترین زمان گسترش خمیر مربوط به تیمار شاهد و بیشترین زمان گسترش خمیر مربوط به تیمارA_1B_3 محتوی۳ درصد خمیرترش گونه کورواتوس بود. با مقایسه میانگین‌های زمان گسترش خمیر در جدول ۲ مشخص گردید که تیمار شاهد با تیمارهای $A_2 B_1$ ، $A_3 B_1$، A_3B_2، A_1B_3 و A_2B_3 اختلاف معنی‌دار و با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار مشاهده نشد.

جدول ۲- تغییرات زمان گسترش خمیر زمان گسترش خمیر

در تیمارهای آزمایشی تیمارها	(دقیقه)
C	٤/٠±١/٦٦^{c}
$A_1 B_1$	٤/٨±٠/٤٥^{bc}
$A_2 B_1$	٥/١±٠/٢٥^{b}
$A_3 B_1$	٥/٣±٠/٥٨^{b}
$A_4 B_1$	٤/٩±٠/٢٥^{bc}
$A_1 B_2$	٤/٩±٠/١٥^{bc}
$A_2 B_2$	٤/٦±٠/١٥^{bc}
$A_3 B_2$	٥/١±٠/٢٥^{b}
$A_4 B_2$	٤/٨±٠/١٠^{bc}
$A_1 B_3$	٦/٤±٠/٣٦^{a}
$A_2 B_3$	٥/٣±٠/١٥^{b}
$A_3 B_3$	٤/٩±٠/١٥^{bc}
$A_4 B_3$	٥/٠±٠/٢٦^{b}

اعداد جدول : میانگین ± انحراف معیار، مقادیرموجود در یک ستون و دارای حروف لاتین مشابه اختلاف معنی داری ندارند ($p <$ ۰/۰۵).

نتایج آزمون اکستسوگراف

آزمایش اکستنسوگراف برای پیش بینی نیازهای اکسیداسیون آرد انجام می‌شود اما به اندازه فارینوگراف در آزمایشگاه‌ها رایج نیست، حداکثر نقطه ارتفاع منحنی یا مقاوت به کشش (R_{max}) برای گندم‌های ضعیف، متوسط، نسبتاً قوی، قوی و فوق العاده قوی در اکستنسوگراف به ترتیب ۱۲۰ ،۱۵۰، ۳۵۰ ، ٤٥٠، ٦٣٠ واحد برابندر می‌باشد وباتوجه به نتایج، پس از افزودن پودر خمیرترش به آرد خمیر حاصله از مقاومت به کشش بیشتری نشان داده است (هریداس وهمکاران ۱۹۹۱).

میزان مقاومت خمیر در برابر کشش، یعنی بالاترین نقطه منحنی اکستنسوگراف بعد از ۵۰ میلی متر جابجایی روی منحنی، که بر حسب واحد برابندر[1] بیان می‌شود. توسط منحنی‌های اکستنسوگرام، رفتار الاستیک خمیر در قالب ویژگی مقاومت به کشش قابل

[2]Brabender unit

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی است. داده های استخراج شده از منحنی اکستنسوگرام در هر سه زمان ۴۵،۹۰،۱۳۵ دقیقه با اعمال بازه‌های اطمینان در سطح آماری ۹۵ درصد در جدول ۳ آمده است.

جدول۳- تغییرات مقاومت خمیر دربرابر کشش در تیمارهای آزمایشی

تیمارها	مقاومت خمیر به کشش R_{max} (واحد برابندر)		
	۴۵ دقیقه	۹۰ دقیقه	۱۳۵ دقیقه
C	۳۱۲±۱۷/۰^{g}	۳۵۷±۱۳/۱^{f}	۳۵۹±۱۶/۰^{gh}
$A_1 B_1$	۲۵۳±۴/۶^{i}	۳۲۲±۵/۵^{fgh}	۳۲۵±۸/۵^{hi}
$A_2 B_1$	۴۰۸±۳/۰^{c}	۴۸۳±۳۵/۱^{d}	۵۲۲±۲۷/۱^{c}
$A_3 B_1$	۴۰۳±۹/۵^{c}	۵۶۴±۱۹/۵^{bc}	۵۷۳±۱۸/۲^{b}
$A_4 B_1$	۳۶۵±۳/۵^{d}	۵۲۳±۲۴/۱^{c}	۴۸۰±۱۴/۶^{d}
$A_1 B_2$	۲۳۴±۱۳/۶^{i}	۳۴۶±۲۷/۷^{fg}	۳۸۳±۲۶/۲^{fg}
$A_2 B_2$	۳۲۷±۹/۶^{f}	۴۰۹±۱۱/۲^{e}	۴۱۷±۲۱/۵^{ef}
$A_3 B_2$	۲۹۰±۲/۰^{h}	۲۸۸±۱۱/۰^{h}	۳۰۰±۱۴/۰^{i}
$A_4 B_2$	۴۶۳±۳/۱^{b}	۶۰۱±۳۶/۲^{b}	۵۴۹±۱۱/۵^{bc}
$A_1 B_3$	۲۶۰±۵/۰^{i}	۳۰۹±۱۴/۲^{gh}	۳۶۰±۲۷/۶^{gh}
$A_2 B_3$	۳۴۵±۷/۰^{e}	۴۲۶±۸/۱^{e}	۴۵۲±۱۷/۱^{de}
$A_3 B_3$	۳۹۷±۴/۶^{c}	۵۴۰±۴/۵^{c}	۵۵۴±۲۲/۱^{bc}
$A_4 B_3$	۵۲۵±۲/۰^{a}	۶۷۰±۴۶/۴^{a}	۶۶۳±۶۱/۸^{a}

اعداد جدول : میانگین ± انحراف معیار، مقادیرموجود در یک ستون و دارای حروف لاتین مشابه اختلاف معنی داری ندارند ($p <$ ۰/۰۵).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مقاومت به کشش مشخص شد که اثرات مقدار خمیر ترش، نوع باکتری و اثر متقابل آنها بر مقاومت به کشش در هر سه زمان ۴۵،۹۰ و ۱۳۵ دقیقه کاملاً معنی‌دار است ($p <$ ۰/۰۱). با مقایسه میانگین‌ها در جدول ۳ مشخص گردید که در مقاومت به کشش خمیر در زمان ۴۵ دقیقه بین تیمارشاهد و تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد به گونه‌ای که تیمار A_4B_3 محتوی ۱۵ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کورواتوس، بیشترین مقاومت به کشش خمیر در زمان ۴۵ دقیقه و تیمار A_1B_2 محتوی ۳ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پلانتاروم کمترین مقاومت را به خود اختصاص داد. نتایج در مقاومت به کشش خمیر در زمان ۹۰ دقیقه نشان داد که بین تیمارهای A_1 B_1 و A_1 B_2با تیمار شاهد اختلاف معنی دار وجود ندارد اما بقیه تیمارها با تیمار شاهد اختلاف کاملا" معنی دار در مقاومت به کشش در زمان ۹۰ دقیقه داشتند بطوری‌که تیمار A_4 B_3 محتوی ۱۵درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کورواتوس، بیشترین مقاومت به کشش خمیر در زمان ۹۰ دقیقه و تیمار A_3 B_2 محتوی ۹درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پلانتاروم کمترین مقاومت را به خود اختصاص داد. با مقایسه میانگین‌ها در جدول ۳ مشخص گردید که در مقاومت به کشش خمیر در زمان ۱۳۵ دقیقه بین تیمارهای A_1B_1، A_1B_2 وA_1B_3 با تیمار شاهد اختلاف معنی دار وجود ندارد، اما بقیه تیمارها با تیمار شاهد اختلاف کاملا" معنی دار در مقاومت به کشش در زمان ۱۳۵ دقیقه داشتند بطوری‌که تیمارA_4B_3 محتوی ۱۵درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کورواتوس، بیشترین مقاومت به کشش خمیر در زمان ۱۳۵ دقیقه و تیمار A_3 B_2 محتوی ۹درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پلانتاروم کمترین مقاومت را به خود اختصاص داد.

عدد نسبت[۲]، بیانگر نسبت مقاومتِ کشش به میزان کشش پذیری و بدون واحد می باشدوفاکتوری برای ارزیابی کیفیت خمیر می‌باشد. فاکتورهایی ازجمله مقاومت خمیردر برابرتغییرشکل، کشش وانرژی لازم برای پاره نمودن خمیروهمچنین درجه رسیدگی خمیر (ورآمدن خمیر) را نشان می‌دهد.

[3]Ratio Number

www.SID.ir

Archive of SID

داده های استخراج شده از منحنی اکستنسوگرام در هر سه زمان ۴۵،۹۰،۱۳۵ دقیقه با اعمال بازه‌های اطمینان در سطح آماری ۹۵ درصد در جدول ٤ آمده است. با توجه به نتایج عدد نسبت مشخص شد که اثرات مقدار خمیر ترش ، نوع باکتری و اثر متقابل آنهابر عدد نسبت در هر سه زمان ۴۵،۹۰ و ۱۳۵ دقیقه کاملاً معنی‌دار است ($p <$ ۰/۰۱).

جدول ۴- تغییرات عدد نسبت (R/E) در تیمارهای آزمایشی

تیمارها	عدد نسبت در ۴۵ دقیقه	عدد نسبت در ۹۰ دقیقه	عدد نسبت در ۱۳۵ دقیقه
C	۲/۱۶۶±۰/۲۵۱^{g}	۲/۶۰۰±۰/۲۰۰^{fg}	۲/۶۳۳±۰/۳۰۵^{gh}
$A_1 B_1$	۱/۵۳۳±۰/۰۵۷^{i}	۲/۲۶۶±۰/۰۵۷^{fg}	۲/۳۰۰±۰/۱۰۰^{hi}
$A_2 B_1$	۳/۵۰۰±۰/۱۰۰^{d}	۳/۷۰۰±۱/۱۵۳^{d}	٤/٤٦٦±۰/۲۵۱^{d}
$A_3 B_1$	۳/۸۳۳±۰/۲۵۱^{c}	۵/۵۳۳±۰/۳۰۵^{c}	٦/۱۳۳±۰/۳۰۵^{b}
$A_4 B_1$	٤/٤٦٦±۰/۰۵۷^{b}	٦/۳۰۰±۰/۱۰۰^{b}	٦/۳۳۳±۰/۰۵۷^{b}
$A_1 B_2$	۱/٤٦٦±۰/۰۵۷^{i}	۲/۷٦٦±۰/۳۵۱^{ef}	۳/۰٦٦±۰/٤۰٤^{fg}
$A_2 B_2$	۲/٤٦٦±۰/۰۵۷^{f}	۳/٤۰۰±۰/۰۰۰^{de}	۳/۳۳۳±۰/۱۵۲^{f}
$A_3 B_2$	۱/۹۳۳±۰/۱۵۲^{gh}	۱/۹۰۰±۰/۰۰۰^{g}	۲/۰٦٦±۰/۲۵۱^{i}
$A_4 B_2$	٤/٤٦٦±۰/۲۵۱^{b}	٦/٦۳۳±۰/۸۰۸^{b}	۵/٤۳۳±۰/۵۰۳^{c}
$A_1 B_3$	۱/۷۰۰±۰/۰۰۰^{hi}	۲/۲۳۳±۰/۲۰۸^{fg}	۲/۷۳۳±۰/۳۰۵^{gh}
$A_2 B_3$	۲/۷۰۰±۰/۱۰۰^{f}	۳/۷۳۳±۰/۵۷۷^{d}	۳/۹۰۰±۰/۱۰۰^{e}
$A_3 B_3$	۳/۱٦٦±۰/۱۰۰^{e}	۵/۱۰۰±۰/۱۰۰^{c}	۵/۱۰۰±۰/۲۰۰^{c}
$A_4 B_3$	۵/۳۳۳±۰/۱۵۲^{a}	۷/۷۳۳±۰/۵۷۷^{a}	۷/۹٦٦±۰/٤۱٦^{a}

اعداد جدول : میانگین ± انحراف معیار، مقادیرموجود در یک ستون و دارای حروف لاتین مشابه اختلاف معنی داری ندارند ($p <$ ۰/۰۵).

با مقایسه میانگین‌ها در جدول ٤ مشخص گردید که عدد نسبت در زمان ٤۵ دقیقه تیمارشاهد بجز با تیمار $A_3 B_2$ با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار دارد به گونه‌ای که تیمار$A_4 B_3$ محتوی ۱۵ درصد خمیر ترش‌تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کورواتوس، بیشترین عدد نسبت در زمان ٤۵ دقیقه وتیمار $A_1 B_2$ محتوی ۳ درصد خمیرترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پلانتاروم کمترین مقاومت را به خوداختصاص داد.

نتایج عدد نسبت در زمان ۹۰ دقیقه نشان داد که بین تیمار های $A_1 B_1$ و$A_1 B_3$، $A_1 B_2$ ،$A_2 B_2$ با تیمار شاهد اختلاف معنی دار وجود ندارد اما بقیه تیمارها با تیمارشاهد اختلاف کاملاً معنی دار در عدد نسبت در زمان ۹۰ دقیقه داشتند بطوری‌که تیمار$A_4 B_3$ محتوی ۱۵ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کورواتوس، بیشترین عدد نسبت را در زمان ۹۰ دقیقه و تیمار $A_3 B_2$ محتوی ۹ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پلانتاروم کمترین عدد را به خود اختصاص داد.

بررسی نتایج عدد نسبت در زمان ۱۳۵ دقیقه نشان داد که بین تیمار های $A_1 B_1$ و$A_1 B_3$ با تیمار شاهد اختلاف معنی دار وجود ندارد اما بقیه تیمارها با تیمارشاهد اختلاف کاملاً معنی دار در عدد نسبت در زمان ۱۳۵دقیقه داشتند بطوریکه تیمار$A_4 B_3$ محتوی ۱۵ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کورواتوس، بیشترین عدد نسبت در زمان ۱۳۵ دقیقه و تیمار $A_3 B_2$ محتوی ۹ درصد خمیر ترش تلقیح شده با لاکتوباسیلوس پلانتاروم کمترین عدد را به خود اختصاص داد، بنابراین با افزایش میزان خمیرترش درجه رسیدگی خمیر(ورآمدن خمیر) بیشتر می شود.

نتیجه گیری

با توجه به این پژوهش با افزودن خمیرترش خشک شده به آرد، جذب آب آرد، زمان گسترش خمیر و قابلیت کشش افزایش و زمان پایداری خمیر که از جمله شاخص‌های مهم برای بررسی قوام خمیر است کاهش می‌یابد. دلایل اصلی تغییرات رئولوژیکی در خمیرترش و خمیر نهایی، فعالیت آنزیمی (مخصوصاً آنزیم پروتئاز) و تشکیل اسیدها است. در فرآیند تخمیر خمیرترش، میزان اسیدیته با گذشت زمان در حال افزایش است و در نتیجه این امکان را برای آنزیم‌های غلات و میکروبی فراهم می‌کند تا روی بافت خمیر تأثیر داشته باشند. از آنجا که در خمیرهای حاوی

www.SID.ir

Archive of SID

خمیرترش تضعیف شبکه گلوتنی صورت می‌گیرد، احتمالاً حلالیت پنتوزان‌ها و تشکیل اگزوپلی ساکاریدها می‌تواند در ایجاد بافت در خمیر و نان نقش عمده‌ای داشته باشد. وجود انواع لاکتوباسیلوس‌ها، لوکونستوک‌ها و استرپتوکوکوس‌های حاوی آنزیم دکستران ساکاراز در خمیر، موجب تولید اگزو پلی ساکارید دکستران می‌شود که در نهایت تازگی محصول را در پی دارد. همچنین نگهداری گاز دی اکسیدکربن در خمیر تقویت شده و حجم نان افزایش می‌یابد. در نهایت جهت تولید نان قالبی حاوی خمیرترش خشک شده که خصوصیات رئولوژیکی مطلوب آن را نیزحفظ کند، آرد گندم حاوی ۱۵ درصد لاکتوباسیلوس کورواتوس پیشنهاد می‌شود. در صورت استفاده از مقادیر بالای خمیرترش خشک برای بهره‌مندی بیشتر از مزایای تغذیه ای آن لازم است از مواد و عوامل بهبود دهنده کیفیت آرد نیز در فرمولاسیون محصول استفاده شود.

منابع مورداستفاده

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

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

Golshan Tafti A, Peighambardoust SH, Hejazi MA, Moosavy MH. 2014. Diversity of Lactobacillus strains in Iranian traditional wheat sourdough. Journal of Food Quality and Hazards Control 1: 41-45.

Golshan Tafti A, Peighambardoust SH, Hejazi MA, 2013. Biochemical characterization and technological properties of predominant Lactobacilli isolated from East-Azarbaijan sourdoughs (Iran). International Food Research Journal 20: 3293-3298.

Golshan Tafti A, Peighambardoust SH, Hesari J, Bahrami A, Shakuoie Bonab A. 2013. Physico-chemical and functional properties of spray-dried sourdough in breadmaking. Food Science and Technology International 19:271-278.

Golshan Tafti A, Peighambardoust SH, Behnam F, Bahrami A, Aghagholizadeh R, Ghamari M, Rafat SA. 2013. Effects of spray-dried sourdough on flour characteristics and rheological properties of dough.

Grosch W, Schieberle P. 1997. Flavor of cereal products -a review.Cereal Chem. 74:91-97.

Haggman M, Salovaara H. 2008. Effect of fermentation rate on endogenous leavening of Candida milleri in sour rye dough. Food Research International, 41: 266–273

Haridas RP, and Malini RH, 1991. Effect of incorporating wheat bran on the rheological characteristics and bread making quality of flour. Journal of Food Science and Technology. 28: 92-97.

Katina K. 2005. Sourdough: A tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread. VTT Publications.569:13-41

Lacaze G, Wick M. and Cappelle S, 2007. Emerging fermentation technologies: Development of novelsourdoughs. Food Microbiology. 24:155-160.

Lavermicocca P, Valerio F, Visconti A. 2003. Antifungal activity of phenyllactic acid against molds isolated from bakery products. Applied and Environmental Microbiology. 69: 634-640.

Lopez HW, Krespine V, Guy G, Messager A, Demigne C, Remesy C. 2001. Prolonged fermentation of whole wheat sourdough reduces phytate level and increases soluble magnesium. Journal of Agricultural and Food Chemistry.49: 2657-2662.

Ognean, C.F, Daivie N, ognean M. 2006. Fat replacers- Review. Journal of Agroalimentary processes and Technologies. 7: 433-442.

Oura E, Suomalainen E, and Viskari R, 1982. Breadmaking. In: Rose, A.H. (1th ed). Economic Microbiology. New York: Academic Press:87-146.

Salminen S, Wright AV, and Ouwehand A, 2004. Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects. New York: Marcel Dekker Inc.

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

www.SID.ir

Archive of SID

Williams P, El-Haramein F, Nakkoul H, and Rahawi S, 1988. Crop quality evaluation Methodsand guidelines: International center for agricultural research in dry areas (ICARDA).Tech Manual No 14 Aleppo. Syria.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of spray dried sourdough containing a mixture of Lactobacillus species on flour quality and dough rheological properties

S H Peighambardoust[1*], N Raiesi Kahory[2], and O Eyvaz zadeh[3]

Received: November 01, 2014 Accepted: February 22, 2015

[1]Associate Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]MSc Graduated, Department of Food Science and Technology,Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology,Varamin-Pishva Branch,Islamic Azad University,Varamin, Iran
[*]Corresponding Author: Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Abstract

Low quality and shorter shelf life of the bread in our country is a major issue leading to bread wastage. The aim of the present study was to spary dry sourdoughs containing three *Lactobacili* species and to investigate the effect of addition of different percentages of dehydrated sourdoughs to flour quality and rheological properties of dough. Fresh sourdough containing *lactobacillus plantarum, corwatus* and *paralimentarius* (isolated from sourdough of traditional breads) was first prepared followed by dehydrating through spray drying. Finally, dried sourdough containing three *Lactobacillus* species at concentrations of 3, 6, 9 and 15 % (w/w) were added to the flour. Rheological properties were then investigated by Farinograph and Extensograph tests. Also, pH and titratable acidity of obtained flours were measured. In this research, a fully randomized block design followed by mean comparison using Duncan's multiple range at probability level of α= 95%. Results showed that addition of sourdough containing three kinds of starters decreased pH and increased titatable acidity. Regarding Farinograph results such water absorption and dough development time were increased with sourdough addition. However dough stability time was decreased. Ultimately in order to prepare molded bread containing dried sourdough which can retain its desirable rheological properties, wheat flour containing 15% of *L.corwatus* is recommended.

Keywords: Wheat flour, Dehydrated sourdough, Lactobacillus, Spray drying, Rheological properties

www.SID.ir