اثر ضخامت خمیر و پیش تخمیر بر کیفیت خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن

سید وحید آیتی[1]، ناصر همدمی[2]، پرهام حسینی[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تکنولوژی خمیر منجمد از جمله تمهیداتی است که دست‌یابی به نان با کیفیت و تازه را با حداقل امکانات و تخصص امکان‌پذیر می‌سازد. این تحقیق با هدف بررسی اثر سرعت انجماد و پیش تخمیر بر خصوصیات کیفی خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن انجام گردید.

روش‌ها: مرحله پیش تخمیر بین صفر تا ۱۲۰ دقیقه (زمان تخمیر کامل)، با فواصل زمانی ۳۰ دقیقه انجام شد و زمان تخمیر نهایی پس از انجماد برابر با اختلاف زمان پیش تخمیر و تخمیر کامل منظور گردید. خمیر سنگک به صورت ورقه‌هایی با ضخامت‌های ۳، ۶ و یا ۹ میلی متر شکل داده شد و پس از انجام پیش تخمیر در ۲۵- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند. خمیر منجمد سنگک پس از ۲۴ ساعت نگه‌داری در دمای ۱۸- درجه یخ‌زدایی شده و پس از طی تخمیر نهایی پخت گردید. بررسی‌های کیفی شامل اندازه‌گیری درصد مخمر زنده مانده پس از یخ‌زدایی خمیر منجمد و اندازه‌گیری دانسیته نان حاصل با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت ($P < ۰/۰۵$).

یافته‌ها: نتایج نشان داد که زنده مانی مخمر با کاهش ضخامت خمیر افزایش داشته و بیشترین زنده مانی در ضخامت سه میلی‌متر مشاهده گردید. زمان کوتاه پیش تخمیر (۳۰ دقیقه) بالاترین شاخص زنده مانی مخمر پس از انجماد را نشان داد. کم‌ترین دانسیته نان نیز در پیش تخمیر ۳۰ دقیقه و ضخامت سه میلی‌متر حاصل گردید.

نتیجه‌گیری: به طور کلی انجماد اثر منفی بر خصوصیات کیفی خمیر منجمد و نان حاصل نشان داد. با انجام پیش تخمیر کوتاه و ضخامت خمیر کمتر، می‌توان شرایط بهینه‌ای جهت تولید خمیر منجمد سنگک فراهم نمود.

واژه‌های کلیدی: دانسیته نان، زنده مانی مخمر، سرعت انجماد، نان سنگک

ارجاع: آیتی سید وحید، همدمی ناصر، حسینی پرهام. **اثر ضخامت خمیر و پیش تخمیر بر کیفیت خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۲؛ ویژه نامه تغذیه: ۱۶۰۵-۱۶۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۴/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۲۲**

۱. کارشناس ارشد، مهندسی علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: sv.ayatinajafabadi@ag.iut.ac.ir
۲. استادیار و عضو هیأت علمی، علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۳. کارشناس ارشد، بیماری شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

نان و دیگر فرآورده‌های غلات جایگاه مهمی در یک رژیم غذایی مناسب دارا می‌باشند و روزانه قسمت اعظم انرژی، پروتئین، املاح و ویتامین‌های گروه B را تأمین می‌کنند. نان تازه دارای زمان ماندگاری کوتاهی است و کیفیت آن به شدت به فاصله بین پخت و مصرف وابسته است (۱). پدیده بیاتی که کاهش مقبولیت نان را در پی خواهد داشت، خسارات فراوانی را به تولید کنندگان و مصرف کنندگان تحمیل می‌کند (۲). تکنولوژی خمیر منجمد از جمله تمهیداتی است که علاوه بر کاهش ضایعات حاصل از بیاتی، دست‌یابی به نان با کیفیت و تازه در هر ساعت از شبانه روز و با حداقل امکانات و تخصص را امکان پذیر می‌سازد (۳). نان سنگک به عنوان یکی از نان‌های برتر دنیا از نظر عطر و طعم، و ارزش غذایی بالا در مقایسه با سایر نان‌های تولیدی در کشور جذابیت و قابلیت فراوانی برای استفاده در تکنولوژی خمیر منجمد و دیگر تکنولوژی‌های جدید نانوایی را داراست. بهره گیری از آرد کامل گندم به عنوان منبع مناسبی از فیبر و سایر ریز مغذی‌ها در تهیه خمیر و نان سنگک سبب افزایش خواص تغذیه‌ای و سلامت این محصول ارزشمند گردیده است. به کار گیری این فرآورده غذایی در تکنولوژی خمیر منجمد می‌تواند پاسخ مناسبی به نیاز مصرف کننده امروزی باشد. انجماد به سبب تحمیل تنش به مواد غذایی، کیفیت آن را تغییر می‌دهد. کاهش درصد مخمرهای زنده در اثر آسیب سلولی حاصل از انجماد و متعاقباً کاهش میزان تولید گاز پس از خروج از انجماد و نیز سفت‌تر شدن نان حاصل از خمیر منجمد به دلیل واگشتگی سریع‌تر نشاسته از جمله آسیب‌های حاصل از انجماد این محصول است (۴ و ۵). به همین سبب محققان زیادی در تلاش جهت بهبود این محصول بر آمده‌اند. اثر سرعت انجماد غالباً به عنوان یک پارامتر مهم از سوی محققین ذکر شده است. انجماد سریع منجر به تشکیل کریستال‌های ریز یخ شده و یکپارچگی شبکه گلوتنی تحت این شرایط بیشتر حفظ می‌شود (۶). با این وجود در انجماد سریع، زنده مانی مخمر کاهش بیشتری می‌یابد (۷)، این بدین معناست که انتخاب شرایط انجماد مناسب وضعیت بهینه‌ای از نظر پیوستگی شبکه گلوتنی و زنده مانی مخمر فراهم می‌سازد. هدف از انجام مرحله پیش تخمیر (Pre-fermentation)، انجام بخشی از مرحله تخمیر در مقیاس صنعتی به منظور کاهش زمان تهیه نان از خمیر منجمد توسط مصرف کننده و از طرف دیگر کاهش نیاز به شاخص زنده مانی مخمر پس از نگه‌داری در حالت انجماد جهت انجام تخمیر در مرحله تخمیر نهایی می‌باشد (۸). Rasanen و همکاران (۹) گزارش دادند که یک دوره کوتاه پیش تخمیر پایداری انجماد–خروج از انجماد خمیر را بهبود می‌دهد. Van Dijck و همکاران (۱۰) بیان کردند که اشکال بزرگ این دوره، کاهش سریع مقاومت مخمر به انجماد می‌باشد. در این تحقیق اثر سرعت انجماد (در قالب تغییر ضخامت) و پیش تخمیر بر خصوصیات کیفی خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن به منظور بهینه سازی فرآیند انجماد این محصول مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌ها

آرد سنگک مصرفی از کارخانه بهارستان اصفهان تهیه گردید. این آرد با رطوبت ۱۳/۲ درصد، چربی ۲/۰۳٪، پروتئین ۱۳/۷٪، کربوهیدرات ۷۰/۰۷ ٪ و خاکستر ۱/۰۱ ٪ در سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمایش نگه‌داری شد. مخمر خشک فعال (Active dry yeast) مورد نیاز نیز از شرکت فریمان مشهد تهیه شد. خمیر نان سنگک شامل آرد مخصوص نان سنگک، ۱۰۰ درصد وزنی آب با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۱ درصد نمک و ۱ درصد مخمر بر اساس وزن آرد تهیه شد. آرد مصرفی چند ساعت قبل از تهیه خمیر در محیط قرار گرفته تا به دمای محیط برسد. برای تهیه خمیر ابتدا آب و نمک را به همزن (Hobart مدل N50 ظرفیت ۳ کیلوگرم، ساخت آمریکا) با دور متوسط ۵۰- ۴۵ دور در دقیقه منتقل نموده و سپس به تدریج آرد و در نهایت مخمر اضافه گردید. مخلوط کردن به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه ادامه یافت تا در انتهای زمان مخلوط کردن خمیر یکنواخت سنگک بدست آید (۱۱).

شرایط تخمیر، انجماد و یخ زدایی

پس از اختلاط و سپری کردن زمان استراحت، خمیر حاصل در قوطی‌های ۱ کیلوگرمی و در ضخامت‌های ۳، ۶ و ۹ میلی متر قرار داده شد. مرحله پیش تخمیر در محفظه تخمیر (Binder مدل BD23، ساخت آلمان) با رطوبت اشباع و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت (۱۲). زمان پیش تخمیر بسته به نمونه مورد نظر ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و یا ۱۲۰ دقیقه بود. خمیر پس از گذراندن مرحله پیش تخمیر از محفظه تخمیر خارج شده (و بدون تخلیه از قوطی) آماده انجماد بود. به منظور انجماد خمیر از فریزر جریان هوای سرد (تونل انجماد تا ۴۰- درجه سانتی‌گراد، ساخت ایران) استفاده شد. دمای فریزر ۲۵- درجه سانتی‌گراد با سرعت جریان هوای سرد ثابت ۲ متر بر ثانیه بود. پس از رسیدن دمای مرکز به ۱۸- درجه سانتی‌گراد، نمونه‌ها از فریزر خارج شده، در بسته‌های پلی اتیلنی قرار گرفته و به مدت ۲۴ ساعت در فریزر معمولی در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. خمیر منجمد پس از ۲۴ ساعت نگه‌داری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد از فریزر خارج شده در محفظه تخمیر با رطوبت اشباع و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. زمان یخزدایی برای نمونه‌ها به طور مجزا به صورت مدت زمان لازم تا رسیدن دمای سطح خمیر به ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین و اعمال شد. مرحله تخمیر نهایی به منظور تکمیل زمان تخمیر (۱۲۰ دقیقه) بلافاصله پس از یخزدایی انجام گرفت. زمان تخمیر نهایی برای نمونه‌های با پیش تخمیر متفاوت برابر با اختلاف زمان پیش تخمیر با زمان تخمیر کامل یعنی ۱۲۰ دقیقه بود (۱۲). بر این اساس نمونه‌های با پیش تخمیر ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه به ترتیب ۱۲۰، ۹۰، ۶۰، ۳۰ و ۰ دقیقه در محفظه تخمیر در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت اشباع قرار گرفتند. خمیر کلیه مراحل ذکر شده را در درون قوطی و بدون اعمال تنش فیزیکی سپری نمود.

شرایط پخت

خمیر پس از طی تخمیر نهایی از محفظه تخمیر و سپس از قوطی خارج و به درون قالب‌های مخصوص پخت به شکل دایره و به قطر ۱۰ سانتی‌متر و با ضخامت ۵ میلی‌متر منتقل شد. خمیر اضافی با استفاده از وردنه حذف شده و سوراخ‌های منظمی توسط پانچر بر روی آن ایجاد گردید و در نهایت جهت پخت به مدت ۱۰ دقیقه در آون (Bosch مدل HBA-73B550، ساخت آلمان) در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نان پس از پخت و سرد کردن به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، در بسته‌های پلی اتیلنی بسته بندی شده و در انکوباتور (Wiscube مدل WIG-105، ساخت کره جنوبی) ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

زنده‌مانی مخمر

از خمیر رفع انجماد شده جهت سنجش درصد مخمر زنده مانده پس از انجماد استفاده شد. برای این منظور ۱۱ گرم خمیر تحت شرایط استریل توزین و با ۹۹ سی سی سرم فیزیولوژیک ۰/۸۵ درصد استریل، در دستگاه Stomacher (Seward مدل C۴۰۰، ساخت انگلستان)طی دو دقیقه مخلوط و همگن شد. با اضافه کردن یک سی سی از مخلوط حاصل به ۹ سی سی سرم فیزیولوژیک ۰/۸۵ درصد استریل موجود در لوله آزمایش با استفاده از سمپلر و همگن کردن آن‌ها با استفاده از Mixer (Bunsen مدل AGT-9، ساخت اسپانیا)، رقت‌های بالاتر و مناسب جهت کشت آماده شد. پس از مرحله رقیق سازی و تهیه رقت مناسب تحت شرایط استریل، نیم سی سی از سوسپانسیون حاصل به روش سطحی بر روی پلیت حاوی ۱۵ سی‌سی محیط کشت Potato Dextrose Agar اسیدی شده با تارتاریک اسید ۱۰٪، کشت گردید. کشت مخمر برای هر یک از نمونه‌ها به طور مجزا در سه پلیت انجام می‌گرفت. پلیت‌ها در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انکوبه شده و سپس شمارش می‌گردید. با شمارش کلونی‌ها و ضرب آن در عکس ضریب رقت و عکس حجم نمونه کشت داده شده، نتایج بر اساس درصد گزارش شد (۱۳).

حجم ظاهری و دانسیته نان

حجم ظاهری پس از پخت و سرد کردن نان به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، به روش جابه‌جایی دانه کلزا (Seed displacement) اندازه‌گیری شد. نتایج بر اساس دانسیته نان گزارش گردید (۱۲).

روش آماری

به منظور بررسی اثر ضخامت خمیر و پیش تخمیر بر خصوصیات کیفی خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن آزمایش‌ها با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ سطح در فاکتور پیش تخمیر (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) و ۳ سطح در فاکتور ضخامت خمیر (۳، ۶ و ۹ میلی متر) انجام شد. جهت تجزیه آماری داده‌های بدست آمده از مدل‌های خطی عمومی (GLM) با استفاده از نرم‌افزار SAS/STAT 8.0) (Cary, NC, USA استفاده شد. مقایسه میانگین‌های مربوط به هر صفت به وسیله آزمون LSD و برای اثر متقابل پیش تخمیر و دمای انجماد آزمون LSmeans در سطح احتمال ۵ ٪ انجام شد.

یافته‌ها

آنالیز منحنی تغییرات دما بر حسب زمان

با توجه به روند تغییرات دما بر حسب زمان در مرکز خمیر با ضخامت‌های ۳، ۶ و ۹میلی متر (شکل ۱)، در هر یک از منحنی‌ها سه مرحله قابل تمایز می‌باشد: مرحله ابتدایی که دمای اولیه خمیر به سرعت کاهش یافته و به دمای انجماد اولیه (تقریباً ۱/۵ – درجه سانتی‌گراد) می‌رسد، مرحله خطی که به سبب گرمای نهان انجماد دمای خمیر در طی زمان تغییر محسوسی را نشان نمی‌دهد و مرحله نهایی که دما در مرکز خمیر تا دمای فریزر تنزل می‌یابد. Chen (۱۴) بیان داشت که ۸۰ درصد از آب موجود در ماده غذایی طی مرحله خطی به کریستال یخ تغییر حالت می‌دهد. با توجه به شکل (۱) کاملاً مشهود است که با کاهش ضخامت خمیر، زمان رسیدن دمای مرکز خمیر به دمای مورد نظر (۱۸– درجه سانتی‌گراد) و به عبارت دیگر سرعت انجماد کاهش می‌یابد. بر این اساس بیشترین و کم‌ترین سرعت انجماد به ترتیب در ضخامت ۳ و ۹ میلی متر مشاهده می‌شود.

زنده مانی مخمر

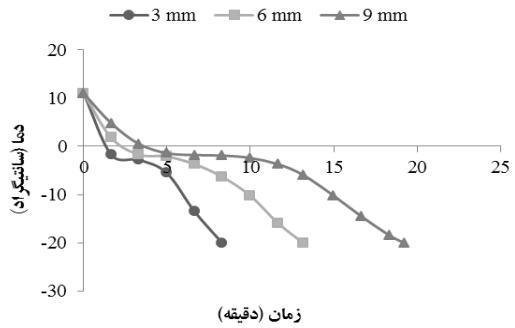
بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱)، پیش تخمیر و ضخامت خمیر بر شاخص زنده مانی مخمر اثر معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نشان داده است. با مقایسه درصد مخمر زنده مانده پس از انجماد با نمونه خمیر شاهد (شکل ۲) که تحت انجماد قرار نگرفته است، اثر معنی دار تنش انجماد بر زنده مانی سلول مخمر مشاهده می‌شود. پیش تخمیر ۳۰ دقیقه در سایر ضخامت‌ها درصد زنده مانی بالاتری نسبت به پیش تخمیر صفر دقیقه نشان می‌دهد، ولی پس از این، با افزایش زمان پیش تخمیر تا دقیقه ۱۲۰، روند نزولی در این شاخص ادامه می‌یابد (شکل ۲). این بررسی نشان می‌دهد که زمان کوتاه تخمیر قبل از انجماد می‌تواند سبب بهبود زنده مانی مخمر و کاهش مرگ آن در اثر تنش انجماد شود. با توجه به شکل (۲) مشاهده می‌شود که با افزایش ضخامت خمیر (در زمان پیش تخمیر یکسان)، زنده مانی مخمر سیر نزولی نشان می‌دهد. این مشاهده بیانگر آن است که تغییر ضخامت نمونه می‌تواند بر زنده مانی مخمر در طی انجماد تأثیرگذار باشد. به بیان دیگر ضخامت با ایجاد تغییر در سرعت انجماد، اثر خود را بر زنده مانی مخمر اعمال می‌کند.

دانسیته نان

مقدار دانسیته نمونه شاهد برابر با ۰/۴۱گرم بر سانتی متر مکعب پایین‌ترین میزان در مقایسه با سایر نمونه‌های منجمد بود. این اختلاف بجز در پیش تخمیر ۳۰ دقیقه (در هر سه ضخامت) در سایر موارد در سطح اطمینان ۵ درصد معنی دار بود. این بدان معنا است که انجماد سبب افزایش دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد سنگک می‌گردد. بررسی مقادیر دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد سنگک در زمان پیش تخمیر و ضخامت خمیر متفاوت، نشان دهنده کاهش دانسیته با افزایش زمان پیش تخمیر تا ۳۰ دقیقه در سایر ضخامت‌هاست که پس از آن با افزایش زمان پیش تخمیر دانسیته نان افزایش یافته است (شکل ۳). آنالیز آماری نتایج

حاصل از دانسیته بیانگر اثر معنی دار زمان پیش تخمیر در سطح احتمال ۵ درصد بر دانسیته نان می‌باشد (جدول ۲). با در نظر گرفتن اینکه کاهش دانسیته در مورد نان صفت مطلوب به شمار می‌آید، زمان پیش تخمیر کوتاه‌تر اثر مطلوب‌تری را سبب شده است. علاوه بر این مشاهده می‌شود که دانسیته نان با افزایش ضخامت خمیر در زمان پیش تخمیر ثابت افزایش می‌یابد (شکل ۳). به عبارت دیگر افزایش سرعت انجماد در محدوده ضخامت اعمال شده سبب کاهش دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد سنگک گردید، گرچه اختلاف دانسیته مشاهده گردیده در بین ضخامت‌های متفاوت (در زمان پیش تخمیر ثابت) در سطح اطمینان ۵ ٪ معنی‌دار نبود (جدول ۲).

شکل ۱: منحنی تغییرات دما بر حسب زمان مرکز خمیر سنگک در ضخامت متفاوت در طی انجماد

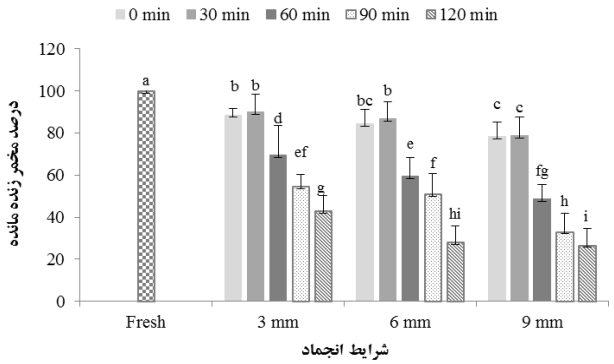


جدول ۱: تجزیه واریانس اثر پیش تخمیر و ضخامت خمیر بر زنده مانی مخمر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		مخمر زنده مانده (درصد)
پیش تخمیر	۴	۳/۱۹۹۴ × ۱۰^{۳}*
ضخامت	۲	۶/۴۳۰۸ × ۱۰^{۲}*
پیش تخمیر × ضخامت	۸	۳۰/۷۱۴ ^{ns}
خطا	۱۵	۶۱/۹۱۱
کل	۲۹	

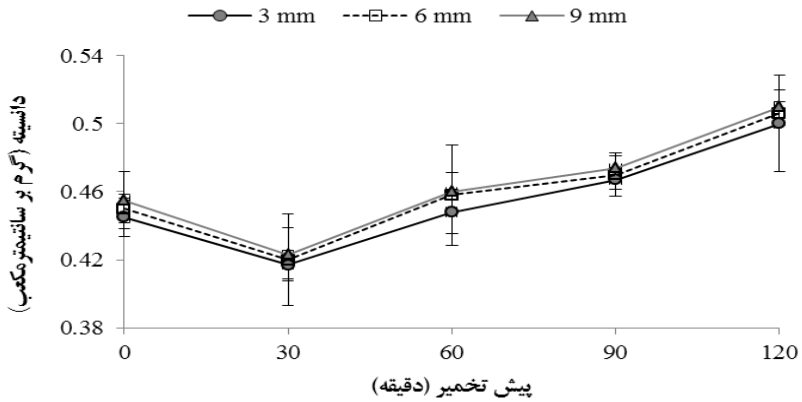
*معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ^{ns} نشانگر عدم وجود اثر معنی دار

شکل ۲: اثر پیش تخمیر و ضخامت خمیر بر زنده مانی مخمر در خمیر سنگک منجمد*



*** میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد می‌باشد.**

شکل ۳: اثر پیش تخمیر و ضخامت خمیر بر دانسیته نان حاصل از خمیر سنگک منجمد



جدول ۲: تجزیه واریانس اثر پیش تخمیر و ضخامت خمیر بر دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد سنگک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		مخمر زنده مانده (درصد)
پیش تخمیر	۴	$۵/۸۲۵۲ \times ۱۰^{-۳}$*
ضخامت	۲	$۲/۰۵۲ \times ۱۰^{-۴}$ns
پیش تخمیر × ضخامت	۸	$۵/۲ \times ۱۰^{-۶}$ns
خطا	۱۵	$۲/۵۹۲ \times ۱۰^{-۴}$
کل	۲۹	

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns نشانگر عدم وجود اثر معنی دار

بحث

زنده مانی مخمر

Dumont و همکاران (۱۵) بیان کردند که مرگ سلول در اثر انجماد به سبب دو تنش عمده حرارتی و فشار اسمزی بالا (Hyperosmotic) است که در طی انجماد به طور هم‌زمان بر سلول مخمر تحمیل می‌شود. این در حالی است که سلول مخمر نسبت به سایر سلول‌های حیوانی مقاومت بالاتری نسبت به تنش انجماد نشان می‌دهد (۱۶). Meziani و همکاران (۱۷) با بررسی خمیر منجمد شیرین بیان کردند که به سبب افزایش غلظت قند تنش فشار اسمزی بالا، بیشتر و در نتیجه درصد زنده مانی کمتر در خمیر منجمد مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد با شروع تخمیر و خارج شدن مخمر از فاز تأخیری (Lag phase) و فعال شدن آن، به سبب ساز و کارهای درون سلولی رخ داده مقاومت این میکروارگانیسم به تنش انجماد–خروج از انجماد افزایش می‌یابد ولی پس از این مرحله با افزایش زمان پیش تخمیر، به سبب افزایش درصد الکل تولید شده طی تخمیر، توانایی تحمل تنش انجماد توسط مخمر کاهش می‌یابد (۱۸). در طی انجماد با تشکیل بلورهای یخ در خارج از سلول، فشار اسمزی در این ناحیه افزایش خواهد یافت. با افزایش فشار اسمزی در خارج از سلول نیروی محرکه جهت کشش آب درون سلول که در شرایط فوق سرد (Supercool) قرار دارد (۱۹) برقرار می‌شود. بررسی منابع نشان می‌دهد، با افزایش سرعت انجماد، فرصت تبادل جرم بین سلول مخمر و محیط اطراف کاهش می‌یابد. در سرعت انجماد پایین به سبب تبادل جرم بالاتر بین سلول و محیط بیرونی، آب درون سلولی به خارج از سلول کشیده خواهد شد که سرانجام این تبادل، چروکیدگی (Plasmolysis) سلول بوده و مرگ آن را در پی خواهد داشت. با افزایش سرعت انجماد فرصت انتقال آب بین سلول و محیط بیرونی کمتر شده و در نتیجه چروکیدگی و از بین

رفتن سلول در اثر آن کاهش خواهد یافت (۲۰). بدین دلیل کاهش ضخامت خمیر و به عبارت دیگر افزایش سرعت انجماد زنده مانی بیشتر مخمر را در طی انجماد نشان داد (شکل ۲).

دانسیته نان

مرگ سلول مخمر و علاوه بر آن آسیب شبکه گلوتنی خمیر در طی انجماد از جمله دلایل عمده افزایش دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد می‌باشد (۱۷ ، ۱۸). دانسیته هر نمونه تابعی از جرم و حجم آن نمونه می‌باشد. با توجه به اینکه پایین‌ترین مقدار دانسیته در پیش تخمیر ۳۰ دقیقه مشاهده می‌شود، می‌توان درصد بیشتر مخمر زنده مانده در این سطح از پیش تخمیر را دلیل حجم بالاتر و دانسیته کمتر آن دانست. درصد بالاتر مخمر سبب تولید گاز بیش‌تر در مرحله تخمیر و همچنین طی مرحله ابتدایی پخت، که دمای خمیر به دمای اپتیمم فعالیت مخمر می‌رسد، شده و با انبساط آن در اثر حرارت حجم بیشتر نان و در نتیجه دانسیته کمتر آن را سبب خواهد شد. انطباق درصد زنده مانی مخمر بر دانسیته نان در سطوح دیگر پیش تخمیر نیز مشاهده می‌شود. این نتایج مطابق با Rasanen و همکاران (۹) می‌باشد که بهبود پایداری انجماد–خروج از انجماد خمیر و دانسیته کمتر نان را در پیش تخمیر کوتاه گزارش دادند. دلیل اثر سرعت انجماد بر دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد سنگک را می‌توان به اتفاقاتی که در زمان پخت رخ می‌دهد نسبت داد. توانایی شبکه گلوتنی در حفظ گاز و بخار آب حاصل در طی پخت عامل تعیین کننده در حجم و متعاقباً دانسیته خواهد بود. شبکه گلوتنی در طی انجماد متحمل آسیب خواهد شد. بخشی از این آسیب‌ها به سبب تشکیل بلورهای یخ در طی انجماد بوده که با ایجاد شکاف‌هایی در شبکه گلوتنی توانایی آن را جهت حفظ گاز کاهش خواهد داد (۲۱). با افزایش سرعت انجماد به سبب کاهش اندازه بلورهای یخ شکاف‌های ریزتری در شبکه گلوتنی ایجاد خواهد شد و در نتیجه پیوستگی آن کمتر متحمل آسیب شده و نتیجه آن حفظ بیشتر گاز، حجم بیشتر نان و دانسیته کمتر آن خواهد بود. همان‌طور که در بخش مربوط به زنده مانی مخمر مشاهده شد (شکل ۲) کاهش ضخامت نمونه و به عبارت دیگر افزایش سرعت انجماد سبب زنده مانی بالاتر گردید. این زنده مانی بیشتر را می‌توان دلیل دیگری بر کاهش دانسیته در ضخامت کمتر دانست.

نتیجه‌گیری

فرآیند انجماد و به دنبال آن یخ زدایی، شرایطی فراهم می‌سازد که محصول نهایی را دست خوش افت کیفیت قرار می‌دهد. اثرات انجماد را می‌توان بر خمیر و همچنین بر نان حاصل از آن مشاهده نمود. این در حالی است که تغییر شرایط انجماد اعم از میزان پیش تخمیر و سرعت انجماد می‌تواند عامل موثری در کاهش اثرات منفی انجماد باشد. افزایش سرعت انجماد به وسیله کاهش ضخامت (در محدوده اعمال شده در این تحقیق)، ویژگی‌های کیفی خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن را بیشتر حفظ نمود. علاوه بر این زمان تخمیر کوتاه قبل از انجماد عامل دیگری بود که با حفظ بیشتر مخمر اثرات منفی انجماد را کاهش داد.

تشکر و قدردانی

این پروژه با حمایت مرکز مطالعات و همکاریهای علمی بین المللی وزارت عتف و سفارت فرانسه در ایران انجام شده است که بدینوسیله از آنان قدردانی می‌شود.

References

1. Bárcenas ME, Haros M, Benedito C, Rosell CM. Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. Food Res Int 2003;36(8):863-9.
2. Gray J, Bemiller J. Bread staling: molecular basis and control. Compr Rev Food Sci F 2003;2(1):1-21.
3. Le Bail A, Goff HD. Freezing of Bakery and Dessert Products. In: Evans JA, editor. Frozen Food Science and Technology. UK: Blackwell Publishing; 2008. p. 184-204.

4. Autio K, Sinda E. Frozen doughs: rheological changes and yeast viability. Cereal Chem 1992;69(4):409-13.
5. Kenny S, Wehrle K, Dennehy T, Arendt E. Correlations between empirical and fundamental rheology measurements and baking performance of frozen bread dough. Cereal Chem 1999;76(3):421-5.
6. Phimolsiripol Y, Siripatrawan U, Tulyathan V, Cleland DJ. Effects of freezing and temperature fluctuations during frozen storage on frozen dough and bread quality. J Food Sci Tech 2008;43(10):1759-62.
7. Neyreneuf O, Delpuech B. Freezing experiments on yeasted dough slabs. E ects of cryogenic temperatures on the baking performance. Cereal Chem 1993;70(1):109-11.
8. Gabric D, Ben-Aissa F, Le-Bail A, Monteau J, Curic D. Impact of process conditions on the structure of pre-fermented frozen dough. J Food Eng 2011;105(2):361-6.
9. Rasanen J, Harkonen H, Autio K. Freeze–thaw stability of prefermented frozen lean wheat doughs: effect of flour and fermentation time. Cereal Chem 1995;72(6):637-42.
10. Van Dijck P, Gorwa MF, Lemaire K, Teunissen A, Versele M, Colombo S, et al. Characterization of a new set of mutants deficient in fermentation-induced loss of stress resistance for use in frozen dough applications. Int J Food Microbiol 2000;55(1):187-92.
11. Samanian N. Modeling of heat transfer in freezing of part-baked Sangak bread. Isfahan: Isfahan University of Technology; 2009. (Persian)
12. Le-Bail A, Nicolitch C, Vuillod C. Fermented frozen dough: impact of pre-fermentation time and of freezing rate for a pre-fermented frozen dough on final volume of the bread. Food Bioproc Technol 2010;3(2):197-203.
13. Chen CS. Thermodynamic analysis of the freezing of bread. LWT-Food Sci Technol 1985;18(3):192-6.
14. Dumont F, Marechal P-A, Gervais P. Influence of cooling rate on 1: Saccharomyces cerevisiae 2: destruction during freezing: unexpected viability at ultra-rapid cooling rates. Cryobiology 2003;46(1):33-42.
15. Phimolsiripol Y, Siripatrawan U, Tulyathan V, Cleland DJ. Effect of cold pre-treatment duration before freezing on frozen bread dough quality. Int J Food Sci Technol 2008;43(10):1759-62.
16. Nakamura T, Takagi H, Shima J. Effects of ice-seeding temperature and intracellular trehalose contents on survival of frozen Saccharomyces cerevisiae cells. Cryobiology 2009;58:170-4.
17. Meziani S, Kaci M, Jacquot M, Jasniewski J, Ribotta P, Muller JM, et al. Effect of freezing treatments and yeast amount on sensory and physical properties of sweet bakery products. J Food Eng 2012.
18. Lewis JG, Learmonth RP, Watson K. Role of Growth Phase and Ethanol in Freeze-thaw Stress Resistance of Saccharomyces Cerevisiae. Appl Environ Microb 1993;59:1065-71.
19. Yi J, Kerr WL. Combined effects of freezing rate, storage temperature and time on bread dough and baking properties. LWT-Food Sci Technol 2009;42(9):1474-83.
20. Mazur P. Cryobiology – freezing of biological systems. Science 1970;168(934):939-49.
21. Esselink EFJ, Aalst J, Maliepaard M, Duynhoven JPM. Long-term storage effect in frozen dough by spectroscopy and microscopy. Cereal Chem 2003;80(4):396-403.

Effect of Dough Thickness and Pre-fermentation on Frozen Sangak Dough and Its Bread Quality

Sayyed Vahid Ayati[1], Nasser Hamdami[2], Parham Hosseini[3]

Original Article

Abstract

Background: Frozen dough technology makes it possible to access fresh bread with a minimum need for equipment and with minimal skilled personnel at any time. In this study the impact of freezing rate and degree of pre-fermentation on quality factors of Sangak frozen dough and its bread was assessed.

Methods: The pre-fermentation was between 0 and 120 min (full proving time), for every 30 min, and the corresponding secondly (or final) fermentation was between 120 and 0 min, respectively, to obtain total fermentation time of 120 min. The dough was formed in a flat shape with 3, 6 or 9 mm thickness and prefermented. The prefermented doughs was frozen under -25 °C. It was followed by 1-day storage at -18 °C and then a second fermentation and then to finish the fermented dough was baked. Sangak frozen dough quality was assessed by measuring yeast survival after thawing. Characteristics of frozen dough bread were evaluated by measuring density after baking. The statistical analysis was performed in factorial test based on completely randomized design ($p < 0.05$).

Findings: Results showed that viability of yeast increased by decreasing dough thickness, so that at 3 mm the most viability was observed. The maximum yeast viability was observed at short pre-fermentation (30 min). The lowest bread density was obtained at 3 mm thickness and 30 min pre-fermentation.

Conclusion: Freezing had an adverse effect on quality factors of frozen dough and its bread. Short pre-fermentation and lower thickness can obtain optimum conditions to produce Sangak frozen dough.

Keyword: Bread density, Yeast viability, freezing rate, Sangak bread

Citation: Ayati SV, Hamdami N, Hosseini P. **Effect of Dough Thickness and Pre-fermentation on Frozen Sangak Dough and Its Bread Quality.** . J Health Syst Res 2013; nutrition supplement:1605-1613

Received date: 19/08/2013 **Accept date: 14/10/2013**

1. MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, IUT, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email:sv.ayatinajafabadi@ag.iut.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, IUT, Isfahan, Iran
3. MSc, Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, IUT, Isfahan, Iran