مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال دهم، شماره 2، تابستان 1394، صفحات 66-59

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

سعیده فلاح جوشقانی[1]، ناصر همدمی[2]

1- نویسنده مسئول: دانشجو دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران، پست الکترونیکی: saidehfallah@yahoo.com

2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: 93/7/25 تاریخ پذیرش: 93/10/20

چکیده

سابقه و هدف: نان تازه دارای زمان ماندگاری کوتاهی است و مقبولیت آن نزد مصرف‌کننده با افزایش فاصله زمانی بین پخت تا مصرف به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد. یکی از راه‌های مقابله با مشکل مذکور استفاده از تکنولوژی خمیر منجمد می‌باشد. از این‌رو در این تحقیق اثر پیش سرد کردن و پیش تخمیر بر کیفیت خمیر و نان سنگک حاصل از آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های خمیر سنگک (با 100% V/W آب) برای 10 یا 40 دقیقه تخمیر شده و پس از پیش سرد شدن (کاهش دمای خمیر تا 4°C و یا با یک ساعت نگهداری در 4°C) و یا بدون پیش سرد شدن در دمای 25°C- در فریزر جریان هوای سرد منجمد شدند. پس از 24 ساعت نگهداری در فریزر 18°C-، بررسی کیفی خمیر سنگک پس از رفع انجماد و نان حاصل از آن در قالب اندازه‌گیری درصد مخمر زنده‌مانده و توان تولید گاز پس از یخ زدایی و اندازه‌گیری دانسیته و سفتی بافت و تغییرات رنگ پس از پخت ارزیابی گردید.

یافته‌ها: سرد کردن خمیر پیش از انجماد اثرات مثبتی بر زنده‌مانی مخمر و حجم خمیر داشته و ویژگی‌های کیفی نان حاصل شامل دانسیته، بافت و رنگ بهبود یافته است ($p<0/05$). همچنین 40 دقیقه پیش تخمیر به طور معنی‌داری باعث بهبود حجم گاز تولید شده در خمیر شده اما روی کیفیت نان تأثیر معنی‌داری نداشته است ($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: استفاده از تیمار پیش سرد کردن باعث بهبود کیفیت خمیر منجمد و نان حاصل از آن می‌شود.

واژگان کلیدی: خمیر منجمد، پیش سرد کردن، پیش تخمیر، نان سنگک

• مقدمه

نان تازه دارای زمان ماندگاری کوتاهی است و کیفیت آن تا حد زیادی به فاصله بین پخت و مصرف وابسته است. پدیده بیاتی که کاهش مقبولیت نان را موجب می‌شود، خسارات فراوانی به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان تحمیل می‌کند (1). تلاش برای افزایش مدت زمان نگهداری و کاهش ضایعات نان، می‌تواند آثار محسوسی در کاهش هزینه خانوارها داشته باشد. با این رویکرد، تکنولوژی خمیر منجمد از جمله تمهیداتی است که ممکن است کاهش ضایعات حاصل از بیاتی نان و همچنین دست‌یابی به نان تازه با حداقل امکانات و تخصص را در پی داشته باشد. نان سنگک به علت عطر و طعم مناسب و ارزش غذایی بالای آن (1)، جذابیت و قابلیت فراوانی برای تبدیل به صورت یکی از نان‌های صنعتی غالب در کشور را دارا است.

نان تهیه شده از خمیر منجمد به طور روزافزون به یک جایگزین مناسب برای خمیر غیر منجمد تبدیل شده است. در سال‌های اخیر کیفیت این محصولات به علت پیشرفت‌هایی که در تکنولوژی و فرمولاسیون حاصل شده، بهبود یافته است (2). خمیر می‌تواند بلافاصله پس از تهیه یا پس از پیش تخمیر کوتاهی منجمد شود که در هر دو مورد تخمیر نهایی (تولید CO_2 با تخمیر مخمر) قبل از پخت مورد نیاز است (3). درجه تخمیر قبل از انجماد نقش مهمی را در کیفیت خمیر دارا است. در واقع، ساختار تشکیل شده از سلول‌های بسته در خمیر تخمیر شده در طی سرد کردن و انجماد به دلیل انقباض گاز متلاشی می‌شود و کاهش حجم می‌دهد. به علاوه، ویژگی‌های حرارتی (مخصوصاً انتقال حرارت) خمیر تخمیر شده برای درجه‌های تخمیر بالا کاهش می‌یابد (4).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

Van Dijck و همکاران بیان کردند که دوره پیش تخمیر، کاهش سریع مقاومت مخمر به انجماد را باعث می‌شود (5).

انجماد هر محصولی به سبب اتفاقاتی که در طی این فرآیند به وقوع می‌پیوندد، محصول را به ویژه اگر دارای رطوبت بالایی باشد، متحمل آسیب می‌کند که خمیر هم از این امر مستثنی نیست. انجماد و طولانی شدن نگهداری به صورت منجمد ممکن است باعث اثرات زیان آور روی خمیر رفع انجماد شده و نان تهیه شده از آن شود، که عوامل متعددی می‌توانند بر آن تأثیر گذاشته باشند. بخشی از این تغییرات ممکن است به تغییرات ساختار خمیر مربوط شود، در حالی که بقیه مربوط به آنچه توسط مخمر تولید می‌شود و یا تغییر در فعالیت و زنده‌مانی مخمر است (6). بنابراین کاهش فعالیت مخمر و آسیب به شبکه گلوتنی به علت انجماد دو عامل اصلی کاهش کیفیت خمیر منجمد هستند (7).

در تولید خمیر منجمد، با مشکل کاهش زنده‌مانی مخمر و نگهداری گاز روبه‌رو هستیم (8). یک تخمیر سریع و مؤثر باعث تولید نان با کیفیت بالاتر می‌شود، بنابراین حفظ زنده‌مانی و توانایی تولید گاز مخمر طی انجماد و نگهداری به صورت منجمد اهمیت قابل توجهی دارد. سرعت تولید CO_2 به گونه مخمر، تعداد سلول‌های مخمر، فعالیت سلول و مقدار قندهای قابل تخمیر بستگی دارد (10، 9، 3).

سلول‌های مخمر طی انجماد در اثر فاکتورهای فیزیکی مثل تشکیل بلور های یخ و از دست دادن آب آسیب می‌بینند. طی نگهداری به صورت منجمد، تبلور شدن آب باعث تخریب غشای سلول شده و به فعالیت بسیاری از سیستم‌های سلولی آسیب می‌رساند و یا به وسیله تجمع ترکیبات متابولیک باعث هضم سلول‌ها می‌شود (3). همچنین استرس اکسیداتیو به وسیله انواع اکسیژن انفعالی که طی رفع انجماد تشکیل شده، سلول‌ها را متحمل آسیب‌های بیوشیمیایی می‌کند. مقاومت یا زنده‌مانی مخمرها به استرس‌های اکسیداتیو به مرحله رشدی که در آن هستند بستگی دارد (3).

استفاده از تیمارهای فیزیکی برای ایجاد توانایی تحمل انجماد در مخمر نانوایی معمول است. دما می‌تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر واکنش میکروارگانیسم‌ها اثر بگذارد. با کاهش دما، فاز تأخیر قبل از رشد طولانی می‌شود، از سرعت رشد سلول‌ها کاسته شده و به این ترتیب تعداد نهایی سلول‌ها کاهش می‌یابد. روش استفاده از استرس فیزیکی به طور گسترده‌ای برای غیرفعال سازی سلول‌ها و افزایش پایداری غذا استفاده می‌شود. شوک‌های سرمایی مختلف قبل از انجماد یا سرد کردن می‌تواند باعث تغییر در رشد و زنده‌مانی میکروب‌ها شود (11). Diniz-Mendes و همکاران گزارش نمودند که یک شوک سرمایی ملایم ($10C^{\circ}$ برای 3 ساعت) قبل از انجماد زنده مانی مخمر را در یک سوسپانسیون سلولی نگهداری شده در $-20^{\circ}C$ برای 28 روز افزایش می‌دهد (12). Nakagawa و Ouchi مشاهده نمودند که مقاومت به انجماد مخمر نانوایی تجاری در خمیر به وسیله تیمار حرارتی ($55^{\circ}C$) خمیر قبل از انجماد بهبود می‌یابد (13). Takano و همکاران نیز مشاهده کردند که خصوصیات نان حاصل از خمیر منجمد تهیه شده با سویه مقاوم به سرما بسیار بهتر از ویژگی‌های نان حاصل از خمیر منجمد تهیه شده با سویه‌های معمولی مخمر بوده است (14). بنابراین در این پژوهش به بررسی اثر پیش سرد کردن و پیش تخمیر بر خصوصیات کیفی خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن پرداخته شده است.

• مواد و روش‌ها

آرد مصرفی از کارخانه بهارستان اصفهان تهیه گردید و در سردخانه $-18^{\circ}C$ تا زمان آزمایش نگهداری شد. مخمر (ساکارومایسس سروزیه) خشک فعال مورد نیاز از شرکت رضوی مشهد تهیه شد. محیط کشت پوتیتو دکستروز آگارنیز از شرکت مرک (هامبورگ، آلمان)تهیه شد.

مقدار رطوبت، مقدار خاکستر، مقدار پروتئین و چربی آرد گندم به ترتیب با استفاده از روش‌های مصوب 44-16 AACC (2002)، 08-01، 13-46 و 30-25 تعیین شدند (15).

آماده‌سازی خمیر منجمد و تهیه نان: خمیر نان سنگک شامل آرد مخصوص نان سنگک، 100% V/W آب با دمای $30^{\circ}C$، 1% W/W نمک و 1% W/W مخمر بر اساس وزن آرد است. 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 منتقل نموده و سپس به تدریج آرد و در نهایت مخمر اضافه گردید. مخلوط کردن به مدت 10 الی 15 دقیقه ادامه یافت تا در انتهای زمان مخلوط کردن خمیر یکنواخت سنگک به دست آید. پیش تخمیر برای 10 و 40 دقیقه در یک انکوباتور با دمای $30^{\circ}C$ و رطوبت اشباع انجام شد. خمیر تخمیر شده پیش از انجماد در قالب‌هایی دایره‌ای به قطر 10cm با ضخامت 9 mm ریخته شد. فرآیند پیش سرد کردن به سه صورت انجام شد: بدون پیش سرد کردن NPC (Non Pre Cold treatment) سرد کردن برای رسیدن به دمای $4^{\circ}C$ (45 دقیقه) PC (Pre Cold treatment) و سرد کردن برای یک ساعت ماندن نمونه‌ها در $4^{\circ}C$ (105 دقیقه) PC.1 (Pre Cold treatment.1 hour). نمونه‌ها پس از انجماد در فریزر جریان هوای سرد با دمای $-25^{\circ}C$ و سرعت

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

جریان هوای 2 m/s، از فریزر خارج شده، در بسته‌های پلی‌اتیلنی قرار گرفته و به مدت 24 ساعت در فریزر معمولی در دمای 18°C- نگهداری شدند.

پس از گذشت 24 ساعت، خمیر منجمد از فریزر خارج شده و به درون قوطی کنسرو یک کیلویی منتقل و جهت انجام یخ زدایی در محفظه تخمیر با رطوبت اشباع و دمای 30°C قرار گرفت. مرحله تخمیر بسته به درجه تخمیر پیش از انجماد، به مدت 110 یا 80 دقیقه انجام شد. خمیر پس از گذراندن مرحله تخمیر به قالب‌های مخصوص دایره‌ای به قطر 10cm و با ضخامت 2/5 mm منتقل شد و در نهایت جهت پخت به مدت 7 دقیقه در آون با دمای 250°C قرار گرفت.

میزان زنده‌مانی مخمر: برای این منظور 11 g گرم خمیر تحت شرایط استریل توزین و با 99 cc سرم فیزیولوژیک 0/85 درصد استریل مخلوط و همگن شد. پس از مرحله رقیق سازی و تهیه رقت مناسب تحت شرایط استریل، 0/5 cc از سوسپانسیون حاصله به روش سطحی بر روی پلیت حاوی 15 cc محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار اسیدی شده با تارتاریک اسید 10%، کشت گردید. پلیت‌ها در دمای 27°C به مدت 48 ساعت انکوبه شده و سپس شمارش شد.

توان تولید گاز: جهت اندازه‌گیری میزان گاز تولید شده توسط مخمر با استفاده از روش تأیید شده انجمن شیمی‌دانان غلات آمریکا (AACC) روش 01-89، 20 g خمیر منجمد سنگک در محفظه نگهداری قرار داده شد (15). سپس در محفظه بسته شده و خروجی آن توسط یک لوله رابط به دستگاه مانومتر دیجیتال وصل گردید و در نهایت مجموعه مذکور در درون حمام آب با دمای 30°C به مدت 120 دقیقه قرار گرفت. با در اختیار داشتن فشار گاز تولیدی، دمای حمام و حجم ظرف، حجم گاز تولیدی در فشار بارومتریک استاندارد محاسبه و ثبت گردید.

سنجش بافت نان: به منظور اندازه گیری سفتی بافت نان از تست سوراخ کردن یا پانکچر استفاده گردید. در این تست از پروب استوانه‌ای مسطح به قطر 12/7 mm استفاده شد. اندازه‌گیری در دستگاه سنجش بافت (TX. A, STM-20)، با سرعت فک بالایی 100 mm/min و فک پایین ثابت و لودسل (Load cell) 50 کیلوگرمی و با روش فشاری انجام گرفت. تنش برشی (S) از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$S = \frac{F}{\pi dt} \quad (1)$$

که F نیروی بیشینه، d قطر پروب و t ضخامت نمونه می‌باشد. ضخامت نقاط مربوطه قبل از انجام تست پانکچر توسط کولیس‌ورنیه اندازه‌گیری می‌شد.

حجم و دانسیته نان: دانسیته نان پانزده دقیقه بعد از پخت از طریق اندازه‌گیری وزن و حجم نان تعیین می‌شد. حجم نان با استفاده از روش جابه‌جایی دانه (AACC method 10-05) اندازه‌گیری شد (15). دو نان برای هر تیمار تهیه شد.

آنالیز رنگ: برای ارزیابی رنگ نمونه‌ها، ابتدا آنها در محفظه تصویربرداری که مجهز به دو لامپ مهتابی بوده قرار داده شدند. سپس عملیات عکس‌برداری در 3 تکرار، بدون فلش و بدون بزرگ‌نمایی انجام گرفت. و در مرحله بعد شاخص L^*، a^* و b^* تصاویر با نرم‌افزار فتوشاپ 7.0 تعیین گردید. برای مقایسه رنگ نمونه‌ها از شاخص تغییر رنگ (ΔE) که با استفاده از روابط زیر محاسبه شد استفاده گردید (16):

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (2)$$

L_0 و a_0 و b_0 مربوط به نمونه شاهد می‌باشد.

طرح آماری: به منظور بررسی اثر پیش سرد کردن و پیش تخمیر بر خصوصیات کیفی خمیر منجمد سنگک و نان حاصل از آن آزمایش‌ها با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 سطح در فاکتور پیش سرد کردن (0، 45 و 105 دقیقه) و 2 سطح در فاکتور پیش تخمیر (10 و 40 دقیقه پیش تخمیر) در 3 تکرار انجام شد. جهت تجزیه آماری داده‌های به دست آمده از مدل‌های خطی عمومی (GLM) با استفاده از نرم افزار SAS 9.0 استفاده شد. مقایسه میانگین‌های مربوط به هر صفت به وسیله آزمون LSD و برای اثر متقابل مدت زمان نگهداری، پیش سرد کردن و پیش تخمیر آزمون LSmeans در سطح معنی دار 5 درصد انجام شد. برای رسم نمودارهای مربوطه از نرم افزار اکسل استفاده شده است.

• یافته‌ها

تجزیه شیمیایی آرد: نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی آرد سنگک مورد استفاده در جدول 1 گزارش شده است. ویژگی‌های آرد استفاده شده مطابق با ویژگی‌های آرد سنگک در استاندارد ایران است.

جدول 1. آنالیز شیمیایی آرد (درصد)

رطوبت	چربی	کربوهیدرات*	پروتئین	خاکستر
13.2	2/02	70/07	13/7	1.01

اعداد، میانگین ± انحراف معیار (سه تکرار) می‌باشند.

*کربوهیدرات برابر با 100 – (رطوبت + چربی + پروتئین + خاکستر)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

زنده‌مانی مخمر: شکل a-1 و جدول 2، نتایج آزمایشات کشت مخمر بر اساس درصد مخمر زنده مانده پس از انجماد در نمونه‌های خمیر منجمد سنگک را نشان می‌دهند. همانگونه که مشاهده می‌شود پیش سرد کردن به طور معنی‌داری ($p<0/05$) باعث افزایش درصد مخمر زنده مانده در خمیر منجمد شده است. همچنین تیمار PC مؤثرتر از تیمار PC.1 بوده که نشان می‌دهد طولانی شدن زمان پیش سرد کردن باعث کاهش اثرات مثبت آن می‌شود. تفاوت بین نمونه‌های پیش تخمیر شده در حد معنی‌دار ($p< 0/05$) و قابل توجهی نبود ولی نمونه‌هایی که به مدت 40 دقیقه تخمیر شدند درصد مخمر زنده مانده بالاتری داشتند.

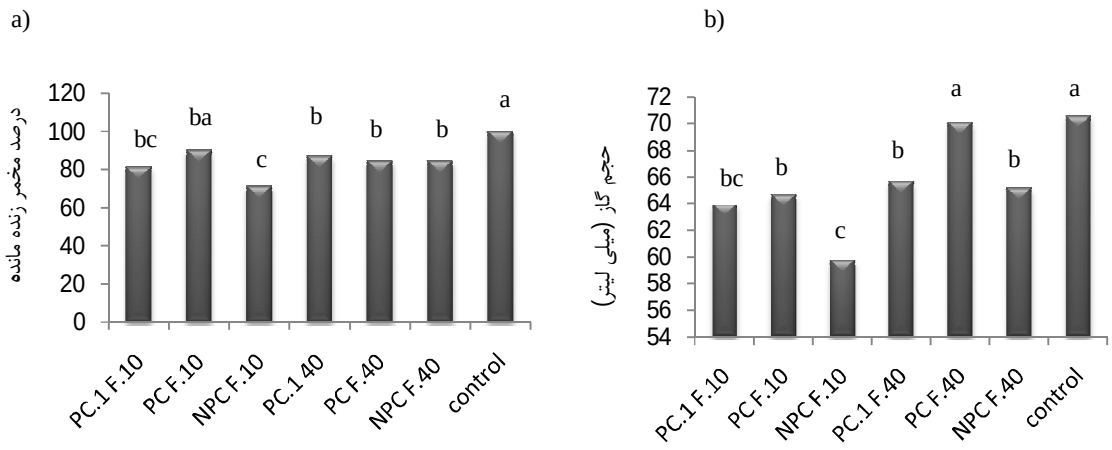
توان تولید گاز: شکل b-1 و جدول 2، نتایج اندازه‌گیری حجم گاز تولیدی نمونه‌های خمیر سنگک را نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می‌شود نمونه‌های پیش سرد شده حجم گاز بیشتری داشتند و در این مورد نیز سرد کردن برای مدت زمان کوتاه‌تر نتایج بهتری را نشان داده است، که در سطح 5% معنی‌دار بوده است.

مشاهده نتایج موجود در جدول 2 و شکل b-1 نشان می‌دهد که 40 دقیقه تخمیر پیش از انجماد باعث بهبود توان تولید گاز خمیر منجمد شده است. هماهنگی بین نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجم گاز تولیدی با داده‌های درصد زنده‌مانی مخمر به خوبی می‌تواند وابستگی آن را به میزان زنده‌مانی و فعالیت سلول‌های مخمر نشان دهد.

جدول2. مقایسه میانگین اثر پیش سرد کردن و پیش تخمیر بر درصد زنده‌مانی مخمر و حجم گاز تولیدی طی تخمیر نهایی در خمیر سنگک منجمد

تیمار	مخمر زنده مانده (درصد)	حجم گاز (میلی لیتر)
NPC	^{b}78/016	^{b}62/423
PC	^{a}87/382	^{a}67/358
PC.1	^{ab}84/148	^{ab}64/808
F.10	^{a}80/922	^{b}62/779
F.40	^{a}85/443	^{a}66/946

در هر عامل و برای هر صفت، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 0/05 با آزمون LSD می‌باشد.
NPC (بدون پیش سرد کردن)،PC (پیش سرد کردن تا رسیدن به 4˚C)، PC.1 (پیش سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4˚C)، F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر)، F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر).



شکل 1. a) درصد مخمر زنده مانده و b) حجم گاز تولیدی در نمونه‌های متفاوت با اعمال تیمار پیش سرد کردن و پیش تخمیر

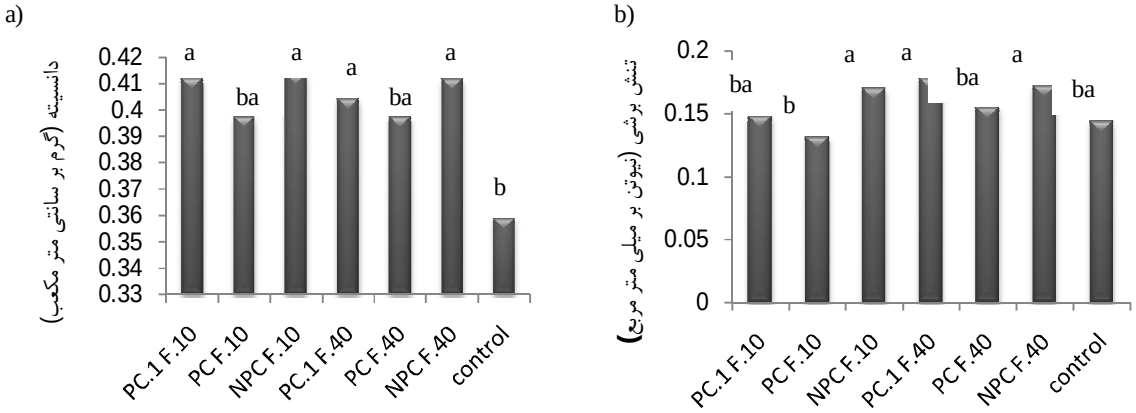
PC.1 F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4˚C)
PC F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن تا رسیدن به 4˚C)
NPC F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و بدون پیش سرد کردن)
PC.1 F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4˚C)
PC F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن تا رسیدن به 4˚C)
NPC F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و بدون پیش سرد کردن)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

دانسیته نان: حجم بیشتر و در نتیجه دانسیته کمتر نان از ویژگی‌های موردنظر مصرف‌کنندگان محسوب می‌شود. علیرغم عدم تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌های پیش سرد شده و نشده، سرد کردن خمیر پیش از انجماد تا حدودی باعث کاهش افزایش در دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد شده است (جدول 3 و شکل a–2). همان طور که نتایج موجود در جدول 3 نشان می‌دهد تفاوت قابل توجهی در دانسیته نان حاصل از خمیر منجمد با زمان‌های پیش تخمیر متفاوت وجود ندارد.

ارزیابی بافت: تنش برشی، مقدار نیروی لازم برای برش و جویدن نان را نشان می‌دهد. بنابراین افزایش تنش برشی نشان دهنده سفت‌تر شدن نان حاصل از خمیر منجمد می‌باشد. شکل b–2 و جدول 3، نتایج اندازه‌گیری تنش برشی نان سنگک حاصل از خمیر منجمد را نشان می‌دهند. 45 دقیقه سرد کردن خمیر پیش از انجماد باعث کاهش معنی‌داری ($p<0/05$) در تنش برشی نان سنگک حاصل از خمیر منجمد شده است که نشان می‌دهد تیمار پیش سرد کردن باعث بهبود بافت نان تهیه شده از خمیر منجمد می‌شود.

همچنین نتایج نشان می‌دهد که نان حاصل از خمیر منجمد با 10 دقیقه پیش تخمیر بافت نرم‌تری در مقایسه با نان تهیه شده از خمیر منجمد با 40 دقیقه پیش تخمیر داشته است اگرچه تفاوت بین نمونه‌های با 10 و 40 دقیقه پیش تخمیر در حد معنی‌دار ($p<0/05$) نبوده است (شکل b–2 و جدول 3).



شکل 2. a) دانسیته و b) تنش برشی نان حاصل از نمونه‌های متفاوت با اعمال تیمار پیش سرد کردن و پیش تخمیر

PC.1 F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4˚C)

PC F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن تا رسیدن به 4˚C)

NPC F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و بدون پیش سرد کردن)

PC.1 F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4˚C)

PC F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن تا رسیدن به 4˚C)

NPC F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و بدون پیش سرد کردن)

جدول 3. مقایسه میانگین اثر پیش سرد کردن و پیش تخمیر بر دانسیته، تنش برشی و تغییر رنگ نان حاصل از خمیر سنگک منجمد

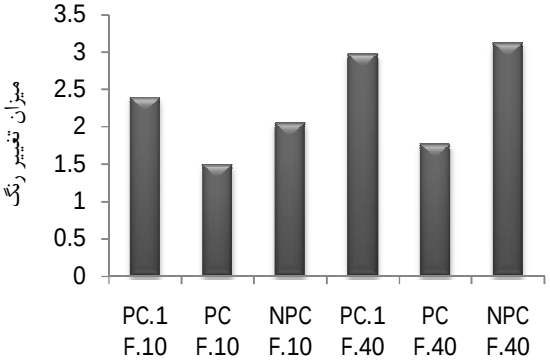
تیمار	دانسیته نان	تنش برشی (نیوتن بر میلی‌متر مربع)	شاخص تغییر رنگ (ΔE)
NPC	0/41253^{a}	0/17133^{a}	2/8089^{a}
PC	0/39725^{a}	0/14318^{b}	1/6263^{b}
PC.1	0/40813^{a}	0/16308^{ab}	2/6799^{ab}
F.10	0/40760^{a}	0/149867^{a}	1/9757^{a}
F.40	0/40434^{a}	0/168533^{a}	2/7678^{a}

در هر عامل و برای هر صفت، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 0/05 با آزمون LSD می‌باشد.

NPC (بدون پیش سرد کردن)،PC (سرد کردن تا رسیدن به 4˚C)، PC.1 (سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4˚C)، F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر)، F.40 (40 دقیقه پیش

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

بررسی تغییرات رنگ نان حاصل از خمیر منجمد سنگک: ایجاد رنگ طی پخت شاخص مهمی برای کیفیت نان است. نتایج حاصل از بررسی اثر پیش سرد کردن و پیش تخمیر بر شاخص تغییر رنگ (ΔE) در شکل 3 و جدول 3 نشان داده است. نتایج نشان می‌دهد که نان‌های تهیه شده از خمیر منجمد با 45 دقیقه پیش سرد کردن رنگ بهتری داشتند و با مقایسه میانگین‌های موجود در جدول 3 مشخص می‌شود که پیش سرد کردن با مدت زمان کوتاه‌تر (تیمار PC) باعث کاهش معنی‌دار ($p<0/05$) تغییر رنگ نان حاصل از خمیر منجمد نسبت به نان تازه شده است. نتایج مربوط به بررسی اثر پیش تخمیر نشان می‌دهد که نان حاصل از خمیر منجمد با 10 دقیقه پیش تخمیر تغییرات رنگ کمتری داشته است و رنگ نان ها مناسب بود، اما میزان این تغییر رنگ بین نمونه‌های با 10و 40 دقیقه پیش تخمیر در حد معنی‌داری ($p<0/05$) نبوده است.



شکل 3. میزان تغییر رنگ نان حاصل از نمونه‌های متفاوت با اعمال تیمار پیش سرد کردن و پیش تخمیر

PC.1 F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4°C)
PC F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن تا رسیدن به 4°C)
NPC F.10 (10 دقیقه پیش تخمیر و بدون پیش سرد کردن)
PC.1 F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن برای یک ساعت ماندن در 4°C)
PC F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و پیش سرد کردن تا رسیدن به 4°C)
NPC F.40 (40 دقیقه پیش تخمیر و بدون پیش سرد کردن)

• بحث

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که انجماد خمیر مانند هر محصول دیگری تأثیر قابل ملاحظه‌ای را بر کیفیت خمیر منجمد و نان حاصل از آن گذاشته است. انجماد خمیر باعث کاهش زنده‌مانی و فعالیت مخمر و در پی آن کاهش توان تولید گاز می‌شود. با افزایش غلظت مواد جامد حل‌شونده در آب منجمد نشده خمیر طی انجماد، فشار اسمزی افزایش پیدا کرده و موجب پلاسمولیز و از بین رفتن مخمر می‌شود (17). Lorenz و Kulp گزارش دادند که انجماد مخمر در یک سیستم خمیری امکان آسیب به سلول‌ها را در مقایسه با کریستال‌های یخ تشکیل شده می‌تواند به غشا سلول‌های مخمر آسیب زده و موجب کاهش زنده‌مانی سلول‌های مخمر گردد (20، 19). نتایج حاصل از بررسی اثر پیش سرد کردن بر خمیر منجمد نشان داد که سرد کردن خمیر پیش از انجماد باعث بهبود زنده‌مانی مخمر و توان تولید گاز در خمیر منجمد می‌شود. اثر پیش سرد کردن را می‌توان به آمادگی تدریجی سلول‌های مخمر برای فرآیند انجماد طی پیش سرد کردن نسبت داد. Sahara و همکاران، نتایج مشابهی مشاهده نموده و آن را به بهبود مقاومت سلول‌ها در اثر تیمار سرمایی نسبت داده‌اند (21). Matsutani و همکاران، افزایش تحمل به انجماد در اثر پیش سرد کردن را به تغییر نفوذپذیری غشا سلولی و افزایش استحکام سطح سلول‌های مخمر مرتبط دانسته‌اند (22). Phimolsiripol و همکاران گزارش نموده‌اند که پیش سرد کردن خمیر در دمای صفر درجه سانتی‌گراد برای 1 یا 3 ساعت یا 10°C برای 1 ساعت توان تولید گاز خمیر منجمد را بهبود می‌دهد (3). همچنین نتایج نشان داد که 40 دقیقه پیش تخمیر باعث افزایش درصد مخمر زنده مانده و حجم گاز می شود. Rasanen بیان نمود که زمان پیش تخمیر کوتاه پایداری انجماد- رفع انجماد خمیر منجمد را بهبود می‌دهد (23).

دانسیته تابعی از جرم و حجم نمونه می‌باشد. در ابتدای عمل پخت فعالیت مخمرها تشدید شده و در نتیجه تولید گاز افزایش می‌یابد. درصد بالاتر مخمر سبب تولید گاز بیشتر در خمیر طی مرحله پخت شده که با انبساط آن در اثر حرارت حجم بیشتر نان را سبب خواهد شد. بررسی اثر انجماد بر پارامترهای کیفی نان سنگک حاصل از خمیر منجمد نیز نتایج به دست آمده در مورد خمیر را تأیید می‌کند. Yi و Kerr نیز مشاهده نموده‌اند که حجم مخصوص همه نان‌هایی که از خمیر منجمد تهیه می‌شوند کمتر از خمیر منجمد نشده است (6). سرد کردن خمیر پیش از انجماد اثرات بهبود دهنده‌ای را بر کیفیت نان تهیه شده از خمیر منجمد نشان داده است و مدت زمان کوتاه‌تر سرد کردن تأثیر بهتری را بر ویژگی‌های کیفی نان داشته است. Gabric و همکاران نیز مشاهده نموده‌اند که یک مرحله سرد کردن قبل از انجماد به حداقل سازی کاهش حجم در نان کمک می‌کند (24). نتایج هم‌چنین نشان داد که پیش تخمیر به مدت 40 دقیقه اثر مثبتی بر روی ویژگی‌های کیفی نان حاصل از خمیر منجمد سنگک نداشته است. Rasanen بیان نمود که شبکه گلوتن خمیرهای منجمد پیش تخمیر شده، مخصوصاً در سطح حباب هوا، به آسیب ناشی از کریستال‌های یخ خیلی حساس است. بنابراین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

خمیرهای منجمد تخمیر نشده نیست (23). LeBail و همکاران اثر پیش تخمیر و سرعت انجماد را بر روی حجم نان حاصل از خمیر منجمد پیش تخمیر شده بررسی کردند و بیان نمودند تخمیر کمتر همراه با سرعت انجماد بالاتر باعث محدود شدن کاهش حجم نان می‌شود (4). میزان تغییر رنگ سطح نان سنگک حاصل از خمیر منجمد نسبت به نان تازه به عنوان شاخصی از کاهش کیفیت ظاهری محصول مطرح است. شکسته شدن آمیلوز و افزایش دکسترین‌های ایجاد شده که در واکنش میلارد شرکت می‌کنند و همچنین توزیع مجدد آب در خمیر منجمد از جمله عواملی هستند که می‌توانند در تیره و غیر یکنواخت شدن رنگ نان نقش داشته باشند (6).

بنابراین نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از تیمار پیش سرد کردن در تهیه خمیر منجمد سنگک می‌تواند راهکاری برای بهبود ویژگی‌های خمیر منجمد و در نتیجه نان تهیه شده از آن باشد. به علاوه مدت زمان پیش سرد کردن محدودیت دارد و زمان سرد کردن بیش از حد می‌تواند اثرات مثبت پیش سرد کردن را کاهش دهد. همچنین هرچه مدت زمان تخمیر پیش از انجماد کوتاه‌تر باشد نان تهیه شده از خمیر منجمد ویژگی‌های بافتی و ظاهر بهتری خواهد داشت.

• References

1. PayanR.introduction in cereal products technology. first ed. vol 1. Tehran: Iran. Aeezh Press; 1385.[In Persian].
2. Yi J, Kerr W. L. Combined effects of freezing rate, storage temperature and time on bread dough and baking properties. LWT - Food Sci. Technol 2009; 42: 1474-1483.
3. Phimolsiripol Y, Siripatrawan U, Tulyathan V, Cleland D. J.. Effect of cold pre treatment duration before freezing on frozen bread dough quality. Int J Food SciTechnol 2008; 43: 1759–1762.
4. LeBail 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 and Bioprocess Technology 2010; 3: 197-203.
5. Van Dijck P, Gorwa M. F, 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: 187-192.
6. Yi J, Kerr W. L. Combined effects of dough freezing and storage conditions on bread quality factors. J. Food Eng 2009; 93: 495–501.
7. Havet M, Mankai M, LeBail A. Influence of the freezing condition on the baking performances of French frozen dough. J. Food Eng 2000; 45(3): 139-45.
8. Hernandez-Lopez M.J, Prieto J.A, Randez-Gil F. Osmotolerance and leavening ability in sweet and frozen sweet dough. Comparative analysis between Torulasporadelbrueckii and Saccharomyces cerevisiae baker's yeast strains. Antonie van Leeuwenhoek 2003; 84: 125–34.
9. OctavianiSelomulyo V, Zhou W. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. J. Cereal Sci 2007; 45: 1–17.
10. Phimolsiripol Y, Siripatrawan U, Tulyathan V, Cleland D. J. Effects of freezing and temperature fluctuations during frozen storage on frozen dough and bread quality. J. Food Eng 2008; 84: 48–56.
11. Beales N. Adaptation of microorganisms to cold temperature, weak acid preservatives, low pH, and osmotic stress: a review. Compr Rev FoodSciFoodSaf 2004; 3: 1–20.
12. Diniz-Mendes L, Bernardes E, de Araujo P.S, Panek A.D, Pascoalin V.M.F. Preservation of frozen yeast cells by trehalose. Bioeng Biotechnol 1999; 65: 572–578.
13. Nakagawa S, Ouchi K. Construction from a single parent of baker's yeast strains with high freeze tolerance and fermentative activity in both lean and sweet doughs. Appl. Environ. Microbiol 1994; 60: 3499-3502.
14. Takano H, Ishida N, Koizumi M, Kano H. Imagingof the fermentation process of bread dough andthe grain structure of baked breads by MRI. J. Food Sci 2002; 67: 244-250.
15. Approved methods of analysis of the AmericanAssociation of Cereal Chemists (A.A.C.C). 10th ed The American Association of CerealChemists. St: Paul. MN. 2000.
16. Yam K. L, Papadakis S. E. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. J. Food Eng 2004; 61: 137-142.
17. Stecchini M, Maltini E, Venir E, Torre M, Prospero L. Properties of Wheat Dough at Sub-Zero Temperatures and Freeze Tolerance of a Baker's Yeast (Saccharomyces cerevisiae). J. Food sci 2002; 67: 2196-2201.
18. Lorenz K, Kulp K. Doughs for bread and rolls in the United States. In: Kulp K, Lorenz K, Brummer J, editors. Frozen and refrigerated doughs and batter, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN; 1995: 135–53.
19. Hsu K. H, Hoseney R. C, Seib P. A. Frozen dough. 1. Factors affecting stability of yeasted doughs. Cereal Chem 1979; 56(5): 419-424.
20. Kline L,Sugihara T. Factors affecting the stability of the frozen bread dough. I. Prepared by straight dough method. Baker's Digest 1968; 42: 44–50.
21. Sahara T, Goda T. and Ohgiya S. Comprehensive expressionanalysis of time-dependent genetic responses in yeast cells tolow temperature. J. Biol. Chem 2002; 277: 50015–50021.
22. Matsutani K, Fukuda Y, Murata K, Kimura A, Nakamura I, Yajima N. Physical and biochemical properties of freezetolerant mutants of a yeast Saccharomyces cerevisiae. J. Ferment. Bioeng 1990; 70: 275–276.
23. Rasanen J. Prefermented frozen laen wheat dough. Ph.D. thesis. VTT Biotechnology and food research, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland. 1998.
24. Gabric D, Ben-Aissa F, Le-Bail A, Monteau J.Y, Curic D. Impact of process conditions on the structure of pre-fermented frozen dough. J. Food Eng 2011; 105: 361–366.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

Impact of Pre-cooling and Pre-fermentation on Frozen Sangak Dough and Its Bread

Falah Joshaghani S[*1], *Nasser Hamdami N*[2]

*1. *Corresponding author: Ph.D Student of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. Email: saidehfallah@yahoo.com*

2. Associate Prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Received 17 Oct, 2014 **Accepted 10 Jan, 2015**

Background and Objective: Fresh bread has a short shelf life, and its acceptability by consumer would be dramatically reduced by increasing the time between baking and consumption. One of the solutions for this problem is frozen dough technology. Therefore, in this study, the impact of cold pre-treatment and pre-fermentation in Sangak frozen dough and its bread was evaluated.

Materials and Methods: Dough samples (with 100% V/W water) were fermented for 10 min and 40 min and after pre cooling (until temperature of dough reaching 4 ˚C or holding 1 hour at 4 ˚C after reaching to this temperature) or without cooling, they were frozen under -25 ˚C in air blast freezer. After 24h storage at -18 °C, Sangak frozen dough and its bread quality were assessed by measuring yeast survival and gassing power after thawing, and by measuring density, texture and color variation after baking.

Results: Cooling dough before freezing had a positive effect on the viability of yeast and dough volume; it also improved the quality properties of bread prepared from it, such as density, texture and color ($p< 0.05$). In addition, pre-fermentation for 40 min improved the gassing power of dough significantly; however, it had no significant effect on its bread ($p< 0.05$).

Conclusion: Use of pre-cold treatment improved frozen dough and its bread quality.

Keywords: Frozen dough, Pre-cooling, Pre-fermentation, Sangak bread

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]