



بهینه سازی انرژی با به کارگیری استارتر لاکتوباسیلوس پاراکازی و سوبسترای (مالت و کشمش) در خمیرترش و اثر آن بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و کیفی خمیر و نان پیتزا

ساغر ملکیان^۱، هاجر عباسی^{۲*}، الهام خسروی^۳

گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان،

ایران.

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران، پست الکترونیکی: saghar.malekian@iau.ac.ir

۲. نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران، پست الکترونیکی: Hajarabbasi@iau.ac.ir

۳. مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران، پست الکترونیکی: ekhosravi@khuisf.ac.ir

چکیده

صنعت غذا به دلیل فرایندهای گسترده تولید، فرآوری، بسته بندی و نگهداری محصولات یکی از بزرگترین مصرف کنندگان انرژی به شمار می رود افزایش تقاضا برای مواد غذایی و رشد هزینه های انرژی ضرورت استفاده از فناوری های نوین در بهینه سازی انرژی در صنایع غذایی را دو چندان کرده. این پژوهش به بررسی تاثیر بهینه سازی انرژی در صنایع غذایی از طریق استفاده از خمیرترش اختصاصی به جای بهبود دهنده های که هزینه زیادی برای تولیدشان مصرف می گردد و بازدهی چندانی نسبت به خمیرترش در کاهش ضایعات و بیاتی نان را ندارند انجام می گردد. استفاده از خمیرترش نه تنها به عنوان یکی از روش های مناسب جهت افزایش کیفیت و عمر ماندگاری نان تعریف شده است بلکه نانی فراسودمند را به ارمغان می آورد. هدف از این پژوهش تولید نان پیتزا با خمیرترش به عنوان یک بهبوددهنده طبیعی می باشد. اثر ۴ متغیر مستقل، باکتری لاکتوباسیلوس پاراکازی (۰، ۲/۵٪)، کشمش (۰، ۱۰٪)، مالت (۰، ۱۰٪) و خمیرترش (۵، ۱۰ و ۱۵٪) بر ویژگی های کیفی، خمیرترش و نان در زمان تعیین شده ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل آماری در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی، آزمون فاکتوریل صورت گرفت. نتایج نشان داد، pH خمیرترش و دانسیته نان با به کارگیری خمیرترش حاوی باکتری و کشمش به طور معنی داری کاهش یافت. افزایش سطوح مصرفی خمیرترش، دانسیته نان را افزایش می دهد. سختی خمیر و فنریت نان با به کارگیری خمیرترش حاوی کشمش و مالت به طور معنی داری افزایش و رطوبت، انسجام و پیوستگی بافت نان خمیرترش دار حاوی کشمش نیز افزایش یافت. بهینه محصول، نان با به کارگیری ۱۰ درصد خمیرترش حاوی باکتری، مالت و کشمش بود. مقایسه نان ها طی ۴ روز نگهداری در دمای محیط نشان داد ویژگی های کیفی، خصوصیات رنگی و حسی نان کاهش یافته اما نسبت به نان شاهد بهتر بود. افزایش زمان نگهداری نان پیتزا حاوی خمیرترش، بیاتی کمتر و مشتری پسندی بیشتری نسبت به نان شاهد دارد.

واژگان کلیدی: انرژی، خمیرترش، باکتری لاکتوباسیلوس پاراکازی، کشمش، مالت و کیفیت نان.



۱. مقدمه

نان یکی از قدیمی‌ترین غذاهای مورد استفاده بشر بوده و تاریخچه آن به اواخر عصر حجر می‌رسد. نان مهمترین ماده غذایی موجود در جیره غذایی همه ما می‌باشد. به منظور تولید نان معمولاً از آرد گندم به تنهایی، یا ترکیب با درصدی از غلات دیگر استفاده می‌شود. نان، اصلی‌ترین منبع تغذیه، نقش ویژه‌ای در الگوی تغذیه مردم ایفا می‌کند و علی‌رغم تغییرات اساسی و ایجاد تنوع در مواد خوردنی، کماکان انتخاب اول در سبد غذایی خانوارهای ایرانی می‌باشد با مصرف آن بسیاری از مواد مغذی نظیر قند، پروتئین، آهن، کلسیم و انواع ویتامین‌ها تأمین می‌شود. مصرف متوسط روزانه نان می‌تواند پروتئین، ویتامین‌های گروه ب مانند تیامین و نیاسین، کلسیم و آهن مورد نیاز بدن یک فرد را برطرف نماید [۱]. نان عمدتاً به عنوان یک منبع انرژی تقریباً ارزان قیمت به مصرف می‌رسد. در واقع، نان غذای اصلی و پایه‌ی مردم بسیاری از کشورهای جهان را تشکیل داده، لذا با آشنایی با اصول صحیح تهیه، فرآوری و پخت نان و به‌کارگیری آنها می‌توان به اهداف ذیل دست یافت.

- ۱- تولید نان مطلوب، کاهش ضایعات نان و استفاده بهینه از منابع موجود
- ۲- عرضه محصول با کیفیت مناسب و با ماندگاری طولانی
- ۳- استفاده از مواد افزودنی طبیعی برای بهبود کیفیت و بالا بردن زمان ماندگاری و تولید نان‌های خاص
- ۴- استفاده از روش بهینه تهیه خمیر، تخمیر^۱ و پخت نان‌های مختلف [۲].

۱.۱. خمیرترش

خمیرترش قدیمی‌ترین ماده پوک‌کننده بیولوژیکی و یکی از قدیمی‌ترین فرایندهای زیست فناوری در تولید مواد غذایی محسوب می‌شود. با افزودن خمیرترش به خمیر و طی زمان استراحت و رسیدن، دی‌اکسیدکربن، الکل و ترکیبات آروماتیک^۲ بوجود می‌آید. در ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد، به منظور تخمیر و به منظور افزایش تولید گاز در حین تخمیر، مخمرهای حاصل از تخمیر آب‌جو به خمیرترش اضافه می‌شد [3]. خمیرترش به عنوان یک افزودنی طبیعی، نگهدارنده زیستی و جایگزینی مناسب برای سایر افزودنی‌های نانوائی، از فرآیندی که در آن، آب و آرد، توسط کشت‌های آغازگر، تخمیر می‌شوند، آماده می‌شود [4]. استفاده روز افزون از خمیرترش به همراه مخمر نانوائی در قرن اخیر به عنوان عامل پوک‌کننده بهتر نقش به سزایی در عرصه تولید نان، نان چاودار و نان‌های تهیه شده از آردهای مخلوط ایفا می‌کند. همچنین، کاربرد خمیرترش در تولید نان گندم در حال گسترش است [5].

۲.۱. ترکیبات و اثرات خمیرترش

^۱. تخمیر یا ورآمدن معمولاً به انبساط خمیر بر اثر عوامل شیمیایی یا میکروبی اطلاق می‌شود.



اساس تشکیل خمیرترش همزیستی بین فلور میکروبی آرد و کشت‌های تجاری لاکتوباسیل می‌باشد که به عنوان آغازگر اختصاصی در فرایند تخمیر نان مورد استفاده قرار می‌گیرد. باکتری‌های خمیرترش تقریباً بدون استثناء از نوع باکتری‌های اسید لاکتیکی می‌باشند [۱].

لاکتوباسیلوس‌ها در طی تخمیر خمیرترش متابولیت‌های بی‌شماری را همچون اسیدهای آلی، آنزیم پروتئولیتیک^۱ و آمیلولیتیک^۲ و اگزوپلی‌ساکاریدها^۳ (EPS) را تولید می‌کنند که بر ساختار خمیر، بافت و بیاتی نان اثر مثبت دارند. اگزوپلی‌ساکاریدهای تولید شده توسط این باکتری‌ها، پتانسیل جایگزینی با هیدروکلوئیدهای گران قیمت مورد استفاده به عنوان بهبوددهنده‌های نان را نیز دارا هست [۶]. باکتری‌های اسیدلاکتیک موجود در خمیرترش نیز دارای توانایی کاهش میزان کلسترول، ایمن‌سازی سیستم دفاعی و خاصیت ضد توموری‌اند. خواص پریبیوتیکی خمیرترش، خواص رئولوژیک خمیر را تعدیل کرده و نانی با ساختار بهبود یافته تولید می‌شود و باعث تبدیل ترکیبات سمی و کاهش خواص ضد میکروبی در نان می‌شود. فعالیت ضد میکروبی خمیرترش از طریق اسیداستیک^۴، اسیدلاکتیک^۵، دی‌اکسید کربن، دی‌استیل، اتانول، پراکسید هیدروژن و باکتریوسین^۶ تولید و استفاده از خمیرترش باعث کاهش pH شده که بر روی ساختمان خمیر، آنزیم‌های غلات و خود میکروارگانیسم‌ها تأثیر دارد. تغییر در اجزای پروتئین غلات طی تخمیر به وسیله خمیرترش باعث طعم مطلوب در نان و بهبود خواص حسی، بهبود آروما و طعم، افزایش زمان ماندگاری می‌شود [۷] و [۸].

۳.۱. نان پی‌تزا

نان پی‌تزا و یک نان نیم‌پز است، که یک پخت ابتدایی داده شده است. نان پی‌تزا در واقع یک نان مسطح تک لایه است. در حال حاضر به خاطر سبک زندگی و شغلی از نان‌های حجیم و نیمه حجیم به عنوان بخشی و یا پایه غذاهای سریع آماده شو مانند انواع فست فودها که نان پی‌تزا هم جزئی از آنها به حساب می‌آید استفاده می‌شود. برای بهبود کیفیت آرد و نان می‌توان از بهبود دهنده‌ها طبیعی مانند خمیرترش استفاده نمود [9]. نان پی‌تزا نان نیمه پختی است که برای تهیه فرمولاسیون خمیر آن کماکان از ترکیبات (آرد، آب، شکر، نمک و مخمر) استفاده می‌کنند.

۴.۱. بیاتی نان

-
1. Proteolytic
 2. Amylolytic
 3. Exopolysaccharides
 4. Acetic acid
 5. Lactic acid
 6. Bacteriocin



بیات شدن نان، فرایند فیزیکوشیمیایی پیچیده‌ای است که نتیجه ظاهری و نامطلوب آن، سفت شدن مغز و لاستیکی شدن پوسته نان می‌باشد. در طی نگهداری نان، کاهش در تازگی و افزایش در سفتی نان، باعث کاهش مشتری پسندی محصول می‌گردد. که مجموع این عوامل را بیاتی نان می‌نامند [10].

یکی از عوامل عمده ضایعات، بیات شدن نان بر اثر تغییرات فیزیکوشیمیایی است که در پوسته و مغز نان رخ می‌دهد، در کنار آن، فساد میکروبی نیز مهمترین عامل کاهش زمان ماندگاری نان به حساب می‌آید. بیات شدن، سبب ایجاد بافت سخت و خرد شونده در کنار از دست رفتن طعم تازگی نان است. می‌توان با کمک بهبوددهنده‌های طبیعی مثل خمیرترش تا حدودی بیاتی نان را کاهش داد [11].

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. متغیرهای مورد استفاده در نان

در پژوهش حاضر هدف تولید نان پیتزا، از خمیری می‌باشد که در آن از خمیرترش حاوی باکتری لاکتوباسیلوس پاراکازی به همراه سوبسترا (کشمش و مالت) استفاده شده است. به طور کلی خمیرترش دارای چهار متغیر است که به خمیر نان اضافه شده و ویژگی‌های کیفی و کمی خمیر و نان پیتزا طی زمان تولید و نگهداری با خمیر و نان شاهد، مقایسه و مورد بررسی قرار گرفت.

۳. آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی

۳.۱. اندازه‌گیری اسیدیته خمیرترش

۱۰ گرم از نمونه خمیرترش را به طور دقیق در یک ارلن توزین کرده و سپس ۵۰ میلی‌لیتر الکل ۶۷٪ به محتویات ارلن اضافه نموده و درب آن را بسته به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه روی شیکر قرار می‌دهیم تا خوب مخلوط شود. پس از این مدت ارلن مایر را به صورت مورب در یک جای ثابت قرار می‌دهیم تا دو فاز شود، سپس فاز بالا را توسط کاغذ صافی صاف کرده و ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده را برداشته و چند قطره از معرف فنل فتالین به آن افزوده و با محلول استاندارد سود ۰/۱ نرمال تا پدیدار شدن رنگ صورتی کم‌رنگ تیتراژ کرده شد. عدد تیتراسیون را در ۲ ضرب می‌کنیم. طبق روش‌های استاندارد برای محاسبه اسیدیته از فرمول زیر استفاده می‌شود اسیدیته بر حسب میلی لیتر سود مصرفی درصد اسیدیته بر اساس گرم اسید لاکتیک محاسبه گردید.

معادله فرمول محاسبه اسیدیته

$$\text{اسیدیته} = \frac{V \times N \times meq}{M} \times 100$$

N = نرمالیه سود

V = حجم سود مصرفی

Meq = میلی اکی والان اسید لاکتیک



M= وزن نمونه

۲.۳. اندازه گیری pH خمیر ترش

مطابق استاندارد ۳۷ ایران pH اندازه گیری شد. ابتدا ۱۰ گرم نمونه را با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر تازه جوشیده کاملاً مخلوط نموده مدت ۲۰ دقیقه بماند تا نمونه ته نشین گردد. سپس pH قسمت آبی را به وسیله pH متر تعیین می کنیم. pH متر ابتدا را با بافرهای ۴ و ۹ کالیبره شد و بعد با بافر ۷ چک و کالیبره شد. برای کشمش و مالت هم این آزمون به همین روش زده شد.

جدول (۱.۳) مواد اولیه استفاده شده در فرمولاسیون نان پیتزا

مواد استفاده شده در فرمولاسیون ها (گرم)	نان باخمیر ترش ساده
(۱) آرد ستاره (مخصوص نان پیتزا)	۲۰۰ گرم
(۲) شکر	۶ گرم
(۳) نمک	۴ گرم
(۴) روغن	۷ گرم
(۵) مخمر نانوائی	۵ گرم
(۶) باکتری آل کازی	۵ گرم
(۷) خمیر ترش	۱۸ و ۳۶ و ۵۴ گرم
*(۵ و ۱۰ و ۱۵) درصد	
(۸) آب مصرفی	۱۲۵ میلی لیتر
** (دمای ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتیگراد)	

*درصد مورد استفاده خمیر ترش در سه سطح استفاده شده برای تیمارها و بسته به وزن آرد مصرفی بوده درصدها حساب شده است.

** برای سه تیمار دیگر که از سوبسترا (۱) کشمش، (۲) مالت، (۳) کشمش و مالت، نیز استفاده شده مقدار آب مصرفی تا ۱۰ میلی لیتر افزایش پیدا می کند.

۳.۳. اجزای اصلی تهیه خمیر ترش و خمیرن میوه حجیم پیتزا

روش کار تهیه خمیر نان و خمیر ترش با اعمال تغییراتی با توجه به بهبود خمیر و محصول نهایی از روش کار ادغام شده شرکت نان فانتزی گندمک و نان فانتزی نارین استفاده شد. برای تهیه خمیر ترش، آرد ستاره (مخصوص نان پیتزا) به میزان لازم به همراه مواد خشک مصرفی (شکر، نمک) به همراه مخمر توزین، با شروع هم خوردن مواد آب مصرفی کم کم اضافه شد. با کنترل دمای آب، مواد به مدت یک ربع با دور متوسط هم زده شد. در آخر کار متغیرهای (لاکتوباسیلوس پاراکازی، کشمش



و مالت) با توجه به فرمولاسیون، بر حسب نیاز اضافه شدند با اضافه کردن متغیرها به آرد، مخلوط به مدت بیست دقیقه با کنترل شرایط دما و سرعت هم زدن، مواد مخلوط شد. و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۱ درجه سانتیگراد در ژرمیناتور در ظروف پلاستیکی درب‌دار نگهداری شد.

برای تخمیر خمیر ابتدا استراحت اولیه ۵ تا ۱۰ دقیقه در خود خمیرزن و بعد چانه‌گیری، به وزن‌های مساوی ۶۰ تا ۶۵ گرم گرفته شد. برای استراحت میانی داخل ظرف پلاستیکی درب دار (داخل ظروف پلاستیکی کمی آرد پاشیده که خمیر به ظرف نچسبد) داخل ژرمیناتور با دمای ۳۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد حداکثر به مدت نیم ساعت گذاشته شد. سپس چانه‌هایی از خمیر گرفته و به کمک رول کن پهن شده، خمیر نان را قالب زده، با تیغ یا چنگال مخصوص، برش‌های سطحی روی خمیر داده شد و در سینی‌های از قبل چرب شده مخصوص پخت قرار گرفت. در انتها خمیر برای استراحت نهایی دوباره داخل ژرمیناتور به مدت ۴۰ تا ۴۵ قرار داده شد. همچنین نان شاهد بدون خمیرترش با همان فرمولاسیون خمیر نان پیتزا تهیه شد.

برای پخت از دستگاه آون با دمای ۲۰۰ - ۲۱۰ درجه سانتیگراد، و با ایجاد بخار اولیه برای پخت بهتر استفاده شد. خمیر تا مرحله ست شدن نان، بدون ایجاد رنگ سطح پوسته، قرار داشت. جهت نیم‌پز کردن زمان کوتاه‌تری لازم است (زمان پخت حدوداً ۱۵ دقیقه). نمونه‌های نان بعد از بیرون آوردن از آون، ۳۰ دقیقه سرد شده، سپس در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [12].

۴.۳. بررسی ویژگی‌های بافتی نان پی‌تزا

ارزیابی بافت نان با استفاده از دستگاه بافت‌سنج انجام شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی، ابتدا نمونه‌ها به شکل قطعات مکعبی با ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از نان برش داده شد و سپس توسط یک پروپ استوانه‌ای (با قطر ۴ سانتی‌متر) فشرده گردید. سرعت پروپ ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه بود. نیروی فشرده‌گی به میزان ۵۰ درصد روی قطعات نان اعمال شد.

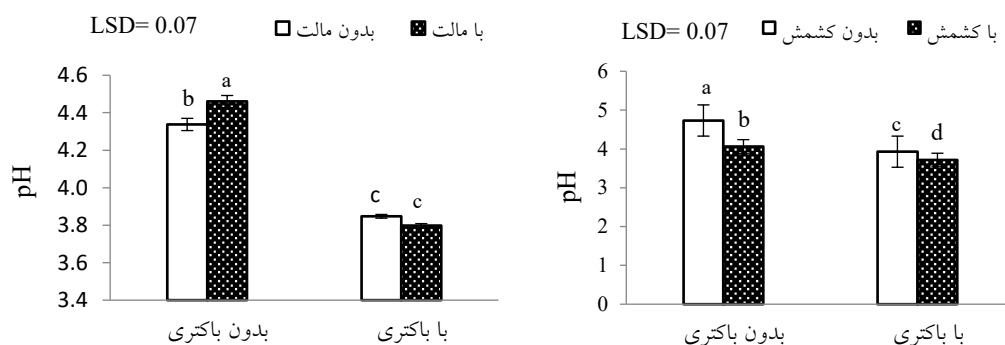
۴.۵. آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان

خصوصیات حسی نان‌های تولیدی بر اساس روش هدونیک ۵ نقطه‌ای بررسی شد. ۲۰ پنلیست، خصوصیات نان‌های تولیدی را بر اساس پذیرش کلی که شامل پارامترهایی از قبیل طعم و مزه، عطر و بو، نرمی و سفتی بافت، رنگ سطح نان و پذیرش کلی بود، ارزیابی کردند. بر مبنای مقیاس آزمون ارگانولپتیکی (حسی) برای ارزیابی حسی از سیستم امتیازدهی استفاده شد.

۴.۴. ارزیابی خصوصیات شیمیایی خمیرترش

pH ۱.۴

مطابق جدول آنالیز واریانس (پیوست الف-۱) اثرات اصلی و متقابل ارزیابی شد. برخی از متغیرهای مستقل بر تغییرات pH در سطح یک درصد ($p < 0.01$) معنی‌دار بود. طبق جدول مقایسه میانگین (۴-۱) اثر متغیرهای مستقل بر pH خمیرترش نشان داد، استفاده از باکتری و همچنین کشمش در فرمولاسیون خمیرترش باعث کاهش pH شد

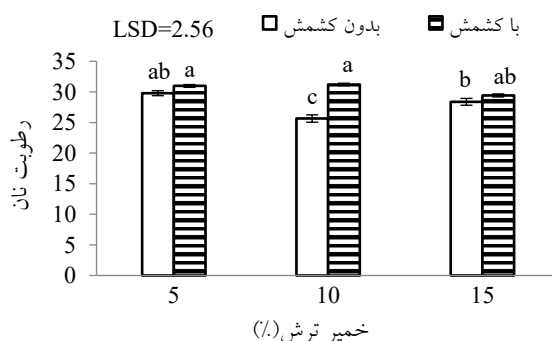


شکل (۴-۱) تاثیر متقابل (دوتایی) متغیرهای پژوهش بر pH خمیرترش

۵. خصوصیات کیفی نان پی‌ترا

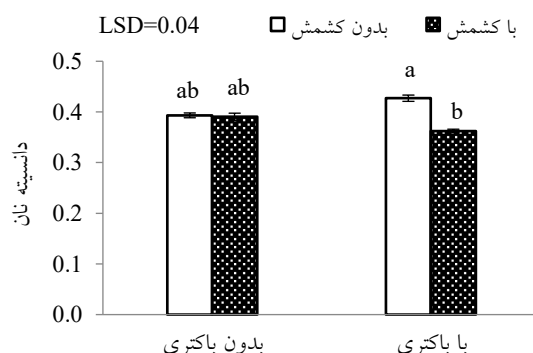
۵.۱. رطوبت نان پی‌ترا

مطابق شکل (۵-۱) اثر متقابل خمیرترش و کشمش نشان می‌دهد، افزایش میزان خمیرترش موجب کاهش رطوبت نان می‌شود. ولی در صورت وجود کشمش در فرمولاسیون این کاهش معنی‌دار نیست.



شکل (۵-۱) تاثیر متقابل (دوتایی) متغیرهای پژوهش بر رطوبت نان
(علائم نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد)

۵.۲. دانسیته نان پی‌ترا

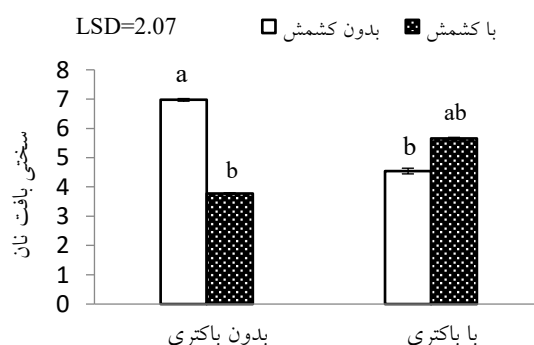


شکل (۵-۲) تاثیر متقابل (دوتایی) متغیرهای پژوهش بر دانشیه نان

مطابق شکل (۵-۲) در بررسی اثر متقابل کشمش و باکتری نیز تأثیر کشمش در کاهش معنی‌دار دانشیه مشخص شده، به‌کارگیری باکتری بدون کشمش باعث افزایش معنی‌دار دانشیه نان شد.

۳.۵. سختی نان پی‌تزا

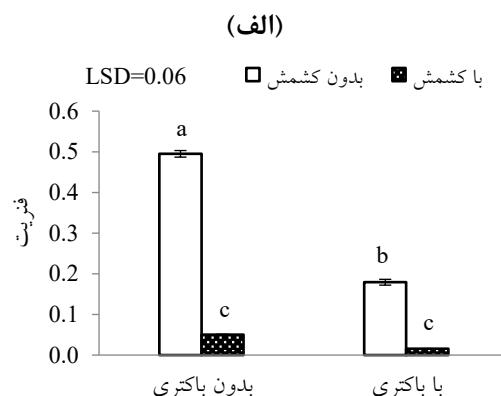
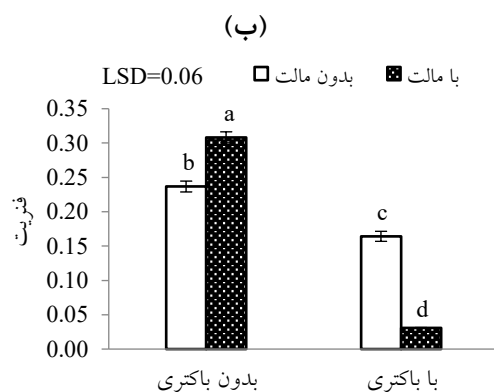
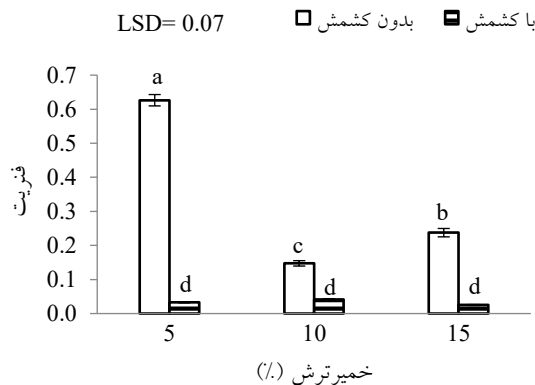
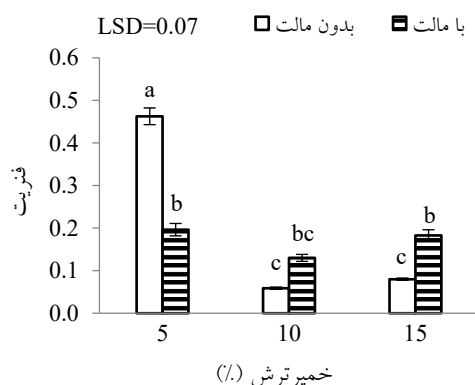
طبق شکل (۵-۳) اثر متقابل دوتایی باکتری و کشمش در شکل نشان داد، خمیرترش بدون به‌کارگیری کشمش و باکتری بیشترین اثر را بر افزایش سختی نان داشت



شکل (۵-۳) تاثیر متقابل (دوتایی) متغیرهای پژوهش بر سختی نان
(علائم نشان دهنده خطای استاندارد می‌باشد)

۴.۵. فنریت نان پی‌تزا

مطابق شکل (۵-۴) بررسی تأثیر متقابل دوتایی متغیرهای اصلی نشان داد، افزایش سطح خمیرترش موجب کاهش فنریت در محصول می‌شود. در این تغییرات نمونه‌های خمیرترش دارای مالت و کشمش معنی‌دار نبود. افزودن باکتری به خمیرترش نیز موجب کاهش فنریت محصول شد و اثر متقابل آن با مالت باعث کاهش فنریت ولی با کشمش غیر معنی‌دار است.



شکل (۴-۵) تاثیر متقابل (دوتایی) متغیرهای پژوهش برفریت نان
(علائم نشان دهنده خطای استاندارد می باشد)

جدول (۱-۵) مقایسه میانگین اثر خمیر، باکتری، کشمش و مالت بر برخی از ویژگی های حسی نان

تیمار	رنگ	بو و عطر	طعم و مزه	بافت	پذیرش کلی
خمیرترش (%)					
۵	۳/۰±۴۹/۸۴ ^a	۳/۰±۱۳/۸۹ ^b	۳/۰±۱۸/۸۷ ^b	۳/۰±۱۶/۸۵ ^b	۳/۰±۱۵/۷۲ ^b
۱۰	۳/۰±۵۷/۸۹ ^a	۳/۰±۴۳/۹۴ ^a	۳/۰±۳۸/۹۰ ^a	۳/۰±۴۰/۹۰ ^a	۳/۰±۳۴/۷۶ ^a
۱۵	۳/۰±۵۳/۸۵ ^a	۳/۰±۲۳/۸۵ ^b	۳/۰±۲۰/۸۹ ^b	۳/۰±۱۷/۸۹ ^b	۳/۰±۲۱/۷۰ ^{ab}
LSD	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۴
باکتری (%)					
۰	۳/۰±۴۰/۸۰ ^b	۳/۰±۲۱/۹۰ ^a	۳/۰±۱۱/۸۹ ^b	۳/۰±۱۴/۹۵ ^b	۳/۰±۰۷/۷۳ ^b
۱۰	۳/۰±۶۶/۹۰ ^a	۳/۰±۳۲/۹۰ ^a	۳/۰±۴۰/۸۶ ^a	۳/۰±۳۵/۸۰ ^a	۳/۰±۴۰/۷۰ ^a



۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	LSD
					کشمش (%)
۳/۰±۱۰/۷۰ ^b	۳/۰±۱۳/۹۰ ^b	۳/۰±۰۸/۸۹ ^b	۳/۰±۲۰/۸۹ ^a	۳/۰±۴۱/۹۱ ^b	۰
۳/۰±۳۶/۷۴ ^a	۳/۰±۳۶/۸۵ ^a	۳/۰±۴۳/۸۵ ^a	۳/۰±۳۳/۹۱ ^a	۳/۰±۶۵/۷۹ ^a	۱۰
۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	LSD
					مالت (%)
۳/۰±۲۱/۷۰ ^a	۳/۰±۰۵/۸۱ ^b	۳/۰±۱۹/۸۳ ^a	۳/۰±۱۸/۸۷ ^b	۳/۰±۵۷/۸۴ ^a	۰
۳/۰±۲۵/۷۶ ^a	۳/۰±۴۳/۹۱ ^a	۳/۰±۳۲/۹۴ ^a	۳/۰±۳۵/۹۳ ^a	۳/۰±۴۹/۸۸ ^a	۱۰
۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	LSD

در هر ستون و برای هر تیمار، میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند، در سطح پنج درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار دارند. میانگین±انحراف معیار

۶. خصوصیات حسی حاصل از نمونه‌های نان پی‌تزا

۶.۱. رنگ نان

مطابق جدول (۵-۱) مقایسه میانگین اثر متغیرهای مستقل بر ویژگی حسی نان نشان داد، به‌کارگیری کشمش و استفاده از باکتری در فرمولاسیون باعث افزایش معنی‌دار رنگ نان شد.

۶.۲. بو و عطر نان

مطابق جدول (۵-۱) مقایسه میانگین اثر متغیرهای مستقل بر ویژگی حسی، بو و عطر نان نشان داد، اثر ۱۰ درصد خمیرترش و به‌کارگیری مالت در فرمولاسیون خمیرترش باعث افزایش معنی‌دار بو و عطر نان شد.

۶.۳. طعم و مزه نان

مطابق جدول (۵-۱) مقایسه میانگین اثر متغیرهای مستقل بر ویژگی حسی، طعم و مزه نان نشان می‌دهد، اثر خمیرترش در سطح ۱۰ درصد و به‌کارگیری کشمش و مالت در فرمولاسیون خمیرترش باعث افزایش معنی‌دار طعم و مزه نان شد.

۶.۴. بافت نان پی‌تزا



مطابق جدول (۵-۱) مقایسه میانگین اثر متغیرهای مستقل بر ویژگی بافت نان نشان می‌دهد، اثر خمیرترش در سطح ۱۰ درصد باعث افزایش نرمی نان شد. همچنین به کارگیری باکتری و یا کشمش و یا مالت به طور مستقل باعث افزایش معنی‌دار نرمی بافت نان شد.

۵.۶. پذیرش کلی نان پی‌تزا

مطابق جدول (۵-۱) مقایسه میانگین اثر متغیرهای اصلی بر ویژگی حسی، پذیرش کلی نان نشان می‌دهد به کارگیری باکتری و کشمش باعث افزایش معنی‌دار پذیرش کلی نان شد.

۷. بررسی می‌انگین تیمارها بر ویژگی‌های کیفی محصول

مطابق جدول آنالیز واریانس (پیوست د-۱) اثر متغیر مستقل زمان نگهداری و تیمار و اثر متقابل تیمار و زمان بر برخی از متغیرهای نان معنی‌دار بود.

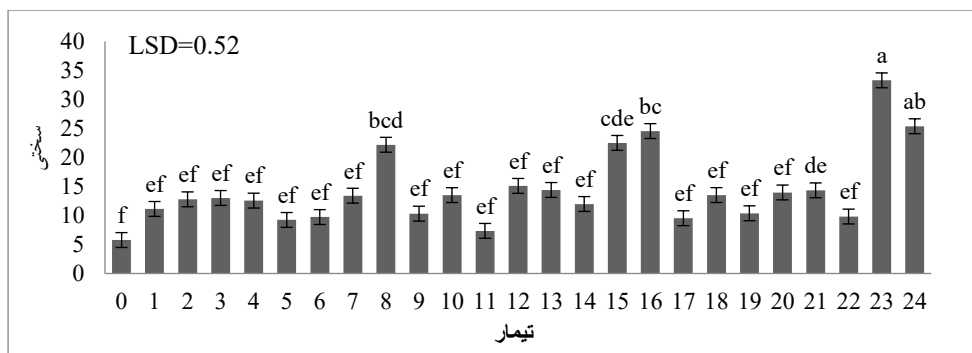
طبق جدول مقایسه میانگین (۷-۱) تأثیر زمان نگهداری باعث افزایش معنی‌دار سختی و فنریت نان و کاهش پیوستگی و رطوبت نان شد. تأثیر زمان نگهداری باعث کاهش معنی‌دار ویژگی‌های حسی شد.

جدول (۷-۱) مقایسه میانگین اثر زمان بر ویژگی‌های نان پی‌تزا

زمان (روز)	سختی (N)	فنریت (mm)	رطوبت (%)	رنگ	بو و عطر	طعم و مزه	نرمی و سفتی	پذیرش
۱	۷/۴۳ ^b	۰/۰۹ ^b	۲۸/۸۹ ^a	۳/۵۰ ^a	۳/۲۳ ^a	۳/۲۲ ^a	۳/۲۱ ^a	۳/۲۰ ^a
۴	۱۳۵ ^a ۲۱	۰/۳۳ ^a	۲۶/۶۶ ^b	۲/۷۸ ^b	۲/۲۷ ^b	۲/۳۸ ^b	۲/۳۴ ^b	۲/۵۱ ^b
LSD	۲/۲۸	۰/۰۶	۱/۲۶	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۳

در هرستون، میانگین‌ها با حروف یکسان در سطح ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

مطابق شکل (۷-۱) مقایسه میانگین سختی نان پی‌تزا در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد نمونه ۲۳ و ۲۴ نان، سختی بافت آن افزایش بیشتری نشان داد. همچنین نمونه (۰) نمونه شاهد سختی کمتری را در خود حفظ کرده است.



شکل (۱-۷) مقایسه میانگین سختی نان پیتزا در تیمارهای مختلف

مقایسه میانگین خصوصیات حسی (بو و عطر، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی) نان پیتزا در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد، نمونه ۱۷ افزایش بیشتری نسبت به متغیرهای دیگر داشت. همچنین نمونه ۱ نان، کاهش بیشتری داشت. مطابق نتایج بدست آمده از جداول بدست آمده میانگین خصوصیات حسی، بهینه محصول در نان حاوی خمیر ترش ۱۰ درصد با باکتری، مالت و کشمش بود.

۸. بحث و نتیجه گیری

۸.۱. اثر متغیرهای مستقل بر تغیریات pH خمیر ترش نان

نمونه‌های خمیر ترشی که باکتری داشتند، pH آن‌ها پایین‌تر بود. اهمیت باکتری‌های خمیر ترش در این است، که می‌توانند کربوهیدرات‌های موجود در آرد و همچنین فرآورده تخمیر شده پروتئین را برای متابولیسم خود مصرف نمایند. بدین طریق اسیدلاکتیک و اسیداستیک را که برای فرم‌پذیری و مراحل تهیه خمیر و پخت موثرند بوجود آورند، که روی بافت نان نیز اثر مثبتی دارند. به دلیل فعالیت بالای لاکتوباسیلوس تللیجی به خمیر ترش و تولید اسیدهای آلی مانند اسید استیک و اسید لاکتیک نسبت به خمیر تهیه شده به روش معمولی می‌باشد [11] و [۱۳].

۸.۲. رطوبت نان پیتزا

رطوبت یکی از خصوصیات کیفی محصول است که بر بیاتی و زمان ماندگاری نان موثر است. خمیر ترش حاوی کشمش باعث افزایش معنی‌دار رطوبت نان شد با افزایش سطح خمیر ترش باعث کاهش میزان رطوبت نان شد. حضور فیبر های گیاهی در محصولات غذایی موجب تغییر جذب آب و متورم شدن خمیر می‌گردد مانند آرد مالت، آرد بلوط و شاه بلوط و غیره، در تحقیقی حضور فیبر در آرد بلوط موجب افزایش محتوای رطوبتی کیک فاقد گلوتن شد. تا نسبتی معین در نان موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محصول شد [14] و [15].



۳.۸. خصوصیات کیفی خمیر و نان پی‌تزا

۱.۳.۸. سختی خمیر و نان پی‌تزا

سختی بیشترین میزان نیروئی است که خمیر تحمل کرده تا ارتفاع آن به نصف کاهش پیدا کند به کارگیری کشمش، باکتری و مالت در فرمولاسیون خمیرترش باعث افزایش معنی‌دار سختی خمیر شد. اضافه کردن سوپسترا و باکتری به فرمولاسیون خمیرترش به واسطه ایجاد ترکیبات قوام‌دهنده تولید شده در خمیرترش تأثیر مثبت روی سختی خمیر نان داشته، استحکام آن افزایش پیدا کرده [۱۶]. کاهش سفتی مغز نان، در اثر افزودن هیدروکلئیدها می‌تواند به دلیل افزایش میزان رطوبت در نمونه‌های مورد استفاده باشد، زیرا رابطه معکوسی بین سفتی مغز نان و میزان رطوبت وجود دارد [۱۷] و [۱۸].

۲.۳.۸. تغییرات فنریت نان پی‌تزا

فنریت در اصل حالت الاستیک ماده غذایی را نشان می‌دهد که هر چه بیشتر باشد ارتفاع بیشتری از نمونه در مدت زمان بین مرحله اول و دوم فشرده سازی قابلیت بهبودی و بازگشت را دارد. فنریت یا قابلیت ارتجاع نشان‌دهنده قدرت بازگشت ماده به حالت اولیه است. البته مقدار این فاکتور نیز در طی زمان نگهداری کاهش پیدا می‌کند. اگزوپلی‌ساکاریدهای سنتز شده در طی تخمیر، می‌تواند موجب کاهش الاستیسیته و مقاومت خمیر نان گردد [۶]. بطور کلی تغییرات بیوشیمیایی در حین تخمیر خمیرترش (اسیدی سازی، پروتئولیز، تولید اگزوپلی‌ساکارید) در کل تأثیر خمیرترش بر رئولوژی خمیر و متابولیت‌های فرار خمیرترش بر الاستیسیته و در نهایت محصول [۱۹]. خواص بنیادی رئولوژی خمیر تابعی از شرایط تخمیر خمیرترش می‌باشد رفتار رئولوژی خمیرترش به شدت تحت تأثیر متابولیت‌های میکروبی قرار می‌گیرد. در تخمیر کنترل نشده خمیرترش، با افزایش زمان تخمیر در مدت زمان تعیین شده و مورد نیاز، مقدار الاستیسیته و ویسکوزیته خمیر کاهش می‌یابد. در حین دوره تخمیر، شبکه گلوتن به یک ساختار بی شکل تبدیل گردیده و این عامل سبب تغییر خصوصیات رئولوژیکی الاستیسیته کمتر و گسترش پذیری بیشتر خمیر می‌شود. فرایندهای تجزیه‌ای مذکور در طول زمان تخمیر، عامل کلیدی فرآوری توسط خمیرترش نیز به شمار می‌آیند. لذا با کنترل شرایط تخمیر خصوصیات ساختاری و بافتی مورد نظر و در نهایت به کیفیت مطلوب محصول دست خواهیم یافت [۲۰]. [۲۱].

۹. خصوصیات حسی نان پی‌تزا

۱.۹. اثر خمیرترش بر بافت محصول (یکی از شاخص‌های بیاتی)

اثر مالت و آمیلاز، بر کاهش سفتی در اثر تجزیه پیوندهای گلیکوزیدی موجود در نشاسته به دکسترین‌ها با وزن مولکولی کمتر است. که این هیدرولیز نشاسته باعث تأخیر در تشکیل زنجیره دوگانه آمیلوپکتین شده و مانع پیوند مولکول‌های آمیلوپکتین با هم می‌شود. در نتیجه تشکیل شبکه سه‌بعدی آن را تضعیف، و در نهایت باعث کاهش سفتی نان می‌شود. از



طرف دیگر با توجه به تولید اسیدلاکتیک توسط باکتری و افزایش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز، می‌تواند در کاهش سفتی که معیاری برای بیاتی نان به وسیله شاخص حسی می‌باشد مؤثر باشند [22] و [21].

۲.۹. بررسی زمان نگهداری بر ویژگی‌های شیمیایی، کیفی، حسی نان

رطوبت یکی از ویژگی‌های کیفی نان است که بر بیاتی و زمان ماندگاری محصول تأثیر دارد. طی نگهداری نان رطوبت از مغز به طرف سطح و پوسته نان مهاجرت می‌کند. از طریق تعیین درصد رطوبت نان روند بیاتی نان را می‌توان بررسی کرد. در طول زمان نگهداری، رطوبت نان پیتزا کاهش یافته اما کاهش رطوبت نان شاهد طی تحقیقی بیشترین میزان رطوبت نان مربوط به تیمار تهیه شده با روش دو مرحله‌ای (استفاده خمیرترش) حاوی آغازگر لاکتوباسیلوس روتری بود. این امر احتمالاً به دلیل تفاوت در میزان جذب و قابلیت نگهداری آب توسط اجزاء تشکیل دهنده نان تهیه شده از خمیرترش می‌باشد [23]. از طرف دیگر ترکیبات فیبری موجود در مالت این نمونه‌ها، با جذب متناسب آب، مانع از اتلاف رطوبت که یکی از عوامل بیاتی و سفتی نان است، می‌گردند [24]. تولید دکسترین‌های با وزن ملکولی بالا و آگزوپلی ساکاریدهای مختلف در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های خمیرترش می‌تواند بر توانایی حفظ آب مؤثر باشد. این امر باعث گردیده تا محتوای رطوبتی نان‌های تولید شده با روش دومرحله‌ای نسبت به روش تک مرحله‌ای با دوره تخمیر کوتاه بالاتر باشد [25]، [26] و [27]. اسیدیفیکاسیون نیز می‌تواند به حفظ تازگی کمک کند افزایش پروتئولیز سبب اصلاح شبکه گلوتنی و بافت نان می‌شود [28].

سختی بافت نان، یکی از روش‌های تعیین بیاتی نان می‌باشد، در بیاتی، علاوه بر تشکیل کریستال‌های جدیدی در مولکول‌های نشاسته که قبلاً در حین پخت ژلاتینه شده بودند، پیوندهای عرضی بین نشاسته و گلوتن نیز تشکیل می‌گردد. در طی نگهداری نان، میزان این پیوندها افزایش می‌یابد و به عبارتی نان سفت‌تر می‌شود. این پیوندها از نوع هیدروژنی بوده که موجب تشکیل کمپلکس بین پلیمرهای نان می‌گردد [29] و [30].

میزان سختی بافت نان‌های شاهد در طول زمان نگهداری بیشتر کاهش یافته که نشان می‌دهد بافت و ساختار نان در مدت زمان نگهداری ۴ روزه بیشتر تخریب شده تا نان پیتزایی که دارای خمیرترش حاوی باکتری و سوبسترای مالت و کشمش می‌باشد [۳۱]. بیان کردند سختی محصول در طی دوره نگهداری کاهش پیدا می‌کند تا روز سوم تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها وجود نداشت. در حالی که در روز پنجم و هفتم کمترین میزان سختی در نمونه شاهد دیده شد. این می‌تواند ناشی از انتقال سریع‌تر رطوبت از مغز به پوسته آن باشد. از طرف دیگر بنا بر نظریه [32]. افزایش پروتئولیز در نان‌های خمیرترش‌دار ساختار پروتئینی را تحت تأثیر قرار داده، سبب می‌شود که شبکه گلوتنی باز و ضعیف شده، که منجر به بهبود حفظ تردی در پوسته نان شود. هم‌چنان که نان بیات تر می‌شود، سختی‌اش افزایش می‌یابد که نشان‌گر کاهش رطوبت آن و افزایش استحکام پیوند در داخل نان است که سخت و صلب می‌شود. هم‌چنان که زمان نگه داری نان در قفسه زیادتر می‌شود، به دلیل افزایش رفتار ویسکوزیته ناشی از ماندگی، فنریت کاهش می‌یابد. قابلیت ارتجاع یا فنریت نشان دهنده قدرت بازگشت ماده به حالت اولیه است. که در طی زمان نگهداری کاهش پیدا می‌کند. در بین نان‌های حاوی خمیرترش نان با مالت در طول زمان نگهداری فنریت آن افزایش پیدا کرده اما نان شاهد کمترین قابلیت ارتجاع را نشان داد.



افزایش فنریت یا قابلیت ارتجاع با به‌کارگیری خمیرترش در فرمول نان می‌تواند به وجود حباب‌های گازی بیشتر در بافت نان‌های خمیرترش نسبت داده شود. در بین نان‌های حاوی خمیرترش تفاوت معنی‌داری در قابلیت ارتجاع در روزهای نگهداری دیده نشد. اما نان شاهد کمترین قابلیت ارتجاع را نشان داد [۳۱].

امیدفر و همکاران [۳۳] بیان کرد استفاده از خمیرترش حاوی سوبسترا مالت، درآزمون حسی، باعث افزایش بو و عطر نان شده است. فعالیت بیشتر آنزیم‌های تجزیه‌کننده بر روی نشاسته، مواد اولیه لازم جهت ایجاد واکنش‌های قهوه‌ای شدن به ویژه واکنش میلارد را فراهم می‌کند. این واکنش نه تنها باعث بهبود رنگ و ظاهر سطح نان می‌شود بلکه از طریق واکنش موسوم به تجزیه استرکر^۱ (Strecker degradation) و تولید ترکیبات عطر و طعم دار نظیر آلدئیدها باعث بهبود عطر و طعم نان می‌شود.

بررسی ارزیابی نمونه‌ها برای پذیرش کلی نان نشان می‌دهد که نان‌های شاهد به دلیل بروز پدیده بیاتی (که درنتایج قبلی هم به آنها اشاره شد) با افزایش زمان ماندگاری امتیاز کمتری دریافت کرد. به عبارت دیگر نان شاهد نگهداری شده در مدت ۴ روز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد امتیاز کمتری از نان پیتزا (نیمه پخته) نگهداری شده با همان شرایط دارد.

فرهمند و همکاران [۳۱] در بررسی اثر به‌کارگیری خمیرترش بر ویژگی‌های حسی بیان کرد روزهای اول و سوم تفاوت معنی‌داری از نظر ارزیابان بین نمونه‌ها نبود، اما با گذشت زمان و پیشرفت سریع‌تر پدیده بیاتی در نمونه شاهد، برتری نمونه‌های حاوی خمیرترش بیشتر آشکار می‌گردد.

بر اساس نتایج بدست آمده این نتیجه حاصل شد که به‌کارگیری کشمش اثر مثبت‌تری روی ویژگی‌های خمیرترش و نان پیتزا حاصل از آن دارد. محققان طی یک کار تحقیقاتی دریافتند که کنسانتره کشمش می‌تواند برای شیرین کردن و یا به عنوان نگهدارنده در برابر فساد و یا عامل به تعویق انداختن بیاتی صنایع نانوائی و قنادی مورد استفاده قرارگیرد. نیز می‌توان آن را به عنوان جایگزین کننده چربی، عوامل امولسیون کننده، عوامل بازدارنده در برابر فساد و چاشنی مورد استفاده قرار داد، به طوری که افزودن ۳ تا ۷ درصد کنسانتره کشمش به خمیر بیسکویت به جای شکر، موجب جلوگیری از فساد آن شده و باعث تازه نگه داشتن آن می‌شود [34].

۳.۹. اثر استفاده خمیرترش در خصوصیات کلی و کاهش بیاتی نان

استفاده از خمیرترش که امروزه نیز در دنیا توجه زیادی را از نظر مسائل تغذیه‌ای و تکنولوژی بخود جلب کرده در ایران بیشتر توجه به سوی مخمر صنعتی جلب شده است. در حالی که تجربیات و منابع علمی نشان می‌دهد که استفاده از خمیرترش مزایای بسیاری نسبت به مخمر صنعتی تولید شده دارد.

خمیرترش تازه و همچنین استفاده از خمیرترش خشک حاوی آغازگرهای مورد نظر باعث تولید محصولات نانوائی با کیفیت مناسب و ثابت خواهد شد [35] و [36].

نتیجه‌گیری

۱- ترکیب دی کربونیل‌های حاصل از واکنشهای غیر آنزیمی مایلارد با اسید آمینه در مراحل آخر واکنش مذکور که باعث شکسته شدن اسیدهای آمینه می‌شود و حاصل آن آلدئید ها، CO₂ و ترکیبات پیچیده است.



استفاده از خمیرترش در فرمولاسیون نان سبب بهبود خواص حسی نان از قبیل عطر و طعم و سفتی پوسته بهبود خواص شیمیایی نان مانند بیاتی و بهبود خواص تغذیه‌ای نان می‌شود و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای ترکیبات شیمیایی مانند امولسی‌فایرها و آنزیم‌ها در فرمولاسیون نان خصوصاً نان کامل گندم به کار می‌رود باشد. استفاده از خمیرترش می‌تواند با اثر بر ویژگی‌های بافتی، عطر و طعم، ماندگاری و به طور کلی نقش موثری در بهبود خصوصیات نان داشته باشد. درحقیقت آثار مثبت مشاهده شده، از سویی حفظ رطوبت و از سوی دیگر مربوط به حضور متابولیت‌های مفیدی همچون اسیدها ترکیبات ضد میکروبی، اگزوپلی‌ساکاریدها است.

نتایج حاصله از آزمون‌ها، نشان داد که افزودن خمیرترش حاوی باکتری و سوبسترا کشمش و مالت در اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده، می‌تواند بیاتی نان را به تعویق بیندازد. نتایج حاصل از آزمون‌هایی که برای بررسی عمر نگهداری نان انجام شد نشان داد استفاده از باکتری و سوبسترا باعث به تعویق انداختن بیاتی نان پیتزا شده و بهترین نمونه در طی دوره نگهداری، رطوبت را بهتر در ساختار خود حفظ کرده است. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که در مورد فاکتور عطر و طعم، بهترین نان، نان با خمیرترش محتوای باکتری مالت و کشمش می‌باشد. تمام این موارد کاهش ضایعات نان را به همراه دارد و کاهش ضایعات کاهش انرژی مصرف شده را به همراه دارد

فهرست منابع

۱. رجب زاده ن. ۱۳۶۸. تکنولوژی نان جلد اول چاپ دانشگاه تهران، ۱۴۱-۱۴۳ و ۳۶۴-۳۷۶.
۲. روشن ف. ۱۳۸۴. جزوه نانوائ نان های حجیم ونیمه حجیم گروه صنایع غذایی، چاپ مرکز آموزش های تخصصی کشاورزی و صنایع غذایی، سازمان آموزش فنی و حرفه ای، مطابق با استاندارد سال ۷۶/۳۷/۱/۱-۷.
3. Decock P, Cappelle S. 2005. Bread technology and sourdough technology. Trends Food Sci Technol, 16: 113-120.
4. Clarcke CI, Arendt EK. 2005. A review of the application of sourdough technology to wheat breads. Advances in food and nutrition research, 49: 137-156.
5. Kulp K, Lorenz K. 2003. Handbook of Dough fermentations. New York: Marcell Dekker Inc; p. 10-45.
۶. نصیری اصفهانی ب. ۱۳۸۹. بررسی اثر اگزوپلی ساکارید میکروبی خمیرترش بر خواص رئولوژیک خمیرنان مسطح، پایان نامه کارشناسی ارشد، علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۷. سرفراز ا. ۱۳۸۷. اثرات متقابل باکتریهای لاکتیک اسید و مخمر نانوائی در تخمیر خمیرترش مایع مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. خسروی م، کریمی م. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر کیفیت خمیرترش بر سفتی و خصوصیات ارگانولپتیک نان بربری فرآوری و تولید مواد غذایی سال اول، شماره دوم، ص ۳۵.
9. Lee JW, Cuendet LS. 1995. The fate of various augars in fermentation sponges and aoughs Cereal Chemistry, 36: 522-833.

10. Miles M J, Morris, V J, Orford PD, Ring S G. 1985. The Roles of Amylose and Amylopectin in the Gelation and Retrogradation of Starch. *Carbohydrate Research*, 135, 271-281.
11. Arendt EK, Ryan LAM, Dal Bello F. 2006. Impact of sourdough on the texture of bread. *Journal of Food Microbiology*, 24(2), 165-174.
12. Komlenic DK, Ugarcic-Hardi Z, Planinic M, Bucic-Kojic A, Strelec I. 2010. Wheat dough rheology and bread quality effected by *Lactobacillus brevis* preferment, dry sourdough and lactic acid addition. *Int J Food Science Technology* 45: 1417-1415.
۱۳. خراسانچی ن، پیغمبردوست س ه. ۱۳۸۹. اثر روش تهیه خمیر بر خواص خمیر و کیفیت نان قالبی مستقیم و روش اسفنج و خمیر، مجله پژوهشهای صنایع غذایی سال دوم جلد ۳.
14. Chaplin M.F. 2003. Fibre and water binding. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(01): p. 223-227.
15. Demirkesen I , Sumnu G, Sahin S. 2011. Utilization of chestnut flour in gluten-free cakes. in *Proceedings of the 6th CIGR Section VI International Symposium "Towards a Sustainable Food Chain" Food Process, Bioprocessing and Food Quality Management*", Nantes, France.
۱۶. مرتضوی ع، شهیدی ف، صادقی ع، صادقی ب. ۱۳۹۴. مدل سازی قوام خمیرترش و ارزیابی تاثیر آن بر ویژگیهای نان حاصل از آردهای ایرانی به عنوان تابعی از شرایط تخمیر کشت آغازگر اختصاصی، نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۱۱، شماره ۴.
17. Nelson A.L. High-fiber ingredients. 2001: Eagan Press.
18. Molavi H, Keramat J, Raisee B, 2015. Evaluation of the Cake Quality Made from Acorn-Wheat Flour Blends as a Functional Food. *Journal of Food Bio sciences and Technolog*, 5(2): p. 53-60.
19. Brandt MJ, Markus J. 2007. Sourdough products for convenient use in baking. *Journal of Food Microbiology* 24: 161-164.
20. Clarke C I, Schober T J, Arendt E K. 2002. The effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and bread quality, *Cereal Chemistry*, 79: 640-647.
21. Clarrke CI, Arendt EK. 2005. A review of the application of sourdough technology to wheat breads. *Advances in food and nutrition research*, 49: 137-156.
22. Goesaert H, Slade L, Levine H, Delcour J A. 2009. Amylases and bread firming – an integrated view. *J of Cer Sci*, 50: 345–352.
23. Kulp K, Chung H, Martinez-Anaya MA and Doerry W, 1985. Fermentation of water ferments on bread quality. *Cereal Chemistry* 62: 55-59.
24. Hojjati M, Azizi M H, Ahmadi Nadooshan. 2002. Effect of α - amylase activity on quality baguette. *Journal of Agriculture and Rural Civil* 4(1): 29- 36.
25. Piazza L and Masi P. 1995. Moisture redistribution throughout the bread loaf during staling and its effect on mechanical properties. *Cereal Chemistry* 72: 320-325.

26. Cauvain S. 1998. Improving the control of staling in frozen bakery products. Trends Food Sci .Tech, 9:56-61.
27. Tieking M, Korakli M, Ehrmann M A, Gänzle M G, and Vogel R F. 2003. In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolates of lactic acid bacteria. Applied environmental Microbiology, 69: 945-952.
28. 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.
29. Hug-Iten S, Escher F, Conde-Petit B. 2003. Staling of bread: role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. Cereal Chemistry, 80: 654-661.
30. Barcenas M E, Rosell C M. 2004. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of partially baked bread: low temperatures and HPMC addition. Journal of Food Engineering, 72, 92-99.
۳۱. فرهمند، رضوی س.ه. ۱۳۹۳. به کارگیری خمیر ترش سبوس برنج در تولید نان حجیم و بررسی ویژگی های همایش ملی میان وعده های غذایی
32. Primo-Martín C. 2006 "The role of the gluten network in the crispness of bread crust" Journal of Cereal Science, 43 (3): 342-352.
۳۳. امیدفر، صالحی، شیخ الاسلامی ز. ۱۳۹۴. تأثیر افزودن عصاره و پودر مالت ذرت بر ویژگی های کیفی و ماندگاری نان بربری نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران جلد ۱۱ شماره ۵.
34. Karathanas VT, and Kostaropoulos, 1995. Diffusion and Equilibrium of Water in Dough/Raisin mixtures Journal of Food Engineering ,Vol. 25, Pp: 113-121
35. Golshan Tafti A, Peighambaroust 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.
36. Golshan Tafti A, Peighambaroust 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.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی
۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



پیوست‌ها

جدول (الف-۱) نتایج تجزیه واریانس اثر باکتری، مالت و کشمش بر pH و اسیدیته

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
اسیدیته (%)	pH		
۵۱/۱۶**	۱/۳۳**	۱	باکتری (B)
۳/۰۷**	۰/۰۰۵	۱	مالت (D)
۱۳/۵۲**	۰/۷۸**	۱	کشمش (C)
۰/۰۴	۰/۰۳**	۱	B×D
۲/۹۸**	۰/۲۰**	۱	B×C
۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۶	۱	D×C
۰/۷۱**	۰/۰۰۰۳	۱	B×D×C
۰/۰۵	۰/۰۰۲	۸	خطا

* و **: به ترتیب معنی‌دار شدن در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد.



جدول (الف-۲) نتایج تجزیه واریانس اثر خمیرترش، باکتری، کشمش و مالت بر برخی از ویژگی های نان

منابع تغییرات	درجه آزادی	تیمار	خمیر (N)	دانسیته (kg/m ³)	رطوبت (%)	سختی نان (N)	فنیته (m)	پیوستگی	روشنایی (L)	زاویه هیو	زاویه کروما
خمیرترش (A)	۲	۰/۲۲	۰/۰۰۸	۱۶/۵۰	۲/۷۲	۰/۲۶**	۰/۰۳۵**	۷/۳۷**	۱۶۷/۵۵**	۲۵/۷۵**	
باکتری (B)	۱	۲/۰۰*	۰/۰۰۰۱	۲/۶۰	۰/۸۹	۰/۳۷**	۰/۰۰۸	۸/۶۱**	۷۳۳/۴۷**	۰/۲۴	
کشمش (C)	۱	۸۳/۶۶**	۰/۰۱۴*	۸۱/۰۹**	۱۳/۰۹	۱/۱۱**	۰/۰۴۳**	۱۴۹/۲۸**	۱۳۵۹/۴**	۱۶۹۳/۳**	
مالت (D)	۱	۱/۰۴	۰/۰۰۷	۱۴/۳۶	۲/۶۰	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۱۸/۴۷**	۳۹۰/۸۷**	۲۴/۸۵**	
A×B	۲	۱/۲۶*	۰/۰۰۸	۶/۲۱	۱/۸۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۲/۶۱	۲۵۰/۶۳**	۱۱/۹۸**	
A×C	۲	۰/۴۴	۰/۰۰۷	۲۶/۵۸*	۱/۴۵	۰/۲۶**	۰/۰۰۷	۷/۶۸**	۵۳/۵۹**	۳/۱۹**	
A×D	۲	۰/۵۱	۰/۰۰۸	۰/۲۹	۲/۷۲	۰/۱۷**	۰/۰۲۰**	۳/۳۰	۱۰۸/۹۸**	۵/۵۷**	
B×C	۱	۷/۵۳**	۰/۰۱۲*	۱۳/۷۳	۵۵/۹۲**	۰/۲۴**	۰/۰۸۷**	۱۱۶/۰۷**	۷۳۲/۳۸**	۲۴/۹۶**	
B×D	۱	۲/۷۴**	۰/۰۰۲	۱۶/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۳**	۰/۰۰۶	۸/۰۰**	۱۳۰۰/۱**	۲۱/۲۶**	
C×D	۱	۱/۴۲*	۰/۰۰۴	۹/۶۸	۲۰/۶۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۵/۳۵*	۳۵۸/۳۰**	۱۱/۸۱**	
A×B×C	۲	۰/۱۶	۰/۰۱۴*	۱/۷۷	۲۶/۲۵*	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۶/۰۸**	۳۳۲/۸۵**	۴/۸۶**	
A×B×D	۲	۰/۵۵	۰/۰۰۲	۳۷/۲۰**	۰/۴۵	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۱۱/۵۶**	۲۱۴/۲۶**	۷/۷۳**	
A×C×D	۲	۰/۰۴	۰/۰۰۷	۲/۹۵	۹/۲۲	۰/۱۶**	۰/۰۰۴	۲/۰۵	۱۴۶/۸۱**	۹/۳۶**	
B×C×D	۱	۱/۲۳*	۰/۰۰۵	۸۶/۲۳**	۰/۰۰۴	۰/۲۳**	۰/۰۰۳	۱/۷۶	۱۳۸۱/۹**	۶/۰۴**	
A×B×C×D	۲	۱/۷۸**	۰/۰۰۶	۲۹/۱۹*	۲/۷۰	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۳۱/۲۲**	۲۳۸/۱۷**	۵/۹۳**	



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی

۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



مرکز ملی ایمنی و کیفیت غذا

خطا	۲۴	۰/۲۴	۰/۰۲۵	۶/۱۵	۶/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۹۸	۱/۱۹	۰/۶۱
-----	----	------	-------	------	------	-------	-------	------	------	------

* و **: به ترتیب معنی دار شدن در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد.



جدول (الف-۳) نتایج تجزیه واریانس اثر خمیر ترش، باکتری، کشمش و مالت بر برخی از ویژگی های حسی نان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		رنگ	بو و عطر	طعم و مزه	نرمی و سفتی
بلوک	۱۹	۰/۶۰	۰/۹۹	۰/۷۹	۰/۷۲
خمیر (A)	۲	۰/۲۳	۳/۷۳**	۱/۹۵*	۲/۹۳**
باکتری (B)	۱	۸/۲۷**	۱/۵۲	۹/۶۳**	۵/۴۲**
کشمش (C)	۱	۶/۷۷**	۱/۷۵	۱۵/۴۱**	۶/۷۷**
مالت (D)	۱	۰/۷۵	۳/۱۷*	۲/۱۳	۱۷/۲۵**
A×B	۲	۰/۹۸	۱/۴۳	۰/۳۶	۵/۱۱**
A×C	۲	۰/۷۸	۱/۶۶	۴/۶۳**	۱/۲۴
A×D	۲	۱/۶۳	۱/۹۰	۰/۵۰	۴/۴۴**
B×C	۱	۲/۸۵*	۱/۳۰	۱۰/۸۰**	۲۲/۱۰**
B×D	۱	۶/۳۰**	۱/۳۰	۰/۶۸	۳/۱۷*
C×D	۱	۰/۴۷	۷/۷۵**	۶/۵۳**	۶/۳۰**
A×B×C	۲	۵/۲۳**	۱۱/۱۱**	۳/۶۱**	۲/۳۸*
A×B×D	۲	۰/۷۶	۵/۲۱**	۰/۶۸	۰/۴۶
A×C×D	۲	۱/۵۸	۰/۶۱	۴/۰۳**	۱۰/۵۳**
B×C×D	۱	۰/۴۷	۰/۰۲	۰/۶۸	۰/۰۵
A×B×C×D	۲	۲/۹۳*	۰/۱۸	۱/۳۶	۶/۴۰**
خطا	۴۳۷	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۶۵	۰/۵۳

* و **: به ترتیب معنی دار شدن در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد.