

(مقاله پژوهشی)

بررسی تأثیر استفاده از خمیر ترش تهیه شده از آردهای گندم، چاودار و کینوآ بر خصوصیات کمی و کیفی نان تست

مهسا مرادی^۱، فریبا نقی پور^{۲*}، علیرضا فرجی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳- استادیار، گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۸

چکیده

میزان ضایعات نانوائی عمدتاً در نتیجه فرآیند تولید غیر اصولی و ناصحیح می‌باشد. از این‌رو محققان به منظور بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و حسی انواع نان به خصوص نان‌های حجیم و نیمه حجیم راهکارهای متفاوتی ارائه نموده‌اند که یکی از مهم‌ترین موارد آن، کاربرد خمیر ترش در این محصول استراتژیک می‌باشد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان استفاده از آرد گندم، چاودار و کینوآ در تهیه خمیر ترش طی زمان‌های مختلف تخمیر (۴، ۸ و ۱۲ ساعت) و ارزیابی تأثیر خمیر ترش تولیدی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان تست در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل بود ($P \leq 0.05$). نتایج نشان داد که کم‌ترین میزان pH و بیشترین میزان رطوبت، اسیدیته، اسیدهای آلی (اسید استیک و اسید لاکتیک)، حجم مخصوص، خلل و فرج و نرمی بافت در نمونه‌های نان تهیه شده از خمیر ترش آرد چاودار که به مدت ۱۲ ساعت تخمیر شده بود، مشاهده گردید. با ارزیابی خصوصیات رنگی مغز نمونه‌های نان تست نیز ملاحظه گردید که میزان مؤلفه L^* و a^* به ترتیب در نان تهیه شده از خمیر ترش گندم و کینوآ بیشترین بود. این در حالی بود که با افزایش مدت زمان تخمیر میزان مؤلفه L^* و a^* در نان، به ترتیب افزایش و کاهش یافت. در نهایت با ارزیابی خصوصیات حسی، داوران چشایی عنوان کردند که دو نمونه نان تست حاوی خمیر ترش تهیه شده از آرد گندم و آرد دانه چاودار با مدت زمان تخمیر ۱۲ ساعت از بیشترین میزان مقبولیت حسی برخوردار بود. از این‌رو به طور کلی می‌توان گفت که به منظور تولید نان‌های حجیم و نیمه‌حجیم می‌توان از خمیر ترش آرد چاودار استفاده نمود که ضمن بهبود ارزش تغذیه‌ای، سبب ارتقاء خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی محصول نهایی نیز می‌گردد.

واژه های کلیدی: خمیر ترش، گندم، چاودار، کینوآ، زمان تخمیر.

*مسئول مکاتبات: faribanaghipour@yahoo.com

۱- مقدمه

یکی از مراحل اصلی آماده کردن خمیر جهت تولید نان، عمل آوردن، رسیدن و یا ورآمدن خمیر است. در طی این مرحله شبکه گلوتن در خمیر تشکیل شده و خمیر الاستیسیته و قابلیت اتساع لازم را به دست می‌آورد. اغلب نان‌های مسطح محصولاتی هستند که با تخمیرکننده‌های میکروبیولوژیکی، یعنی با خمیرترش که در همه جا به کار می‌رود، تولید می‌شوند. هرچند که مصرف مخمر نانویی ساکارومایسس سرویزیه^۱ به دلیل سهولت استفاده، بسیار گسترده شده است، اما نان‌هایی که توسط خمیرترش تولید می‌شوند دارای عطر و طعم به مراتب مطلوب‌تری هستند. از سوی دیگر شایان ذکر است که در سال‌های اخیر به دلیل تقاضای رو به افزایش مصرف کنندگان به مواد غذایی طبیعی، سالم و با طعم مطلوب، تولید نان‌های حاصل از خمیرترش مورد توجه قرار گرفته و از آن به‌عنوان وسیله‌ای جهت بهبود کیفیت و طعم و مزه نان استفاده شده است. در واقع مهم‌ترین تغییر قابل تشخیص در خمیر توسط خمیرترش، ایجاد عطر و طعم ترش، ناشی از آن است. بر اساس گزارشات موجود، حداقل نیمی از طعم ترش در اثر تولید لاکتات^۲ توسط جنس لاکتوباسیلوس^۳ می‌باشد (۴، ۶ و ۱۰). باکتری‌ها و مخمر موجود در خمیرترش در این فرآیند عوامل حجم‌دهنده را تولید می‌کنند و عطر و طعم منحصر به فرد، اسیدی نیز ناشی از فعالیت میکروارگانیسم‌های خمیرترش است. با استفاده از خمیرترش در تولید نان، امکان ورآوری خمیر نان با افزودن مقدار کم یا بدون افزودن مخمر نانویی فراهم می‌شود، ویژگی‌های خمیر بهبود می‌یابد و بافت، عطر و طعم چنین نانی در مقایسه با نان ورآمده توسط مخمر نانویی برتر خواهد بود. همچنین، با افزودن خمیرترش، زمان ماندگاری نان طولانی‌تر می‌شود. طبق تعریف، خمیر تخمیر شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر، خمیرترش نامیده می‌شود (۶). در یک خمیرترش مناسب جهت استفاده،

تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک فعال باید 10^9 (cfu/gr) - 10^8 و تعداد مخمرهای زنده باید 10^7 - 10^6 باشد (۳۹). در همین راستا خومیر یو همکاران (۲۰۱۶)، اثر خمیرترش را بر کیفیت نان بربری بررسی کردند و عنوان داشتند که خمیرترش، موجب افزایش تخلخل به اندازه ۴۲ درصد در محصول نهایی گردیده و بیاتی به تعویق افتاد (۲۹). همچنین صادقی و عابدفر (۱۳۹۵) در مطالعه خود با بررسی زمان تخمیر (۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت) خمیرترش حاوی کشت آغازگر اختصاصی (لاکتوباسیلوس پلانتروم) بر کیفیت نان بربری تولیدی، گزارش نمودند که کمترین میزان سفتی بافت پس از ۹۶ ساعت نگهداری مربوط به نان فرآوری شده با خمیرترش حاصل از تخمیر ۲۴ ساعت بود (۸). شایان ذکر است که در گذشته به منظور تهیه خمیرترش از آرد چاودار استفاده می‌گردید. این در حالی است که در سال‌های اخیر در بیشتر فرمولاسیون‌ها از آرد گندم استفاده می‌گردد. از لحاظ ترکیب شیمیایی دانه چاودار با گندم نرم تفاوت چندانی ندارد به استثنای میزان پنتوزان‌های محلول که در آرد چاودار بیشتر می‌باشد. از سوی دیگر میزان پروتئین در آرد چاودار مشابه میزان پروتئین در آرد گندم ضعیف است (۱۷ و ۲۸). علاوه بر این نسبت بالایی از پروتئین‌های محلول در آب و نمک، هم چنین محلول در الکل و اسید استیک در آرد چاودار یافت می‌شود و خمیر تهیه شده از آرد چاودار و یا ترکیبی از آرد چاودار و گندم، الاستیسیته کمتر و قابلیت جریان بهتری نسبت به خمیر حاوی آرد گندم دارد (۳) به طوری که روچا و زاور مالکاتا (۲۰۱۲) با بررسی اثر آرد ذرت و چاودار به همراه خمیرترش در فرمولاسیون نوعی نان سنتی، بهبود بافت و خصوصیات حسی نان از جمله عطر و طعم را گزارش نمودند. ضمن آن که مدت زمان ماندگاری نان حاوی خمیرترش به لحاظ ممانعت از فعالیت میکروارگانیسم‌ها افزایش یافت (۳۸). همچنین می‌توان از شبه غلات نیز به‌عنوان ماده مغذی در رشد میکروارگانیسم‌های خمیرترش استفاده نمود. شبه غلات از خانواده گندمیان نیستند ولی شباهت زیادی به غلات دارند. در سال‌های اخیر

1 - Sacar
2 - Lactat
3 - Lactobacillus

سحر (تهران، ایران)، سوبه لاکتوباسیلوس فرماتوم ۱۷۴۴ از مرکز پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران و خمیرمایه تازه (ساکارومایسس سرویزیه) از کارخانه خمیرمایه رضوی نگهداری گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آسیاب نمودن دانه چاودار و کینوآ

دانه‌های چاودار و کینوآ بعد از بوجاری و خارج نمودن خار و خاشاک و سایر مواد زائد، با استفاده از آسیاب چکشی آزمایشگاهی به آرد کامل آسیاب شدند و به منظور کنترل اندازه گرانول‌ها از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شدند.

۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد

گندم، چاودار و کینوآ

خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم، چاودار و کینوآ نظیر میزان رطوبت، پروتئین، خاکستر، چربی و گلوتن مرطوب بر اساس روش‌های استاندارد تدوین شده توسط شیمی دانان آمریکا (AACC^۱ ۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد (۱۴).

۲-۲-۳- تهیه خمیرترش

به منظور تهیه خمیرترش ابتدا ۱۵۰ گرم از هر کدام از آرد گندم، چاودار و کینوآ به صورت جداگانه با ۱۲۵ میلی‌لیتر آب مخلوط شد. در ادامه ۸ گرم مخمر ساکارومیس سروزیه و ۱۰ گرم شکر به مخلوط فوق اضافه گردید. سپس ۱۶۲ میلی‌لیتر از محلول که حاوی 10^5 cfu/gr باکتری لاکتوباسیلوس فرمنتوم بود، به مخلوط فوق اضافه شده و به مدت زمان ۴، ۸ و ۱۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد تا خمیرترش آماده شود و در نهایت در فرمولاسیون نان تست اضافه گردد. شایان ذکر است که سوسپانسیون باکتری از طریق فعال‌سازی و تأثیر کشت آغازگر در محیط MRS مایع^۲ در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و به مدت زمان ۲۴ ساعت تهیه شده، پس از رشد باکتری‌ها، سلول‌ها با استفاده از سانتریفوژ جدا

کینوآ (*Chenopodium quinoa*) به‌عنوان یکی از گیاهان جدید مطرح شد ولی هنوز سازگاری کاملی با سیستم‌های زراعی پیدا نکرده است. لذا این گیاه با وجود ارزش غذایی بسیار بالایی که دارد، هنوز در حاشیه می‌باشد. به دلیل بالا بودن ارزش غذایی این ترکیبات و سازگاری این ترکیبات با شرایط آب و هوایی نامناسب و خشکی، زمینه‌های لازم برای انجام تحقیقات گسترده روی این گیاه در جهان مهیا می‌باشد. گیاه کینوآ یکی از گیاهانی که تحت شرایط خشک و کم آب محصول می‌دهد. این دانه دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشد و سازمان خوار و بار آن را با شیر مقایسه نموده است. سازمان ملل متحد نیز سال ۲۰۱۳ را به نام سال بین‌المللی محصول کینوآ نام‌گذاری کرد تا توجه جهانیان را به این ماده غذایی جلب کند (۲۳). کیفیت این گیاه بالاتر از غلات دانه‌ای می‌باشد و از نظر تعادل آمینواسیدها بسیار مطلوب می‌باشد (۲۲). میزان اسید آمینه لیزین دانه‌های این گیاه بالاتر از گندم است و برای تعادل غذایی انسان مطلوب می‌باشد. کینوآ از نظر سدیم فقیر بوده ولی از نظر کلسیم، فسفر، منیزیم، پتاسیم، آهن، مس و منگنز نسبت به گندم، جو و ذرت برتری دارد (۱۶ و ۲۱).

از این رو در پژوهش حاضر از آرد گندم، آرد چاودار و آرد کینوآ به عنوان سوبسترای اصلی برای رشد میکروارگانیسم‌های موجود در خمیرترش طی بازه‌های زمانی مختلف تخمیر استفاده شد و تأثیر آن بر خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های نان تست مورد مطالعه قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۸۲ درصد از کارخانه صنایع غذایی ارس مهر (البرز، ایران)، دانه کینوآ سیاه از شرکت کیان فود (تهران، ایران) و دانه چاودار از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج، تهران) تهیه گردید و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بهبود دهنده نان تست با نام تجاری ۵-۰ و ۴-۰ از شرکت

1-American Association of Cereal Chemists

(AACC)

2-Lactobacilli MRS Broth

۲-۲-۵-۵-۵-۲-۲-۲ رنگ مغز

آنالیز رنگ مغز نان از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ۴ در ۴ سانتی‌متر از قسمت داخلی نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (۴۱).

۲-۲-۵-۶-۶-۲-۲-۲ آزمون خصوصیات حسی

به منظور انجام ارزیابی حسی ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا و سینگ (۱۹۸۴) انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی نان (بو، طعم و مزه، فرم و شکل، قابلیت جویدن و رنگ) مورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. مجموع نتایج ارزیابی حسی به صورت پذیرش کلی اعلام گردید (۲۴).

۲-۲-۶-۲-۲-۲ طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل دو عامله که عامل اول نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش (گندم، چاودار و کینوآ) و عامل دوم مدت زمان تخمیر خمیرترش (۴، ۸ و ۱۲ ساعت) بود، استفاده گردید. نمونه‌های نان تست در سه تکرار تهیه شد و میانگین خصوصیات کمی و کیفی نان با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفت. در انتها برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی آردهای مورد استفاده در تحقیق

نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده آرد گندم، چاودار و کینوآ مورد استفاده در فرمولاسیون خمیرترش و نان تست در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که انتظار می‌رفت آرد کینوآ از میزان پروتئین بالاتری نسبت به دو آرد دیگر برخوردار بود این در حالی است که پروتئین‌های موجود در دانه کینوآ و آرد چاودار از نوع پروتئین‌های گلوتنی نمی‌باشند. همچنین هر دو نوع آرد چاودار و کینوآ به دلیل آن که به صورت کامل مورد استفاده قرار گرفتند از میزان چربی و خاکستر بالاتری نسبت به آرد گندم برخوردارند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم، چاودار و کینوآ مورد استفاده در فرمولاسیون خمیرترش

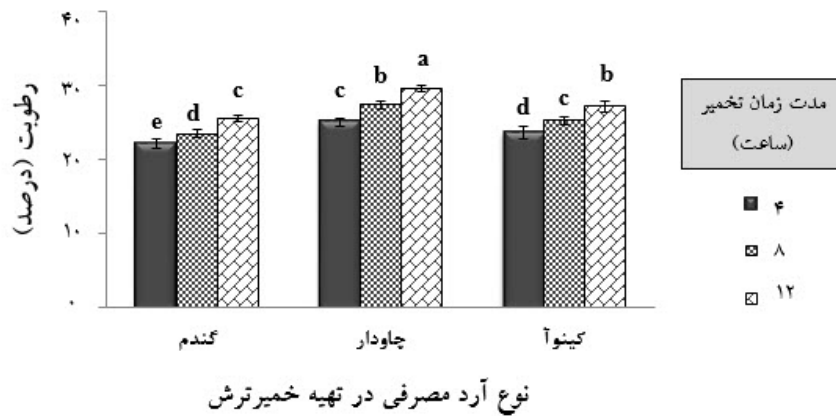
نوع آزمون	آرد گندم	آرد چاودار	آرد کینوآ
رطوبت (درصد)	۱۲/۸	۹/۷	۱۰/۲
پروتئین (درصد)	۱۲/۳	۱۲/۰	۱۴/۶
خاکستر (درصد)	۰/۵۹	۲/۴۹	۲/۱۷
چربی (درصد)	۰/۳۲	۲/۱۰	۱/۳۲
گلوتن مرطوب (درصد)	۲۸/۴	-	-

۳-۲- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی نان تست

۳-۲-۱- رطوبت نان

نتایج حاصل از تأثیر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و مدت زمان تخمیر آن بر میزان رطوبت نان تست در شکل ۱ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می گردد، نمونه های نان تست حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد چاودار میزان رطوبت بیشتری نسبت به نان حاوی آرد گندم و کینوآ داشتند ($P \leq 0.05$) که این امر به احتمال زیاد به دلیل وجود پنتوزان ها به خصوص پنتوزان های محلول در آب در آرد دانه چاودار می باشد که تأثیر زیادی بر روی جذب آب دارد (۳۴). از سوی دیگر افزایش جذب آب به دلیل حضور تعداد زیادی گروه های هیدروکسیل موجود در مولکول های فیبراست که اجازه تعامل بیشتر به آب از طریق پیوندهای هیدروژنی را می دهد (۲۵). همچنین با افزایش مدت زمان تخمیر، میزان رطوبت به طور معنی داری

افزایش یافت. با توجه به این که تعدادی از باکتری های لاکتیکی می توانند با تولید پلی ساکارید خارج سلولی از قبیل دکستران، گزانتان، گلوکان، فروکتان و لوان، جذب آب را افزایش دهند و از انتقال رطوبت مغزنان به سمت پوسته جلوگیری کنند. در واقع علت افزایش میزان رطوبت در نمونه های نان تست حاوی خمیرترش را می توان تولید این ترکیبات دانست. این ترکیبات اثر قابل توجهی بر روی حجم و زمان ماندگاری نان دارند (۳۹). از سوی دیگر با افزایش مدت زمان تخمیر میزان تولید ترکیباتی که در بالا به آن ها اشاره شد، افزایش می یابد که این امر خود سبب افزایش میزان جذب رطوبت در محصول نهایی می گردد. شایان ذکر است که با افزایش مدت زمان تخمیر جذب آب و تورم اجزای موجود در آرد به صورت کامل انجام می شود که این امر نیز به نوبه خود در جلوگیری از خروج رطوبت تاثرگذار خواهد بود



شکل ۱- اثر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و زمان تخمیر بر میزان رطوبت نان تست (مقادیر دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$))

۳-۲-۲-pH نان

نتایج حاصل از تأثیر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و مدت زمان تخمیر آن بر میزان pH نان تست در جدول ۲ نشان داده شده است. همان گونه که نتایج نشان می دهد نمونه های نان تست حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد چاودار میزان pH کمتری نسبت به نمونه های نان تست حاوی آرد گندم و کینوآ داشتند ($P \leq 0/05$). این امر به احتمال زیاد به دلیل فعالیت بالاتر باکتری های اسید لاکتیک در نمونه خمیرترش حاوی آرد چاودار به دلیل حضور قندهای ساده تر می باشد. در واقع اهمیت باکتری های خمیرترش در این است که می توانند کربوهیدرات های موجود در آرد و همچنین فرآورده تخمیر شده پروتئین را برای متابولیسم خود به عنوان منبع کربن و ازت مصرف نمایند و تولید اسید نمایند که این اسیدهای تولید شده در طی این فرآیند در افزایش اسیدیته و کاهش pH مؤثرند (۳۱). از سوی دیگر با افزایش زمان تخمیر، میزان PH به طور معنی داری کاهش یافت ($P \leq 0/05$). در واقع می توان گفت که با افزایش زمان تخمیر، میکروارگانیسم های موجود

در خمیرترش و مخمر ساکارومایسس سرویزیه رشد و تکثیر بیشتری می یابند و با اسیدی کردن بیشتر محیط pH، کاهش می یابد (۴). همچنین شایان ذکر است که بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۳۸، میزان pH نان سفید می بایست ۵-۶ باشد (۱۲). نتایج این پژوهش نشان داد که میزان pH تمامی تیمارها در محدوده مجاز قرار داشت، از این رو می توان بیان کرد که نمونه های تولیدی به لحاظ طعم اسیدی مورد پسند داوران چشایی خواهد بود. از سوی دیگر در بسیاری از منابع به کاهش میزان pH در اثر افزودن خمیرترش اشاره شده است، در همین راستا پیغمبر دوست و همکاران (۱۳۹۰) اثر خمیرترش را بر روی ویژگی های حسی و ماندگاری نان قالبی مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند افزودن خمیرترش منجر به کاهش pH خمیر و نان حاصله شد (۳). خراسانچی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی استفاده از لاکتوباسیلوس پلانتروم روتری به عنوان آغازگر در تهیه خمیرترش پرداختند. نتایج این محققان نشان داد که نمونه نان های بدون خمیرترش pH بالاتری از نان های حاصل از خمیرترش داشتند (۵).

جدول ۲- اثر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و زمان تخمیر بر میزان pH، اسیدیته و اسیدهای آلی نان تست

نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش	زمان تخمیر (ساعت)	pH (-)	اسیدیته (درصد)	اسید لاکتیک (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	اسید استیک (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)
گندم	۴	۵/۶±۰/۰۳ ^b	۰/۱۱±۰/۰۰۲ ^c	۴۴۰±۶/۱۷ ^c	۱۲±۰/۲ ^d
	۸	۵/۵±۰/۰۲ ^c	۰/۱۹±۰/۰۰۵ ^c	۴۵۵±۳/۱۱ ^{bc}	۱۳±۰/۱ ^c
	۱۲	۵/۳±۰/۰۰ ^{de}	۰/۲۱±۰/۰۰۶ ^{bc}	۴۹۵±۷/۸۰ ^{ab}	۱۵±۰/۳ ^{bc}
چاودار	۴	۵/۴±۰/۰۴ ^d	۰/۱۶±۰/۰۰۴ ^d	۴۸۰±۴/۱۷ ^b	۱۴±۰/۲ ^c
	۸	۵/۲±۰/۰۳ ^e	۰/۲۳±۰/۰۰۵ ^b	۵۰۰±۵/۱۶ ^{ab}	۱۶±۰/۰ ^b
	۱۲	۵/۰±۰/۰۳ ^f	۰/۲۵±۰/۰۰۶ ^a	۵۲۵±۴/۱۲ ^a	۱۸±۰/۱ ^a
کینوآ	۴	۵/۷±۰/۰۴ ^a	۰/۱۲±۰/۰۰۷ ^c	۴۱۰±۵/۱۸ ^d	۱۰±۰/۳ ^c
	۸	۵/۶±۰/۰۴ ^b	۰/۱۹±۰/۰۰۵ ^c	۴۵۰±۷/۸۱ ^{bc}	۱۲±۰/۴ ^d
	۱۲	۵/۵±۰/۰۵ ^c	۰/۲۲±۰/۰۰۶ ^{bc}	۴۷۵±۵/۰۵ ^b	۱۴±۰/۲ ^c

(مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0/05$))

۳-۲-۳- اسیدینه و اسیدهای آلی نان

نتایج حاصل از تأثیر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و مدت زمان تخمیر آن بر میزان اسیدینه، اسید لاکتیک و اسید استیک موجود در نان تست در جدول ۲ نشان داده شده است. همان گونه که نتایج نشان می دهد نان تست حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد چاودار میزان اسیدینه و اسیدهای آلی بیشتری نسبت به نمونه های حاوی آرد گندم و کینوا داشتند ($P \leq 0/05$) که این امر به احتمال زیاد به دلیل وجود ترکیبات قندی مناسب به منظور استفاده باکتری های اسید لاکتیک و مخمر می باشد. در همین راستا محققان گزارش نمودند که آرد چاودار در مقایسه با گندم نرم تر می باشد (۳۴). علاوه بر این در پژوهش حاضر از آرد دانه چاودار به صورت کامل در فرمولاسیون استفاده گردید که نشان می دهد یک سوبسترای کامل برای رشد میکروارگانیسم های موجود در خمیرترش می باشد. همچنین میزان منبع کربن در دسترس این میکروارگانیسم ها نیز در فرایند ترش شدن خمیر مؤثر خواهد بود. از سوی دیگر با افزایش مدت زمان تخمیر، میزان اسید لاکتیک به طور معنی داری افزایش یافت، به طوری که بیشترین میزان این پارامترها در نمونه نان تست حاوی خمیرترش تخمیر شده به مدت زمان ۱۲ ساعت مشاهده گردید ($P \leq 0/05$). در واقع مخمرها به دلیل توانایی مصرف مواد قندی موجود در خمیر نان، اسیدهای مختلفی تولید کرده و pH خمیر را پایین می آورند و به خمیر حالت اسیدی می دهند (۳۱). همچنین باکتری های موجود در خمیرترش می توانند کربوهیدرات های موجود در آرد را برای متابولیسم خود به عنوان منبع کربن مصرف نمایند و بدین طریق اسید لاکتیک و اسید استیک را که برای فرم پذیری و مراحل تهیه خمیر و پخت مؤثرند به وجود آورند (۱۸ و ۳۰) که موجب افزایش میزان اسیدینه در محصول نهایی گردند. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر با نتایج سایر محققین مشابهت داشت. نتایج تحقیق بلوریان و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد با افزایش زمان تخمیر خمیرترش در فرمول خمیر، اسیدینه نان افزایش یافت (۱). سرافراز و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی تأثیر مدت زمان، درجه حرارت و بازدهی تخمیر بر

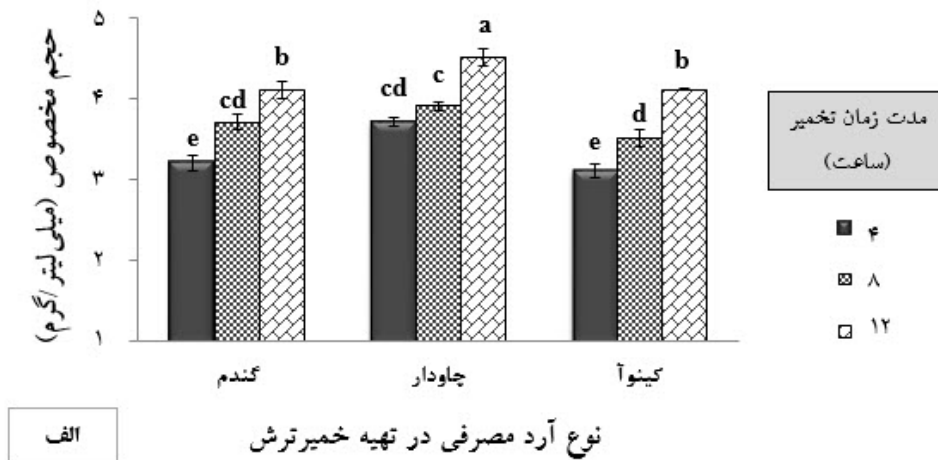
ویژگی های اسیدی شدن خمیرترش مایع، بیان نمودند که با افزایش مدت زمان تخمیر، تولید اسید لاکتیک و اسیدینه بیشتر شد و مدت زمان تخمیر مهمترین عامل بر اسیدی شدن بود (۷). فرجی و همکاران (۱۳۹۶) از باکتری لاکتوباسیلوس فرماتوم و لاکتوباسیلوس دلبروکی به صورت تک و ترکیبی در خمیرترش فرمولاسیون نان تست حاوی آرد چاودار، استفاده کردند. نتایج نشان داد با حضور خمیرترش درین مواد اولیه نان تست، میزان اسید لاکتیک و اسید استیک افزایش یافت (۱۰).

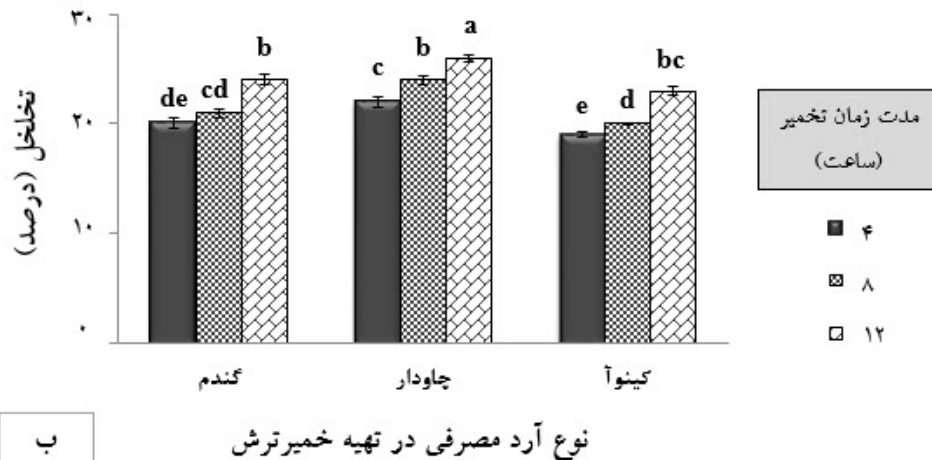
۳-۲-۴- حجم مخصوص و تخلخل نان

نتایج حاصل از تأثیر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و مدت زمان تخمیر آن بر میزان حجم مخصوص و تخلخل نان تست در شکل ۲ (الف و ب) نشان داده شده است. همان گونه که در شکل ملاحظه می گردد نان تست حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد چاودار میزان حجم مخصوص و تخلخل بیشتری نسبت به نان تست های حاوی آرد گندم و کینوا داشتند ($P \leq 0/05$). این در حالی بود که بین میزان حجم مخصوص و تخلخل نمونه های نان تست حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد گندم و کینوا تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. علت این امر می تواند مربوط به تأثیر تولید اسید و اصلاح فرم پذیری خمیر در نمونه های حاوی آرد چاودار نسبت به دو نمونه دیگر باشد. بدین معنی که با تولید اسید خاصیت الاستیسیته و کشسانی خمیر بهبود یافته و نگهداری سلول های گازی تولید شده توسط مخمر را بهبود بخشیده که به موجب این امر تعداد حبابچه های هوای بیشتری در بافت خمیر در هنگام ورود به فر وجود داشته است. از این رو این حباب های هوا در طی فرایند پخت در اثر افزایش دما منبسط شده و حجم مطلوبی را در نمونه های تولیدی ایجاد نموده اند (۱۰). بهبود حجم نان های خمیرترش ممکن است تا اندازه ای به واسطه محلول آرابین و زیلان ها و تولید آگزوبلی ساکاریدها باشد (۱۹). همچنین تخمیر کنترل شده آرد کامل غلات سبب بهبود حجم نان نیز می گردد (۳۰). از سوی دیگر شایان ذکر است که آرد چاودار به تنهایی فاقد خاصیت انعطاف پذیری بوده و قابلیت نگهداری

اثر قابل توجهی بر روی حجم و تخلخل نان نیز دارند (۴۰). همچنین براساس یافته‌های محققین مختلف، در نان فرآوری شده با خمیرترش، تولید اسید لاکتیک است که سبب افزایش میزان تخلخل، غیرفعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش نرمی بافت نان می‌گردد (۳۲). کاتینا و همکاران (۲۰۰۶) نیز اثر خمیرترش را در فرمولاسیون نان حاوی سطوح بالای فیبر مورد بررسی قرار دادند. این محققین در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که استفاده از خمیرترش توانست میزان حجم نمونه‌های تولیدی را نسبت به نمونه کنترل (نمونه فاقد خمیرترش و حاوی سطوح بالای فیبر) بهبود بخشد که نتایج پژوهش حاضر نیز گواهی بر این امرست (۳۲). علاوه بر این توپوساکی (۲۰۰۷) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافت که کاربرد خمیرترش در فرمولاسیون محصولات نانوایی ضمن اینکه تعداد سلول‌های گازی در بافت محصول را افزایش داد سبب پخش یکنواخت حباب‌های هوا در آن شد که امر در افزایش حجم و تخلخل بافت محصول نهایی نقش داشت (۴۳).

گاز در آن به مراتب کمتر از آرد گندم می‌باشد (۹) ولی ذکر این نکته ضروری است که در پژوهش حاضر از آرد چاودار تنها به‌عنوان ماده اولیه در تهیه خمیرترش استفاده گردید و آرد مورد استفاده در تهیه نمونه‌های نان تست آرد گندم بود. همچنین با افزایش زمان تخمیر از ۴ تا ۸ ساعت، میزان حجم مخصوص تفاوت معنی‌دار نداشت اما با افزایش زمان تخمیر تا ۱۲ ساعت میزان حجم مخصوص و همچنین تخلخل بافت به‌طور معنی‌دار افزایش یافت ($P \leq 0.05$). به‌طور کلی خمیرترش نقش خود را در نان از طریق سه عمل اصلی تولید اسید، گاز دی‌اکسید کربن و مواد مولد عطر و مزه ایفا می‌کند. اسید توسط باکتری‌های لاکتیکی تولید می‌شود و پوکی بر اثر فعالیت مخمر خمیر به‌وجود می‌آید. این در حالی است که در تشکیل مواد معطر نان باکتری‌ها و مخمر تماماً دخالت دارند (۳۲). در واقع با توجه به اینکه تعدادی از باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند با تولید پلی‌ساکارید خارج سلولی جذب آب را افزایش دهند و از انتقال رطوبت مغزنان به سمت پوسته جلوگیری کنند و





شکل ۲- اثر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و زمان تخمیر بر میزان حجم مخصوص (الف) و تخلخل (ب) بافت نان تست (مقادیر دارای حروف مشابه در هر شکل در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند) ($P \leq 0.05$)

شده از آرد دانه کینوآ از بیشترین میزان قرمزی نسبت به دو نمونه دیگر برخوردار بودند. که این امر به دلیلی حضور ترکیبات پروتئینی در این دانه و تشدید واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد می‌باشد. در واقع با توجه به نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی انواع آرد مورد استفاده در پژوهش حاضر، آرد دانه کینوآ بیشترین میزان پروتئین را نسبت به دو آرد دیگر برخوردار است که با تسریع واکنش مایلارد در فرایند پخت با افزایش مقدار ترکیبات مذکور از روشنایی نان کاسته شده و مقادیر قرمزی افزایش می‌یابد. شایان ذکر است که رنگ نمونه حاوی آرد گندم به دلیل وقوع کمترین میزان واکنش مایلارد و کاراملیزاسیون از بیشترین مقدار روشنایی (مؤلفه L^*) و کمترین میزان قرمزی (مؤلفه a^*) برخوردار بود. از سوی دیگر ملاحظه گردید که با افزایش مدت زمان تخمیر از ۴ به ۱۲ ساعت میزان مؤلفه a^* مغز نمونه‌های نان تست حاوی خمیرترش کاهش یافت که امر به دلیل استفاده ترکیبات قندی موجود در خمیر توسط میکروارگانیسم‌های خمیرترش می‌باشد که در واقع سبب کاهش رخ دادن واکنش‌های قهوه‌ای شدن نظیر مایلارد و کاراملیزاسیون می‌گردد (۴ و ۲۲). شایان ذکر است که نوع آرد مصرفی و مدت زمان تخمیر خمیرترش تأثیر معنی داری بر میزان مؤلفه D^* مغز نمونه‌های نان تست نداشتند.

۳-۲-۵- مؤلفه‌های رنگی مغز نان

نتایج حاصل از تأثیر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و مدت زمان تخمیر آن بر میزان مؤلفه‌های رنگی مغز نان تست در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد نمونه‌های نان حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد دانه کینوآ از میزان مؤلفه L^* کمتر و مؤلفه a^* بیشتر نسبت به آرد گندم و چاودار برخوردار بودند. از سوی دیگر بین میانگین مؤلفه رنگی L^* مغز نمونه‌های حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد کینوآ و چاودار اختلاف معنی دار وجود نداشت که این امر در خصوص حضور رنگدانه‌های موجود در این دو نوع آرد می‌باشد که به مراتب بیشتر از آرد گندم ستاره می‌باشد. از سوی دیگر با افزایش مدت زمان تخمیر، میزان مؤلفه رنگی L^* مغز نان به‌طور معنی داری افزایش یافت ($P \leq 0.05$) که این امر با توجه به نتایج به‌دست آمده از ارزیابی میزان اسیدهای آلی دور از ذهن نبود. در واقع تولید ترکیبات اسیدی در بافت محصول نهایی سبب روشنایی بافت داخلی (افزایش مؤلفه L^*) خواهد شد. همچنین بهبود میزان تخلخل و حجم مخصوص با افزایش مدت زمان تخمیر نیز خود عامل دیگری در عدم تراکم بافت و در نتیجه انعکاس بیشتر نور از سطح محصول و افزایش مؤلفه L^* می‌باشد (۳۶). با توجه به جدول ۳ مشاهده گردید نمونه‌های حاوی خمیرترش تهیه

جدول ۳- اثر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و زمان تخمیر بر میزان مؤلفه‌های رنگی مغز نان تست

نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش	زمان تخمیر (ساعت)	رنگ مغز (-)		
		L*	a*	b* ^{ns}
گندم	۴	۵۹/۱±۱/۱ ^c	۲/۴۲±۰/۰۶ ^d	۹/۸۱±۰/۱۳
	۸	۶۴/۸±۱/۰ ^b	۲/۰±۰/۰۵ ^{de}	۹/۷۰±۰/۱۱
	۱۲	۷۲/۳±۱/۱ ^a	۱/۷۱±۰/۱۰ ^c	۹/۵۹±۰/۲۱
چاودار	۴	۴۶/۱±۰/۹ ^c	۳/۸۰±۰/۰۰ ^b	۹/۸۰±۰/۰۸
	۸	۴۹/۵±۰/۸ ^{de}	۳/۵۲±۰/۰۶ ^{bc}	۹/۶۶±۰/۱۱
	۱۲	۵۲/۷±۱/۰ ^d	۳/۱۱±۰/۰۷ ^a	۹/۶۳±۰/۱۵
کینوآ	۴	۴۶/۱±۰/۸ ^c	۴/۵۰±۰/۰۷ ^a	۹/۵۷±۰/۳۲
	۸	۴۹/۰±۰/۷ ^{de}	۴/۲۱±۰/۰۵ ^{ab}	۹/۷۱±۰/۱۷
	۱۲	۵۴/۴±۰/۸ ^d	۳/۶۰±۰/۰۶ ^{bc}	۹/۷۱±۰/۲۱

(مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند) (P≤۰/۰۵)

(ns: اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ مشاهده نگردید)

۳-۲-۶- سفتی بافت

نتایج حاصل از تأثیر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش، مدت زمان تخمیر آن و مدت زمان نگهداری محصول نهایی بر میزان سفتی بافت نان تست طی بازه زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه گردید، نمونه‌های حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد دانه چاودار از میزان نرمی بافت بالاتری نسبت به آرد کینوآ و گندم در هر دو بازه زمانی برخوردار بودند (P≤۰/۰۵). همچنین با افزایش مدت زمان تخمیر از ۴ به ۱۲ ساعت میزان سفتی بافت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P≤۰/۰۵). شایان ذکر است که با افزایش زمان نگهداری از دو ساعت به سه روز، میزان سفتی بافت افزایش یافت به‌طوری که این افزایش در نمونه‌های حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد کینوآ با زمان تخمیر ۴ ساعت بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. با توجه به تحقیقات صورت گرفته پس از متورم شدن نشاسته در حین پخت، پیوندهای عرضی ایجاد شده بین نشاسته و گلوتن در طی نگهداری نان و به دنبال آن کاهش انرژی جنبشی باعث تغییرات فیزیکوشیمیایی و سفتی بافت مغز نان می‌گردد (۱۹). از دید تکنولوژیکی آرد چاوار

به دلیل ظرفیت اتصال آب و اثرات تغلیظ‌کنندگی و بافت دهی باعث اصلاح و بهبود بافت، خواص حسی و ماندگاری می‌شود. در واقع بخش قابل ملاحظه‌ای از آب در دمای محیط توسط پنتوزان‌های موجود در آرد چاودار جذب می‌گردد، بنابراین خواص فیزیکی خمیر چاودار با خواص خمیر گندم طی مخلوط کردن و تخمیر متفاوت است. خمیر تهیه شده از آرد چاودار و یا ترکیبی از آرد چاودار و گندم، الاستیسیته کمتر و قابلیت جریان بهتری نسبت به خمیر حاوی آرد گندم دارد و محصول نهایی نیز بافت مطلوب‌تری خواهد داشت (۳). همچنین ملاحظه گردید که میزان سفتی بافت با افزایش مدت زمان تخمیر خمیرترش از ۴ ساعت به ۱۲ ساعت کاهش یافت. در این خصوص می‌توان گفت که استفاده از خمیرترش بر کاهش بیاتی نان تأثیر به‌سزایی دارد. اثرات ضد بیاتی خمیرترش، به سویه آغازگر مورد استفاده و نحوه کاهش pH بستگی دارد (۱۹). عموماً به موازات پیشرفت خمیر، اسیدیته قابل تیرخمیرترش نیز افزایش یافته و سبب ایجاد تغییراتی در رفتار گلوتن می‌گردد که یکی از دلایل اصلاح رئولوژی خمیر و تغییرات بافتی در نان حاصل از خمیرترش است.

دیگر روبرت و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در خمیرترش با دارا بودن خواص اسیدیفیکاسیون، فعالیت متابولیکی و کارایی تکنولوژیکی (به لحاظ اثرگذاری بر آنزیم‌های موجود در آرد گندم) بر نرمی بافت مؤثر بودند (۳۶).

براساس یافته‌های محققین مختلف، مهمترین دلیل کاهش بیاتی در نان فرآوری شده با خمیرترش، تولید اسید لاکتیک است که سبب افزایش میزان تخلخل، غیرفعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش نرمی بافت نان می‌گردد (۱۵ و ۳۲) که این امر با افزایش مدت زمان تخمیر تشدید یافت. از سوی

جدول ۴- اثر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و زمان تخمیر بر میزان سفنی بافت نان تست

سفنی بافت (نیوتن)		زمان تخمیر (ساعت)	نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش
۷۲ ساعت پس از پخت	۲ ساعت پس از پخت		
۶/۲۵±۰/۰۳ ^a	۴/۹۲±۰/۱۰ ^{ab}	۴	گندم
۵/۷۱±۰/۰۴ ^b	۴/۷۴±۰/۰۸ ^b	۸	
۵/۱۰±۰/۰۵ ^c	۴/۲۵±۰/۰۸ ^c	۱۲	
۵/۴۶±۰/۱۰ ^{bc}	۴/۷۱±۰/۰۰ ^b	۴	چاودار
۵/۱۷±۰/۱۰ ^c	۴/۳۵±۰/۱۱ ^c	۸	
۴/۵۷±۰/۰۸ ^d	۳/۴۰±۰/۰۵ ^d	۱۲	
۶/۳۰±۰/۰۷ ^a	۵/۱۲±۰/۰۲ ^a	۴	کینوآ
۵/۹۲±۰/۰۷ ^{ab}	۴/۹۵±۰/۱۰ ^{ab}	۸	
۵/۸۷±۰/۰۶ ^c	۴/۱۱±۰/۰۶ ^c	۱۲	

(مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند) ($P \leq 0.05$)

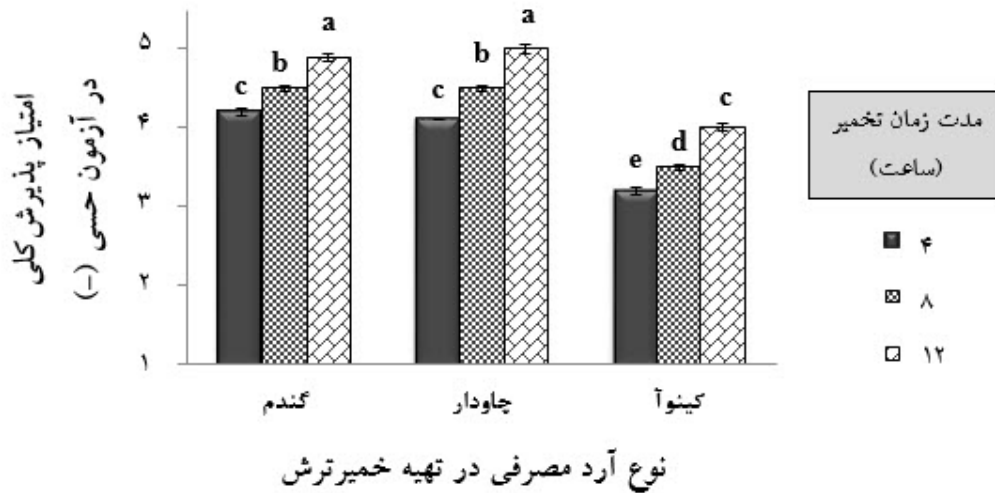
می‌آید که عوامل بوجود آورنده عطر و طعم می‌باشند. البته بالا بودن اسید آمینه به‌تنهایی نمی‌تواند طعم خوب به وجود آورد. از طرفی آلدئیدها و کتون‌ها نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در مواد معطر نان دارند و به عنوان پایه اصلی تولید مواد معطر شناخته می‌شوند. هم‌چنین ذکر این نکته ضروری است باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند مواد معطر متفاوتی از جمله دی استیل، استالدئید، هگزانال و اتیل استات تولید کنند و در واقع ویژگی‌های اصلی (عطر و طعم) خمیرترش و تولید متابولیت‌های مناسب) تا حدودی نیز تابع گونه‌ی میکروبی مورد استفاده، مواد خام و فراهم بودن کربوهیدرات و چگونگی تولید می‌باشد (۲۰، ۲۶ و ۴۲). از سوی دیگر محققان در بسیاری از مطالعات به بهبود خصوصیات حسی محصول نهایی در اثر افزودن خمیرترش اشاره داشته‌اند. در همین راستا فرجی و همکاران (۱۳۹۶) استفاده از خمیرترش حاوی باکتری لاکتوباسیلوس فرمانتوم و لاکتوباسیلوس

۳-۲-۷- پذیرش کلی نان در ارزیابی حسی

نتایج حاصل از تأثیر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و مدت زمان تخمیر آن بر امتیاز پذیرش کلینان تست طی ارزیابی حسی که میانگین امتیاز سایر خصوصیات حسی نظیر بو، طعم و مزه، فرم و شکل، قابلیت جویدن و رنگ بود، در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که نمونه‌های نان تست حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد گندم و آرد دانه چاودار امتیاز پذیرش کلی بالاتری نسبت به نمونه‌های نان تست‌های حاوی آرد کینوآ داشتند ($P \leq 0.05$). با افزایش زمان تخمیر، امتیاز پذیرش کلی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P \leq 0.05$). در ارتباط با بهبود عطر و طعم نمونه‌های تولیدی در نتیجه حضور خمیرترش در فرمولاسیون نان باگت باید گفت که حضور آنزیم‌های پروتولیتیکی در سیستم خمیرترش، پروتئین‌های مختلف را تجزیه می‌کند. بر اثر پروتولیز، اسیدهای آمینه آزاد بوجود

گزارش کردند و بیان نمودند که اسیدهای حاصل از باکتری‌های لاکتیکی در خمیرترش اهمیت خاصی داشته و نقش مؤثری در کیفیت نان دارند و به موجب آن‌ها رنگ پوسته نان بهبود می‌یابد (۱).

دلبروکی در نان تست حاوی آرد چاودار را بررسی نمودند و بیان نمودند که حضور خمیرترش و آرد چاودار در بین مواد اولیه نان، سبب افزایش امتیازطعم و مزه گردید (۱۰). بلوریان و همکاران (۱۳۸۹) نیز نتایج مشابهی را



شکل ۳- اثر نوع آرد مصرفی در تهیه خمیرترش و زمان تخمیر بر میزان امتیاز پذیرش کلی نان تست در آزمون حسی (مقادیر دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند) ($P \leq 0.05$)

زمان تخمیر ۱۲ ساعت از بیشترین میزان مقبولیت حسی برخوردار بود. از این رو توصیه می‌گردد از آرد چاودار، به منظور تولید نان‌های تخمیری با خصوصیات تکنولوژیکی و تغذیه‌ای مطلوب استفاده گردد.

۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان استفاده از آرد گندم، چاودار و کینوآ در تهیه خمیرترش طی زمان‌های تخمیر و ارزیابی تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی، تصویری و حسی نان تست بود. نتایج نشان داد که در زمان‌های تخمیر یکسان، میزان تولید اسید در نمونه‌های نان تهیه شده از خمیرترش آرد چاودار بیشترین میزان بود که این نشان دهنده فعالیت بیشتر باکتری‌های اسید لاکتیکی در این محیط می‌باشد که این خصوصیات در طی افزایش مدت زمان تخمیر نیز مشاهده گردید. بافت داخلی محصول نهایی حاوی خمیرترش آرد چاودار بیشترین میزان خلل و فرج، حجم مخصوص و نرمی بافت را نیز نشان داد که در واقع گویای فعالیت مخمر و تولید گاز بیشتر همگام با فعالیت باکتری‌ها در خمیرترش است. در نهایت داوران چشایی عنوان داشتند که دو نمونه نان تست حاوی خمیرترش تهیه شده از آرد گندم و آرد دانه چاودار با مدت

۵- منابع

۱. بلوریان، ش.، حداد خدا پرست، م. ح.، گلی موحد، غ. و افشاری، م. ۱۳۸۹. بررسی اثر تخمیر لاکتیکی (لاکتوباسیلوس پانتاروم) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، عطر و طعم، بیاتی و خصوصیات پوسته نان نیمه حجیم (باگت). فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۷، شماره ۳، ۳۳-۳۹.
۲. پایان، م. و سیدین اردبیلی، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد چاودار بر زمان

- ماندگاری نان سنگک. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۸، شماره ۳۳، ۷۷-۸۵.
۳. پیغمبردوست، س.ه.، خراسانچی، ن.، گلشن تفتی، الف. و رأفت، س.ع. ۱۳۹۰. کاربرد خمیرترش خشک شده با روش خشک کردن انجمادی حاوی آغازگرهای لاکتوباسیلوس پلانتروم و لاکتوباسیلوس روتری در تهیه نان قالبی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۱، شماره ۱، ۳-۹.
۴. حقیقی باوفا، ر. ۱۳۹۳. استفاده از خمیرترش، پودر هسته خرما و مخلوط آن دو در فرمولاسیون نان باگت و بررسی خصوصیات کیفی نان و چگونگی تأثیر تیمارها بر اندیس گلیسمی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۵. خراسانچی، ن.، پیغمبردوست، ه.، گلشن تفتی، ا.، حجازی، م. ا. و رأفت، ع. ۱۳۹۲. استفاده از لاکتوباسیلوس پلانتروم (ATCC 1058) و روتری (ATCC 1655) به‌عنوان آغازگر در تهیه خمیرترش. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۳، شماره ۱، ۸۶-۹۵.
۶. سرفراز، ا.، عزیزی، م. ح.، حمیدی اصفهانی، ز.، کریمی ترشیزی، م. ا. و ظفری، ع. ۱۳۸۷. اثرات متقابل باکتری‌های لاکتیک اسید و مخمرنانوایی در تخمیر خمیرترش مایع. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ۳، شماره ۲، ۷۳-۸۰.
۷. سرفراز، الف.، عزیزی، م. ح.، حمیدی اصفهانی، ز.، و ظفری، ع. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی متغیرهای مؤثر بر ویژگی‌های اسیدی شدن خمیرترش مایع. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، شماره ۴۶، دوره ۱۲، ۸۵-۹۴.
۸. صادقی، ع. و عابدفر، ع. ۱۳۹۵. مقایسه اثر درصد شکر و زمان تخمیر خمیرترش حاوی کشت آغازگر اختصاصی (لاکتوباسیلوس پلانتروم) بر کیفیت نان بربری تولیدی با آردهای دارای دو درجه استخراج مختلف. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، جلد ۵، شماره ۲، ۱۷۰-۱۵۳.
۹. عزیزی، م. و هادیان، ز. ۱۳۹۰. تکنولوژی غلات و فرآورده‌ها. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، چاپ اول، تهران، ۳۷-۳۲ و ۲۱-۱۵.
۱۰. فرجی، ع.، مشعشی، س.ع. و کشانی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر خمیرترش بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان تست حاوی آرد چاودار. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، سال ۹، شماره ۳، ۱۲۸-۱۱۹.
۱۱. موحد، س.، میرزایی، ن. و احمدی چنارین، ح. ۱۳۹۱. بررسی افزودن آرد جو و لاکتوباسیلوس پلانتروم (ATCC 43332) بر خواص کیفی نان‌های تست. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۹، شماره ۳۷، ۴۶-۳۷.
۱۲. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۶. نان‌های حجیم- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران. شماره ۲۳۳۸، ویرایش دوم.
۱۳. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۴. بیسکوئیت- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران. شماره ۳۷، ویرایش هفتم.
14. AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
15. Arendt, E.K., Ryan, L.A.M. and Dal Bello, F. 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24: 165-174.
16. Brady, K., Ho, C.T. and Rosen, R.T. 2007. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. *Food Chemistry*, 100(3): 1209-1216.
17. Bushuk, W. 1987. *Rye: production, chemistry and technology*, 45-122.

- Bacteria. *Trends in Food Science and Technology*, 16(1-3): 57-69.
27. Haralick, R.M., Shanmugam, K. and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
 28. Kamel, B.S. 1993. *Advances in bakery technology*, 22-25.
 29. Khomeiri, M., Sadeghi Mahoonak, A., Aalami, M., Faraji Kafshgari, S., Vatankhah, M. and Mahmoudi, E. 2016. Effect of sourdough on the quality of barbari bread. *Journal of Food Science and Technology*, 13: 2008-2013
 30. Katina, K., Poutanen, K. and Autio, K. 2004. Influence and interactions of processing conditions and starter culture on formation of acids, volatile compounds, and amino acids in wheat sourdoughs. *Cereal Chemistry*, 81(5): 598-610.
 31. Katina, K. 2005. Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread. *VTT Biotechnology. VTT Technical Research Centre of Finland, VTT*, 569: 13-75.
 32. Katina, K., Heinio, R.L., Autio, K. and Poutanen, K. 2006. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 39: 1189-1202.
 33. Martinez-Anaya, M.A. Associations and interactions of microorganisms in dough fermentations: effects on dough and bread characteristics. In: K. Kulp and K. Lorenz (Eds.). *Handbook of dough fermentations*. Marcel Dekker Inc, New York. 2003
 34. Pelschenke. P.F. 1954. *Brotgetreid and Brot*. P. 544- 547.
 35. Pourfarzad, A., Haddad Khodaparast, M., Karimi, M., Mortazavi, S.A., Ghiafeh Davoodi, M., Hematian Sourki, A. and Razavizadegan Jahromi, S.H. 2009. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*, 34: 1435-1445.
 36. Purlis, E. and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread
 18. Crowley, P., Schober, T., Clarke, C. and Arendt, E. 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Research and Technology*, 214: 489-496.
 19. Dal bello, F., Clarke, C.I., Ryan, L.A.M., Ulmer, H., Schober, T.J., Strom, K., Sjogren, J., van Sinderen, D., Schnurer, J. and Arendt, E.K. 2007. 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*, 45(3): 309-318.
 20. De Angelis, M., Gallo, G., Corbo, M.R., Mcsweeney, P.L., Faccia, M., Giovine, M. and Gobbetti, M. 2003. Phytase activity in sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of a phytase from *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1. *Food Microbiology*, 87(3): 259-70.
 21. Dini, I., Tenore, G.C. and Dini, A. 2010. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 43(3): 447-451.
 22. Enriquez, N., Peltzer, M., Raimundi, A., Tosi, V. and Pollio, M.L. 2003. Characterization of wheat and quinoa flour blends in relation to their bread making quality. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 91: 47-54.
 23. FAO. 2013. International year of quinoa: A future sown thousands of years ago. Retrieved from: <http://www.fao.org/quinoa-2013/en>. Accessed October 2015.
 24. Gacula, J.R., Singh, J., Bi, J. and Altan, S. 1984. *Statistical methods in food and consumer research*. Academic press Inc. U.S.A, 360-366.
 25. Gelroth, J. and Ranhotra, M.L. 2001. Dreher, editors. *Handbook of dietary fiber*, newyork: marcel dekker inc.
 26. Gobbetti, M., Angelis, M., Corsetti, A. and Cagno, R. 2005. *Biochemistry and physiology of sourdough lactic Acid*

40. Salmenkallio-Marttila, M., Katina, K. and Autio, K. 2001. Effects of bran fermentation on quality and microstructure of high-fibre wheat bread. *Cereal Chemistry*, 78 (4): 29-435.
41. Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
42. Tiekling, M., Korakli, M., Ehrmann, M.A., Gänzle, M. and Vogel, R.F. 2003. In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolated of lactic acid bacteria. *Applied Environmental Microbiology*, 69(2): 945-952.
43. Toyosaki, T. 2007. Effects of hydroperoxide in lipid peroxidation on dough fermentation. *Food Chemistry*, 104: 680-685.
- during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
37. Robert, H. Gabriel, V. Lefebvre, D. Rabier, P. Vayssier, Y. and Faucher, C. 2006. Study of the behavior of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc starters* during a complete wheat sourdough bread making process. *LWT - Food Science and Technology*, 39: 256-265.
38. Rocha, J.M. and Xavier Malcata, F. 2012. Microbiological profile of maize and rye flours, and sourdough used for the manufacture of traditional Portuguese bread. *Food Microbiology*, 31(1): 72-88.
39. Salim, R., Alistair Paterson, A. and Piggott, J.R. 2006. Flavour in sourdough breads: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 17: 557-566.

(Original Research Paper)

Investigating on the Effect of Wheat, Rye and Quinoa Sourdough Fermented in Different Ttime on Quantitative and Qualitative Properties of Tast Bread

Mahsa Moradi¹, Fariba Naghipour^{2*}, Alireza Faraji³

1-MSc Student of Food Sciences and Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj,Iran.

3-assistant Professor, Department of Food Sciences and Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

Received:09/03/2019

Accepted:21/05/2019

Abstract

The amount of bread waste is mainly due to the non-principled and incorrect production. The researchers to improving the technological and sensory characteristics of bread types especially bulk and semi-bulk breads have proposed so different approaches. One of the most important way is application of sourdough in this strategic product. Therefore, the aim of this study was investigation of the possibility of using of wheat, rye and quinoa flour in sourdough preparing during different fermentation periods (4, 8 and 12h) and evaluation of sourdough addition on physicochemical, texture, visual and sensory properties of toast bread in the form of a completely randomized design with factorial arrangement ($P \leq 0.05$). Results showed that the lowest pH and the highest amount of moisture, acidity, organic acids (acetic acid and lactic acid), specific volume, porosity and softness of the texture was observed in the toast bread containing sourdough prepared by fermented rye flour for 12 hours. By evaluation of crumb color values the highest L^* and a^* values in samples containing wheat and quinoa flour, respectively were observed. While, by increasing the fermentation time the L^* and a^* values increased and decreased respectively. Finally, by evaluation of sensory characteristics, two samples prepared by wheat and rye flour that fermented for 12h had the most acceptability. Therefore, it can be said that in order to producing bulk and semi-bulk breads rye flour can be used while improving nutritional value, it also improves the physicochemical, texture and sensory properties of the final product.

Keywords: Sourdough, Wheat, Rye, Quinoa, Fermentation Time.

*Corresponding Author: faribanaghipour@yahoo.com