



تاثیر استفاده از خمیرترش سنتی بر ویژگی‌های کیفی نان حجیم حاوی گندم جوانه‌زده و عصاره سیر

سارا صفری، علیرضا صادقی*، علی مؤیدی، حسین پورعبدالله، علیرضا صادقی ماهونک

گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۰

کلمات کلیدی:

عصاره سیر،

گندم جوانه‌زده تخمیر شده،

خمیرترش سنتی،

سفتی بافت،

کپک‌زدگی.

DOI:10.22034/FSCT.22.159.133.

* مسئول مکاتبات:

sadeghi.gau@gmail.com

استفاده از عصاره‌های گیاهی در فرمولاسیون خمیرترش می‌تواند سبب بهبود ویژگی‌های حسی و زمان ماندگاری نان تولیدی گردد. در پژوهش حاضر، تاثیر استفاده توام از گندم جوانه‌زده تخمیر شده و عصاره سیر در فرمولاسیون خمیرترش سنتی حاوی ماست و سرکه بر ویژگی‌های کیفی نان گندم حجیم مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج بافت‌سنجی از بین نمونه‌های تولیدی، کمترین سفتی بافت در نان حاوی گندم جوانه‌زده تخمیر شده و عصاره سیر (۲/۹۴ نیوتن) مشاهده شد که به شکل معنی‌داری ($p < 0.05$) از سفتی بافت نمونه شاهد کمتر بود. استفاده توام از تخمیر و جوانه‌زنی نیز سبب افزایش حجم مخصوص و کاهش چسبندگی بافت نان تولیدی گردید. علاوه بر این، اگر چه کمترین توسعه سطحی قارچ *Aspergillus flavus* در نان‌های حاوی ماست و سرکه و همچنین عصاره سیر به تنهایی مشاهده شد اما تفاوت معنی‌داری بین میزان توسعه سطحی قارچ در نمونه حاوی گندم جوانه‌زده تخمیر شده و عصاره سیر با نان حاوی پروپیونات کلسیم وجود نداشت. همچنین نمونه حاوی گندم جوانه‌زده تخمیر شده با نمونه شاهد به لحاظ پذیرش کلی تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بر این اساس، خمیرترش گندم جوانه‌زده حاوی عصاره سیر به عنوان یک نگهدارنده زیستی می‌تواند جهت بهبود ویژگی‌های کیفی و زمان ماندگاری نان گندم مورد استفاده قرار گیرد.

۱- مقدمه

تولید نان یکی از قدیمی‌ترین فناوری‌هایی است که توسط بشر شناخته شده است. بسته به عادات فرهنگی، نان در انواع و اشکال مختلفی در نقاط مختلف دنیا به عنوان قوت غالب مصرف می‌شود. فساد نان گندم می‌تواند از طریق عوامل مختلفی از جمله فساد باکتریایی و قارچی رخ دهد که فساد عمده نان، فساد قارچی است [۲۱]. یکی از راهکارهای کنترل فساد نان، استفاده از مواد نگهدارنده شیمیایی مانند اسیدهای پروپیونیک، سوربیک، استیک و نمک‌های آنها است که می‌توانند باعث کندتر شدن روند فساد قارچی نان شوند. اگرچه این ترکیبات به عنوان ترکیبات بی‌خطر طبقه‌بندی می‌شوند اما استفاده از آنها به دلیل مقاومت ایجاد شده توسط برخی از قارچ‌ها باعث ایجاد نارضایتی مصرف‌کنندگان شده است [۳ و ۴]. راهکار جایگزین برای نگهدارنده‌های شیمیایی، استفاده از ترکیبات طبیعی است که می‌توانند برای کاهش یا از بین بردن جمعیت میکروبی و در عین حال بهبود کیفیت فرآورده تولیدی مورد استفاده قرار گیرند. این ترکیبات همچنین می‌توانند به عنوان افزودنی‌های طبیعی ضدقارچ برای جلوگیری از رشد قارچ‌ها و افزایش زمان ماندگاری نان استفاده شوند و خطرات مرتبط با سلامت عمومی را کاهش دهند. از مهمترین نگهدارنده‌های زیستی در فرآوری نان می‌توان به غلات تخمیر شده و عصاره‌های گیاهی اشاره کرد. مطالعات متعددی نشان داده است که عصاره‌های گیاهی دارای اجزای مختلف زیست‌فعال هستند که می‌توانند رشد قارچ‌ها را به واسطه حضور ترکیبات فنلی کنترل کنند [۵ و ۶]. در خصوص استفاده از تخمیرهای کنترل شده به عنوان نگهدارنده‌های زیستی در نان، مطالعاتی صورت گرفته است. به عنوان مثال، اثر تخمیر کنترل شده جو دوسر حاوی کشت آغازگر *Pediococcus pentosaceus* بر تاخیر رشد قارچ، ویژگی‌های بافتی و پذیرش کلی نان گندم تولیدی ارزیابی شده و نتایج نشان داد که تخمیر کنترل شده می‌تواند ویژگی‌های مذکور را بهبود دهد [۷]. در پژوهش دیگری نیز تاثیر تخمیر کنترل شده بلوط با استفاده از باکتری *Pediococcus acidilactici* بر بافت و فعالیت ضد قارچی در نان گندم مورد

بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که این باکتری بر روی بافت، اثر مثبتی داشته و باعث کاهش رشد *Aspergillus flavus* بر روی سطح نان تولیدی شد [۸]. علاوه بر این، تاثیر تخمیر کنترل شده خمیرترش‌های جو جوانه‌زده [۹]، آمارانت [۱۰]، ماش جوانه‌زده حاوی عصاره زنجبیل [۱۱]، شبدر جوانه‌زده [۱۲]، ماش جوانه‌زده [۱۳]، کینوا [۱۴]، سبوس غلات [۱۵]، جوانه گندم [۱۶]، سبوس برنج [۱۷] و آرد کامل گندم [۱۸] بر ویژگی‌های فناوری-عملکردی، تغذیه‌ای و ماندگاری نان تولیدی مورد تایید قرار گرفته است.

در خصوص استفاده از اسانس و عصاره‌های گیاهی به عنوان نگهدارنده زیستی در تولید نان نیز گزارش‌هایی وجود دارد. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای اثر ضدقارچی اسانس روغنی آویشن بر روی *Penicillium paneum* در نان نیمه پخته شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که استفاده از این اسانس توانست به مدت ۴۵ روز از رشد قارچ در نان ممانعت نماید [۱]. پژوهشگران دیگری نیز ترکیبی از تخمیر باکتری‌های اسید لاکتیک و عصاره رازک را با هدف بهبود خاصیت ضدقارچی و به منظور تهیه نگهدارنده طبیعی در نان مورد استفاده قرار دادند. این تحقیقات، اثر ضدقارچی قابل توجهی را در مورد عصاره رازک نشان داد. بر این اساس، استفاده از عصاره رازک در خمیرترش می‌تواند تا ۱۴ روز، رشد قارچ را به تاخیر اندازد [۱۹]. همچنین فعالیت ضدقارچی اسانس‌های روغنی دارچین، میخک، فلفل، کافور، بادیان‌رومی، لیمو و نعناع فلفلی بر روی سه قارچ شاخص مورد بررسی قرار گرفته و از بین اسانس‌های روغنی مذکور، اسانس دارچین دارای اثر بیشتری بر روی تمام قارچ‌های مورد مطالعه بود [۲۰].

با توجه به بررسی منابع صورت گرفته، تاکنون گزارشی برای استفاده توأم از عصاره سیر و گندم جوانه‌زده در نان گندم خمیرترشی ارائه نشده است. لذا هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی تاثیر خمیرترش سنتی حاوی گندم جوانه‌زده و عصاره سیر بر ویژگی‌های بافتی، ماندگاری و پذیرش کلی نان گندم تولیدی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه مواد خام و ارزیابی ویژگی‌های آن‌ها

خصوصیات آرد گندم شامل درصد رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی بر اساس روش‌های استاندارد AAC [۲۱] تعیین شد. درصد کربوهیدرات نیز با استفاده از فرمول (چربی + پروتئین + خاکستر + رطوبت) - ۱۰۰ مشخص گردید. بر این اساس، آرد گندم مورد استفاده در این پژوهش دارای ۱۲/۴٪ پروتئین، ۰/۴٪ خاکستر، ۱۴/۳٪ رطوبت، ۱/۱٪ چربی و ۷۱/۸٪ کربوهیدرات بود. محیط‌های کشت میکروبی و محلول‌های شیمیایی مورد استفاده نیز با کاربرد آزمایشگاهی از برندهای تجاری معتبر تهیه شدند.

۲-۲- تهیه آرد گندم جوانه‌زده

برای جوانه‌زنی دانه‌های گندم با توجه به دستورالعمل ارائه شده ابتدا جهت ضدعفونی کردن دانه‌ها از هیپوکلریت سدیم ۱٪/۲۵ استفاده شد و پس از ۳۰ دقیقه شستشوی دانه‌ها انجام گرفت [۲۲]. در ادامه، دانه‌های ضدعفونی شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در محیط تاریک و در فواصل زمانی ۱۲ ساعته رطوبت‌دهی شدند. سپس دانه‌های جوانه‌زده به مدت ۲۵ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در آون (Binder، آلمان) خشک شده و پس از آسیاب دانه‌های جوانه‌زده، آرد گندم جوانه‌زده تهیه شد.

۲-۳- تخمیر با استفاده از خمیرترش سنتی

خمیرترش مورد استفاده در این پژوهش از مخلوط آرد گندم جوانه‌زده (۶۸٪)، ماست (۳/۵٪)، سرکه (۱/۵٪) و آب (۲۷٪)، مطابق استاندارد ملی ایران [۲۳] با اندکی تغییرات تهیه شد. مخلوط مذکور پس از ۲۴ ساعت تخمیر در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مخلوط آب و آرد گندم (جذب آب ۶۰٪) و مخمر نانویی (۲ W/W) افزوده شد و پس از ۲ ساعت تخمیر در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای پخت استفاده گردید. خمیرترش حاوی عصاره آبی سیر تهیه شده به روش Irakli و همکاران [۲۴] نیز پس از تعیین مقدار بهینه عصاره سیر جهت تخمیر مورد استفاده قرار گرفت. برای

تعیین مقدار بهینه عصاره سیر در فرمولاسیون نان تولیدی در محدوده ۵ تا ۲۰٪ از امتیاز پذیرش کلی ارزیابان استفاده شد.

۲-۴- تولید نان گندم حجیم

نمونه شاهد (حاوی آرد گندم، آب و مخمر *Saccharomyces cerevisiae* پس از طی تخمیر دو ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، در فر الکتریکی (Feller، آلمان) در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه پخته شد. سپس نان‌های گندم حاوی پروپینونات کلسیم (۳٪ وزنی)، گندم جوانه‌زده، عصاره سیر، مخلوط ماست و سرکه، نان خمیرترشی (مخلوط گندم جوانه‌زده، ماست و سرکه) و نان خمیرترشی حاوی عصاره سیر به روش مشابه با نمونه شاهد فرآوری شدند. به منظور تعیین مقدار بهینه خمیرترش در فرمولاسیون نان گندم، مقادیر ۵ تا ۲۰٪ از خمیرترش مورد استفاده قرار گرفت و سپس مقدار بهینه بر اساس نتایج آزمون‌های پذیرش کلی و بافت‌سنجی تعیین شد [۲۵].

۲-۵- بررسی ویژگی‌های کیفی نان تولیدی

۲-۵-۱- ارزیابی سفتی بافت و حجم مخصوص نان

برای تعیین سفتی بافت مغز نان از دستگاه بافت‌سنج (Stable Micro System، انگلستان) با پروب استوانه‌ای با سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه و نیروی ۵۰۰ نیوتون جهت ایجاد ۵۰٪ فشردگی از ارتفاع اولیه نمونه استفاده شد. سفتی بافت مغز نان‌های تولیدی یک ساعت پس از پخت با آنالیز الگوی بافت تعیین گردید [۲۵]. برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نان نیز از روش جایگزینی دانه کلزا استفاده شد [۱۷].

۲-۵-۲- بررسی میزان توسعه سطحی قارچ

برای تعیین میزان توسعه قارچ شاخص *A. flavus* در سطح نمونه‌های تولیدی، ۳ میکرولیتر از سوسپانسیون اسپور قارچ (۱۰^۶ اسپور در میلی‌لیتر) بر روی دیسک کاغذی استریل در مرکز نان، تلقیح و به مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد. میزان توسعه سطحی قارچ در نان‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد در طی مدت نگهداری به صورت روزانه با عکس‌برداری و آنالیز توسط نرم افزار Image J مقایسه گردید [۲۶].

۳-۵-۲- پذیرش کلی نان‌های تولیدی

ارزیابی حسی نمونه‌های تولیدی توسط چند ارزیاب آموزش دیده و با روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد. این ارزیابی شامل بررسی رنگ پوسته، طعم، قابلیت جویدن، بوی نان و احساس دهانی نمونه‌های تولیدی بود و امتیاز نمونه‌ها از بسیار نامطلوب (۱) تا بسیار مطلوب (۵) گزارش گردید. پذیرش کلی نان‌های تولیدی نیز به صورت میانگین امتیاز ویژگی‌های مذکور محاسبه شد [۲۷].

۶-۲- آنالیز آماری نتایج

نتایج حاصل از این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح $p < 0.05$ تعیین شد. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام گردید و برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) و برای ترسیم نمودارها، نرم‌افزار Microsoft Office Excel ۲۰۱۳ مورد استفاده قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- انتخاب فرمولاسیون بهینه خمیرترش

در ابتدا با توجه به اینکه افزودن مقادیر بیشتر از ۲۰٪ خمیرترش سبب چسبندگی بیش از حد بافت نان تولیدی شد لذا درصدهای کمتری از خمیرترش مذکور برای دست-یابی به ویژگی‌های بافتی و حسی مناسب در نان تولیدی مورد استفاده قرار گرفت. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود سفتی بافت و صمغی شدن نمونه حاوی ۱۰٪ خمیرترش گندم جوانه‌زده به شکل معنی‌داری ($p < 0.05$) از دو نمونه دیگر (حاوی مقادیر ۵ و ۱۵٪ خمیرترش) کمتر بود. علاوه بر این، بین نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰٪ خمیرترش، اختلاف معنی‌داری به لحاظ پذیرش کلی وجود نداشت. بر این اساس، خمیرترش ۱۰٪ به عنوان فرمولاسیون بهینه در مراحل بعدی پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. همچنین میزان بهینه عصاره سیر در فرمولاسیون نان تولیدی بر اساس امتیاز پذیرش کلی، معادل ۷/۵٪ به عنوان جایگزین آب در فرمولاسیون خمیرترش انتخاب گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های بافتی و پذیرش کلی نان‌های گندم حاوی مقادیر مختلف خمیرترش گندم جوانه‌زده. حروف متفاوت در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ می‌باشند.

Table 1. Textural and sensorial properties of the produced breads containing different amounts of sprouted wheat sourdough. The different letters in each column show significant difference at $p < 0.05$.

Overall acceptability	Gumminess	Crumb hardness (N)	Bread sample
2.92 ± 0.16 a	1934.20 ± 77.35 a	4.00 ± 0.37 a	۵٪ خمیرترش
2.48 ± 0.43 a,b	842.59 ± 128.53 b	1.93 ± 0.33 b	5% Sourdough
			۱۰٪ خمیرترش
			10% Sourdough
2.16 ± 0.29 b	1474.60 ± 288.50 a,b	3.43 ± 0.19 a	۱۵٪ خمیرترش
			15% Sourdough

مخصوصاً کاهش داد. با افزودن خمیرترش، کاهش معنی‌داری در سفتی بافت مشاهده نشد اما حجم مخصوص به شکل معنی‌داری افزایش پیدا کرد. همچنین افزودن عصاره سیر به نان، سفتی بافت و حجم مخصوص را به شکل معنی‌داری افزایش داد اما استفاده از عصاره سیر در فرمولاسیون خمیرترش به شکل معنی‌داری باعث کاهش

۳-۲- ویژگی‌های بافتی نان‌های تولیدی

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود افزودن ماست و سرکه به نان به شکل معنی‌داری ($p < 0.05$) باعث سفت شدن بافت نان و افزایش حجم مخصوص آن شد. همچنین جوانه‌زنی به شکل معنی‌داری، سفتی بافت و حجم

سفتی بافت و کاهش حجم مخصوص نان تولیدی شد. نان حاوی عصاره سیر (E)، نان شاهد به همراه پروپیونات کلسیم (CP)، نان حاوی ماست و سرکه (YV) و نان خمیرترشی گندم جوانه زده به همراه عصاره سیر (FS+E). حروف متفاوت در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح $p < 0.05$ می باشند.

Table 2. Overall acceptability, pH, specific volume and crumb hardness of the produced bread samples including control bread (C), bread containing sprouted wheat (SW), fermented sprouted wheat (FS), garlic extract (E), calcium propionate (CP), yoghurt and vinegar (YV) and fermented sprouted wheat containing garlic extract (FS+E). The different letters in each column indicate significant difference at $p < 0.05$.

Overall acceptability	pH	Specific volume (cm ³ /g)	Crumb hardness (N)	Bread sample
4.40 ± 0.21 a	6.15 ± 0.02 a	2.42 ± 0.02 d	3.83 ± 0.02 d	C
3.68 ± 0.34 b	6.13 ± 0.01 a	1.72 ± 0.06 e	2.92 ± 0.04 e	SW
4.20 ± 0.17 a	5.93 ± 0.03 c	3.56 ± 0.03 b	3.55 ± 0.20 d	FS
4.22 ± 0.43 a	6.04 ± 0.01 b	2.94 ± 0.09 c	6.45 ± 0.12 b	E
4.14 ± 0.21 a	6.13 ± 0.02 a	2.52 ± 0.02 d	4.70 ± 0.16 c	CP
4.14 ± 0.21 a	6.00 ± 0.00 b	3.86 ± 0.16 a	7.63 ± 0.16 c	YV
3.52 ± 0.24 b	5.94 ± 0.01 c	1.93 ± 0.03 e	2.94 ± 0.24 e	FS+E

شکل گیری حباب های مستحکم تری می شود که با وجود حجم بیشتر دارای بافت سفت تری نیز خواهد بود. انواع خمیرترش با توجه به ماهیت و نوع کشت آغازگر، متفاوت بوده و همچنین pH خمیرترش می تواند اثرات متفاوتی بر ویژگی های نان تولیدی داشته باشد. در تخمیر، متابولیت هایی نظیر اسیدهای آلی، اگزوپلی ساکاریدها و آنزیم هایی تولید می شوند که تأثیر مثبتی بر بافت نان دارند [۳]. در مجموع، نمونه حاوی گندم جوانه زده که دارای سفتی بافت کمتر و حجم مخصوص کمتری بود، نمونه مناسبی به لحاظ ویژگی های بافتی محسوب نمی شود اما در نمونه حاوی خمیرترش که دارای سفتی بافت کمتر و حجم مخصوص بیشتری بوده به لحاظ بافتی، نمونه مطلوب تری به شمار می آید.

۳-۳- پذیرش کلی نان های تولیدی

کمترین پذیرش کلی در نمونه حاوی گندم جوانه زده مشاهده شد که دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.05$) با نمونه شاهد بود. همچنین بهترین نمونه از نظر قابلیت جویدن و احساس دهانی، نمونه حاوی عصاره سیر بود که تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نداشت. نمونه های نان از نظر طعم و رنگ نیز با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند

در مطالعه Nionelli و همکاران (۲۰۱۸) میزان حجم مخصوص نان شاهد، نان حاوی عصاره رازک و نان خمیرترشی حاوی عصاره به ترتیب ۲/۷۱، ۲/۶۹ و ۲/۹۹ گزارش شد که حجم مخصوص نان خمیرترشی حاوی عصاره رازک به شکل معنی داری از نمونه شاهد بیشتر بود. همچنین میزان سفتی بافت در این نمونه ها به ترتیب ۲۸۱۹، ۲۸۲۶ و ۲۷۰۶ gr نشان داد سفتی بافت نان خمیرترشی حاوی عصاره رازک به شکل معنی داری از نمونه شاهد کمتر بود. علاوه بر این، استفاده از عصاره رازک به تنهایی باعث افزایش سفتی بافت و کاهش حجم مخصوص نان تولیدی شد [۱۹]. در پژوهش Irakli و همکاران (۲۰۱۹) حجم مخصوص در نان شاهد ۳/۸، نان خمیرترشی حاوی عصاره رازک ۳/۱ و نان خمیرترشی حاوی عصاره رازک و سبوس برنج نیز ۳/۴ cm³/gr گزارش شد که با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند [۲۴]. عموماً در نمونه حاوی سویسترای جوانه زده، تشدید فعالیت آنزیمی و تخریب ساختار گلوتن و نشاسته که در نهایت منجر به عدم نگهداری گاز می شود، سبب کاهش حجم مخصوص می گردد. احتمالاً در نمونه حاوی عصاره سیر، دانسیته بیشتر مخلوط سبب

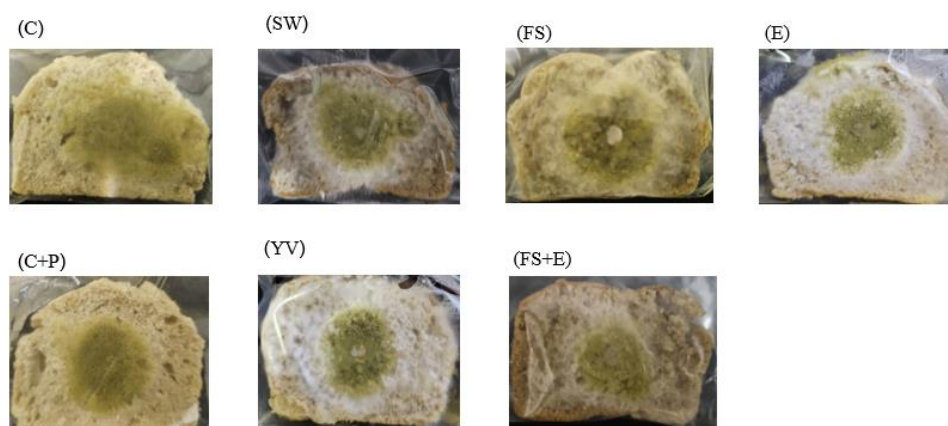
می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر هر یک از این عوامل بگذارد [۳].

۴-۳- بازدارندگی از رشد سطحی قارچ شاخص

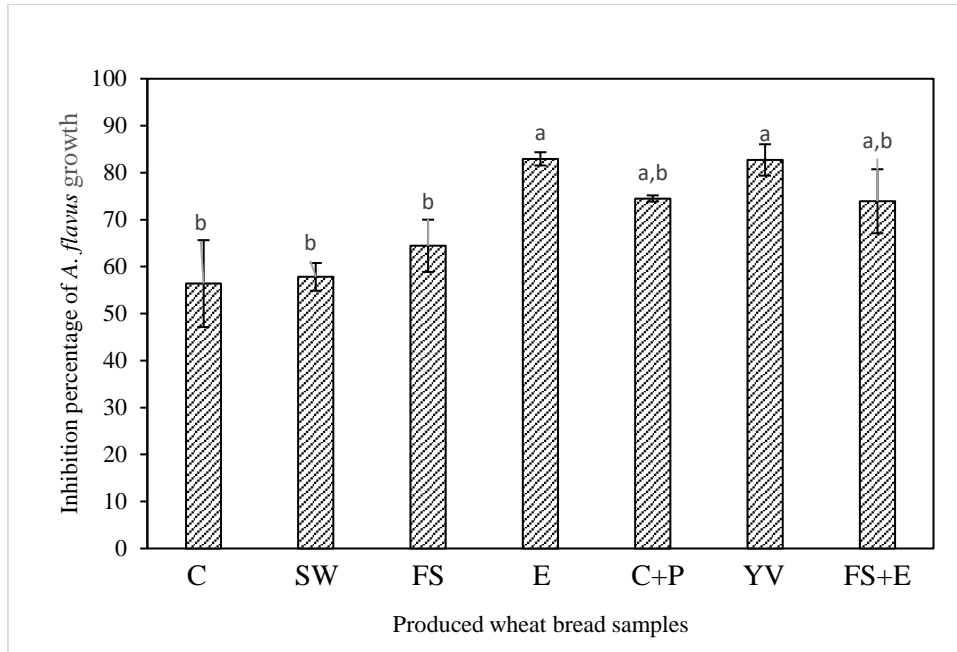
همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود بیشترین اثر ضدقارچی در نمونه حاوی ماست و سرکه و همچنین نمونه حاوی عصاره سیر به تنهایی مشاهده شد اما بین اثر بازدارنده نمونه‌های مذکور در مقایسه با نان حاوی پروپیونات کلسیم و همچنین خمیرترش گندم جوانه‌زده حاوی عصاره سیر، تفاوت معنی‌داری ($p > 0.05$) وجود نداشت. علاوه بر این، بیشترین رشد قارچ از بین نان‌های تولیدی نیز به ترتیب در نمونه‌های شاهد و نان حاوی گندم جوانه‌زده مشاهده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، تخمیر و استفاده از عصاره سیر، سبب کاهش رشد قارچ شدند و تاثیر بازدارنده استفاده از عصاره سیر نسبت به تخمیر بیشتر بود. همچنین خمیرترش گندم جوانه‌زده حاوی عصاره سیر، اثر ضدقارچی مناسبی در مقایسه با پروپیونات کلسیم داشت. بنابر این، می‌توان از آن به عنوان یک نگهدارنده زیستی در فرآوری نان گندم استفاده نمود.

و از نظر بو، نمونه حاوی ماست و سرکه با بقیه نمونه‌ها متفاوت بود. علاوه بر این، تخمیر تاثیر معنی‌داری بر پذیرش کلی نان تولیدی نداشت اما افزودن عصاره سیر به فرمولاسیون خمیرترش سبب کاهش پذیرش کلی محصول گردید.

Nionelli و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که نمونه‌های نان حاوی عصاره رازک در مقایسه با نمونه شاهد، طعم تلخ و علفی داشتند. با این حال، نمونه‌های مذکور توسط ارزیابان، قابل قبول ارزیابی شدند [۱۹]. طبق گزارش Irakli و همکاران (۲۰۱۹) نیز نمونه خمیرترشی حاوی عصاره رازک، تفاوت معنی‌داری با نان شاهد نداشت. همچنین نان خمیرترشی حاوی عصاره رازک و سبوس برنج، بیشترین میزان پذیرش کلی را در بین نمونه‌های مورد بررسی به دست آورد و تفاوت معنی‌داری با نان شاهد نشان نداد. میزان پذیرش در نان شاهد، نان خمیرترشی حاوی عصاره رازک و نان خمیرترشی عصاره رازک حاوی سبوس برنج به ترتیب ۳/۸، ۳/۳ و ۴/۲ گزارش شد [۲۴]. مزه، طعم و بو هر کدام عوامل مهمی در پذیرش نان هستند. به طور کلی مشخص شده است که متابولیت‌های تولید شده در تخمیر می‌توانند اثرات مثبتی بر این عوامل داشته باشند و باعث افزایش پذیرش شوند. استفاده از عصاره‌های گیاهی نیز



(الف)



(ب)

شکل ۱- الف: میزان رشد سطحی *A. flavus* پس از ۵ روز نگهداری در نان‌های تولیدی. ب: درصد بازدارندگی از رشد *A. flavus* در نمونه‌های تولیدی شامل نان شاهد (C)، نان حاوی گندم جوانه‌زده (SW)، نان خمیرترشی گندم جوانه‌زده (FS)، نان حاوی عصاره سیر (E)، نان شاهد به همراه پروپیونات کلسیم (C+P)، نان حاوی ماست و سرکه (YV) و نان خمیرترشی گندم جوانه‌زده به همراه عصاره سیر (FS+E). حروف متفاوت، نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($p < 0.05$) می‌باشد.

Fig. 1. A: surface expansion of *A. flavus* after five days of storage on the produced bread samples. **B:** inhibition percentage of *A. flavus* growth on the produced bread samples including control wheat bread (C), bread containing sprouted wheat (SW), fermented sprouted wheat (FS), garlic extract (E), calcium propionate (CP), yoghurt and vinegar (YV) and fermented sprouted wheat containing garlic extract (FS+E). The different letters indicate significant difference at $p < 0.05$.

می‌توانند اسیدهای آلی متفاوتی تولید کنند که بیشتر آنها دارای خواص ضدقارچی هستند اما مکانیسم اثر برخی از آنها هنوز به درستی مشخص نشده است. البته مطالعات نشان دادند که اثر ضدقارچی اسید استیک به عنوان یکی از موثرترین اسیدهای آلی می‌تواند به علت pKa پایین آن باشد [۲۸]. با توجه به قابلیت‌های ضد میکروبی میکروارگانیزم‌های ذاتی خمیرترش [۲۹-۳۲]، استفاده از خمیرترش به عنوان یک نگهدارنده زیستی در صنایع نانوايي می‌تواند جایگزین بسیار مناسبی برای نگهدارنده‌های سنتزی رایج به شمار آید و ترکیب عصاره‌های گیاهی ضد قارچ ضمن تعدیل طعم ترش نان تولیدی اثر قابل توجهی بر کنترل کپک‌زدگی در نان‌های فراسودمند خمیرترشی دارد [۳۳-۳۵].

Nionelli و همکاران (۲۰۱۸) مشاهده کردند که نان گندم حاوی عصاره رازک به شکل ضعیفی مانع رشد قارچ در نان تولیدی شد اما به طور کلی افزودن عصاره رازک به نان، رشد *Penicillium roqueforti* را حداقل ۱۴ روز به تعویق انداخت که مشابه نان مخمري حاوی ۰/۳٪ پروپیونات کلسیم بود. این پژوهشگران عنوان نمودند که علت مهار رشد قارچ در نمونه مذکور به حضور اسیدهای ضعیف عصاره رازک بستگی داشت. با این وجود، افزودن خمیرترش حاوی عصاره رازک عمدتاً به دلیل اسیدی شدن توسط باکتری‌های اسید لاکتیک و سنتز طیف وسیعی از ترکیبات با وزن مولکولی پایین همچون پپتیدهای ضدقارچ نتایج بهتری را به همراه داشت [۱۹]. Jin و همکاران (۲۰۲۱) نیز عنوان کردند که باکتری‌های اسید لاکتیک

۴- نتیجه گیری

گندم جوانه زده تخمیر شده حاوی عصاره سیر بر سفتی بافت، پذیرش کلی و تعویق کپک زدگی نان گندم تولیدی موثر بود به نحوی که کمترین سفتی بافت در نمونه حاوی گندم جوانه زده تخمیر شده حاوی عصاره سیر مشاهده شد. این خمیر ترش همچنین در جلوگیری از کپک زدگی نان تولیدی موثر بود و تاثیر بازدارنده آن بر رشد قارچ، اختلاف معنی داری با نمونه حاوی پروپیونات کلسیم نداشت. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده از عصاره سیر به تنهایی و استفاده از گندم جوانه زده به تنهایی تاثیر مناسبی بر بافت نمونه های تولیدی نداشت اما استفاده توأم از آنها در فرمولاسیون خمیر ترش به عنوان یک راهکار ساده و ارزان توانست سبب بهبود ویژگی های کیفی نان گندم حجیم شود.

استفاده از خمیر ترش غلات جوانه زده در فرآوری نان گندم از دیدگاه فناوری حائز اهمیت است. استفاده از این ترکیبات ضمن تاثیر بر ویژگی های بافتی و حسی محصول می تواند به عنوان یک افزودنی طبیعی به همراه عصاره های گیاهی سبب بهبود ویژگی های تغذیه ای و هلندگاری نان تولیدی گردد. علاوه بر این، فعالیت آنزیمی در طی جوانه زنی، امکان تجزیه اجزای پیچیده تر سوبسترا را به ترکیبات ساده تری فراهم می کند که این ترکیبات نیز می توانند توسط میکروارگانیسم ها طی تخمیر مورد استفاده قرار گیرند. بر این اساس، غلات جوانه زده، سوبستراهای مناسبی برای تخمیر خمیر ترش محسوب می شوند. در پژوهش حاضر،

۵- منابع

- [1] Debonne, E., Vermeulen, A., Van Bockstaele, F., Soljic, I., Eeckhout, M., & Devlieghere, F. (2019). Growth/no-growth models of in-vitro growth of *Penicillium paneum* as a function of thyme essential oil, pH, aw, temperature. *Food Microbiology*, 83, 9-17.
- [2] Ryan, L. A. M., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2008). The use of sourdough fermented by antifungal LAB to reduce the amount of calcium propionate in bread. *International Journal of Food Microbiology*, 125(3), 274-278.
- [3] Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Hajinia, F., Kharazmi, M. S., & Jafari, S. M. (2023). FoodOmics as a promising strategy to study the effects of sourdough on human health and nutrition, as well as product quality and safety; back to the future. *Trends in Food Science & Technology*. 136, 24-47.
- [4] Garcia, M. V., Bernardi, A. O., & Copetti, M. V. (2019). The fungal problem in bread production: Insights of causes, consequences, and control methods. *Current Opinion in Food Science*, 29, 1-6.
- [5] Russo, P., Fares, C., Longo, A., Spano, G., & Capozzi, V. (2017). *Lactobacillus plantarum* with broad antifungal activity as a protective starter culture for bread production. *Foods*, 6(12), 110.
- [6] Ávila Sosa Sánchez, R., Portillo-Ruiz, M. C., Viramontes-Ramos, S., Muñoz-Castellanos, L. N., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2015). Effect of Mexican oregano (*Lippia berlandieri schauer*) essential oil fractions on the growth of *Aspergillus* spp. in a bread model system. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 776-783.
- [7] Hajinia, F., Sadeghi, A., & Sadeghi Mahoonak, A. (2021). The use of antifungal oat-sourdough lactic acid bacteria to improve safety and technological functionalities of the supplemented wheat bread. *Journal of Food Safety*, 41(1), e12873.
- [8] Purabdollah, H., Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Kashaninejad, M., Shahiri Tabarestani, H., & Mohamadzadeh, J. (2020). Techno-functional properties of the selected antifungal predominant LAB isolated from fermented acorn (*Quercus persica*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1754-1764.
- [9] Pahlavani, M., Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Kashaninejad, M., & Moayedi, A. (2024). Application of the selected yeast isolate in type IV sourdough to produce enriched clean-label wheat bread supplemented with fermented sprouted barley. *Journal of Agriculture and Food Research*, 15, 101010.
- [10] Kia, P. S., Sadeghi, A., Kashaninejad, M., Zarali, M., & Khomeiri, M. (2024). Application of controlled fermented amaranth supplemented with purslane (*Portulaca oleracea*) powder to improve technological functionalities of wheat bread. *Applied Food Research*, 4(1), 100395.

- [11] Ziaee rizi, A., Sadeghi, A., Jafari, S. M., Feizi, H., & Purabdollah, H. (2024). Controlled fermented sprouted mung bean containing ginger extract as a novel bakery bio-preservative for clean-label enriched wheat bread. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101218.
- [12] Zarali, M., Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Jafari, S. M., & Mahoonak, A. S. (2024). Techno-nutritional capabilities of sprouted clover seeds sourdough as a potent bio-preservative against sorbate-resistant fungus in fortified clean-label wheat bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-13.
- [13] Aryashad, M., Sadeghi, A., Nouri, M., Ebrahimi, M., Kashaninejad, M., & Aalami, M. (2023). Use of fermented sprouted mung bean (*Vigna radiata*) containing protective starter culture LAB to produce clean-label fortified wheat bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(6), 3310-3320.
- [14] Rouhi, E., Sadeghi, A., Jafari, S. M., Abdolhoseini, M., & Assadpour, E. (2023). Effect of the controlled fermented quinoa containing protective starter culture on technological characteristics of wheat bread supplemented with red lentil. *Journal of Food Science and Technology*, 60(8), 2193-2203.
- [15] Ebrahimi, M., Noori, S. M. A., Sadeghi, A., emir Coban, O., Zanganeh, J., Ghodsmofidi, S. M., ... & Raeisi, M. (2022). Application of cereal-bran sourdoughs to enhance technological functionality of white wheat bread supplemented with pumpkin (*Cucurbita pepo*) puree. *LWT*, 158, 113079.
- [16] Ebrahimi, M., Sadeghi, A., Sarani, A., & Purabdollah, H. (2021). Enhancement of technological functionality of white wheat bread using wheat germ sourdough along with dehydrated spinach puree. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(4), 839-851.
- [17] Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Raeisi, M., & Ghods Mofidi, S. M. (2019). Improving the antioxidant capacity of bread rolls by controlled fermentation of rice bran and addition of pumpkin (*Cucurbita pepo*) puree. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 2837-2845.
- [18] Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Mortazavi, S. A., & Abedfar, A. (2019). Application of the selected antifungal LAB isolate as a protective starter culture in pan whole-wheat sourdough bread. *Food Control*, 95, 298-307.
- [19] Nionelli, L., Pontonio, E., Gobbetti, M., & Rizzello, C. G. (2018). Use of hop extract as antifungal ingredient for bread making and selection of autochthonous resistant starters for sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 266, 173-182.
- [20] Hu, F., Tu, X. F., Thakur, K., Hu, F., Li, X. L., Zhang, Y. S., ... & Wei, Z. J. (2019). Comparison of antifungal activity of essential oils from different plants against three fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 134, 110821.
- [21] AACC International. (2010). Approved methods of the American association of cereal chemists.
- [22] Montemurro, M., Pontonio, E., Gobbetti, M., & Rizzello, C. G. (2019). Investigation of the nutritional, functional and technological effects of the sourdough fermentation of sprouted flours. *International Journal of Food Microbiology*, 302, 47-58
- [23] Cereal and cereal products, flat bread; Sangak (2000). Institute of standards and industrial research of Iran, ISIRI 6943.
- [24] Irakli, M., Mygdalia, A., Chatzopoulou, P., & Katsantonis, D. (2019). Impact of the combination of sourdough fermentation and hop extract addition on baking properties, antioxidant capacity and phenolics bioaccessibility of rice bran-enhanced bread. *Food Chemistry*, 285, 231-239.
- [25] Katina, K., Heiniö, R. L., Autio, K., & Poutanen, K. (2006). Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT*, 39(10), 1189-1202.
- [26] Gerez, C. L., Torino, M. I., Rollán, G., & de Valdez, G. F. (2009). Prevention of bread mould spoilage by using lactic acid bacteria with antifungal properties. *Food Control*, 20(2), 144-148.
- [27] Rizzello, C. G., Nionelli, L., Coda, R., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2010). Use of sourdough fermented wheat germ for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of the white bread. *European Food Research and Technology*, 230, 645-654.
- [28] Jin, J., Nguyen, T. T. H., Humayun, S., Park, S., Oh, H., Lim, S., ... & Kim, D. (2021). Characteristics of sourdough bread fermented with *Pediococcus pentosaceus* and *Saccharomyces cerevisiae* and its bio-preservative effect against *Aspergillus flavus*. *Food Chemistry*, 345, 128787.
- [29] Kia Daliri, F., Sadeghi, A., Khomeiri, M., Kashaninejad, M., & Aalami, M. (2016). Evaluating the antimicrobial properties of *Lactobacillus brevis* isolated from whole barley sourdough. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 15(75), 247-257.
- [30] Purabdollah, H., Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Kashaninejad, M., & Mohamadzadeh, J. (2022). Evaluation of probiotic and antifungal properties of the predominant LAB isolated from fermented

acorn (*Quercus persica*). *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 19(124), 171-183.

[31] Zarali, M., Sadeghi, A., Jafari, S. M., Sadeghi Mahoonak, A., & Ebrahimi, M. (2022). Evaluation of antimicrobial and probiotic properties of the predominant LAB isolated from fermented germinated clover seed. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 19(123), 299-315.

[32] Kia, S., Sadeghi, A., Kashaninejad, M., Khomeiri, M., & Zarali, M. (2023). Evaluation of probiotic properties of *Lactobacillus brevis* as the predominant LAB isolated from fermented amaranth. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 19(132), 65-76.

[33] Ebrahimi, M., Sadeghi, A., & Mortazavi, S. A. (2020). The use of cyclic dipeptide producing

LAB with potent anti-aflatoxigenic capability to improve techno-functional properties of clean-label bread. *Annals of microbiology*, 70, 1-12.

[34] Ziaee rizi, A., Sadeghi, A., Feizi, H., Jafari, S. M., & Purabdollah, H. (2024). Evaluation of textural, sensorial and shelf-life characteristics of bread produced with mung bean sourdough and saffron petal extract. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 21(148), 141-153.

[35] Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Assadpour, E., & Jafari, S. M. (2023). Recent advances in probiotic breads; a market trend in the functional bakery products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-12.



Scientific Research

Effect of traditional sourdough on quality characteristics of loaf bread containing sprouted wheat and garlic extract

Sara Safari, Alireza Sadeghi*, Ali Moayedi, Hossein Purabdollah, Alireza Sadeghi Mahoonak

Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article History:</p> <p>Received:2024/7/17</p> <p>Accepted:2024/11/10</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>garlic extract, fermented sprouted wheat, traditional sourdough, crumb hardness, moldiness.</p> <hr/> <p>DOI: 10.22034/FSCT.22.159.133.</p> <p>*Corresponding Author E- sadeghi.gau@gmail.com</p>	<p>Application of plant extracts in the formulation of sourdough can improve sensory characteristics and shelf-life of the produced bread. In the present study, effects of combined application of fermented sprouted wheat and garlic extract in the formulation of traditional sourdough containing yoghurt and vinegar were investigated on the quality characteristics of loaf wheat bread. Based on the results of texture analysis, among the produced breads the lowest crumb hardness was observed in the sample containing fermented sprouted wheat along with garlic extract (2.94 N), which was significantly ($p < 0.05$) lower than those of the control sample. In addition, combined application of fermentation and sprouting increased the specific volume and reduced the gumminess of the product. Moreover, although the lowest surface growth of <i>Aspergillus flavus</i> was observed on breads containing yoghurt-vinegar and also garlic extract alone, there was no significant difference between the fungal growth rate on the sample containing fermented sprouted wheat along with garlic extract and bread containing calcium propionate. Bread containing fermented sprouted wheat and control sample had no significant difference in terms of overall acceptability. Accordingly, sprouted wheat sourdough containing garlic extract can be used as a biological preservative to improve the quality characteristics and shelf-life of wheat bread.</p>