ارزیابی تأثیر استفاده توام از تخمیر کنترل شده خمیرترش آرد کامل گندم و افزودن پوره کدوحلوایی بر زمان ماندگاری و پذیرش کلی نان تافتون

علیرضا صادقی[*1]، عباس عابدفر[2]

[1] گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[2] پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

چکیده

این پژوهش باهدف ارزیابی تأثیر استفاده توام از تخمیر کنترل شده خمیرترش آرد کامل گندم و افزودن پوره کدوحلوایی بر خصوصیات کیفی و ماندگاری نان تافتون به اجرا درآمد. بدین منظور، تأثیر تخمیر کنترل شده خمیرترش آرد کامل گندم طی h ۲۴ در دمای°C ۲۸ به‌تنهایی (۲۵ درصد وزنی نسبت به خمیر نان) و همچنین افزودن پوره کدوحلوایی پوست‌گیری و بخارپز شده در مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد نسبت به وزن آرد بر مقدار تخلخل، حجم مخصوص، ویژگی‌های حسّی و همچنین ماندگاری میکروبی و بیاتی نان تافتون در بازه زمانی ۲ تا h ۹۶ پس از پخت موردبررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، نمونه حاوی ۲۰درصد پوره کدوحلوایی در تمامی بازه‌های زمانی مورد ارزیابی، ضمن دارا بودن بیشترین حجم مخصوص (بیش از ۲ cm^3/g) و تخلخل (بیش از ۲۰درصد)، از کمترین بار میکروبی نیز نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود. اگرچه در فرآوری نان از انواع کدو بیشتر به‌عنوان یک مکمّل غذایی استفاده می‌شود اما افزودن پوره کدوحلوایی در محدوده‌های مورد ارزیابی در این پژوهش به شکل معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بر خصوصیات کیفی و ماندگاری نان تافتون حاصل از تخمیر کنترل شده، مؤثر بود و بر این اساس از قابلیت بالایی برای غنی‌سازی این فراورده برخوردار می‌باشد.

واژه‌گان کلیدی: پوره کدوحلوایی، تخمیر، خصوصیات کیفی، نان تافتون.

* sadeghi.gau@gmail.com

www.SID.ir
Archive of SID

مقدمه

با توجه به سرانه مصرف نان (حدود Kg ۱۸۰) و میزان ضایعات آن در کشور (بیش از ۳۰درصد)، همواره تولید نان عاری از افزودنی‌های شیمیایی و دارای کیفیت و زمان ماندگاری مطلوب یکی از دغدغه‌های متولیان صنایع نانوایی بوده است. علاوه بر این در طی سال‌های اخیر، بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای نان و غنی‌سازی آن با ترکیبات مختلف باهدف ارتقای ارزش غذایی و کیفیت محصول نیز موردتوجه محققین فراوانی قرارگرفته است (۱). کدوحلوایی یکی از محصولات کشاورزی است که از قابلیت بالایی برای غنی‌سازی فرآورده‌های نانوایی برخوردار بوده و از آن به شکل‌های مختلفی نظیر پوره، پودر و یا خشک‌شده در تهیه انواع کیک، شیرینی و نان استفاده می‌گردد. کدو گیاهی تابستانه، یک‌ساله و خزنده است که‌برگ‌های آن به شکل قلب پهن و پوشیده از کرک‌های ریز می‌باشد. این محصول، انواع مختلفی مانند کدوحلوایی، کدوتنبل یا کدوی زرد و کدو خورشی یا کدوی سبز دارد. کدوحلوایی به همراه بسیاری از انواع دیگر کدو مانند کدو سبز در گونه کدو تخم پوست کاغذی (*Cucurbita pepo*) دسته‌بندی می‌شود (۲). کدوحلوایی، غنی از پیش سازهای ویتامین‌های A،C و E (بیش از mg/g ۱) و منبع خوبی از ترکیباتی همچون بتاکاروتن، آلفا کاروتن، کریپتوگزانتین، لوتئین و زئاگزانتین است (بیش از mg/g ۸۰). این ترکیبات آنتی‌اکسیدان در مقابله با سرطان به‌ویژه سرطان‌های پروستات، سینه و کولون، بیماری‌های قلبی-عروقی، همچنین در عملکرد سلول‌های سیستم ایمنی و یا سلامتی سلول‌های شبکیه چشم مؤثرند. کدوحلوایی همچنین سرشار از ویتامین‌های گروه B نظیر فولات، نیاسین، تیامین و اسید پانتوتنیک و حاوی املاحی مانند مس، کلسیم، پتاسیم و فسفر بوده و عصاره آن می‌تواند به کاهش قند خون کمک کند (۳). تاکنون پژوهش‌هایی به‌منظور ارزیابی تأثیر استفاده از کدوحلوایی بر ویژگی‌های نان گندم صورت گرفته است. به‌عنوان‌مثال، راکسجوا و همکاران[1] (۲۰۱۱) به ارزیابی تأثیر کدوحلوایی خشک‌شده با مایکرویو تحت خلأ بر خصوصیات نان گندم پرداختند. بر اساس نتایج این محققین، افزودن ۱۰ درصد از کدوحلوایی خشک‌شده به نان گندم منجر به تولید نان دارای بیشترین امتیاز پذیرش کلی و خصوصیات کیفی شد. پوکان و من[2] (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که با افزایش مقدار پالپ کدو (۱۵ تا ۵۰درصد) به‌جای آرد گندم در فرمولاسیون نان، مقدار خاکستر و فیبر خام نان تولیدی افزایش می‌یابد. علاوه بر این با افزایش مقدار پالپ کدو، مقدار جذب آب و متعاقباً محتوای رطوبت نان و همچنین الاستیسیته و تخلخل نان بیشتر می‌شود. از بین نمونه‌های مورد ارزیابی در پژوهش مذکور، نان گندم حاوی ۵۰درصد پالپ کدوحلوایی، بیشترین پذیرش کلی را به دست آورد. داوودی (۱۳۹۲)، نیز به‌منظور تولید نان فراسودمند به بررسی اثر افزودن پودر کدوتنبل و کدو خورشتی بر خواص رئولوژیکی خمیر و خصوصیات فیزیکی و حسّی نان تافتون پرداخت. این محقق پس از تهیه پودر کدوتنبل و کدو خورشتی از آن‌ها در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵درصد به‌عنوان جایگزین آرد گندم استفاده نمود. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه رئولوژی خمیر این نان‌ها نشان داد که زمان پایداری و مقاومت به کشش خمیر با جایگزینی پودر کدوتنبل و کدو خورشتی افزایش یافت. همچنین بهبود حجم و کاهش بیاتی نان تافتون تولیدشده نیز با جایگزینی پودر کدوتنبل و کدو خورشتی محسوس بود. علاوه بر این، بهترین نتایج آزمون ارگانولپتیکی نیز به مقدار ۱۰ درصد پودر کدوتنبل جایگزین شده اختصاص داشت. عابدفر و صادقی (۱۳۹۴) نیز اخیراً به بررسی تأثیر افزودن پوره کدوسبز در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد بر سفتی بافت، حجم مخصوص، تخلخل، پذیرش کلی و آلودگی میکروبی نان تُست خمیرترشی در فاصله زمانی چهار روز پس از پخت پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش مقدار پوره کدوسبز، تخلخل مغز نان تُست به شکل معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت. علاوه بر این، نمونه حاوی ۲۰درصد پوره کدوسبز در مقایسه با سایر

[1] Rakcejeva *et al*

[2] Paucean and Man

Archive of SID
www.SID.ir

تیمارها از سفتی بافت و آلودگی میکروبی کمتر و همچنین حجم مخصوص و پذیرش کلی بیشتری برخوردار بود. در فاصله زمانی ۹۶ h پس از پخت نیز تأثیر افزودن پوره کدوسبز بر ویژگی‌های نان تُست در مقایسه با نمونه حاصل از تخمیر کنترل شده، مشهود بود به‌نحوی‌که بدون در نظر گرفتن نمونه شاهد، بیشترین مقدار سفتی بافت و کمترین میزان حجم مخصوص در نمونه حاصل از تخمیر کنترل شده مشاهده گردید. از سوی دیگر، تخمیر کلیدی‌ترین مرحله فرآوری نان محسوب می‌شود. تخمیر کنترل شده مخمری و خمیرترشی در بهبود ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای نان تأثیر بسزایی دارند. خمیرترش به‌عنوان یک اکوسیستم طبیعی حاصل از تخمیر مخلوط آرد غلات و آب، دارای محتوای بالایی از باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌باشد که گزارش‌هایی نیز در خصوص فعالیت پروبیوتیکی و قابلیت بهبود برخی از ویژگی‌های کیفی نان توسط آن‌ها ارائه‌شده است. تخمیر خمیرترش عموماً در شکل سنّتی به‌صورت تصادفی و در شکل صنعتی با استفاده از کشت آغازگر اختصاصی صورت می‌گیرد. این خمیرترش علاوه بر بهبود زمان ماندگاری، آروما و طعم فرآورده‌های حاصل از غلات با کاهش مقدار ترکیبات گلایسمیک، افزایش مقدار و پایداری ترکیبات زیست‌فعال، کاهش مقدار ترکیبات مضر، افزایش جذب املاح و همچنین افزایش تخلخل و قابلیت هضم محصولات تولیدی سبب بهبود ارزش تغذیه‌ای آن‌ها نیز می‌شود. علاوه بر این، اگزوپلی‌ساکاریدهای تولیدی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در خمیرترش نیز دارای توانایی کاهش مقدار کلسترول، ایمن‌سازی سیستم دفاعی، خاصیت ضد توموری و فعالیت پری‌بیوتیک هستند. همچنین توانایی تولید برخی از پپتیدهای آنتی‌بیوتیکی و ترکیبات زیست‌فعال توسط این باکتری‌ها جهت کنترل و درمان برخی از سرطان‌های دستگاه گوارش نیز به اثبات رسیده است (۸، ۹). پژوهش حاضر باهدف بررسی تأثیر استفاده توام از تخمیر کنترل شده خمیرترش آرد کامل گندم و افزودن پوره کدوحلوایی بر زمان ماندگاری و خصوصیات کیفی نان تافتون به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

مواد خام

آردهای گندم مورداستفاده در این پژوهش از کارخانه آرد زاهدی واقع در استان گلستان تهیه شد. خصوصیات این آردها بر اساس روش‌های مدون AACC، (۱۰): روش‌های آزمون ۱۹-۴۴ رطوبت، ۱۰-۴۶ پروتئین، ۱۲-۳۸ گلوتن، ۰۱-۰۸ خاکستر تعیین گردیده بود (جدول ۱). فیبر و رطوبت کدوحلوایی مورداستفاده نیز به‌ترتیب ۱/۹ و ۸۷ درصد بود که بر اساس روش‌های استاندارد AOAC، (۱۱): روش‌های آزمون ۹۶۲/۰۹ فیبر و ۹۵۰/۴۶ رطوبت اندازه‌گیری شد. مخمر خشک فعال *ساکارومایسس سرویزیه*[1] از شرکت ایران ملاس فریمان، محیط‌های کشت مصرفی شامل MRS broth، MRS agar، plate count agar و مواد شیمیایی مورداستفاده در این پژوهش نیز از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند. تجهیزات مورداستفاده نیز شامل سانتریفیوژ (هانیل،Combi 514R، کره جنوبی)، فارینوگراف (برابندر، آلمان)، فر پخت (Leisure، ایتالیا)، بافت‌سنج (مدل TA.XT Plus Stable Micro System، انگلستان)، گرمخانه (مدل بهداد، ایران) و اسکنر (مدل Scanject 3110، چین) بودند. همچنین متغیرهای مستقل در این پژوهش، شامل سطوح مختلف پوره کدوحلوایی (۱۰، ۲۰ و ۳۰درصد) و متغیرهای وابسته شامل سفتی بافت، تخلخل، حجم مخصوص و ارزیابی حسّی و میکروبی نان باگت تولیدی در طی زمان نگهداری (۲، ۴۸ و ۹۶ h پس از پخت) بودند.

تأمین آغازگر میکروبی و فعال‌سازی آن

آغازگر *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*[2] مورداستفاده در این پژوهش از تک پرگنه کشت خطی جدایه‌های سوسپانسیون میکروبی خمیرترش حاصل از آرد کامل گندم که با توالی‌یابی محصولات واکنش زنجیره‌ای پلیمراز دارای

[1] *Saccharomyces cerevisiae*

[2] *Lactobacillus plantarum*

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی آرد مورداستفاده در این پژوهش

نوع آرد گندم	درصد استخراج	درصد رطوبت	درصد پروتئین (بر اساس وزن خشک)	درصد گلوتن مرطوب	درصد خاکستر (بر اساس وزن خشک)
کامل	۹۲	۸/۱۰	۱۲/۲۵	۲۶/۴۰	۱/۵۵
نول	۶۷/۵	۱۴/۲	۸/۵	۲۴	۰/۴۵

پرایمر اختصاصی (PCR)[1]، تائید شناسایی گردیده بود، تأمین شد (۱۲).

تخمیر خمیرترش با کشت آغازگر لاکتیکی انتخابی

برای اعمال تخمیر کنترل شده خمیرترش آرد کامل گندم با استفاده از آغازگر اختصاصی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*، باکتری مذکور در محیط کشت MRS Broth در دمای ۳۲ °C و زمان ۴۸ h تا ایجاد 10^8 CFU/g در مقایسه با لوله ۰/۵ مک فارلند کشت داده شد. سپس با سانتریفیوژ زیست‌توده تولیدی در ۵۰۰۰ g (هانیل[2]، Combi 514R، کره جنوبی)، ۴ °C و به مدت ۱۵ min، سلول‌های تازه میکروبی از محیط کشت جدا گردید (۱۳). تخمیر کنترل شده مایه لاکتیکی انتخابی حاوی ۱/۵درصد از کشت آغازگر اختصاصی مذکور نسبت به وزن آرد کامل گندم بود که طی ۲۴ h در دمای تخمیر ۲۸ °C تهیه شد. شایان‌ذکر است که اعمال این محدوده‌های دما و زمان تخمیر در فرآوری نان قالبی حاصل از آرد کامل گندم منجر به تولید باکیفیت‌ترین نمونه‌ها شده بود (۱۴) و لذا در این پژوهش نیز مورداستفاده قرار گرفت.

فرآوری نان‌های شاهد، حاوی کدوحلوایی و حاصل از تخمیر کنترلی مایه لاکتیکی انتخابی

برای تهیه نان شاهد از مخلوط آرد، آب و ۱/۵درصد وزنی از مخمر خشک فعال *ساکارومایسس سرویزیه* استفاده شد. مقدار آب موردنیاز و همچنین شرایط مخلوط کردن برای تهیه خمیر نان با استفاده از فارینوگراف (برابندر، آلمان) تعیین گردید. خمیر نان شاهد، فاقد پوره کدوحلوایی و خمیرترش بود و مرحله نخست تخمیر این مخلوط در دمای ۳۰ °C به مدت ۳۰ min و تخمیر نهایی آن پس از تقسیم کردن به قطعات ۱۵۰ g در دمای ۳۰ °C به مدت ۹۰ min صورت پذیرفت. سپس نمونه‌های تولیدی در دمای ۲۴۰±۵ °C و به مدت ۱۷ min در فر پخت (مدل Leisure، ایتالیا)، پخته شدند (۱۵). برای تهیه نان حاصل از تخمیر مایه لاکتیکی انتخابی (فاقد پوره کدوحلوایی) نیز نسبت ۲۵درصد وزنی از خمیرترش به خمیر مشابه نمونه شاهد افزوده شد. جهت آماده‌سازی نان‌های خمیرترشی حاوی پوره کدوحلوایی، مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد پوره کدوحلوایی پوست‌گیری و بخارپز شده نسبت به وزن آرد قبل از تخمیر نهایی به خمیر مشابه نمونه حاصل از تخمیر مایه لاکتیکی انتخابی، افزوده و سپس تحت شرایط یکسان تخمیر و پخت، فرآوری گردید (۱۳).

ارزیابی بیاتی نان‌های تولیدی

برای تعیین تغییرات سفتی بافت نان‌های تولیدی به‌عنوان معیار بیاتی آن‌ها از آزمون بافت سنجی استفاده شد. بدین منظور آزمون نفوذ در نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه بافت‌سنج (مدل TA.XT Plus Stable Micro System، انگلستان)، با پروب استوانه‌ای به قطر ۱/۲۷ cm، سرعت پروب ۱ mm/s و نقطه شروع ۵۰ g انجام گرفت. نیروی لازم جهت ایجاد ۵۰درصد فشردگی در ضخامت اولیه با رسم منحنی نیرو-فاصله، به‌عنوان سفتی بافت مغز نان اندازه‌گیری گردید. برای هر نمونه نان تولیدی، آزمون مذکور با سه تکرار در دمای اتاق انجام شد و تعیین میزان سفتی بافت مغز نان‌های تولیدی در تناوب‌های زمانی ۲، ۴۸ و ۹۶ h پس از پخت برای تخمین بیاتی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۶).

[1] Polymerase Chain Reaction

[2] Hanile

www.SID.ir
Archive of SID

اندازه‌گیری حجم مخصوص نان

حجم مخصوص نان‌های تولیدی در فواصل زمانی ۲، ۴۸ و ۹۶ h پس از پخت، به‌طور جداگانه و در شرایط معین، درون بسته‌های استریل پلی‌اتیلنی درب‌دار و دمای گرمخانه گذاری ۲۸ °C به روش جایگزینی دانه کلزا، بر اساس استاندارد A-A-20126E METRIC، تعیین و با نمونه شاهد مقایسه گردید. نمونه‌های مورداستفاده دارای وزن یکسان بوده و از مرکز هندسی نان تهیه شدند (۹).

تعیین میزان تخلخل مغز نان

برای ارزیابی میزان تخلخل مغز نان در فواصل زمانی ۲، ۴۸ و ۹۶ h پس از پخت، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ cm از مغز نان تهیه گردید و به‌وسیله اسکنر (مدل Scanject 3110، چین) با وضوح ۳۰۰ نقطه در اینچ، تصویربرداری شد. سپس تصویر تهیه‌شده با استفاده از نرم‌افزار Image J (نسخه ۱/۴۵، ۲۰۱۳) موردبررسی قرار گرفت. تصاویر موجود در این نرم‌افزار، مجموعه‌ای از نقاط تاریک و روشن بوده و نسبت نقاط روشن به تاریک به‌عنوان شاخصی از میزان تخلخل در نمونه‌ها برآورد می‌گردد (۱۷).

ارزیابی خصوصیات حسّی نان‌های تولیدی

خصوصیات حسّی نان‌های تولیدی در فاصله زمانی ۲ h پس از پخت (تازه‌خوری)، از طریق آزمون چشایی ارزیابی شد. چهار داور آموزش‌دیده، خصوصیات نان‌های تولیدی را جهت تعیین میزان پذیرش کلی، رنگ پوسته، قابلیت جویدن، سفتی بافت، طعم، تخلخل و خاصیت ارتجاعی بر مبنای مقیاس ۵-۱ (۱ کمترین و ۵ بالاترین امتیاز) ارزیابی کردند و درنهایت با اعمال ضریب ارزشیابی برای هر صفت، پذیرش کلی کیفیت نان با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید (۱۶).

$$Q = \frac{\sum (P \times G)}{\sum P} \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه Q پذیرش کلی (عدد کیفیت نان)، P ضریب رتبه صفات و G ضریب ارزیابی صفات است.

تعیین مقدار آلودگی میکروبی (بار میکروبی)

برای ارزیابی آلودگی میکروبی ابتدا از قسمت‌های مختلف نان‌های تولیدی و نگهداری شده در شرایط معین، به‌صورت تصادفی و در شرایط استریل نمونه‌برداری شده و همگن گردید. سپس از نمونه‌های مذکور، رقت‌های مختلف تهیه شد و از محیط کشت Count Agar Plate برای شمارش کلی استفاده گردید. پلیت‌های کشت‌شده در دمای ۳۷ °C و به مدت ۴۸ h گرمخانه گذاری شدند. درنهایت با شمارش مستقیم کلنی‌ها، نتایج به‌صورت لگاریتم CFU/g گزارش گردید.

آنالیز آماری نتایج

در این پژوهش، تمامی آزمون‌ها سه بار تکرار گردیدند. همچنین جهت ارزیابی خصوصیات کیفی محصول تولیدی در طی زمان نگهداری، پارامتر زمان به‌عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد و لذا نتایج حاصل در قالب طرح آماری کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) و با استفاده از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۱ و Microsoft Office Excel (۲۰۱۳) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح ۵درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارزیابی بیاتی نان‌های تولیدی

نتایج حاصل از اندازه‌گیری سفتی بافت مغز نان‌های تولیدی در طی دوره نگهداری در شکل ۱ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نیروی لازم برای فشردن نان باگذشت زمان افزایش یافت. علاوه بر این، با افزایش مقدار پوره کدوحلوایی، سفتی بافت نمونه‌های تولیدی کاهش یافت به‌نحوی‌که در تمامی بازه‌های زمانی نگهداری، نمونه-های حاوی ۳۰درصد پوره کدوحلوایی کمترین سفتی بافت را دارا بودند. در بین نمونه‌های تولیدی، کمترین مقدار سفتی بافت در نمونه فرآوری شده حاوی ۳۰درصد پوره کدوحلوایی، ۲ h پس از پخت مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان سفتی بافت نان در نمونه شاهد، ۹۶ h پس از پخت

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱. ارزیابی تغییرات سفتی مغز نان‌های تولیدی در طول مدت نگه‌داری حروف غیر یکسان در زمان‌های متفاوت نگه‌داری (۲، ٤٨ و ٩٦ h پس از پخت)، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵= α می‌باشد.

مشاهده گردید و سفتی بافت مغز نان تمام نمونه‌های فرآوری شده به‌مراتب کمتر از نمونه شاهد بود. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین تغییرات سفتی بافت نان در سطح ۵درصد نیز نشان داد که در شرایط اعمال‌شده در این پژوهش، نان‌های باگت حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد پوره کدوحلوایی در فواصل زمانی ۴۸ و ۹۶ h پس از پخت به شکل معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) از سفتی بافت کمتری در مقایسه با نمونه حاصل از تخمیر کنترلی برخوردار بودند اما اختلاف معنی‌داری بین میزان سفتی بافت نمونه‌های حاوی ۱۰درصد پوره کدوحلوایی با نمونه حاصل از تخمیر کنترلی در هیچ‌یک از بازه‌های زمانی نگهداری مشاهده نشد. اگرچه در فرآوری نان از انواع کدو بیشتر به‌عنوان یک مکمّل غذایی استفاده می‌شود اما تأثیر بارز آن برافزایش حجم و بهبود خصوصیات حسّی نان گندم خصوصاً در مورد آردهای دارای ویژگی‌های ضعیف نانوایی باعث توسعه استفاده از آرد و پوره کدو در غنی‌سازی نان گردیده تا ضمن برخورداری از قابلیت‌های تغذیه‌ای آن، خصوصیات نان تولیدی را نیز با توانایی جذب آب فیبر موجود در کدو ارتقاء دهند (۱۸). با توجه به تحقیقات مارتین و هاسنی[1] (۱۹۹۱)، پس از متورم شدن نشاسته در حین پخت، پیوندهای عرضی ایجادشده بین نشاسته و گلوتن در طی نگهداری نان و کاهش انرژی جنبشی باعث تغییرات فیزیکوشیمیایی و سفتی بافت مغز نان می‌گردد. محققان یکی از عوامل مؤثر بر نرمی بافت محصولات نانوایی را وجود رطوبت بالا در این فراورده‌ها می‌دانند و رابطه بین نرمی بافت و محتوی رطوبت مغز نان با افزایش پوره کدوحلوایی مورد تأیید قرارگرفته است (۲۰). در مطالعه روزیلو و همکاران[2] (۲۰۱۴) نیز درجه بیاتی و الاستیسیته خمیر نان تُست با افزودن پوره کدو از محدوده ۵ تا ۲۰ درصد روند کاهشی داشت که دلیل مذکور به یکنواختی ساختار شبکه گلوتن- نشاسته موجود در بافت نان تُست نسبت داده شد. بر اساس تحقیقات پاشا و همکاران[3] (۲۰۱۳)، نیروی لازم جهت فشردن بافت نان

[1] Martin and Hoseney

[2] Rozylo *et al*

[3] Pasha *et al*

www.SID.ir
Archive of SID

با افزایش میزان پوره کدو از ۵ تا ۱۵درصد روند کاهشی داشت که دلیل آن افزایش محتوی رطوبت مغز نان با افزایش پوره کدو بوده است. از طرف دیگر، عموماً استفاده از باکتری‌های اسیدلاکتیک در خمیرترش بر کاهش بیاتی نان تأثیر داشته و حجم قرص نان را بهبود می‌بخشد. اثرات ضد بیاتی خمیرترش، به سویه آغازگر مورداستفاده و نحوه کاهش pH نیز بستگی دارد. عموماً به‌موازات پیشرفت تخمیر، اسیدیته قابل تیتر خمیرترش نیز افزایش‌یافته و سبب ایجاد تغییراتی در رفتار گلوتن می‌گردد که یکی از دلایل اصلاح رئولوژی خمیر و تغییرات بافتی در نان حاصل از خمیرترش است (۹). علاوه بر این، مهم‌ترین دلیل کاهش بیاتی در نان فرآوری شده توسط خمیرترش، تولید اسیدلاکتیک است که سبب افزایش میزان تخلخل، غیر فعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش نرمی بافت نان می‌گردد (۲۲).

بررسی میزان حجم مخصوص

جدول (۲) نتایج حاصل از ارزیابی حجم مخصوص نان‌های تولیدی در طی دوره نگهداری پس از پخت را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش زمان انبارمانی، حجم مخصوص نان‌های تولیدی به‌طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) کاهش یافت اما همواره از نمونه شاهد بیشتر بود. با افزایش مقدار پوره کدوحلوایی نیز حجم مخصوص نان‌های تولیدی افزایش یافت و در بازه‌های زمانی مورد ارزیابی، نمونه‌های حاوی پوره کدوحلوایی در مقایسه با نمونه حاصل از تخمیر مایه لاکتیکی انتخابی و نمونه شاهد از حجم مخصوص به‌مراتب بیشتری برخوردار بودند. در بین نمونه‌های تولیدی نیز بیشترین و کمترین مقدار حجم مخصوص به ترتیب در نمونه فرآوری شده حاوی ۲۰درصد پوره کدوحلوایی، ۲ h پس از پخت و نمونه شاهد، ۹۶ h پس از پخت مشاهده گردید. پتیتچکینا و همکاران[1] (۱۹۹۸)، در بررسی خود دریافتند که افزایش پوره کدوحلوایی از ۵ تا ۵۰ درصد باعث افزایش رطوبت نان، بهبود در پایداری حباب‌های گازی و گسترش مقاومت شبکه گلوتنی خمیر شده و افزایش نامنظم حجم مخصوص نان را به دنبال دارد. بر اساس نتایج مطالعات گالاگر و همکاران[2] (۲۰۰۳) مقدار رطوبت، عامل اصلی تأثیرگذار بر حجم مخصوص نان بوده و افزایش مقدار آب در فرمول نان از ۱۰ تا ۲۰ درصد باعث افزایش حجم مخصوص آن می‌گردد.

در تحقیقات دمیرکسن و همکاران[3] (۲۰۱۳) نیز شد که محتوی اندک آمیلوز و قابلیت تورم بالای گرانول‌های نشاسته پوره کدوحلوایی با ایجاد ویسکوزیته بالا در خمیر، مانع از خروج حباب‌های گازی ناشی از تخمیر شده و درنتیجه حجم نان افزایش می‌یابد. همچنین حضور پکتین موجود در پوره کدوحلوایی با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب، سبب افزایش قابلیت کشش‌پذیری خمیر شده و ازآنجاکه قابلیت کشش‌پذیری خمیر یکی از عوامل مؤثر بر توانایی انبساط خمیر در طی تخمیر و درنتیجه افزایش حجم نان می‌باشد، بهبود حجم مخصوص نان با افزایش مقدار پوره کدوحلوایی منطقی به نظر می‌رسد (۲۰).

تأثیر خمیرترش در به تأخیر انداختن بیاتی اصولاً به‌واسطه بهبود حجم و افزایش نرمی بافت نان می‌باشد. خمیرترش با تنظیم فعالیت آنزیمی آرد، مقدار کاهش بلوری‌شدن نشاسته و کاهش بیاتی نان می‌گردد. برخی از متابولیت‌های تولیدی توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک موجود در خمیرترش نظیر پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی و آنزیم‌های پروتئولیتیک و آمیلولیتیک آن‌ها نیز در این امر مؤثر هستند (۱۶).

ارزیابی میزان تخلخل مغز نان‌های تولیدی

نتایج آنالیز واریانس تغییرات تخلخل بافت مغز نان‌های تولیدی در طول زمان ۹۶ h نگهداری در شکل ۳ ارائه‌شده است.

[1] Ptitchkina *et al*

[2] Gallagher *et al*

[3] Demirkesen *et al*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. ارزیابی تغییرات حجم مخصوص نان‌های تولیدی در طول مدت نگه‌داری

نمونه نان	زمان نگهداری (h)	حجم مخصوص نان (ml/g)
شاهد	۲	۱/۵۴۴ ± ۰/۱۰۶ ef
تخمیر کنترلی	۲	۱/۷۹۵ ± ۰/۱۴۰ c
۱۰٪ پوره کدو	۲	۱/۸۷۷ ± ۰/۰۶۰ bc
۲۰٪ پوره کدو	۲	۲/۲۳۵ ± ۰/۰۴۵ a
۳۰٪ پوره کدو	۲	۱/۹۵۶ ± ۰/۰۳۸ bc
شاهد	۴۸	۱/۳۳۲ ± ۰/۱۱۱ f
تخمیر کنترلی	۴۸	۱/۶۳۴ ± ۰/۰۵۴ d
۱۰٪ پوره کدو	۴۸	۱/۸۵۲ ± ۰/۲۱۷ c
۲۰٪ پوره کدو	۴۸	۲/۱۷۹ ± ۰/۰۴۸ b
۳۰٪ پوره کدو	۴۸	۱/۸۳۱ ± ۰/۰۴۳ c
شاهد	۹۶	۱/۲۶۱ ± ۰/۲۰۷ g
تخمیر کنترلی	۹۶	۱/۵۶۵ ± ۰/۰۷۶ e
۱۰٪ پوره کدو	۹۶	۱/۶۵۰ ± ۰/۰۶۱ d
۲۰٪ پوره کدو	۹۶	۱/۹۹۶ ± ۰/۰۳۰ bc
۳۰٪ پوره کدو	۹۶	۱/۷۰۶ ± ۰/۰۱۸ dc

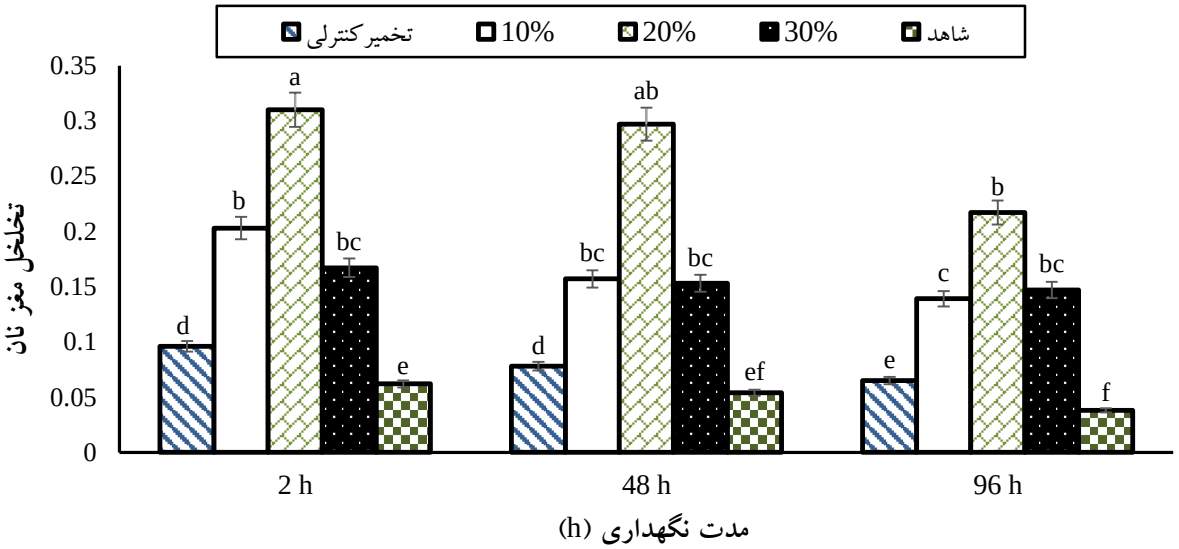
حروف غیر یکسان، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵= α می‌باشد.

آنالیز واریانس و مقایسه میانگین تغییرات تخلخل مغز نان در سطح ۵ درصد نشان داد که در محدوده شرایط اعمال‌شده در این پژوهش، مقدار تخلخل بافت نان در نمونه‌های حاوی پوره کدوحلوایی در تمامی بازه‌های زمانی نگهداری به شکل معنی‌داری (P≤۰/۰۵) از نمونه‌های حاصل از تخمیر کنترلی مایه لاکتیکی انتخابی و نمونه شاهد کمتر بود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش زمان انبارمانی، تخلخل بافت مغز نان‌های تولیدی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما همواره از نمونه شاهد بیشتر بود. علاوه بر این، تخلخل نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد پوره کدوحلوایی در مقایسه با نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۳۰ درصد پوره کدوحلوایی در تمامی بازه‌های زمانی نگهداری به شکل معنی‌داری بیشتر بود. در بین نمونه‌های تولیدی نیز بیشترین مقدار تخلخل مغز نان در نمونه فرآوری شده حاوی ۲۰درصد پوره کدوحلوایی، ۲ h پس از پخت مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار تخلخل مغز نان در نمونه شاهد، ۹۶ h پس از پخت مشاهده گردید. افزایش قابل‌توجه حجم و تخلخل در نانی که بخشی از آرد آن با پوره کدو جایگزین شده باشد به افزایش میزان جذب و نگهداری حبابچه‌های هوا، افزایش ظرفیت نگهداری آب و قابلیت ایجاد ژل نسبت داده می‌شود که اصلاح رئولوژی و بهبود بافت خمیر را نیز به دنبال دارد (۲۰ و ۲۷). در مطالعه عابدفر و صادقی نیز تأثیر استفاده توام از تخمیر کنترل شده خمیرترش و پوره کبود سبز بر بهبود تخلخل بافت نان مورد تأیید قرار گرفت (۷). میزان جالب‌توجه ظرفیت نگهداری روغن و آب در کدوحلوایی که حتی باعث شده از آن به‌عنوان یک ترکیب امولسیفایر استفاده گردد نیز در این زمینه حایز اهمیت است (۱۸). حدود ۳۰ درصد از وزن خشک کدو را پکتین با درجه بالای استیلاسیون تشکیل می‌دهد که انتظار می‌رود در سیستم‌های روغن-آب و آب-هوا به‌عنوان یک عامل میانجی به‌واسطه نیروهای هیدروفوب، بخش متیل گروه استیل سبب افزایش پایداری دیواره حباب‌های گازی گردد (۲۰ و ۲۵). از طرف دیگر، نتایج تحقیقات اخیر نشان داده است که از بین عوامل مؤثر بر تخلخل نان، تولید گاز در حین فرایندهای تخمیری از اهمیت بیشتری در مقایسه با روش‌های فرآوری یا مخلوط کردن اجزای خمیر برخوردار است (۲۶).

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۲. تصویر تهیه‌شده از مغز نان تافتون خمیرترشی حاوی ۲۰درصد پوره کدوحلوایی به روش پردازش تصویر.



شکل ۳. ارزیابی تغییرات تخلخل مغز نان‌های تولیدی در طول ۹۶ h نگهداری حروف غیر یکسان در زمان‌های متفاوت نگه‌داری (۲، ۴۸ و ۹۶ h پس از پخت)، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح α =۰/۰۵ می‌باشد.

ارزیابی خصوصیات حسّی نان‌های تولیدی

روند پذیرش نهایی نان‌های تولیدی، ۲ h پس از پخت (تازه‌خوری) در شکل ۴ نشان داده‌شده است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل آماری، سطوح مختلف پوره کدوحلوایی تأثیر معنی‌داری (P≤۰/۰۵) بر میزان پذیرش نهایی نان‌های تازه‌خوری داشتند. مقدار پذیرش نهایی نمونه‌های تولیدی نیز با افزایش محتوی پوره کدوحلوایی، بهبود یافت به‌نحوی‌که نمونه حاصل از ۳۰ درصد پوره کدوحلوایی، بالاترین امتیاز پذیرش نهایی را به دست آورد. از بین نمونه‌های حاصل از تخمیر مایه لاکتیکی انتخابی و حاوی پوره کدوحلوایی نیز کمترین مقدار پذیرش نهایی در نمونه حاصل از ۱۰درصد پوره کدوحلوایی مشاهده شد که البته در مقایسه با نمونه شاهد به‌مراتب بیشتر بود. بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیک نان حاوی کدو احتمالاً تا حدی به‌واسطه طعم مطلوب و سایر خصوصیات انتقال‌یافته از کدو به نان است. بااین‌حال، مؤثرترین عامل در بهبود ویژگی‌های نان غنی‌شده با کدو، افزایش حجم مخصوص نان به شمار می‌آید (۱۸). بر اساس نتایج الدمری[1] (۲۰۱۱)، در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نان تُست غنی‌شده با پودر کدوحلوایی، رنگ جذاب کدوحلوایی عاملی مهم در بهبود ظاهر عمومی آن محسوب می‌شود. پتیتچکینا و همکاران (۱۹۹۸) نیز دریافتند که با افزودن پوره کدوحلوایی، رنگ مغز نان بهبود می‌یابد که دلیل آن را رنگ کدو اعلام نمودند. علاوه بر این، بهبود پذیرش نهایی به افزایش تخلخل، بهبود

[1] El-Demery

Archive

www.SID.ir

احساس دهانی و تولید ترکیبات مولّد عطروطعم به‌واسطه افزایش رطوبت انتقال‌یافته از پوره کدوحلوایی به خمیر نان و بهبود قابلیت تخمیر خمیرترش نسبت داده می‌شود. استفاده از خمیرترش، سبب توزیع یکنواخت‌تر حبابچه‌های هوا، اصلاح رئولوژی، افزایش حجم، افزایش تخلخل، ایجاد بافت مطلوب‌تر و نهایتاً افزایش جذابیت محصول تولیدی می‌گردد (۹).

تعیین میزان آلودگی میکروبی

نتایج حاصل از شمارش کلی جهت تعیین میزان آلودگی میکروبی نان‌های تولیدی، h ۹۶ پس از پخت نیز از اختلاف معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۵$) بین نان‌های حاوی پوره کدوحلوایی با نمونه شاهد و نمونه حاصل از تخمیر کنترلی حکایت داشت اما نمونه‌های حاوی مقادیر متفاوت کدوحلوایی در این زمینه، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). نمونه حاوی ۲۰ درصد پوره کدوحلوایی نیز ضمن دارا بودن بیشترین حجم مخصوص و تخلخل، از کمترین آلودگی میکروبی نسبت به سایر تیمارهای حاوی پوره کدو برخوردار بود. کمترین میزان آلودگی میکروبی نان‌های تولیدی در فاصله زمانی h ۹۶ پس از پخت نیز در نمونه حاصل از تخمیر مایه لاکتیکی انتخابی مشاهده شد. در مطالعه عابدفر و همکاران نیز تأثیر کشت آغازگر مورداستفاده در این پژوهش بر ماندگاری میکروبی نان تولیدی و کیفیت میکروبی آن محرز گردید (۱۴).

شکل ٤. بررسی امتیاز پذیرش کلی نان‌های تولیدی

باکتری‌های اسیدلاکتیک با ایجاد شرایط اسیدی، از رشد کپک‌ها، ممانعت به عمل‌آورده، محیط را برای رشد باکتری‌های مولّد روپینس، نامساعد نموده، ضریب تخریب حرارتی آن‌ها و تأثیر ترکیبات ضد باکتریایی را افزایش داده و نهایتاً زمان ماندگاری نان حاصل از خمیرترش را بهبود می‌دهند.

تولید اسید، مهم‌ترین عامل مؤثر تخمیر در جلوگیری از فساد قارچی و باکتریایی نان به شمار می‌آید اگرچه اثر ضد میکروبی آغازگرهای لاکتیکی خمیرترش افزوده‌شده به خمیر حاوی تیمارهای کدوحلوایی، حاصل ترکیبی از تولید اسیدلاکتیک، pH پایین و مواد دارای خاصیت ضد میکروبی است (۲۸). افزایش رطوبت نان به‌واسطه رطوبت انتقال‌یافته از کدوحلوایی به آن در آلودگی میکروبی تأثیر دارد به‌نحوی‌که آلودگی میکروبی نان‌های تافتون خمیرترشی حاوی پوره کدوحلوایی نسبت به نمونه حاصل از تخمیر مایه لاکتیکی انتخابی در این پژوهش به شکل معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بیشتر بود اما تمامی نمونه‌های مذکور که حاوی خمیرترش بودند از نان فاقد خمیرترش، آلودگی میکروبی کمتری داشتند که نقش تخمیر خمیرترش در کنترل آلودگی نان حتی در صورت افزایش رطوبت آن را نشان می‌دهد.

جدول ۳. مقایسه میزان آلودگی میکروبی در فاصله زمانی ٤ روز پس از پخت در نان‌های تولیدی

نمونه نان	شمارش کلی (CFU/g)
۱۰٪ پوره کدوحلوایی	$۲/۷۶\times۱۰^{۲}\pm۰/۳۵^{ab}$
۲۰٪ پوره کدوحلوایی	$۱/۹۱\times۱۰^{۲}\pm۰/۶۳^{bc}$
۳۰٪ پوره کدوحلوایی	$۲/۵۱\times۱۰^{۲}\pm۰/۴۲^{b}$
تخمیر مایه لاکتیکی انتخابی	$۱/۱\times۱۰^{۲}\pm۰/۷۸^{c}$
شاهد	$۳/۴۰\times۱۰^{۲}\pm۰/۱۹^{a}$

حروف غیر یکسان، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح $\alpha=۰/۰۵$ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

هرچند استفاده از خمیرترش جهت فرآوری نان، خصوصاً تولید نان‌های محلّی در کشورمان دارای قدمتی دیرینه است اما ازآنجاکه این نوع خمیرترش از تخمیر خودبه‌خودی و غیرقابل‌کنترل خمیر باقیمانده از مراحل قبلی فرایند نانوایی حاصل می‌گردد، عموماً کیفیت نان تولیدی با آن بسیار متغیر و به‌شدت، تابع شرایط فرآوری می‌باشد. کنترل شرایط تخمیر (دما، زمان، سوبسترا و آغازگر میکروبی) جهت کنترل تخمیر خمیرترش به‌منظور بهره‌مندی از آثار مفید آن در فرآوری نان اهمیت دارد. در این پژوهش، ارزیابی تأثیر استفاده از پوره کدوحلوایی بر خصوصیات کیفی و ماندگاری نان تافتون خمیرترشی نشان داد که افزودن پوره کدوحلوایی در محدوده‌های مورد ارزیابی به شکل معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بر خصوصیات کیفی و ماندگاری این محصول، مؤثر بوده و بر این اساس از قابلیت بالایی برای غنی‌سازی فراورده مذکور برخوردار می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده h ۹۶ پس از پخت، کمترین مقدار سفتی بافت و بالاترین امتیاز پذیرش نهایی در نان خمیرترشی حاوی ۳۰درصد پوره کدوحلوایی مشاهده گردید. علاوه بر این از بین نان‌های تولیدی، نمونه حاوی ۲۰درصد پوره کدوحلوایی، در تمامی بازه‌های زمانی مورد ارزیابی ضمن دارا بودن بیشترین حجم مخصوص و تخلخل، از کمترین آلودگی میکروبی نسبت به سایر تیمارهای حاوی پوره کدوحلوایی برخوردار بود. بر اساس نتایج این پژوهش، استفاده توام از پوره کدوحلوایی (۲۰ تا ۳۰ درصد) و تخمیر کنترل شده خمیرترش آرد کامل گندم در فرآوری نان تافتون به‌عنوان افزودنی‌های طبیعی می‌تواند سبب افزایش زمان ماندگاری، بهبود خصوصیات حسّی و تولید نان خمیرترشی فراسودمند گردد.

قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین شرکت دانش‌بنیان "زیست فناوران غذای فراسودمند "، مستقر در مرکز رشد واحدهای فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که تأمین هزینه‌های اجرای این پژوهش را به عهده داشتند صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. مرتضوی، ع. (۱۳۸۶) ارزیابی و بهینه‌سازی تولید نان نیمه حجیم جهت معرفی به‌عنوان نان غالب در کشور. طرح ملی ارائه‌شده به شورای پژوهش‌های علمی کشور به شماره شناسه ۲۱۷۳۷.

2. Nyam KL, Lau M, Tan CP. Fibre from pumpkin (*Cucurbita pepo*) seeds and rinds: physico-chemical properties, antioxidant capacity and application as bakery product ingredients. Malaysian Journal of Nutrition. 2013; 19(1): 99-109.

3. Caili F, Huan S, Quanhong L. A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. Plant Foods for Human Nutrition. 2006; 61(2): 70-77.

4. Rakcejeva T, Galoburda R, Cude L, Strautniece E. Use of dried pumpkins in wheat bread production. Procedia Food Science. 2011; 1(1): 441– 447.

5. Paucean A, Man S. Physico-chemical and sensory evaluations of wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima*) pulp incorporated. Journal of agro alimentary processes and technology. 2014; 20(1): 26-32.

۶. داودی، ز. (۱۳۹۲). بررسی اثر افزودن پودر کدوتنبل و کدوخورشتی بر خواص رئولوژیکی خمیر و خصوصیات فیزیکی و حسی نان تافتون. پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. عابدفر، ع. صادقی، ع. (۱۳۹۴) بررسی تأثیر پوره کدوسبز بر ویژگی‌های نان تُست خمیرترشی. فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی. ۳(۱۰): ۴۳-۵۲.

8. Rozylo R, Gawlik-Dziki U, Dziki D, Jakubczyk A, Karas M, Rozylo K. Wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) pulp as a functional food product. Food Technology and Biotechnology. 2014; 52(4): 430–438.

9. Katina K. Sourdough a Tool for the Improved Flavor, Texture and Shelf life of Wheat Bread. VTT Technical Research Centre of Finland publication. 2005; 13-41.

Archive of SID

www.SID.ir

10. AACC International. Approved methods of the American association of cereal chemists. 11th Ed. 2010; The St. Paul.

11. AOAC Method. Association of official analytical chemists. 17th Ed. 2003; Arlington, Virginia.

۱۲. صادقی، ع. (۱۳۹۳) جداسازی و شناسایی آغازگرهای *لاکتوباسیلوس* غالب موجود در خمیرترش حاصل از آرد نان سنگک. طرح پژوهشی خاتمه یافته به شماره شناسه ۱۵-۳۱۴-۹۲. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

13. Dal Bello F. Clarke CI, Ryan LAM, Ulmer H, Schober TJ, Strom K. Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by fermentation with the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. Journal of Cereal Science. 2007; 45 (3): 309–318.

۱۴. عابدفر، ع. صادقی، ع. کاشانی نژاد، م. خمیری، م. اعلمی، م. (۱۳۹۶) بررسی تأثیر آغازگر *لاکتوباسیلوس* غالب جداشده از خمیرترش سنّتی بر میزان بیاتی نان قالبی حاصل از آرد کامل گندم. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۳(۱): ۱۴۱-۱۵۴.

15. Meignen B, Onno B, Gelinas P, Infantes M, Guilois S, Cahagnier B. Optimization of sourdough fermentation with *Lactobacillus brevis* and baker's yeast. Food Microbiology. 2001; 18(3): 239-245.

16. Katina K, Heinio RL, Autio K, Poutanen K. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. LWT-Food Science and Technology. 2006; 39(10): 1189-1202.

17. Chiavaroa E, Vittadini E, Musci M, Bianchi F, Curti E. Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread (Altamura bread). LWT- Food Science and Technology. 2008; 41(1): 58–70.

18. De Escalada Pla M, Ponce N, Stortz C, Gerschenson L. Rojas A. Composition and functional properties of enriched fibre products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). Lebensmittel-Wissenschaft & Technology. 2007; 40(7): 1176–1185.

19. Martin ML, Hoseney RC. A mechanism of bread firming, role of starch hydrolyzing enzymes. Cereal Chemistry. 1991; 68(5): 503-507.

20. Ptitchkina NM, Novokreschonova lV, Piskunova GV, Morris ER. Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bread by small additions of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure. Food Hydrocolloids. 1998; 12(3): 333-337.

21. Pasha I, Bashir Khan QA, Sadiq M, Saeed M. Rheological and functional properties of pumpkin wheat composite flour. Pakistan Journal of Food Sciences. 2013; 23(2):100-104.

22. Arendt EK, Ryan LAM, Dal Bello F. Impact of sourdough on the texture of bread. Food Microbiology. 2007; 24(2): 165-174.

23. Gallagher E, Gormley TT, Arendt EK. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. Journal of Food Engineering. 2003; 56(3): 153–161.

24. Demirkesen I, Sumnu G, Sahin S. Image analysis of gluten-free breads prepared with chestnut and rice flour and baked in different ovens. Food and Bioprocess Technology. 2013; 6(7): 1749–1758.

25. Matora AV, Korshunova VE, Shkodina OG, Zhemerichkin DA, Ptitchkina NM, Morris ER. The application of bacterial enzymes for extraction of pectin from pumpkin and sugar beet. Food Hydrocolloids. 1995; 9(1): 43-46.

26. Shehzad A, Chiron H, Della Valle G, Kansou K, Ndiaye A, Reguerre AL. Porosity and stability of bread dough during proofing determined by video image analysis for different compositions and mixing conditions. Food Research International. 2010; 43(10): 1999-2005.

27. El-Demery ME. Evaluation of physico-chemical properties of toast bread fortified with pumpkin (*Cucurbita moschata*) flour. In: Proceeding of the 6th *Arab and* 3rd *Int*. Annu. Sci. 2011; *Cong. (pp. 13-14), Mansoura, Egypt.*

28. Simsek O, Hilmi Con A, Tulumoglu S. Isolating lactic starter cultures with antimicrobial activity for sourdough processes. Food Control. 2006; 17(4): 263-270.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation the effect of controlled fermentation of whole wheat sourdough and co- addition of pumpkin (*Cucurbita moschata*) puree on shelf life and total acceptance of Taftoon bread

Alireza Sadeghi[*] [1], Abbas Abedfar [2]

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of food Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

Abstract

In this study the effect of controlled fermentation of whole wheat sourdough and co-addition of pumpkin puree on quality properties and shelf life of Taftoon bread were evaluated. For this purpose, sourdoughs fermented in controlled conditions by specific starter culture in 28 ^{O}C for 24 h, alone (25% of dough weight) and with different levels of pumpkin puree (10, 20 and 30%) were added to bread formulation. The effect of mentioned treatments on porosity, specific volume, sensory characteristics, microbial shelf life and staling during 2 until 96 h after baking of Taftoon bread were investigated. The lowest amount of bread firmness was observed in sourdough bread containing 30% of pumpkin puree. Mentioned sample obtained the maximum score of sensory evaluation, too. Furthermore, in all time intervals sourdough Taftoon bread containing 20% pumpkin puree had the maximum porosity (more than 20%) and specific volume (above 2 ml/gr) and the lowest microbial contamination among the fortified samples with pumpkin. Pumpkin introduced initially as a nutritional supplement in bread processing, but the results of this study showed that pumpkin puree had significant effect ($P \leq 0.05$) on quality properties and shelf life of Taftoon bread produced using sourdough controlled fermentation and so on, have high potential for using in fortification of this product.

Keywords: Fermentation, pumpkin puree, quality properties, Taftoon bread.

Archive of SID

[*] sadeghi.gau@gmail.com

www.SID.ir