ارائه مدلی جهت بهبود حجم پس از پخت و تأخیر در بیات شدن نان‌گندم نیمه‌حجیم با استفاده از خمیرترش

علیرضا صادقی[۱]، فخری شهیدی[۱*]، سید علی مرتضوی[۱] و مهدی نصیری محلاتی[۲]

[۱] مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی

[۲] مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت

تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۲۱ پذیرش: ۸۶/۹/۵

چکیده

هدف اصلی از انجام این پژوهش، بررسی امکان استفاده از خمیرترش دارای کشتهای آغازگر اختصاصی جهت فرآوری نان‌گندم نیمه‌حجیم و تأخیر در بیات شدن آن بود. برای تهیه خمیرترش، سلولهای تازه میکروبی با تعداد کلنی معین، توسط سانتریفوژ از کشت اولیه باکتریهای اسید لاکتیک جدا شد. سپس معادل ۱/۵ درصد وزنی آرد از این سلولها و ۰/۲۵ درصد وزنی از مخمر خشک فعال *Saccharomyces cerevisiae* (مخمر تجاری نانوایی) با مقادیر یکسانی از آب و آرد مخلوط گردید. تأثیر عامل زمان تخمیر در چهار سطح ٦، ۱۲، ۱۸ و۲٤ ساعت، دمای تخمیر در چهار سطح ۲٤، ۲۸، ۳۲ و۳٦ درجه سانتی‌گراد، و سه نوع کشت آغازگر ۱- *Lactobacillus sanfransicencis* (DSM 20663) ۲- *Lactobacillus plantarum* (DSM 20174) و ۳- مخلوط هر دو سویه لاکتوباسیل به نسبت مساوی، بر تهیه خمیرترش مورد ارزیابی قرارگرفت. پس از فرآوری یکسان نمونه‌ها جهت بررسی میزان بیات شدن از آزمونهای حسی و اندازه‌گیری حجم مخصوص نان استفاده شد. حجم مخصوص نانهای تولیدی در تناوب زمانی صفر، ۲٤، ٤۸ و۷۲ ساعت پس از پخت، بروش جایگزینی دانه کلزا تعیین گردید. همزمان آزمونهای حسی نیز بر رویناهای تهیه شده صورت پذیرفت. این آزمونها در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی، با روش فاکتوریل و در چهار تکرار انجام شد. جهت بررسی رابطه بین عوامل مؤثر در تخمیر و حجم پس از پخت نان از رگرسیون چند متغیره استفاده شد و مدلهای رگرسیونی بمنظور پیش‌بینی حجم مخصوص نانهای تولیدی بعنوان شاخص میزان بیات شدن آنها ارائه گردید. نتایج حاصل نشان می‌دهد تأثیر خمیرترش بر تأخیر در بیات شدن نان گندم نیمه حجیم، در فاصله‌های زمانی ٤۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت در مقایسه با شاهد، معنی دار است ($p \leq ۰/۰۱$). علاوه بر این در فاصله زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت، بیشترین افزایش حجم مخصوص و تأخیر بیات شدن در نمونه فرآوری شده توسط *Lactobacillus plantarum* در دمای تخمیر ۳۲ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ۲٤ ساعت مشاهده گردید و نمونه فرآوری شده توسط مخلوط هر دو سویه لاکتوباسیل در دمای تخمیر ۲۸ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ۱۸ ساعت، دارای بهترین امتیاز پذیرش کلی بود.

واژه‌های کلیدی: خمیرترش، باکتری اسید لاکتیک، تخمیر، حجم مخصوص نان، بیات شدن

* نویسنده مسئول، تلفن تماس: ۸۷۸۷٤۳۰ (۰۵۱۱) ، پست الکترونیک: fshahidi@ferdowsi.um.ac.ir

مقدمه

استفاده از تخمیر بمنظور افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی، از دیرباز مورد استفاده بشر بوده است. حال آنکه فرآیند تخمیر در فرآوری نان، جهت دستیابی به کیفیت مطلوب، ضروری است (۱).

خمیرترش بعنوان یک افزودنی طبیعی، نگهدارنده زیستی (Biopreservative) و جایگزینی مناسب برای سایر افزودنیهای نانوایی، از فرآیندی که در آن، آب و آرد، توسط کشتهای آغازگر، تخمیر می‌شوند، بدست می‌آید و فلور میکروبی آن عموماً حاوی مخمرها و باکتریهای اسید لاکتیک بوده و اثر متقابل این میکروارگانیسمها برای فعالیت متابولیکی آن، حایز اهمیت است. *Saccharomyces cerevisia* مخمر اصلی موجود در خمیرترش می باشد و مهم‌ترین باکتریهای جدا شده از خمیرترش نیز متعلق به جنس لاکتوباسیلوس اند. این لاکتوباسیلها می‌توانند از بین انواع جور تخمیر اجباری، نا جور تخمیر اجباری و یا نا جور تخمیر اختیاری باشند (۲و۱٤).

فرآیند تخمیر آرد توسط خمیرترش بر پایه تخمیر لاکتیکی و الکلی است و به عوامل متعددی نظیر ترکیب فلور میکروبی خمیرترش، فعالیت آنزیمی و قابلیت تخمیری آرد نیز بستگی دارد (۱۸). این عوامل اثرات متقابلی بر یکدیگر می‌گذارند که بر پیچیدگی این سیستم، افزوده و در حین تخمیر بر تولید اسید، تولید ترکیبات فرار و تجزیه ترکیبات کربنی و نیتروژنی مؤثر هستند (۳و۱٤). چنانچه خمیرترش در تخمیر نان، جایگزین مخمر نانوایی گردد، ضمن بهبود خواص کیفی خمیر، سبب ایجاد طعم و آرومای مطلوب‌تر، ممانعت از فساد قارچی و باکتریایی و تأخیر فرآیند بیاتی شده، همچنین قابلیت استفاده در آردهای فاقد گلوتن جهت مصرف مبتلایان به بیماری سلیاک را نیز فراهم می‌آورد. بیماری سلیاک یا حساسیت غذایی به گلوتن، هنگامی که شخص قادر به هضم گلیادین گندم یا پرولامینهای سکالین چاودار، هوردئین جو و یا احتمالاً آویدین جو دوسر نیست، ایجاد می‌شود (۷،۵و۱۹). علاوه بر این متابولیتهای تولیدی توسط باکتریهای اسید لاکتیک موجود در خمیرترش نیز دارای توانایی کاهش میزان کلسترول، ایمن‌سازی سیستم دفاعی، خاصیت ضد توموری و فعالیت پربیوتیک (prebiotic) اند. همچنین توانایی تولید برخی از آنتی‌بیوتیکها و ترکیبات زیست فعال توسط این باکتریهای اسید لاکتیک جهت کنترل و درمان برخی از سرطانهای دستگاه گوارش نیز به اثبات رسیده است (۸ و۱۱).

انواع نان گندم بعنوان جزئی اساسی از سبد غذایی، جهت برآورده کردن نیازهای غذایی و تأمین مواد مغذی، اهمیت فراوانی دارند. از این میان، نان گندم نیمه حجیم (دارای قطر ۱۰ تا ۲۵ میلی‌متر) بعنوان نان غالب تولیدی در کشور مطرح است. استفاده از خمیرترش در فرآیند صنعتی تولید نان گندم، نیازمند کنترل دقیق شرایط به کارگیری خمیرترش جهت رسیدن به سطح مناسب pH و اسیدیته قابل سنجش در خمیرترش و نان حاصل از آن است (۱٤). کنترل شرایط تخمیر خمیرترش با انتخاب کشت آغازگر اختصاصی، تنظیم شرایط تخمیر نظیر زمان، دما و نیز تنظیم درجه استخراج آرد، ممکن می‌گردد (٤و٦).

بیات شدن نان که بر اثر تغییرات فیزیکوشیمیایی در پوسته و مغز نان رخ می‌هد، در کنار فساد میکروبی، مهم‌ترین عامل کاهش زمان ماندگاری نان به حساب می‌آید و حدود ۲۵ درصد از ضایعات نان در کشور بواسطه بیات شدن است. بیات شدن، سبب ایجاد بافت سخت و خرد شونده و از دست رفتن طعم تازگی در نان می‌گردد. اثرات بیات شدن بر نان در طی دهه اخیر به میزان زیادی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته اما مکانیسمهای علمی و تکنولوژیکی منجر به آن، هنوز بدرستی مشخص نشده است (۱و۱٤).

تأثیر خمیرترش، در ممانعت از بیات شدن اصولا وابسته به بهبود حجم بعنوان یک عامل مثبت در ارتباط با نرمی نان، است و ضریب همبستگی مشخصی بین این دو عامل وجود دارد (۹). همچنین خمیرترش با ممانعت از فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز آرد، میزان هیدرولیز نشاسته را کاهش می‌دهد که این امر، آزادسازی دکسترینهای با وزن مولکولی پایین را محدود کرده و در کاهش کریستالیزه شدن نشاسته و کاهش بیاتی نان مؤثر است (۱۰ و ۱٤). علاوه بر این

باکتریهای اسید لاکتیک موجود در خمیرترش با توانایی بالقوه تولید اسید، برخی آنزیمها، اگزوپلی‌ساکاریدها و متابولیتهای ویژه دیگر در کاهش و تأخیر بیات شدن نان گندم، سهیم است (۱۲و۱۳).

تاکنون هیچ گزارش علمی مبنی بر تهیه و همچنین استفاده از خمیرترش دارای کشتهای آغازگر اختصاصی در حوزه‌های کاربردی صنایع غذایی بویژه صنایع نانوایی کشور انتشار نیافته است. در سال ۲۰۰۱ میگنن و همکاران، شرایط تخمیر بهینه توسط *Saccharomyces cerevisiae* و *Lactobacillus brevis* را در خمیرترش بررسی نمودند (۱۵). و در سال ۲۰۰۵ کاتینا اثر خمیرترش را بر بهبود زمان ماندگاری نان گندم بررسی کرد (۱٤). در همان سال گل و همکاران، شرایط تخمیر بهینه توسط *Saccharomyces cerevisia* و باکتریهای اسید لاکتیک خمیرترش را مورد مطالعه قرار دادند (٦). در سال ۲۰۰٦ کاتینا و همکاران، اثر سینرژیستی خمیرترش و برخی از آنزیمها را در تأخیر بیات شدن نان بررسی کردند (۹) و اخیرا" در سال ۲۰۰۷ گاجیانو و همکاران، شرایط به کارگیری کشتهای آغازگر در تولید خمیرترش را مورد مطالعه قرار دادند (٤).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی امکان تهیه و استفاده از خمیرترش دارای کشتهای آغازگر اختصاصی و بررسی عوامل مأثر بر تهیه خمیرترش (نوع کشت آغازگر، دما و زمان تخمیر)، جهت فرآوری نان گندم نیمه حجیم بمنظور بهبود حجم پس از پخت و تأخیر بیات شدن آن بود.

مواد و روشها

مواد خام: آرد ۱۳/۵ درصد سبوس گرفته شده از کارخانه آسه آرد نیشابور تهیه شد. این آرد دارای رطوبت ۱۳ درصد، پروتئین ۱۲/۵ درصد، خاکستر ۰/۷۵ درصد، چربی ۱/۷۲ درصد، گلوتن مرطوب ۲۸/۸ درصد و عدد فالینگ ٤٦۰ ثانیه بود که بر اساس روشهای مدون AOAC و AACC تعین گردید.

مخمر خشک فعال *Saccharomyces cerevisiae* (مخمر تجاری نانوایی) از شرکت ایران ملاس فریمان تهیه شد و دو سویه لاکتوباسیل مورد استفاده یعنی (DSM 20174) *Lactobacillus plantarum* و(DSM 20663) *Lactobacillus sanfransicencis* از کلکسیون میکروبی آلمان (DSMZ)، خریداری شد.

تهیه خمیرترش با استفاده از کشتهای آغازگر اختصاصی:

جهت تهیه خمیرترش، ابتدا سویه‌های *Lactobacillus plantarum* (نا جور تخمیر اختیاری) و *Lactobacillus sanfransicencis* (نا جور تخمیر اجباری) که خواص GRAS آنها به اثبات رسیده است بترتیب در محیطهای کشت MRS و Sourdough به نسبت ۱ درصد وزنی، در دماهای ۳٦ و ۳۰ درجه سانتی گراد بمدت ۲٤ ساعت بمنظور فعال شدن، کشت داده شدند. لاکتوباسیلها تا ایجاد 10^{7}cfu/g (در مقایسه با لوله ۰/۵ مک فارلند) رشد نمودند. برای جداسازی سلولهای تازه میکروبی، بیومس تولیدی توسط سانتریفوژ (مدل Spectrafuge16M) با g ۵۰۰۰ در ٤ درجه سانتی گراد بمدت ۱۵ دقیقه، خالص سازی شد (۱٤و۱۷). سپس معادل ۱/۵ درصد وزنی نسبت به آرد از این سلول‌ها و ۰/۲۵ درصد وزنی از مخمر خشک فعال *Saccharomyces cerevisia* با مقادیر یکسانی از آب و آرد مخلوط شد (مخلوط‌کن خمیر مدل MACPAN).

تأثیر عامل زمان تخمیر در چهار سطح ٦، ۱۲، ۱۸ و ۲٤ ساعت، تأثیر عامل دمای تخمیر در چهار سطح ۲٤، ۲۸، ۳۲ و ۳٦ درجه سانتی‌گراد و تاثیر سه نوع کشت آغازگر ۱- *Lactobacillus plantarum* ۲- *Lactobacillus sanfransicencis* و ۳- مخلوط هر دو سویه لاکتوباسیل به نسبت مساوی، بر تهیه خمیرترش مورد ارزیابی قرار گرفت.

تهیه نمونه نان شاهد: برای این منظور از مخلوط آرد و ۱/۵ درصد وزنی مخمر خشک فعال *Saccharomyces cerevisia* بهمراه ۰/٤ درصد نمک استفاده شد و مقدار آب مورد نیاز و شرایط مخلوط کردن با استفاده از فارینوگرافی (مدل Brabender) تعیین گردید (جذب آب ٦۰ درصد). نمونه شاهد فاقد خمیرترش بود. تخمیر ابتدایی این مخلوط در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بمدت ۳۰ دقیقه و تخمیر نهایی پس از تقسیم کردن به قطعات ۲۰۰ گرمی در دمای مشابه بمدت ۹۰ دقیقه صورت گرفت. نمونه‌های تولیدی بلافاصله در دمای۵±۲۲۰ درجه سانتی گراد و بمدت حدود ۱۵ دقیقه در فر پخت (مدل SINMAG)، پخته شدند (۳ و ۱٤).

تهیه نان با استفاده از خمیرترشهای تولیدی: برای این منظور نسبت ۲۰ درصد وزنی از خمیرترش‌ها با خمیر مشابه نمونه شاهد (فاقد ۱/۵ درصد وزنی مخمر خشک فعال *Saccharomyces cerevisia*)، جهت تهیه نان در شرایط یکسان تخمیر و پخت با نمونه شاهد، استفاده گردید. مقدار ذکر شده خمیرترش قبل از تخمیر نهایی به خمیر افزوده شد. نان تولیدی پس از پخت حدود چند دقیقه در شرایط سترون، سرد شده و برای مرحله بعدی استفاده گردید (۱۷و۱۸).

ارزیابی مناسب‌ترین خمیرترش تولیدی جهت تأخیر بیات شدن نان: نمونه‌های نان تهیه شده، در طی سه روز متوالی پس از پخت جهت بررسی و اندازه‌گیری حجم مخصوص و آزمونهای حسی بطور جداگانه در شرایط معین (درون بسته‌های سترون پلی‌اتیلنی درب دار و دمای ۲۸ درجه سانتی گراد در اینکوباتور مدل EYELA-SLI-450D) مورد ارزیابی قرار گرفته و با نمونه شاهد مقایسه شد.

اندازه‌گیری حجم مخصوص پس از پخت نان: حجم مخصوص نانهای تولیدی در فاصله‌های زمانی صفر، ۲٤، ٤۸، و۷۲ ساعت پس از پخت، بروش جایگزینی دانه کلزا (براساس استاندارد A-A-20126E METRIC) تعیین شد. نمونه‌های مورد استفاده دارای وزنهای یکسان بوده و از مرکز هندسی نان تهیه گردیدند.

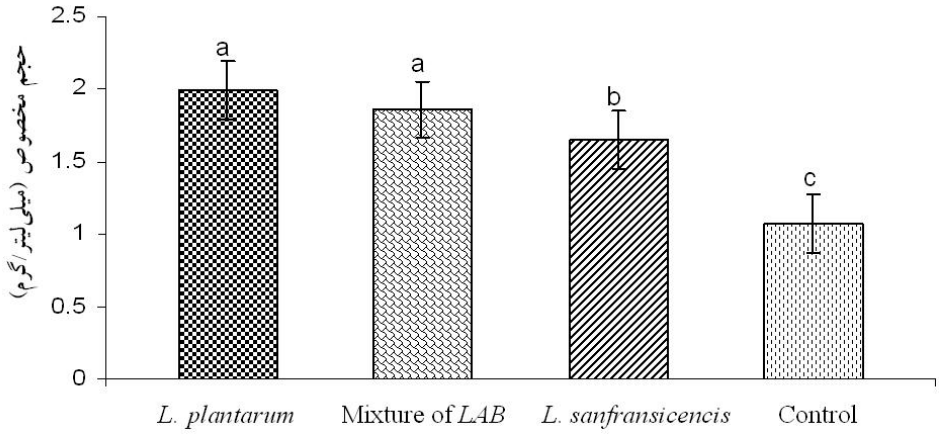
ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیک نانهای تولیدی: پس از سرد کردن نانهای تولیدی خصوصیات ارگانولپتیک (حسی) آنها توسط آزمون (داوری) چشایی براساس روش مدون AOAC بررسی شد و۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده، خصوصیات نانهای تولیدی را جهت تعیین میزان پذیرش کلی بر مبنای مقیاس ۵-۱ (۱ بالاترین و ۵ کمترین امتیاز) ارزیابی نمودند.

آنالیز آماری نتایج: روش آماری مورد استفاده، روش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی و با چهار تکرار بود. جهت بررسی رابطه بین عوامل مؤثر در تخمیر و حجم مخصوص نان از رگرسیون چند متغیره و بمنظور مقایسه میانگینها و بررسی اثر تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد. در انتها پیش‌بینی حجم مخصوص نانهای تولیدی بعنوان شاخص میزان بیات شدن آنها بر حسب نوع کشت آغازگر، مدلهای رگرسیونی ارائه شد. نرم‌افزارهای آماری مورد استفاده شامل Minitab ver 13.1، MstatC، Microsoft Office Excel و Sigma stat بود.

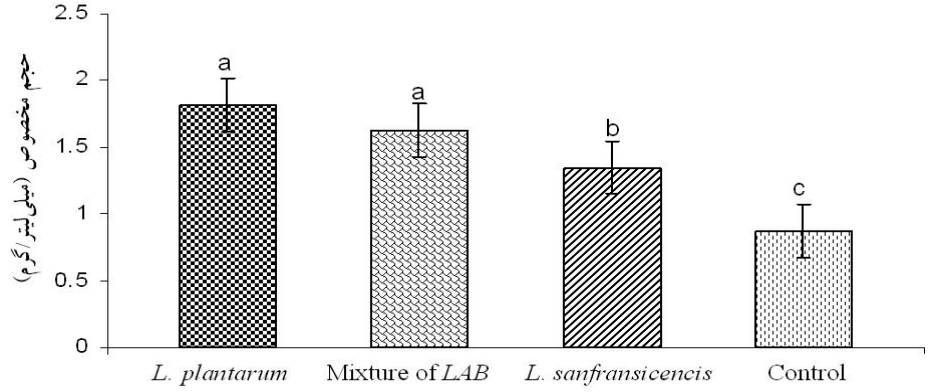
نتایج و بحث

ارزیابی حجم مخصوص نان: در فواصل زمانی ٤۸ و۷۲ ساعت پس از پخت، حجم مخصوص انواع نانهای تولیدی بطور معنی داری ($p \leq ۰/۰۱$) از نمونه شاهد بیشتر بود (شکل۱). همچنین در فاصله زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت، بیشترین افزایش حجم مخصوص در نمونه فرآوری شده توسط *Lactobacillus plantarum* (DSM 20174) در دمای تخمیر ۳۲ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ۲٤ ساعت مشاهده شد و نمونه فرآوری شده توسط (DSM 20663) *Lactobacillus sanfransicencis* در دمای تخمیر ۲٤ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ٦ ساعت دارای

کمترین افزایش حجم مخصوص بود. در تمامی نمونه‌های مورد بررسی در طول زمان انبارمانی حجم مخصوص از نمونه شاهد بیشتر بود و بموازات افزایش زمان انبارمانی حجم مخصوص کاهش یافت. علاوه بر این در تمامی نمونه‌های مورد بررسی بموازات افزایش دما (تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد) و زمان تخمیر خمیرترش، حجم مخصوص افزایش و بیات شدن نان، کاهش یافت (شکل۲). تغییرات مذکور در نمونه‌های تهیه شده با *Lactobacillus plantarum* از دو کشت آغازگر دیگر بیشتر می‌باشد.



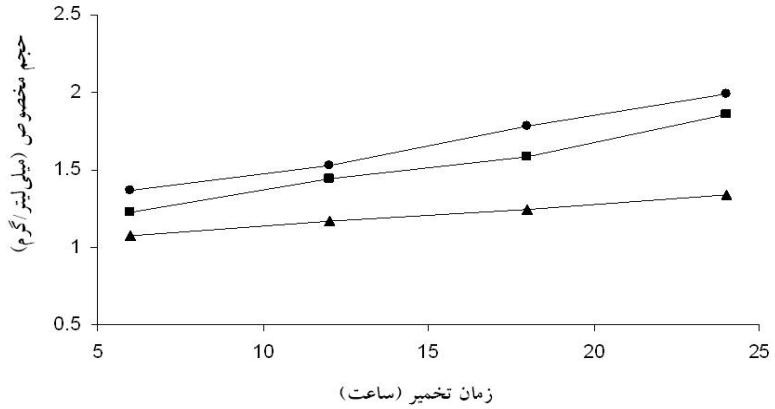
(الف)



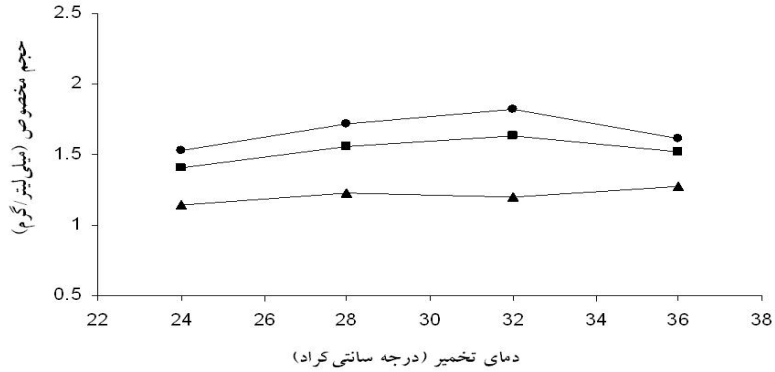
(ب)

شکل۱- تأثیر نوع کشت آغازگر بر حجم مخصوص نان در فواصل زمانی ٤٨ (الف) و ۷۲ (ب) ساعت پس از پخت (میانگینهای دارای حروف مشترک در سطح ۱ درصد تفاوت معنی داری نداشتند).

آرندت و همکاران (۱) و کاتینا و همکاران (۱۳ و١٤) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند. بر اساس گزارشهای این محققین، مهمترین دلیل کاهش بیات شدن در نان فرآوری شده توسط خمیرترش، تولید اسید لاکتیک است که سبب افزایش تخلخل (١٤)، غیر فعال سازی آنزیم آلفا آمیلاز (۹) و افزایش نرمی بافت (۱) می‌گردد. در مجموع استفاده از دمای بالاتر تخمیر، محتوای آب بیشتر در خمیرترش و استفاده از آرد کامل، تولید اسید در حین تخمیر خمیرترش را افزایش می‌دهد.



(الف)



(ب)

شکل۲- بررسی روند تغییرات حجم مخصوص نان تحت تأثیر زمان تخمیر (الف) و دمای تخمیر خمیرترش (ب) دارای کشت‌های آغازگر متفاوت (● *Lactobacillus plantarum* ، ■مخلوط دو سویه لاکتوباسیل و ▲ *Lactobacillus sanfransicencis*).

رابطه رگرسیونی بین حجم مخصوص نان با متغیرهای زمان و دمای تخمیر خمیرترش و زمان انبارمانی بر حسب نوع کشت آغازگر مصرفی پس از حذف Backward (جهت حذف متغیرهای اضافی از مدل رگرسیونی) نشان داد که تمامی متغیرهای مورد بررسی در معادله باقی ماندند. معادله‌های ذیل نیز جهت تخمین مقدار حجم مخصوص نان بعنوان معیاری از بیات شدن آن بر حسب زمان انبارمانی، دما و زمان تخمیر خمیرترش در محدوده‌های مورد ارزیابی به دست آمد.

- کشت آغازگر *Lactobacillus plantarum* (DSM 20174)

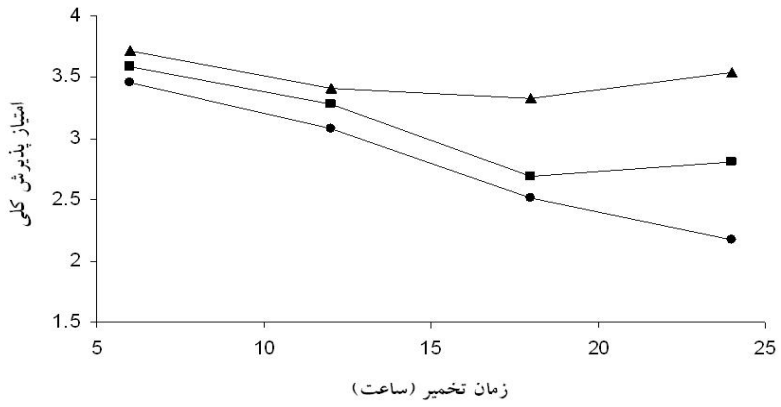
(R^2 **= ۰/۸۹۶**** **۰/۱۲٤ + (۰/۰۰۷۹۰* زمان تخمیر) + (۰/۰۹۲۳ * دمای تخمیر) + (۰/۰۱۷۳* زمان انبارمانی)- = حجم مخصوص نان**

- کشت آغازگر مخلوط دو سویه لاکتوباسیل

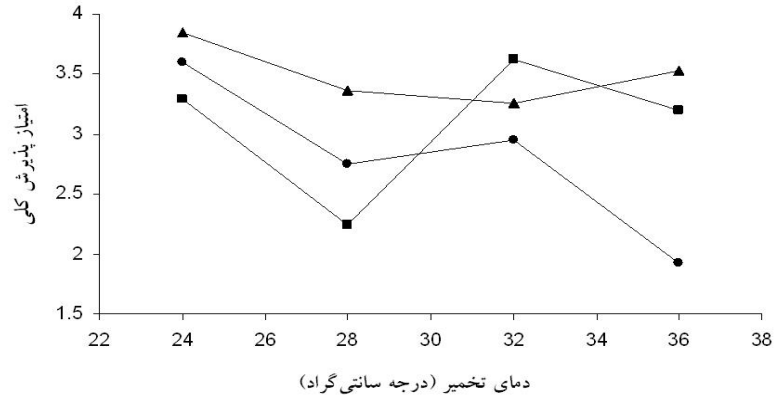
(R^2 **= ۰/۸۷۰**** **۰/۰۰۰۱۲۱ + (۰/۰۰۹ * زمان تخمیر) + (۰/۰۸۷۸ * دمای تخمیر) + (۰/۰۱٦ * زمان انبارمانی)- = حجم مخصوص نان**

- کشت آغازگر *Lactobacillus sanfransicencis* (DSM 20663)

(R^2 **= ۰/۹۰۵**** **+۰/۱۲۷ (۰/۰۱٤۹* زمان تخمیر) + (۰/۰٦۷٤* دمای تخمیر) + (۰/۰۱۵۷* زمان انبارمانی) = حجم مخصوص نان**



(الف)



(ب)

شکل۳- بررسی روند تغییرات پذیرش کلی نان تحت تأثیر زمان تخمیر (الف) و دمای تخمیر خمیرترش (ب) دارای کشتهای آغازگر متفاوت (● *Lactobacillus plantarum* ، ■ مخلوط دو سویه لاکتوباسیل و ▲ *Lactobacillus sanfransicencis*).

ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیکی نان: با افزایش دمای تخمیر، امتیاز پذیرش کلی نان در نمونه‌های فرآوری شده توسط *Lactobacillus plantarum* و *Lactobacillus sanfransicencis* کاهش و در نمونه‌های فرآوری شده توسط مخلوط دو سویه لاکتوباسیل ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. در نمونه‌های فرآوری شده توسط *Lactobacillus plantarum* با افزایش زمان تخمیر، امتیاز پذیرش کلی در فاصله‌های زمانی ۲٤ و ٤۸ ساعت پس از پخت بطور معنی داری ($p \leq ۰/۰۱$) افزایش یافت. در نمونه‌های فرآوری شده توسط *Lactobacillus sanfransicencis* با افزایش زمان تخمیر جز در دمای تخمیر ۲٤ درجه سانتی‌گراد و در نمونه‌های فرآوری شده توسط مخلوط دو سویه لاکتوباسیل جز دماهای تخمیر ۲۸ و ۳٦ درجه سانتی‌گراد، در بقیه نمونه‌ها نیز این وضعیت مشاهده گردید (شکل۳). دلیل احتمالی این موضوع افزایش تخلخل، بهبود احساس دهانی و طعم مناسب در محدوده‌های دمایی مورد نظر است (۱٤).

بهترین امتیاز پذیرش کلی بلافاصله پس از پخت به نمونه فرآوری شده توسط *Lactobacillus plantarum* در دمای تخمیر ۳٦ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ۲٤ ساعت تعلق گرفت. در فاصله زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت نیز نمونه فرآوری شده توسط مخلوط دو سویه لاکتوباسیلوس در

دمای تخمیر ۲۸ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ۱۸ ساعت دارای بهترین امتیاز پذیرش کلی بود. علت این امر احتمالاً افزایش تولید اسید لاکتیک توسط کشتهای آغازگر و اثرات متقابل بین دو لاکتوباسیل است (٦و١٧).

بر اساس نتایج این پژوهش در فاصله زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت، بیشترین مقدار حجم مخصوص و تأخیر بیات شدن نان در نمونه فرآوری شده توسط *plantarum Lactobacillus* در دمای تخمیر ۳۲ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ٢٤ ساعت مشاهده شد و نمونه فرآوری شده توسط مخلوط دو سویه لاکتوباسیل در دمای تخمیر ۲۸ درجه سانتی‌گراد و زمان تخمیر ۱۸ ساعت دارای بهترین امتیاز پذیرش کلی بود که بعنوان شرایط ایده‌آل جهت تولید صنعتی نان گندم نیمه‌حجیم توصیه می‌گردد.

منابع

1. Arendt, E. K., L. A. M. Ryan and F. Dal Bello. 2006. Impact of sourdough on the texture of bread. Food Microbiology, *Food Microbiology* 24(2), 165-174.
2. Clarrke, C. I., and E. K. Arendt. 2005. A review of the application of sourdough technology to wheat breads. *Advances in food and nutrition research* 49, 137-156.
3. Decock, P., and S. Cappelle. 2005. Bread technology and sourdough technology. *Trends in Food Science & Technology* 16, 113–120.
4. Gaggiano, M., R. Di Cagno, M. De Angelis, P. Arnault, P. Tossut, P. F. Fox and M. Gobbetti. 2007. Defined multi-species semi-liquid ready-to-use sourdough starter. *Food Microbiology* 24, 15–24.
5. Gobbetti, M., C. G. Rizzello, R. Di Cagno and M. De Angelis. 2007. Sourdough lactobacilli and celiac disease. *Food Microbiology* 24, 187–196.
6. Gül, H., S. Özçelik, O. Sa˘gdıç and M. Certel. 2005. Sourdough bread production with lactobacilli and S. cerevisiae isolated from sourdoughs. *Process Biochemistry* 40, 691–697.
7. Hansen, A and P. Schieberle. 2005. Generation of aroma compounds during sourdough Fermentation. *Trends in Food Science & Technology* 16, 85–94.
8. Ja¨gerstad, M., V. Piironen, C. Walker, G. Ros, E. Carnovale, M. Holasova and H. Nau. 2005. Increasing natural food folates through bioprocessing and biotechnology. *Trends in Food Science & Technology* 16, 298–306.
9. Katina, K., M. Salmenkallio-Marttila, R. Partanen, P. Forssell and K. Autio. 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT* 39, 479–491.
10. Katina, K., A. Laitila, R. Juvonen, K. H. Liukkonen, S. Kariluoto, V. Piironen, R. Landberg, P. A man and K. Poutanen. 2006. Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye. *Food Microbiology* 24(2), 175-186.
11. Katina, K., E. Arendt, K. H. Liukkonen, K. Autio, L. Flander and K. Poutanen. 2005. Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends in Food Science & Technology* 16, 104–112.
12. Katina, K., M. Sauri, H. L. Alakomi and T. Mattila-Sandholm. 2002. Potential of Lactic Acid Bacteria to Inhibit Rope Spoilage in Wheat Sourdough Bread. *LWT* 35, 38-45.
13. Katina, K., R. L. Heinio¨, K. Autio and K. Poutanen. 2006. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT* 39, 1189–1202.
14. Katina, K. 2005. Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread. VTT Biotechnology. VTT Technical Research Centre of Finland, VTT PUBLICATIONS 569, pp: 13-41, 53-75.
15. Meignen, B., B. Onno, P. Ge¨ linas, M. Infantes, S. Guilois and B.Cahagnier. 2001. Optimization of sourdough fermentation with Lactobacillus brevis and baker's yeast. *Food Microbiology* 18, 239-245.
16. Simsek, O., A. Hilmi Con and S. Tulumog˘lu. 2006. Isolating lactic starter cultures with antimicrobial activity for sourdough processes. *Food Control* 17, 263-270.
17. Paramithiotis, S., Y. Chouliaras, E. Tsakalidou and G. Kalantzopoulos. 2005. Application of selected starter cultures for the production of wheat sourdough bread using a traditional three-stage procedure. *Process Biochemistry* 40, 2813–2819.

18. Thiele, C. 2003. Hydrolysis of gluten and the formation of flavor precursors during sourdough fermentation. TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN LEHRSTUHL FÜR TECHNISCHE MIKROBIOLOGIE. pp: 93-111.

19. Ur-Rehman, S., A. Paterson and J. R. Piggott. 2006. Flavour in sourdough breads: a review. *Trends in Food Science & Technology* 17, 557-566.

A Model for Improved Volume and Delay Staling of Semi Voluminous Wheat Bread by Sourdough

Sadeghi A., Shahidi F., Mortazavi S.A. and Nassiri Mahallati M.

[1]Food Sci. & Technol. Dept., College of Agric., Ferdowsi Univ., Mashhad, I. R. of Iran

[2]Culture Dept., College of Agric., Ferdowsi Univ., Mashhad, I.R. of Iran

Abstract

The aims of this work were application of sourdough with specific starter cultures for semi voluminous wheat bread production and delay its staling. For sourdough preparation, fresh microbial cells were collected by centrifugation from *LAB* primary cultures. Then 1.5% of flour (w/w) from this cell suspension with the same amounts of wheat flour and tap water and 0.25% (w/w) active dry yeast extract, containing *Saccharomyces cerevisiae* were mixed. In order to determine the effects of fermentation time and its levels (6, 12, 18 and 24 hours), fermentation temperature and its levels (24, 28, 32 and 36 ºC) and type of starter cultures (*Lactobacillus sanfransicencis* (DSM 20663), *Lactobacillus plantarum* (DSM 20174) and a mixture of these *LAB*) a completely randomized design with factorial experiment and 4 replications was conducted. Bread staling was determined by sensory and specific volume evaluations in 0, 24, 48 and 72 hours after baking**.** For bread volume determination, Rapeseed displacement method was used. Finally correlation between variables was analyzed by multivariate regression and regression models were exhibited. The results showed that, the effect of sourdough on delay staling of semi voluminous wheat bread in 48 and 72 hours after baking in comparison with control sample, do differ significantly ($p \leq 0.01$). Moreover the sample produced with *Lactobacillus plantarum* (24 h fermentation time and 32°C fermentation temperature) had the maximum volume and the least staling and the produced sample with a mixture of these *LAB* (18 h fermentation time and 28°C fermentation temperature) had the best sensory evaluation, 72 hours after baking.

Keywords: Sourdough; Lactic acid bacteria; Fermentation; Bread specific volume; Staling