مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی ویژگی‌های بافتی، حسی و ماندگاری نان تهیه شده با خمیرترش ماش حاوی عصاره گلبرگ زعفران

علیرضا ضیایی ریزی[۱]، علیرضا صادقی[۲*]، حسن فیضی[۳]، سید مهدی جعفری[٤]، حسین پورعبدالله[٥]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زیست فناوری مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳. دانشیار گروه تولیدات گیاهی، پژوهشکده زعفران، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

٤. استاد گروه مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۵. دانشجوی دکتری زیست فناوری مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۲۱

کلمات کلیدی:

ماش تخمیر شده،

عصاره گلبرگ زعفران،

کشت آغازگر،

اثر ضد قارچی،

ماندگاری نان

DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141.

مسئول مکاتبات: *

sadeghi.gau@gmail.com

چکیده

استفاده از تخمیر کنترل شده حبوبات به همراه عصاره آبی گیاهان معطر به لحاظ بهبود ویژگی‌های کیفی نان گندم حائز اهمیت است. در این پژوهش پس از تخمیر تصادفی خمیرترش ماش حاوی عصاره گلبرگ زعفران، باکتری اسید لاکتیک غالب جدا شده به عنوان کشت آغازگر در تخمیر کنترل شده خمیرترش مورد استفاده قرار گرفت و سپس ویژگی‌های نان‌های گندم تولیدی از نظر بافت، توسعه سطحی قارچ و پذیرش کلّی بررسی شد. توالی‌یابی محصولات PCR منجر به شناسایی *Levilactobacillus brevis* به عنوان جدایه لاکتیکی غالب خمیرترش گردید. فرآوری نان گندم با خمیرترش ماش حاوی باکتری مذکور و عصاره‌گلبرگ زعفران نیز نه تنها ویژگی‌های بافتی و پذیرش کلّی نان‌های تولیدی را بهبود بخشید بلکه ماندگاری آنها را در برابر توسعه سطحی *Aspergillus niger* افزایش داد. بر اساس نتایج حاصل، نان گندم حاوی ماش تخمیر شده و عصاره گلبرگ زعفران با سفتی بافت ۱۰/۲۱ نیوتن و تخلخل ۱۶/۱۶٪، مناسب‌ترین ویژگی‌های بافتی را نسبت به سایر نمونه‌ها نشان داد. همچنین نمونه مذکور با ۳۳٪/٤٤٪، بیشترین قابلیت ممانعت از رشد قارچ شاخص را نسبت به سایر نمونه‌ها دارا بود. علیرغم اینکه استفاده از ماش و عصاره گلبرگ زعفران به تنهایی در فرمولاسیون نان گندم تاثیر زیادی در کاهش توسعه سطحی قارچ نداشت اما استفاده توام از عصاره گلبرگ زعفران و ماش تخمیر شده به شکل معنی‌داری (P <۰/۰۵) بر کاهش رشد سطحی قارچ موثر بود. با توجه به قابلیت‌های فناوری-عملکردی مناسب تخمیر کنترل شده خمیرترش ماش حاوی عصاره گلبرگ زعفران، می‌توان از آن به عنوان یک بهبود دهنده طبیعی در صنایع نانوایی استفاده نمود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

۱-مقدمه

نان یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های غذایی مورد استفاده انسان بوده که به دلیل خواص تغذیه‌ای و قیمت پایین، جزء اصلی بسیاری از رژیم‌های غذایی محسوب می‌شود. از این رو، نان نقشی اساسی در تغذیه و تامین انرژی روزانه مردم بسیاری از نقاط جهان ایفا می‌کند [۱]. در سال های اخیر، علاقه زیادی به استفاده از حبوبات در فرمولاسیون نان گندم به عنوان یک روش غنی‌سازی ایجاد شده است زیرا نان تولید شده از غلاتی همچون گندم، فاقد برخی از اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد. بنابراین، استفاده از مخلوط آرد گندم و حبوبات می‌تواند ترکیب پروتئینی و همچنین محتوای ترکیبات زیست‌فعال فرآورده‌های نانوایی را بهبود دهد [۲]. از طرفی، افزودن حبوبات سبب تضعیف شبکه گلوتن و کاهش قابلیت نانوایی آرد گندم می گردد. لذا برای رفع این مشکل از تخمیر خمیرترش (مخلوط آب و آرد) استفاده می‌شود. تخمیر خمیرترش، فرآیند بیاتی نان را به تاخیر انداخته و ویژگی‌های خمیر، بافت نان و همچنین عطر و طعم آن را بهبود می‌بخشد [۳]. علاوه بر این، تخمیر می‌تواند برخی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای نظیر اسید فیتیک و مهارکننده‌های تریپسین را تخریب کند [٤]. استفاده از گیاهان معطر نیز می‌توانند طعم و آرومای محصولات پخت را تا حد زیادی تحت تاثیر قرار دهد [٥]. لذا ترکیب خمیرترش حبوبات و عصاره آبی گیاهان معطر می‌تواند گزینه مناسبی برای بهبود ویژگی‌های حسی و فناوری محصولات نانوایی باشد.

یکی از حبوبات پرمصرف، ماش (*Vigna radiata L*؛ از خانواده *Fabaceae*) است که دارای ۲۰ تا ۲۵٪ پروتئین و مقادیر زیادی از اسیدهای آمینه ضروری مانند فنیل آلانین، لوسین، ایزولوسین، والین، تریپتوفان، آرژنین، متیونین و لیزین می‌باشد [٦]. زعفران نیز یک گیاه گلدار علفی پاییزی متعلق به خانواده *Iridaceae* است [۷] که گلبرگ‌های آن به عنوان محصول فرعی در مقادیر زیادی تولید شده اما پس از برداشت دور ریخته می‌شوند. از آنجا که گلبرگ زعفران در مقایسه با کلاله زعفران، ارزان‌تر است و به مقدار زیادی تولید می‌شود، می‌توان از آن به عنوان منبع مناسبی برای ترکیبات زیست‌فعال استفاده نمود. مطالعات فیتوشیمیایی وجود فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها را در گلبرگ زعفران تایید کرده است [۸]. خواص دارویی مختلف گلبرگ زعفران از جمله نقش آن به عنوان تعدیل کننده سیستم ایمنی، ضد دیابت و ضد فشارخون نیز به اثبات رسیده است [۹]. با توجه به این ویژگی‌ها می‌توان از گلبرگ زعفران جهت ارتقای سلامت مصرف کنندگان مواد غذایی نیز استفاده نمود.

تاکنون تاثیر تخمیر کنترل شده خمیرترش‌های آرد کامل گندم [۱۰]، آرد بلوط [۱۱]، آرد جو دوسر [۱۲]، آرد سبوس غلات [۱۳] و آرد کینوا [١٤] حاوی جدایه لاکتیکی غالب خمیرترش به عنوان کشت آغازگر با هدف بهبود ویژگی‌های کیفی و کنترل کپک‌زدگی در نان مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین پژوهش‌هایی در خصوص استفاده از حبوبات، حبوبات تخمیر شده و عصاره‌های گیاهی در فرآوری نان گزارش شده است. به عنوان مثال، González-Montemayor و همکاران (2021) خواص تغذیه‌ای و عملکردی آردهای نخود، لوبیا سبز و کهور[1] و همچنین تاثیر آنها بر ویژگی‌های نان خمیرترشی را مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهشگران گزارش نمودند که مخلوط آرد حبوبات و گندم بر محتوای پروتئین، فیبر و خواص فیزیکی نان تولیدی تاثیر گذار بود اما با اضافه شدن کهور به نان گندم، حجم مخصوص آن ۷٪ کاهش یافت [۱۵]. Coda و همکاران (2017) نیز تاثیر افزودن آرد باقلا و خمیرترش آرد باقلا به نان گندم را بررسی و گزارش نمودند که افزودن خمیرترش باقلا به نان گندم نسبت به افزودن آرد باقلا باعث افزایش سفتی بافت نان‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد گردید اما حجم مخصوص نمونه حاوی خمیرترش باقلا نسبت به دو نمونه دیگر به شکل معنی‌داری کمتر بود. علاوه بر این، نمونه‌های شاهد و حاوی آرد باقلا علیرغم تفاوت در سفتی بافت، از نظر حجم مخصوص بایکدیگر تفاوت معنی‌داری ($P>$ ۰/۰۵) نداشتند [١٦]. همچنین Nionelli و همکاران (2018) در پژوهشی

1-Mesquite

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

عصاره رازک را به عنوان ترکیب ضدقارچ برای تهیه نان خمیرترشی مورد استفاده قرار دادند. پژوهشگران مذکور گزارش کردند که خمیرترش‌های حاوی عصاره رازک دارای ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به خمیرترش‌هایی بود که در شرایط مشابه اما بدون عصاره رازک تولید شد. علاوه بر این، خمیرترش‌های حاوی عصاره رازک، رشد قارچ را ۷ روز به طور کامل به تأخیر انداخت و حجم مخصوص و سفتی بافت نان را در مقایسه با نمونه شاهد بهبود داد [۱۷]. Debonne و همکاران (2018) نیز به بررسی فعالیت ضدقارچی نان خمیرترشی حاوی اسانس آویشن در شرایط آزمایشگاهی بر روی قارچ‌های *Aspergillus niger* و *Penicillium paneum* پرداختند. پژوهشگران مذکور دریافتند که استفاده از خمیرترش، منجر به ماندگاری بیشتر و افزایش ویژگی‌های کیفی نان شد اما با وجود اثر ضد قارچی جالب توجه اسانس آویشن در شرایط آزمایشگاهی، هیچ افزایش مدت ماندگاری مشخصی در نان‌های تولیدی که بتوان آن را به اسانس نسبت داد، مشاهده نشد [۱۸].

بر اساس بررسی منابع صورت گرفته تاکنون، مطالعه‌ای در خصوص استفاده از خمیرترش ماش حاوی عصاره گلبرگ زعفران در فرآوری نان گندم صورت نگرفته است. لذا هدف از این پژوهش، تعیین فرمولاسیون بهینه به منظور تولید نان کلین لیبل[2](فاقد افزودنی‌های سنتزی) و بررسی ویژگی‌های بافتی، پذیرش و ماندگاری نان تولیدی بود.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱ مواد اولیه و ویژگی‌های آنها

ابتدا دانه‌های ماش خریداری شده از بازار محلی با استفاده از هیپوکلریت سدیم ۱/۲۵٪ ضدعفونی و به منظور حذف هیپوکلریت سدیم اضافی، مجددا با آب مقطر استریل، شستشو داده شده و درون آون (Binder, Germany) خشک گردید. سپس دانه‌های ماش با استفاده از دستگاه آسیاب (BEST, Iran) به آرد تبدیل و از الک با مش ۵۰ عبور داده شد. همچنین آرد گندم (ستاره) مورد استفاده در این پژوهش از کارخانه آرد زاهدی استان گلستان تهیه گردید. پس از تهیه آرد گندم و آرد ماش، ویژگی‌های آن‌ها شامل رطوبت (AACC 44-16)، خاکستر (AACC 08-01)، چربی (AACC 30-10)، پروتئین (AACC 46-12) و کربوهیدرات (رطوبت + خاکستر + چربی + پروتئین – ۱۰۰) بر اساس روش‌های مدوّن تعیین گردید [۱۹]. آرد گندم و آرد ماش مورد استفاده در این پژوهش به ترتیب دارای ۱۲/٤ و ۲٤/۳٪ پروتئین، ۰/٤ و ۱/۹٪ خاکستر، ۱٤/۳ و ۱۱/۲٪ رطوبت، ۱/۱ و ۱/۳٪ چربی و ۷۱/۸ و ٦۱/۳٪ کربوهیدرات تام بودند. عصاره گلبرگ زعفران نیز به روش یونانی پس از ترکیب پودر گلبرگ زعفران و آب جوشیده (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) پس از ٦ ساعت تهیه و در نهایت صاف شد [۲۰]. محیط‌های کشت مصرفی شامل MRS Broth، MRS Agar (Merck, Germany) و سایر مواد مصرفی از برندهای معتبر تهیه گردید.

۲-۲ تخمیر تصادفی خمیرترش، جداسازی و شناسایی باکتری اسید لاکتیک غالب

تخمیر تصادفی خمیرترش با مخلوط کردن آرد ماش و آب با بازده خمیر[3](نسبت خمیر به آرد) ۵۰۰ طی ۲٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. پس از اتمام تخمیر، رقت‌های ده‌دهی متوالی از خمیرترش تهیه شد و از هر رقت، کشت سطحی تهیه گردید. سپس به منظور دستیابی به تک پرگنه خالص باکتری‌های اسید لاکتیک غالب از آنها کشت خطی تهیه شد. از آزمون‌هایی نظیر کاتالاز و رنگ‌آمیزی گرم نیز به منظور شناسایی اولیه جدایه‌های لاکتیکی غالب استفاده گردید. سپس DNA باکتری اسید لاکتیک غالب با استفاده از کیت تجاری (Bioneer, AccuPrep K-3032، South Korea) استخراج گردید و توسط PCR دارای پرایمرهای F44 و R1543، تکثیر و سپس محصولات PCR، توالی‌یابی (Bioneer, South Korea) شدند. در ادامه، به منظور شناسایی جدایه لاکتیکی،

2- Clean label

3- Dough yield

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

محصولات PCR پس از توالی‌یابی با استفاده از رویه Blast[4] با داده‌های موجود در پایگاه اطلاعاتی NCBI[5] همردیف گردیدند [۲۱].

۲-۳ تخمیرکنترل شده خمیرترش، تعیین فرمولاسیون بهینه و تهیه نان

برای تخمیر کنترل شده خمیرترش از مخلوط آرد ماش و آب/عصاره گلبرگ زعفران با بازده خمیر ۵۰۰ همراه با جدایه لاکتیکی با جمعیت 10^8 CFU/g استفاده گردید. سپس مخلوط مذکور به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تخمیر گردید [۲۲]. برای تعیین فرمولاسیون بهینه نان خمیرترشی حاوی عصاره گلبرگ زعفران نیز نسبت‌های متفاوتی از عصاره گلبرگ زعفران (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵٪) در فرمولاسیون خمیرترش ماش مورد استفاده قرار گرفت. سپس پذیرش کلی نان‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد تعیین شد. نان شاهد حاوی مخلوط آب (جذب آب ٦۰٪)، آرد گندم و ۲٪ وزنی از مخمر خشک فعال حاوی *Saccharomyces cerevisiae* بود. این خمیر فاقد خمیرترش بود و مرحله نخست تخمیر آن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه و تخمیر نهایی پس از تقسیم کردن به قطعات ۲۵۰ گرمی در دمای مشابه به مدت ۹۰ دقیقه صورت پذیرفت. سپس خمیر تولیدی در دمای ۵ ± ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۵ دقیقه در فر الکتریکی (Feller, Germany) پخته شد [۲۳]. در نان‌های خمیرترشی، نسبت ۲۰٪ وزنی از خمیرترش به خمیر مشابه نمونه شاهد افزوده و سپس تحت شرایط یکسان با نمونه شاهد فرآوری گردید. به منظور بررسی اثر تخمیر، عصاره گلبرگ زعفران و ماش، نمونه‌هایی شامل نان گندم (C) و نان‌های گندم حاوی ماش (M)، ماش تخمیر شده (FM)، عصاره گلبرگ زعفران (E) و همچنین مخلوط ماش تخمیر شده و عصاره گلبرگ زعفران (FM+E) تهیه شدند.

۲-٤ ارزیابی ویژگی‌های بافتی نان‌های تولیدی

بدین منظور ابتدا قطعات مستطیلی شکل با ضخامت ۲ ± ۲۰ میلی‌متر از مرکز هندسی نان جدا شدند. سپس به منظور تعیین ویژگی‌های بافتی مغز نان با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (Stable Microsystem, UK)، نیروی لازم جهت ایجاد ۵۰٪ فشردگی در ضخامت اولیه اندازه‌گیری شد. نقطه شروع ۵۰ گرم و سرعت پروب مورد استفاده در آزمون تراکمی معادل یک میلی‌متر بر ثانیه بود [۲٤].

۲-۵ تعیین تخلخل مغز نان‌های تولیدی

جهت ارزیابی تخلخل نان‌های تولیدی از روش پردازش تصاویر اسکن شده با استفاده از نرم افزار ImageJ نسخه 1.52v استفاده شد. در این روش، نسبت نقاط روشن به تاریک، پردازش و به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها محاسبه گردید [۲۵].

۲-٦ ارزیابی میزان رشد قارچ در سطح نان‌های تولیدی

بدین منظور ۵ میکرولیتر از اسپور قارچ *A. niger* PTCC 5012 (10^6 اسپور در میلی‌لیتر) بر روی دیسک کاغذی استریل در مرکز نان تلقیح شد. سپس نمونه‌های مذکور به مدت ۷ روز و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردیدند. سرانجام میزان رشد قارچ در نان‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد به صورت روزانه مورد ارزیابی قرار گرفت [۲٦].

۲-۷ بررسی خصوصیات حسی نان‌های تولیدی

خصوصیات حسی نان‌های تولیدی توسط ارزیابان آموزش دیده و با امتیازدهی به ویژگی‌های عطر، طعم، قابلیت جویدن، احساس دهانی و پذیرش کلی نان به روش هدونیک پنج نقطه‌ای به صورت خیلی بد تا خیلی خوب (نمره ۱ تا ۵) ارزیابی شد. همچنین در طول آزمون از افراد ارزیاب خواسته شد برای ارزیابی دقیق‌تر پس از آزمون هر نمونه، دهان خود را با آب شستشو دهند [۲۷].

۲-۸ آنالیز آماری نتایج

نتایج حاصل از این پژوهش بر اساس طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و با استفاده از نرم‌افزار SPSS-version 26 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با

4- Basic local alignment search tool

5 -National center for biotechnology information

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری P <۰/۰۵ انجام شد. همچنین رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Office Excel 2019 صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱ جداسازی و شناسایی باکتری اسید لاکتیک غالب

بررسی روش‌های مبتنی بر کشت جدایه لاکتیکی خمیرترش نشان داد که جدایه غالب، یک باکتری گرم مثبت، کاتالاز منفی و میله‌ای شکل بود. تکثیر توالی هدف ۱۵۰۰ جفت بازی از جایگاه ریبوزومی ژنوم جدایه لاکتیکی غالب نیز بر اساس نتایج ژل الکتروفورز محصولات PCR (شکل ۱) مورد تایید قرار گرفت. همچنین مقایسه توالی‌یابی محصولات PCRبا داده‌های موجود در پایگاه اطلاعاتی NCBI با استفاده از رویه BLASTn منجر به شناسایی *Levilactobacillus brevis* (با ۹۷٪ تشابه) به عنوان جدایه لاکتیکی غالب شد. Harth و همکاران (2016) به مطالعه جدایه‌های لاکتیکی غالب تخمیر خود به خودی خمیرترش جو تحت شرایط متفاوت تخمیر پرداختند. بر این اساس، در تخمیر با بازده خمیر ۴۰۰ و پس از ۱۰ روز مایه‌گیری متوالی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، باکتری‌های *Lactobacillus fermentum*، *Lactobacillus plantarum* و *L. brevis* به عنوان جدایه لاکتیکی غالب شناسایی شدند در حالی که با کاهش دما (۱۷ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد) و استفاده از خمیرترش با بازده خمیر ۲۰۰، *L. brevis* از بین گونه‌های غالب حذف گردید [۲۸]. عوامل متعددی از جمله دمای تخمیر، بازده خمیر و کیفیت سوبسترا بر نوع میکروارگانیسم غالب خمیرترش، تاثیر می‌گذارند. دمای تخمیر پایین (۲۵ درجه سانتی‌گراد) فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک را کاهش داده و باعث رشد و غالب شدن مخمرها می‌گردد [۲۹]. علاوه بر دما، نسبت باکتری‌های اسید لاکتیک به مخمر در خمیرترش نیز تحت تاثیر بازده خمیر قرار می‌گیرد به طوری که هرچه بازده خمیر بیشتر باشد باکتری‌های اسید لاکتیک نسبت به مخمرها غالب می‌شوند [۳۰]. از طرفی اگرچه یک خمیرترش معمولاً با استفاده از همان نوع آرد اولیه مایه‌گیری می‌شود اما برخی تغییرات (مانند تغییرات فصلی غلات) بر محتوای ترکیبات مغذی آرد تأثیر می‌گذارند و حتی برخی از تغییرات جزئی در کیفیت سوبسترا می‌تواند فلور میکروبی نهایی آرد و خمیرترش را تحت تاثیر قرار دهد [۳۱].

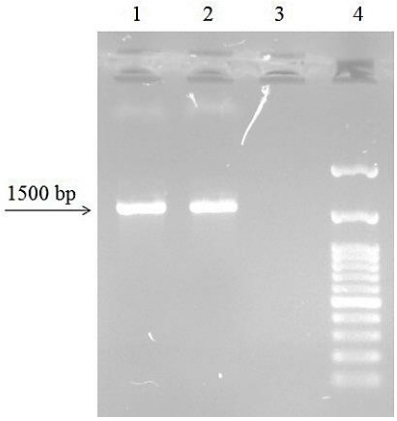

Figure 1 Gel electrophoresis of the PCR products to confirm the amplification of a 1500 bp target sequence of the predominant LAB isolated from mung bean sourdough. Line 1: DNA extracted from the predominant LAB isolate, Line 2: positive control containing DNA of the collection strain, Line 3: negative control, Line 4: 100 bp DNA Ladder.

۳-۲ فرمولاسیون بهینه

فرمولاسیون بهینه نمونه‌های تولیدی در جدول ۱ گزارش شده است. با جایگزینی عصاره گلبرگ زعفران تا غلظت ۱۰٪ به جای آب در فرمولاسیون خمیرترش، طعم نامطلوبی در نان‌های تولیدی مشاهده نشد لذا از عصاره ۱۰٪ گلبرگ زعفران برای تهیه نان خمیرترشی استفاده گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

Table 1 Formulation of the produced breads including wheat bread (C) and wheat breads containing mung bean (M), fermented mung bean (FM), saffron petal extract (E), combination of fermented mung bean and saffron petal extract (FM+E).

Formulation	C	E	M	FM	FSM+E
wheat flour (g)	151	151	141	141	141
mung bean flour (g)	----	----	10	10	10
water (mL)	94	54	94	94	54
saffron extract (mL)	----	40	----	----	40
baker's yeast (g)	5	5	5	5	5
loaf weight (g)	250	250	250	250	250

۳-۳ ویژگی‌های بافتی نان‌های تولیدی

بر اساس نتایج به دست آمده از آنالیز بافت (جدول۲)، افزودن عصاره گلبرگ زعفران (E) یا آرد ماش (M) به تنهایی، سبب افزایش سفتی (Hardness)، صمغی بودن (Gumminess) و کاهش تخلخل (Porosity) بافت نان‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد (C) شد. تخمیر کنترل شده نیز تاثیر بسزایی در بهبود ویژگی‌های بافتی نمونه‌های تولیدی داشت به نحوی که نمونه حاوی ماش تخمیر شده (FM) تفاوت معنی‌داری ($P>۰/۰۵$) از نظر تخلخل، سفتی و صمغی بودن بافت با نمونه شاهد نشان نداد. نمونه حاوی مخلوط ماش تخمیر شده و عصاره گلبرگ زعفران (FM+E) نیز به شکل معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نسبت به سایر نمونه‌های تولیدی از سفتی بافت و صمغی بودن کمتر و همچنین تخلخل بیشتری برخوردار بود. اما سایر ویژگی‌های بافتی مانند فنری بودن (Springiness)، تاب آوری (Resilience) و انسجام (Cohesiveness) در نمونه‌های تولیدی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند.

Bojnanská و همکاران (2012) ویژگی‌های نان گندم حاوی ۱۰ تا ۵۰٪ آرد نخود و عدس را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج پژوهش مذکور با افزایش مقدار آرد حبوبات، سفتی بافت نان افزایش یافت [۳۲]. این افزایش سفتی بافت می‌تواند به دلیل نیاز رطوبت بیشتر پروتئین‌های حبوبات برای هیدراته شدن [۳۳] و همچنین وجود فیبر باشد [۲۸]. Perri و همکاران (2021) نیز تاثیر افزودن عدس تخمیر شده را بر خواص بافتی نان گندم بررسی کردند. بر اساس گزارش این محققین، نان حاوی عدس تخمیر شده دارای سفتی بافت کمتری نسبت به نمونه شاهد بود به طوری که سفتی بافت نان حاوی عدس تخمیر شده معادل ۲۹ ± ۱۱۰٤ و سفتی بافت نمونه شاهد معادل ٤۷ ± ۱۳۷۷ گرم گزارش گردید. همچنین این محققین گزارش کردند که میزان فنری بودن و انسجام نمونه‌های تولیدی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت [۳٤]. در pHهای اسیدی (٤ و پایین‌تر) طی تخمیر خمیرترش، بار خالص مثبت قابل توجهی به وجود آمده و با افزایش دافعه الکترواستاتیکی، حلالیت پروتئین‌ها افزایش می‌یابد و به نحو موثری از تشکیل پیوندهای جدید جلوگیری می‌شود [۳۵,۳٦]. لذا کاهش پیوندهای دی سولفیدی بین مولکولی و درون مولکولی، قابلیت انحلال پروتئین‌های گلوتنی را افزایش داده و به طور بالقوه امکان دسترسی بیشتر آنزیم‌های پروتئولیتیک و درنتیجه امکان پروتئولیز کارآمدتر را فراهم می‌کند [۳۷] که این امر، سبب نرم‌تر شدن بافت نان تولیدی خواهد شد. از طرفی مخمر *S. cerevisiae* که مسئول تولید گاز (CO_2) و درنتیجه ایجاد تخلخل در بافت نان است، زمانی که در یک محیط تنش‌زا مانند ترکیب با عصاره‌های گیاهی دارای ترکیبات ضدمیکروبی قرار گیرد به زمان بیشتری برای تطابق با محیط مذکور و در نتیجه رشد و فعالیت مناسب نسبت به سایر نمونه‌ها نیاز دارد. لذا علت تخلخل کمتر و افزایش سفتی بافت در نمونه حاوی عصاره گبرگ زعفران (E) نسبت به نمونه شاهد را می‌توان به زمان ناکافی برای تطابق این میکروارگانیسم و کاهش قابلیت تخمیر مخمری مرتبط دانست.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

Table 2 Textural characteristics of the produced breads including wheat bread (C) and wheat breads containing mung bean (M), fermented mung bean (FM), saffron petal extract (E), combination of fermented mung bean and saffron petal extract (FM+ E).

Different letters in each column indicate significant difference at $P<0.05$.

Sample	C	E	M	FM	FM+E
Hardness (N)	13.08 ± 0.72^{c}	14.86 ± 0.88^{b}	18.12 ± 0.08^{a}	11.63 ± 0.56^{cd}	10.21 ± 0.42^{d}
Porosity (%)	14.86 ± 0.40^{b}	13.53 ± 0.15^{c}	11.86 ± 0.40^{d}	15.40 ± 0.43^{b}	16.16 ± 0.25^{a}
Resilience	0.3 ± 0.00^{a}	0.24 ± 0.07^{a}	0.24 ± 0.07^{a}	0.30 ± 0.03^{a}	0.34 ± 0.04^{a}
Gumminess	895.31 ± 39.95^{b}	914.01 ± 10.21^{b}	1115.16 ± 73.52^{a}	790.17 ± 87.93^{bc}	711.58 ± 18.4^{c}
Springiness	0.93 ± 0.02^{a}	0.90 ± 0.01^{a}	0.89 ± 0.05^{a}	0.91 ± 0.04^{a}	0.93 ± 0.01^{a}
Cohesiveness	0.67 ± 0.01^{a}	0.60 ± 0.03^{a}	0.60 ± 0.04^{a}	0.66 ± 0.04^{a}	0.68 ± 0.01^{a}
Crumb pH	6.18 ± 0.02^{a}	6.15 ± 0.00^{a}	6.19 ± 0.01^{a}	5.60 ± 0.02^{b}	5.49 ± 0.02^{c}

٤-۳ میزان رشد قارچ در سطح نمونه‌های تولیدی

به طور کلی استفاده از ماش، ماش تخمیر شده و عصاره گلبرگ زعفران، توسعه سطحی *A. niger* را در نان‌های گندم تولیدی به طور موثری نسب به نمونه شاهد کاهش داد اما استفاده توام از ماش تخمیر شده و عصاره گلبرگ زعفران در محدود کردن فعالیت قارچی موثرتر بود (شکل۲). به طوری که نان گندم حاوی مخلوط ماش تخمیر شده و عصاره گلبرگ زعفران (FM+E) با ٤٤/۳۳٪ ممانعت از رشد قارچ مذکور نسبت به نمونه شاهد، بهترین نمونه از نظر ممانعت از توسعه سطحی قارچ بود. همچنین نمونه مذکور با ٤ روز زمان ماندگاری بدون کپک زدگی نسبت به سایر نمونه‌ها، بیشترین زمان ماندگاری را داشت.

Algboory و همکاران (2021) ماندگاری نان گندم حاوی عصاره آبی ریزوم‌های *Cyperus rotundus* و دارای ترکیبات ضدمیکروبی شناسایی شده را مطالعه نمودند. بر اساس نتایج این محققین مشخص شد که عصاره آبی ریزوم‌های مذکور یک جایگزین طبیعی بالقوه برای نگهدارنده‌های مصنوعی جهت افزایش ماندگاری نان گندم با مقبولیت بالا محسوب می‌شود [۳۸].Nionelli و همکاران (2018) نیز گزارش کردند که جایگزینی عصاره رازک به جای آب در خمیرترش گندم و قسمتی از خمیر اصلی، رشد قارچ *Penicillium roqueforti* DPPMAF1 را همانند نان گندم حاوی عصاره رازک (فاقد خمیرترش) به مدت ۷ روز به تاخیر انداخت. این درحالی بود که رشد سطحی قارچ مذکور در نمونه حاوی خمیرترش و عصاره رازک نسبت به نمونه حاوی عصاره رازک (فاقد خمیرترش) به طور قابل توجهی کمتر بود [۱۷]. صرف نظر از وجود متابولیت‌های ضدقارچی، خمیرترش از طریق کاهش pH، فعالیت اسیدهای آلی ضعیف را تا حد زیادی افزایش داده و امکان تشدید فعالیت ضدقارچی آنها را فراهم می‌کند. عموما اسیدهای آلی ضعیف در pHهای بالا بی‌اثر بوده و فعالیت بازدارندگی از خود نشان نمی‌دهند. به عنوان مثال، فعالیت بازدارندگی اسید ریسینولئیک که pKa مشابهی با اسید استیک، اسید سوربیک و اسید پروپیونیک دارد در نان خمیرترشی با pH کمتر از ۵ بسیار موثرتر از نان مخمری با pH ۵/۵ گزارش شده است [۳۹]. از طرفی عصاره‌های گیاهی نیز به علت داشتن ترکیبات فنولی و قابلیت آنتی‌اکسیدانی، دارای فعالیت ضدقارچی مناسبی هستند. همچنین زمانی که عصاره‌ها/اسانس‌های گیاهی با سایر ترکیبات بازدارنده تلفیق می‌شوند، می‌توانند نتیجه امیدوارکننده‌ای در مهار رشد قارچ نشان دهند [٤۰].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

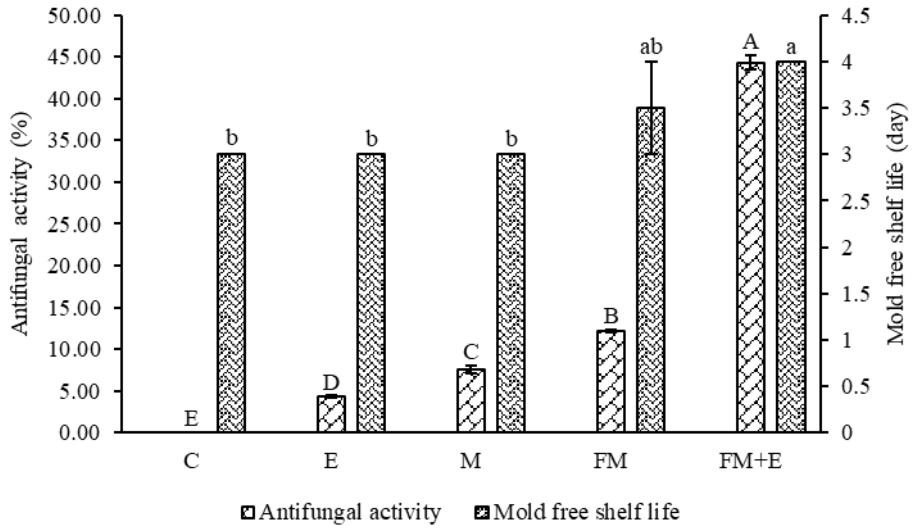

Figure 2 Mold free shelf life and percentage of inhibition from surface growth of the indicator fungus on the produced breads. The different lowercase and uppercase letters indicate significant difference at $P<0.05$ among the produced samples in terms of mold free shelf life and percentage of inhibition, respectively.

۵-۳ پذیرش کلّی نان‌های تولیدی

بر اساس نظر ارزیابان، اختلاف معنی‌داری ($P >$ ۰/۰۵) بین نمونه‌های تولیدی با یکدیگر به لحاظ عطر (Aroma)، طعم (Taste)، قابلیت جویدن (Chew-ability)، احساس دهانی (Mouth feel) و پذیرش کلّی (Overall acceptability) وجود نداشت و همه نمونه‌ها امتیاز پذیرش بیشتر از ٤ را دریافت نمودند. از نظر رنگ، نمونه‌های حاوی عصاره گلبرگ زعفران، رنگ نامتعارفی (بنفش مایل به خاکستری) داشتند که از نظر ارزیابان، یک عامل منفی تلقی شده و امتیازی کمتری ($P <$ ۰/۰۵) را نسبت به سایر نمونه‌ها دریافت کردند (شکل۳).

Salim-ur-Rehman و همکاران (2007) در مطالعه‌ای گزارش کردند که افزودن اسانس پوست مرکبات به نان می‌تواند بر ویژگی‌های حسی از جمله خصوصیات پوسته، طعم، بافت و عطر نان تأثیر بگذارد [٤١]. وجود ترکیبات معطر و رنگدانه‌هایی که در عصاره‌های گیاهی وجود دارد، می‌توانند تاثیر بسزایی در عطر، رنگ و طعم نمونه‌های تولیدی داشته باشد. علاوه بر این، باید توجه داشت که استفاده بیش از حد از عصاره‌های گیاهی در محصولات نانوایی ممکن است تاثیر نامطلوبی را بر ویژگی‌های حسی آنها ایجاد کند. Aryashad و همکاران (2023) در پژوهشی با استفاده از تخمیر کنترل شده ماش جوانه‌زده به غنی‌سازی نان گندم با حبوبات تخمیر شده پرداختند. به گزارش این محققین، تفاوت معنی‌داری از نظر ویژگی‌های حسی و پذیرش کلّی بین نمونه شاهد و نمونه حاوی ماش جوانه‌زده تخمیر شده وجود نداشت [٤٢]. با فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک در طی تخمیر خمیرترش، ترکیبات مولد طعم شامل ترکیبات غیر فرار (همانند اسیدهای آلی) و ترکیبات فراری (نظیر الکل‌ها، آلدئیدها، کتون‌ها و استرها) تولید می‌شوند که بر طعم و آرومای نان خمیرترشی موثر هستند [٤٣، ٤٤].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

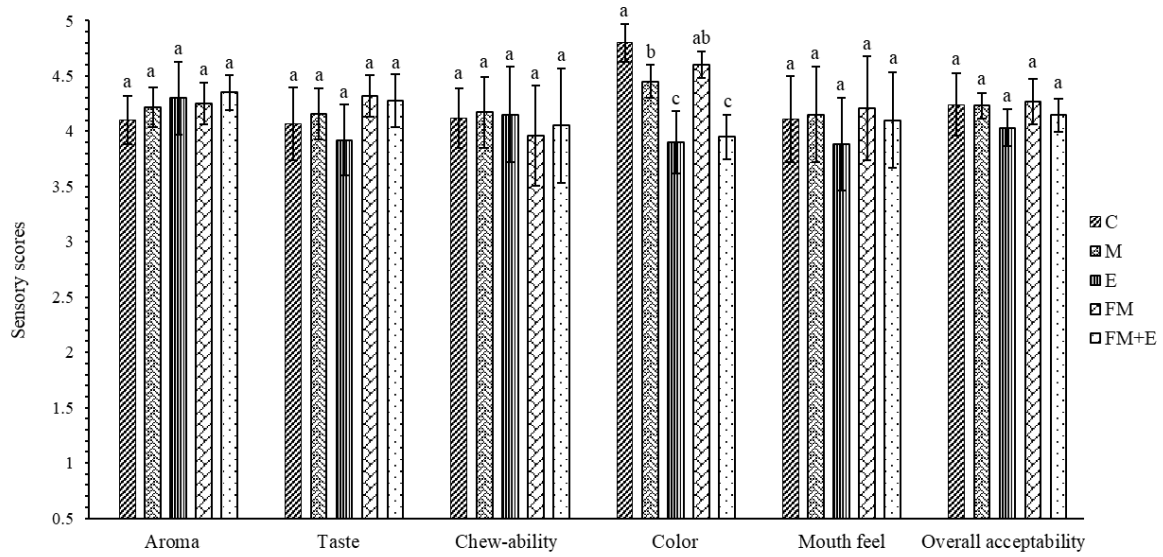

Figure 3 Sensory characteristics of the produced breads. Different letters in each characteristic indicate significant difference at $P<0.05$ among the produced samples.

٤- نتیجه‌گیری

هر چند نان گندم، کربوهیدرات و انرژی مورد نیاز برای بدن انسان را تامین می‌کند اما فاقد برخی از اسیدهای آمینه ضروری و اجزای زیست فعال است. لذا استفاده از حبوبات که سرشار از ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه ضروری هستند راهکار مناسبی برای بهبود ویژگی‌های نان گندم به شمار می‌آید. از طرفی عصاره گیاهان معطر نیز می‌تواند برای بهبود پذیرش و زمان ماندگاری نان مورد استفاده قرار گیرد. در پژوهش حاضر از خمیرترش ماش حاوی عصاره گلبرگ زعفران به منظور فرآوری نان گندم و کنترل کپک‌زدگی در آن استفاده شد. پس از جداسازی باکتری اسید لاکتیک غالب از خمیرترش ماش حاوی عصاره گلبرگ زعفران، جدایه لاکتیکی غالب به عنوان کشت آغازگر در فرآوری نان گندم مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج این پژوهش، تلفیق استفاده از تخمیر و عصاره گلبرگ زعفران، تاثیر معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) در کاهش سفتی بافت و رشد قارچ *A. niger* در مقایسه با نمونه شاهد و استفاده از هر یک از این اجزاء به تنهایی داشت. بر این اساس، خمیرترش ماش حاوی عصاره گلبرگ زعفران می‌تواند به عنوان یک افزودنی طبیعی در فرمولاسیون نان گندم مورد استفاده قرار گیرد و تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های فناوری و عملکردی آن به عنوان قوت غالب مردم داشته باشد.

٦- منابع

[1] Silow, C., Axel, C., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Current status of salt reduction in bread and bakery products–a review. *Journal of Cereal Science*, *72*, 135-145.

[2] Boukid, F., Zannini, E., Carini, E., & Vittadini, E. (2019). Pulses for bread fortification: A necessity or a choice?. *Trends in Food Science & Technology*, *88*, 416-428.

[3] Gobbetti, M., De Angelis, M., Corsetti, A., & Di Cagno, R. (2005). Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends in Food Science & Technology*, *16*(1-3), 57-69.

[4] Venkidasamy, B., Selvaraj, D., Nile, A. S., Ramalingam, S., Kai, G., & Nile, S. H. (2019). Indian pulses: A review on nutritional, functional and biochemical properties with future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, *88*, 228-242.

[5] Goñi, P., López, P., Sánchez, C., Gómez-Lus, R., Becerril, R., & Nerín, C. (2009). Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food chemistry*, *116*(4), 982-989.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

[6] Mubarak, A. E. (2005). Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (Phaseolus aureus) as affected by some home traditional processes. *Food chemistry*, *89*(4), 489-495.

[7] Cardone, L., Castronuovo, D., Perniola, M., Cicco, N., & Candido, V. (2020). Saffron (Crocus sativus L.), the king of spices: An overview. *Scientia Horticulturae*, *272*, 109560.

[8] Zeka, K., Ruparelia, K. C., Continenza, M. A., Stagos, D., Vegliò, F., & Arroo, R. R. (2015). Petals of Crocus sativus L. as a potential source of the antioxidants crocin and kaempferol. *Fitoterapia*, *107*, 128-134.

[9] Hosseini, A., Razavi, B. M., & Hosseinzadeh, H. (2018). Saffron (Crocus sativus) petal as a new pharmacological target: A review. *Iranian journal of basic medical sciences*, *21*(11), 1091.

[10] 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.

[11] Purabdolah, 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.

[12] 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.

[13] 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.

[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, 2193-2203.

[15] González-Montemayor, A. M., Solanilla-Duque, J. F., Flores-Gallegos, A. C., López-Badillo, C. M., Ascacio-Valdés, J. A., & Rodríguez-Herrera, R. (2021). Green bean, pea and mesquite whole pod flours nutritional and functional properties and their effect on sourdough bread. *Foods*, *10*(9), 2227.

[16] Coda, R., Varis, J., Verni, M., Rizzello, C. G., & Katina, K. (2017). Improvement of the protein quality of wheat bread through faba bean sourdough addition. *LWT-Food Science and Technology*, *82*, 296-302.

[17] 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.

[18] Debonne, E., Van Bockstaele, F., De Leyn, I., Devlieghere, F., & Eeckhout, M. (2018). Validation of in-vitro antifungal activity of thyme essential oil on Aspergillus niger and Penicillium paneum through application in par-baked wheat and sourdough bread. *Lwt*, *87*, 368-378.

[19] AACC International. (2010). Approved methods of the American association of cereal chemists. 11th Ed. The St. Paul.

[20] 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.

[21] Abnous, K., Brooks, S. P., Kwan, J., Matias, F., Green-Johnson, J., Selinger, L. B., ... & Kalmokoff, M. (2009). Diets enriched in oat bran or wheat bran temporally and differentially alter the composition of the fecal community of rats. *The Journal of nutrition*, *139*(11), 2024-2031.

[22] Katina, K., Juvonen, R., Laitila, A., Flander, L., Nordlund, E., Kariluoto, S., ... & Poutanen, K. (2012). Fermented wheat bran

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. *International journal of food microbiology*, *130*(3), 205-212.

[32] Bojnanská, T., Francáková, H., Lísková, M., & Tokár, M. (2012). Legumes-The alternative raw materials for bread production. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *1*, 876.

[33] Giménez, M. A., Drago, S. R., De Greef, D., Gonzalez, R. J., Lobo, M. O., & Samman, N. C. (2012). Rheological, functional and nutritional properties of wheat/broad bean (Vicia faba) flour blends for pasta formulation. *Food chemistry*, *134*(1), 200-206.

[34] Perri, G., Coda, R., Rizzello, C. G., Celano, G., Ampollini, M., Gobbetti, M., ... & Calasso, M. (2021). Sourdough fermentation of whole and sprouted lentil flours: In situ formation of dextran and effects on the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread. *Food Chemistry*, *355*, 129638.

[35] Clarke, C. I., Schober, T. J., Dockery, P., O'Sullivan, K., & Arendt, E. K. (2004). Wheat sourdough fermentation: effects of time and acidification on fundamental rheological properties. *Cereal chemistry*, *81*(3), 409-417.

[36] Schober, T. J., Dockery, P., & Arendt, E. K. (2003). Model studies for wheat sourdough systems using gluten, lactate buffer and sodium chloride. *European Food Research and Technology*, *217*, 235-243.

[37] [۳۷] Thiele, C., Gänzle, M. G., & Vogel, R. F. (2002). Contribution of sourdough lactobacilli, yeast, and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread flavor. *Cereal chemistry*, *79*(1), 45-51.

[38] Algboory, H. L., Kadum, H., & Muhialdin, B. J. (2021). Shelf-life assessment of bread containing Cyperus rotundus rhizome aqueous extract with antimicrobial compounds identified by 1H-NMR. *LWT*, *140*, 110823.

[39] Quattrini, M., Liang, N., Fortina, M. G., Xiang, S., Curtis, J. M., & Gänzle, M.

as a functional ingredient in baking. *Cereal chemistry*, *89*(2), 126-134.

[23] Meignen, B., Onno, B., Gélinas, P., Infantes, M., Guilois, S., & Cahagnier, B. (2001). Optimization of sourdough fermentation with Lactobacillus brevis and baker's yeast. *Food microbiology*, *18*(3), 239-245.

[24] 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.

[25] Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. (2010). Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food hydrocolloids*, *24*(8), 755-762.

[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] Katina, K., Heiniö, R. L., Autio, K., & Poutanen, K. (2006). Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, *39*(10), 1189-1202.

[28] Harth, H., Van Kerrebroeck, S., & De Vuyst, L. (2016). Community dynamics and metabolite target analysis of spontaneous, backslopped barley sourdough fermentations under laboratory and bakery conditions. *International Journal of Food Microbiology*, *228*, 22-32.

[29] [۲۹] Häggman, M., & Salovaara, H. (2008). Microbial re-inoculation reveals differences in the leavening power of sourdough yeast strains. *LWT-Food Science and Technology*, *41*(1), 148-154.

[30] Minervini, F., De Angelis, M., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2014). Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough. *International journal of food microbiology*, *171*, 136-146.

[31] Vogelmann, S. A., Seitter, M., Singer, U., Brandt, M. J., & Hertel, C. (2009).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

(2019). Exploiting synergies of sourdough and antifungal organic acids to delay fungal spoilage of bread. *International journal of food microbiology*, *302*, 8-14.

[40] Ávila Sosa Sánchez, R., Portillo-Ruiz, M. C., Viramontes-Ramos, S., Muñoz-Castellanos, L. N., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2015). Effect of M exican Oregano (L ippia berlandieri S chauer) Essential Oil Fractions on the Growth of A spergillus spp. in a Bread Model System. *Journal of Food Processing and Preservation*, *39*(6), 776-783.

[41] Salim-ur-Rehman, S. H., Nawaz, H., Ahmad, M. M., Murtaza, M. A., & Rizvi, A. J. (2007). Inhibitory effect of citrus peel essential oils on the microbial growth of bread. *Pakistan Journal of Nutrition*, *6*(6), 558-561.

[42] 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.

[43] Paterson, A., & Piggott, J. R. (2006). Flavour in sourdough breads: a review. *Trends in Food Science & Technology*, *17*(10), 557-566.

[44] 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.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of textural, sensorial and shelf-life characteristics of bread produced with mung bean sourdough and saffron petal extract

Alireza Ziaee rizi[1], Alireza Sadeghi[2], Hassan Feizi[3], Seid Mahdi Jafari[4], Hossein Purabdolah[5]

1- M.Sc. of Food Biotechnology, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Associate Prof. Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3- Associate Prof. Department of Plant Production, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran, Researcher of Saffron Institute

4- Prof. Department of Food Materials and Process Design Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

5- Ph.D. Candidate, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2023/10/19
Accepted: 2023/12/12

Keywords:

Fermented mung bean,
Saffron petal extract,
Starter culture,
Antifungal effect,
Bread shelf-life
.

DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141.

*Corresponding Author E-Mail:
sadeghi.gau@gmail.com

ABSTRACT

The use of controlled fermented legumes along with the aqueous extract of aromatic plants is important in terms of improving the quality characteristics of wheat bread. In the present study, after spontaneous fermentation of mung bean sourdough containing saffron petal extract, the predominant lactic acid bacteria (LAB) isolate was used as a starter culture in controlled fermented sourdough, and then the characteristics of the produced wheat breads in terms of texture, surface expansion of fungi and overall acceptability were investigated. Sequencing results of PCR products led to the identification of *Levilactobacillus brevis* as the predominant LAB isolated from sourdough. Processing of wheat bread with mung bean sourdough containing mentioned bacteria and saffron petal extract not only improved the textural features and overall acceptability of the produced bread, but also increased their resistance towards the surface expansion of *Aspergillus niger*. Based on the results, wheat bread containing fermented mung bean and saffron petal extract showed the best textural features compared to other samples with crumb hardness of 10.21 N and porosity of 16.16%. Furthermore, the mentioned sample with 44.33% inhibition had the highest ability to inhibit the growth of the indicator fungus compared to other samples. Although the use of mung bean and saffron petal extract alone in the formulation of wheat bread did not show a great effect on reducing the surface expansion of fungi, but their combined application was significantly (P<0.05) effective in reducing the surface growth of fungus. Due to the appropriate techno-functional capabilities of controlled fermented mung bean sourdough containing saffron petal extract, it can be used as a natural improver in the bakery industries.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.148.141]