مقایسه میزان اسید فیتیک، خواص حسی و ریزساختار میکروسکوپی نان‌های صنعتی تهیه شده در شهر کرمانشاه

مصطفی کرمی[۱*]، مریم صفیاری[۲]

۱- استادیار علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، همدان، ایران

۲- کارشناس ارشد مهندسی شیمی-صنایع غذایی، گروه مهندسی شیمی - صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰٤/۲۵)

چکیده

اسید فیتیک یکی از ترکیباتی است که عمدتاً در سبوس غلات حضورداشته و وجود آن در نان می‌تواند از جذب برخی از املاح معدنی جلوگیری نماید. از طرفی تجزیه‌ی آن باعث افزایش دسترس زیستی به املاحی مانند روی می‌گردد. در این تحقیق اثر دو فاکتور نوع نان و مدت‌زمان تخمیر بر روی میزان اسید فیتیک، خواص حسی و خواص بافتی نان‌های صنعتی شهر کرمانشاه موردبررسی قرار گرفت. سه نوع نان مسطح (تافتون)، نیمه حجیم (تُست) و حجیم (باگت) با سه مدت‌زمان تخمیر نهایی ۰، ۲ و ٤ ساعت به روش صنعتی تولید شد. آنالیز تجزیه واریانس نشان داد که هر دو نوع فاکتور نوع نان و مدت‌زمان تخمیر بر روی میزان اسید فیتیک تأثیر معنی‌دار داشت، به‌طوری‌که مقایسه میانگین نشان داد که نان تافتون با ٤ ساعت تخمیر و نان باگت بدون تخمیر به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان اسید فیتیک بودند. در بررسی خواص حسی، نتایج نشان دادند که نوع نان بر روی خواص حسی تأثیری نداشته اما مدت‌زمان تخمیر ۲ ساعت سبب به دست آمدن خواص حسی مطلوبی شد. ماتریس همبستگی صفات موردمطالعه نشان داد که میزان اسید فیتیک در نان با رنگ همبستگی منفی و معنی‌داری دارد، درحالی‌که سایر صفات که همگی خواص حسی بودند همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر داشتند. در بررسی بافت نان با میکروسکوپ الکترونی روبشی نتایج نشان داد که نان تُست با دو ساعت تخمیر که دارای امتیاز خواص حسی بالاتری بوده و همچنین نان تافتون با چهار ساعت تخمیر که دارای کمترین میزان اسید فیتیک بوده، ریزساختار مناسبی ازلحاظ تعداد و یکنواختی خلل و فرج داشتند، اگرچه نان تافتون بافت بهتری را نشان داد.

کلید واژگان: اسید فیتیک، تخمیر، خصوصیات حسی، نان

*مسئول مکاتبات: mkarami@basu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

۱- مقدمه

مدت‌هاست که فیتات به‌عنوان یک جزء دانه غلات شناخته‌شده که عملکرد آن به‌طور کامل درک نشده است. فیتات فرم ذخیره‌ای فسفر در ذرت بوده و طی فرایند رسیدن دانه در ابتدای گرده-افشانی ساخته می‌شود و طی سه هفته بعد از کود دهی به‌طور سریعی مقدار آن افزایش یافته تا طی هفته هفتم به بیشینه مقدار خود رسیده و سپس در این سطح ثابت باقی می‌ماند. اسید فیتیک یا میواینوزیتول هگزا کیس فسفات[1] به‌طور طبیعی در بیشتر دانه-های غلات وجود داشته و ۹۰-۶۰ درصد از کل محتوی فسفر دانه را تشکیل می‌دهد و شکل ذخیره‌ای برای فسفر به شمار می‌رود. با توجه به ساختار شیمیایی اسید فیتیک، دوازده پروتون قابل‌جایگزینی با دانسیته بالا از گروه‌های فسفات با بار منفی (متغیر با pH) در ساختار منحصربه‌فرد این ترکیب وجود داشته و فرمول مولکولی آن $C_6H_{18}O_{24}P_6$ و وزن مولکولی آن ۶۶۰/۰۸ گرم بر مول است [۱].

میزان اسید فیتیک گونه‌های تجاری غلات مورداستفاده در اسپانیا بررسی‌شده و میزان آن را ۴-۳ mg/100g برای گندم نرم، ۹ mg/100g برای گندم سخت و ۲۲ mg/100g برای گندم کامل تعیین نمودند. همچنین عنوان کردند که سبوس گندم دارای ۵۸-۲۵ mg/g اسید فیتیک بود که این میزان برای سبوس جو به دو برابر افزایش می‌یابد [۲]. در پژوهشی دیگر مقدار اسید فیتیک در انواع مختلف نان و خمیر مصرف‌شده در شهر یزد به‌صورت ۱۰۰ نمونه شامل ۵۰ نمونه نان و ۵۰ نمونه خمیر بررسی گردید. نتایج نشان داد که در ۱۵ نمونه خمیر (۳۰٪) و ۹ نمونه نان (۱۸٪) غلظت اسید فیتیک بیشتر از حد قابل‌قبول بود (۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم). اگرچه یک رابطه معکوس بین زمان تخمیر و غلظت اسید فیتیک به‌ویژه در نان تافتون و جو وجود داشت [۳]. میزان اسید فیتیک و نسبت مولی آن به روی در انواع نان‌های لواش دستی، لواش گردان، ماشینی، سنگک، بربری روغنی، باگت، اسکو و آرد مصرفی در شهر تبریز مقایسه شدند. در نان‌های موردبررسی نان باگت کمترین و نان لواش گردان بیشترین مقدار نسبت مولی اسید فیتیک به روی را داشت [٤]. تأثیر مکمل یاری با آنزیم فیتاز بر وضعیت روی، آهن و کلسیم بر موش صحرایی تغذیه‌شده با رژیم غذایی دارای نان ایرانی پر فیتات (سنگک) موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اضافه کردن آنزیم فیتاز به رژیم دارای نان پرفیتات ایرانی می‌تواند وضعیت روی خون را در موش‌های صحرایی بهبود بخشد [۵]. در تحقیقی دیگر نشان داده شد که با افزایش مدت‌زمان تخمیر، اضافه کردن خمیرترش و مدت‌زمان تخمیر ۷۵ دقیقه می‌توان مقدار اسید فیتیک نان حجیم را کاهش داد (٦). از طرفی دیگر، میزان نان‌های سنتی آزمون شده شامل بربری، لواش، تافتون و بربری سنتی دارای میزان اسید فیتیک بالایی بوده و ثابت شد که شرایط تخمیر و پخت نان تأثیری در کاهش میزان اسید فیتیک نداشت و میزان زیست‌فراهمی روی وضعیتی نابسامان داشت (۷) درحالی‌که بیگ محمدی و همکاران (۲۰۱۷) ثابت کردند که نوع تخمیر با خمیرترش و زمان تخمیر می‌تواند در کاهش میزان اسید فیتیک نان لواش سنتی مؤثر بوده و به کمک عکس‌های میکروسکوپ الکترونی از بافت نان نتیجه گرفتند که زمان دو ساعت تخمیر در نان با درجه استخراج ۸۵/۵ درصد خواص حسی مطلوب‌تری داشت (۸). ازاین‌رو، با توجه به در تحقیق حاضر سه نوع نان صنعتی حجیم، نیمه حجیم و مسطح که به شیوه صنعتی تولیدشده و پرمصرف‌تر از بقیه نان‌ها هستند را انتخاب نموده و در سه سطح زمانی ۰، ۲ و ٤ ساعت خمیر آن‌ها را با روش‌هایی که در صنعت نان مرسوم است تخمیر نموده و سپس میزان اسید فیتیک آن‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. سپس خواص بافتی و حسی نان‌ها مورد ارزیابی قرارگرفته و از میان آن‌ها راه‌هایی که بتوان ضمن کاهش میزان اسید فیتیک، به ارزش تغذیه‌ای و خواص فرآوری نان لطمه‌ای وارد نسازد و ازلحاظ اقتصادی و کاربردی نیز قابل توجیه باشد، توصیه گردید.

1 . Myo-inositol hexakisphosphate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- پخت نان

فرمولاسیون نان شامل آرد، آب، نمک، بهبوددهنده، شکر، مارگارین و مخمر بوده که توسط شرکت سرمایه‌گذاری توسعه عمران و صنایع زاگرس کرمانشاه با استفاده از فنّاوری کونیگ آلمان پخت شد. در این تحقیق ابتدا با آرد ۵۰۵ (شرکت آرد بیگلری، کرمانشاه) با درجه استخراج ۸۱ درصد (میزان ۱٤ درصد رطوبت، ۸/۵ درصد پروتئین و ۰/٦ درصد خاکستر)، نمونه‌های نان پخته‌شده و سپس در بسته‌های پلی‌اتیلنی با دانسیته پایین و باضخامت ۰/۱ میلی‌متر بسته‌بندی شدند. جزئیات فرمولاسیون جزء محدودیت‌های تحقیق بوده که به‌عنوان فرمولاسیون این شرکت مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۲-۲- اندازه‌گیری اسید فیتیک

برای اندازه‌گیری اسید فیتیک بر اساس روش گارسیا و همکاران (۱۹۹۹) [۲] ابتدا نمونه‌های نان را خشک کرده و در آسیاب خرد کرده تا از الک ۰/٦ میلی‌متر رد شود. سپس ۵ گرم نمونه آسیاب-شده را با ٤۰ میلی‌لیتر محلول استخراجی (۱۰ گرم سولفات سدیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک با غلظت ۰/٤ مول در لیتر) حل کرده و سه ساعت در دمای اتاق قرار داده تا استخراج صورت گیرد. محلول را ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ کرده، محلول رویی برداشته‌شده و پالایه گردید. ۱۰ میلی‌لیتر از محلول رویی با ۱۰ میلی‌لیتر از هرکدام از محلول‌های اسیدسولفوسالیسیلیک ۲۰g/۱۰۰g، کلریدآهن III با غلظت ۰/۰۲ مول بر لیتر و اسیدکلریدریک ۰/٤ مول بر لیتر را در ارلن مایر ریخته، درب ظرف را بسته و به‌آرامی تکان داده و به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده و سپس سرد نموده و مجدداً در سانتریفوژ ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند. محلول رویی جدا شده و فاز جامد چندبار با کمی آب مقطر شسته شده و داخل محلول رویی ریخته شده و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. ۲۰ میلی‌لیتر از محلول فوق را برداشته با گلیسین در pH۲±۰/۵ تنظیم نموده و به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول در ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و زمانی که گرم بود با EDTA با غلظت ۵۰ میلی مول بر لیتر تیتر گردید و در پایان نسبت اتمی ٤/٦ برای آهن به فسفر به‌منظور محاسبه اسید فیتیک بکار رفت.

۲-۳- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی نمونه‌های نان از ۷ ارزیاب آموزش‌دیده استفاده شد. ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی شامل رنگ، بو، طعم و مزه و پذیرش کلی بود. ازآنجایی‌که ارزیابی داوران به‌صورت کیفی بود لذا با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای ارزیابی کیفی به کمی تبدیل شد، سپس برای ارزیابی آماری و خارج کردن از حالت کیفی هر یک از امتیازها، معادل عددی در نظر گرفته شد که به ترتیب ۵، ٤، ۳، ۲،۱ بود. برای این منظور برگه‌های آزمون حسی در اختیار داوران قرار گرفت و داوران در مورد نمونه‌های نان با نظرات بسیار خوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد در مورد ویژگی حسی قضاوت نمودند.

۲-٤- ارزیابی بافت

برای بررسی ریزساختارهای بافت از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM, SERON, AIS2300C) استفاده شد. جهت آماده‌سازی، نمونه‌ها به ابعاد ۳ × ۳ میلی‌متر و ضخامت ۸ میلی‌متر بریده شده و توسط چسب مخصوص روی پین‌های آلومینیومی چسبانده شدند. موادی که جزء دسته فلزات نیستند باید به‌وسیله یک‌لایه نازک رسانا (طلا) پوشانده شوند. این کار به کمک ابزاری به نام پوشش‌دهنده[1] انجام شد. برای سه‌بعدی سازی تصاویر از برنامه Image J استفاده شد که یک برنامه سه‌بعدی ساز و آنالیز کننده برای تصاویر SEM است. بعد از نصب و اجرای برنامه و نصب پلاگین‌های برنامه، برای هر تصویر ابتدا Pores و Porosity را اندازه‌گیری کرده و سپس باهم مقایسه شدند. پس از به دست آوردن بهترین نمونه که بیشترین Proes و

1. Sputter Coater

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

Porosity را داشتند، عکس‌های سه‌بعدی آن‌ها در رنگ‌ها و زوایای مختلف بررسی گردید [۹].

۲-۵- آنالیز آماری

هر یک از فاکتورهای موردمطالعه در سه سطح به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل با چهار تکرار (۹ تیمار آزمایشی در ٤ تکرار) موردبررسی قرارگرفته و داده‌های آزمایشی به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی (RCB) مورد آنالیز قرار گرفت. استفاده از بلوک‌بندی در این آزمایش به‌منظور تقسیم‌کار در هنگام اندازه‌گیری متغیرهای مربوطه بود. برای آنالیز داده‌های آزمایشی از نرم‌افزارهای MSTAT-C و SPSS استفاده شد. تجزیه‌های آماری مورداستفاده در این تحقیق شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین با روش دانکن و بررسی همبستگی متغیرها بود. نمونه‌های مورداستفاده در این تحقیق، نمونه‌های واقعی است که در کارخانه تولیدشده و مورد آزمون قرارگرفته‌اند.

۳- نتایج و بحث

بر اساس جدول ۱ کمترین میزان اسید فیتیک مربوط به نان تافتون طی ٤ ساعت تخمیر بوده که ۰/۱۹±٦/۳۸ mg/100g به دست آمد. در این جدول نشان داده شده است که افزایش مدت‌زمان تخمیر تأثیر معنی‌داری بر اسید فیتیک دارد و با افزایش زمان تخمیر، اسید فیتیک باقیمانده کاهش می‌یابد که با نتایج بیگ محمدی و همکاران (۱۳۹٦) کاملاً تطابق دارد (۸). در تحقیقات پیشین، میزان اسید فیتیک نان‌های مسطح بربری و لواش در شهر یزد به ترتیب mg/100g ۷ و ۹/۸ به‌دست‌آمده بود [۳]. بعلاوه اسید فیتیک موجود در نان باگت mg/100g ۷/۳ توسط این محققین گزارش شد. از طرفی بر اساس پژوهش‌های این محققین مقدار مجاز اسید فیتیک در نان مطابق استانداردهای ملی ایران mg/100g ۱۰ است [۱۰]. بر این اساس هر سه نوع نان با زمان تخمیر ٤ ساعت توانسته بودند میزان اسید فیتیک را به زیر mg/100g ۱۰ برسانند. طبق این نتایج، مشخص می‌گردد که زمان تخمیر عامل مهمی در کاهش اسید فیتیک است. این نتیجه نیز توسط Mosadegh و همکاران (۲۰۱٤) نیز گرفته شد [۳]. تخمیر عامل مهمی در کاهش میزان اسید فیتیک موجود در نان‌های سبوس‌دار و افزایش جذب روی است. این مسئله به‌ویژه برای افرادی که رژیم غذایی ثابت آن‌ها را این نوع نان‌ها تشکیل می‌دهد، بسیار اهمیت دارد [۱۱]. میزان اسید فیتیک در نان‌های لواش و سنگک در شهر مشهد به ترتیب mg/100g ۵۱٦/۵۳ و ٤۰۰/۱۲ گزارش‌شده بود که در مقایسه با اعداد بالا، مقدار بسیار زیادی است [۱۲]. بیگ محمدی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که مدت‌زمان تخمیر ٤ ساعت و با استفاده از خمیرمایه باعث بیشترین کاهش میزان اسید فیتیک در نان لواش سنتی می‌شود اما افزایش مدت‌زمان پخت، باعث کاهش خلل و فرج و از دست رفتن یکنواختی بافت می‌شود، همچنین در آن تحقیق، مقدار متوسط اسید فیتیک، بسته به نوع و زمان تخمیر، از ۷ تا ۱۵/۲٦ mg/100g بود که در محدوده‌ی اسید فیتیک نمونه‌های آزمون شده در این تحقیق است (۸). حجتی و همکاران مقدار اسید فیتیک را در نان لواش به میزان ٦۱ mg/100g گزارش کردند که بنا بر اظهار این محققین، این اعداد بسیار بالا بوده و مدت‌زمان کوتاه تخمیر در نان موردبررسی، نمی‌تواند در کاهش میزان اسید فیتیک مؤثر باشد (۷).

نان باگت بکار رفته در این پژوهش نیز مانند نان‌های دیگر، با افزایش مدت‌زمان تخمیر، کاهش در میزان اسید فیتیک را نشان داد. به‌طوری‌که طی مدت‌زمان ٤ ساعت میزان اسید فیتیک از ۱۲/۹۷mg/100g به mg/100g ۹/۰۷۵ کاهش یافت. Pourghasem و همکاران (۲۰۰۵) میزان اسید فیتیک در نان‌های باگت شهر تبریز را mg/100g ۱۸/٤ گزارش نمودند [٤].

نان نیمه حجیم مورداستفاده در این تحقیق نیز طی زمان تخمیر از ۰ تا ٤ ساعت کاهشی از mg/100g ۱۳/۰٦ تا mg/100g ۷/٦۱ نشان داد. به‌طورکلی نتایج اندازه‌گیری اسید فیتیک نشان داد که هم نوع نان و هم مدت‌زمان تخمیر نقش مهمی در کاهش اسید فیتیک داشتند، به‌ویژه مدت‌زمان تخمیر که در این نان باعث کاهش بیشتر اسید فیتیک گردیده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

Table 1 Phytic acid content of different bread types (mg/100g) at different fermentation times (h)

Treatment	Bread type	Fermentation time (h)	Phytic acid contemt (mg/100g)*
1	Largebread (Baguette)	0	12.94±0.65[a]
2	Largebread (Baguette)	2	10.13±0.31[b]
3	Largebread (Baguette)	4	7.73±0.30[c]
4	Semi largebread(Toast)	0	12.98±0.53[a]
5	Semi largebread(Toast)	2	11.59±0.38[b]
6	Semi largebread(Toast)	4	9.08±0.31[c]
7	Flat bread (Taftoon)	0	12.53±0.47[a]
8	Flat bread (Taftoon)	2	10.13±0.29[b]
9	Flat bread (Taftoon)	4	06.38±0.19[c]

* Acid phytic content is the mean of 4 replications.

Table 2 Analysis of variance for the effect of bread type and fermentation time on the phytic acid content and sensorial attributes

		Sum of squares				
The source	**DF**	**Phytic acid (mg/100 g)**	**Color**	**Odor**	**Flavor**	**Acceptance**
Bread type	2	7.23**	0.7^{ns}	0.58^{ns}	0.19^{ns}	1.6^{ns}
Fermentation time (h)	2	78.12**	8.36**	8.6**	18.9**	23.09**
Bread type * Fermentation time	4	1.58**	1.36**	1.17^{ns}	0.28^{ns}	3.8**
Error	27	0.17	0.26	0.48	0.29	0.53

** Significantly different at (P<0.01) * Significantly different at (P<0.05) ns: no significant difference.

۳-۱- آنالیز واریانس صفات موردبررسی

جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) میانگین مربعات صفات موردمطالعه را نشان می‌دهد. در بررسی مقدار اسید فیتیک نتایج نشان داد که نوع نان و مدت‌زمان تخمیر بر روی این صفات تأثیر معنی‌دار دارد. از سوی دیگر میزان اسید فیتیک طی زمان‌های مختلف تخمیر به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر متفاوت است. با توجه به اثر متقابل معنی‌دار این دو فاکتور برای صفت اسید فیتیک نتیجه‌گیری می‌شود که تأثیر این فاکتورها مستقل از هم نبوده و تأثیر سطوح هر فاکتور وابسته به سطوح فاکتور دیگر است، لذا تعیین بهترین زمان تخمیر بایستی با توجه به نوع نان تولیدی صورت گیرد. درحالی‌که برای خواص حسی وضعیت متفاوت بود. رنگ نان‌هایی که تحت تأثیر فاکتورهای فرایند قرارگرفته‌اند نشان داد که نوع نان بر روی رنگ نان تأثیر معنی‌داری ندارد درحالی‌که زمان تخمیر و تأثیر متقابل زمان تخمیر با نوع نان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. در مورد بو و طعم نتایج مشابهی دیده شد، به‌طوری‌که در هر دو مورد نوع نان و تأثیر متقابل نوع نان با زمان بر روی بو و طعم تأثیر معنی‌داری نداشت، اما تأثیر زمان تخمیر بر بو و طعم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در مورد پذیرش کلی، خواص حسی دارای رفتاری متفاوت بودند به‌نحوی‌که که نوع نان بر پذیرش کلی نان تأثیر معنی‌داری نداشت درحالی‌که اثر زمان تخمیر و تأثیر متقابل نوع نان و زمان تخمیر بر پذیرش کلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

۳-۲- مقایسه میانگین صفات اسید فیتیک و خواص حسی تحت تأثیر فاکتورهای نوع تخمیر و مدت‌زمان تخمیر

مقایسه میانگین صفات موردمطالعه در جدول ۳ مورد ارائه شده است. برای هر صفت هر دو فاکتور نوع نان و مدت‌زمان تخمیر موردبررسی قرار گرفت که مقدار هرکدام موردبررسی قرار می‌گیرد. همچنین ماتریس همبستگی اسید فیتیک و خواص حسی تحت تأثیر فاکتور های تخمیر و مدت‌زمان تخمیر نیز در جدول ٤ نشان داده شده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

Table 3 Means of analyzed variables as the effect of bread type and fermentation time on Phytic acid content and sensorial attributes.

Bread type	Fermentation time (h)	Phytic acid content (g/100g)	Color	Odor	Flavor	Acceptance
Baguette	0	12.94±0.65	3.25±0.5	4.00±0.8	3.25±0.9	3.25±1.5
	2	10.13±0.31	4.00±0.0	4.00±0.0	5.00±0.0	5.00±0.0
	4	7.73±0.36	4.00±0.0	2.00±0.6	2.00±0.0	2.00±0.0
Toast	0	12.98±0.53	2.25±0.5	2.75±0.9	3.50±0.6	1.00±0.0
	2	11.59±0.38	5.00±0.5	4.00±0.0	5.00±0.0	5.00±0.0
	4	9.08±0.31	4.00±0.5	2.50±0.6	2.50±0.6	2.50±0.6
Taftoon	0	12.53±0.47	2.75±0.9	2.75±0.9	3.50±0.6	3.75±0.9
	2	10.13±0.63	4.25±0.5	4.75±0.5	4.50±0.6	4.50±0.6
	4	6.38±0.19	3.00±0.8	2.75±0.9	2.50±0.6	2.25±0.6

Table 4 Correlation matrix of Phytic acid content and sensorial attributes depending on fermentation time and type.

	Phytic acid	Color	Odor	Flavor	Acceptance
Phytic acid	1				
Color	-0.23	1			
Odor	0.21	0.41*	1		
Flavor	0.43**	0.25	0.62**	1	
Acceptance	0.17	0.52**	0.54**	0.74**	1

* Significant correlation at 5% (P<0.05) ** Significant correlation at 1% (P<0.01)

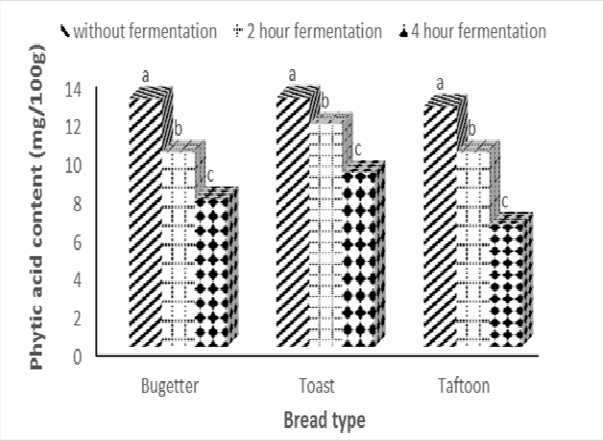

Fig 1 The effect of bread type and fermentation time (h) on the Phytic acid content (mg/100g)

۳-۲-۱- اسید فیتیک

برای صفت اسید فیتیک نوع نان و مدت‌زمان تخمیر تأثیر معنی‌داری در میزان اسید فیتیک داشته به‌طوری‌که کمترین میزان اسید فیتیک مربوط به نان تافتون با چهار ساعت تخمیر (٦/٣٨ mg/100g) و بیشترین میزان اسید فیتیک مربوط به نان تُست بدون تخمیر (١٢/٩٨ mg/100g) است. به نظر می‌رسد که نان باگت بدون تخمیر نیز چندان تفاوتی با تُست پخت شده بدون تخمیر نداشته باشد (١٢/٩٤ mg/100g). بعلاوه با افزایش زمان تخمیر میزان اسید فیتیک نان‌های پخت شده کاهش می‌یابد. این نشان می‌دهد که تخمیر سبب تجزیه اسید فیتیک می‌شود، چون طی تخمیر آنزیم فیتاز توسط مخمر نانوایی تولیدشده و سبب کاهش اسید فیتیک می‌شود (شکل ١).

۳-۲-۲- رنگ

ازنظر صفت کیفی رنگ جزء ویژگی‌های ارگانولپتیکی است و نتایج جدول ٢ نشان داد که نان‌های مختلف ازنظر این ویژگی کیفی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند، اما معنی‌دار بودن اثر فاکتور زمان تخمیر برای این صفت نشان‌دهنده آن است که عامل زمان تخمیر یک عامل تأثیرگذار بر این ویژگی کیفی است. لذا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

برای دستیابی به رنگ مطلوب پس از پخت می‌بایست به زمان تخمیر توجه کرد. اثر متقابل معنی‌دار زمان تخمیر و نوع نان نیز نشان می‌دهد که الزاماً زمان تخمیر برای انواع نان قابل توصیه نیست، بلکه هر نوع نان زمان تخمیر مناسب خودش را داشته و لذا با توجه به عدم استقلال این دو فاکتور از یکدیگر تعیین بهترین زمان تخمیر وابسته به نوع نان مورد پخت است. امتیاز رنگ برای نان تُست با دو ساعت تخمیر ٤/۲۵ امتیاز از ۵ به‌عنوان بهترین رنگ و کمترین امتیاز مربوط به نان تُست بدون زمان تخمیر با ۲/۲۵ امتیاز بود. با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده ازنظرسنجی ارزیابان می‌توان نتیجه گرفت که برای هر نوع نان دو ساعت زمان تخمیر سبب به دست آمدن رنگ بهتری نسبت به چهار ساعت تخمیر و یا بدون تخمیر است (شکل ۲).

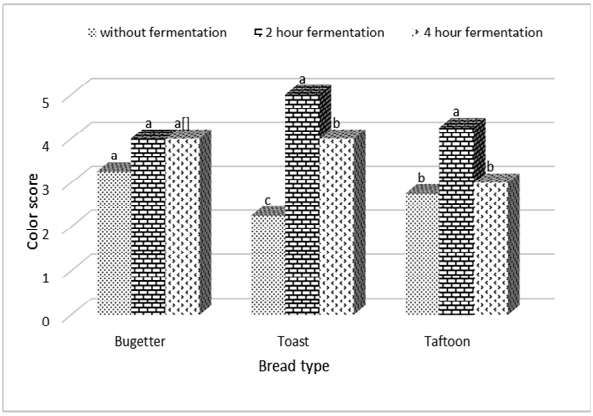

Fig 2 The effect of bread type and fermentation time (h) on the color score.

۳-۲-۳- بو

بو نیز یکی از خواص ارگانولپتیکی نان است که در پذیرش نان نقش مهمی دارد. در بررسی بوی نان به‌عنوان یک شاخص حسی نوع نان و زمان تخمیر بسیار مؤثر بوده به‌طوری‌که نان تافتون با دو ساعت تخمیر دارای بیشترین امتیاز (٤/۷۵) و سپس نان باگت و تُست دارای کمترین امتیاز (۲/۵) بودند. برای بوی نان نتایجی مشابه رنگ به دست آمد به‌طوری‌که بهترین بو با زمان تخمیر دو ساعت و کمترین آن با زمان تخمیر چهار ساعت و یا بدون زمان تخمیر بود (شکل ۳).

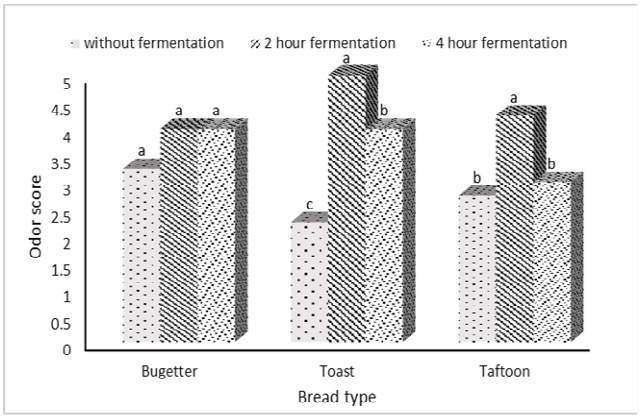

Fig 3 The effect of bread type and fermentation time (h) on the odor score

۳-۲-٤- طعم

برای طعم ارزیابی‌شده نان نیز روند مشابه با بو و رنگ در بررسی نوع نان دیده شده به‌طوری‌که نوع نان و مدت‌زمان تخمیر تأثیر زیادی بر روی مزه نان بجا گذاشت. بهترین مزه مربوط به نان باگت با دو ساعت تخمیر با امتیاز ۵ و کمترین امتیاز نان که ۲ امتیاز است مربوط به نان باگت با چهار ساعت زمان تخمیر بود. جالب اینکه نان‌های بدون زمان تخمیر مزه بهتری نسبت به نان‌های با چهار ساعت زمان تخمیر داشتند (شکل ٤). به نظر می‌رسد که هرچقدر زمان تخمیر طولانی می‌شود، ترکیبات طعمی حاصل از فرآیند تخمیر توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه شده و شدت ترکیبات طعمی کاهش می‌یابد. به‌نحوی‌که پس از دو ساعت تخمیر، در مقایسه با نان‌های بدون تخمیر، ویژگی عطروطعم به دلیل آزاد شدن ترکیبات طعمی طی تخمیر بهبود یافته است ولی پس از چهار ساعت این ویژگی کاهش یافته است.

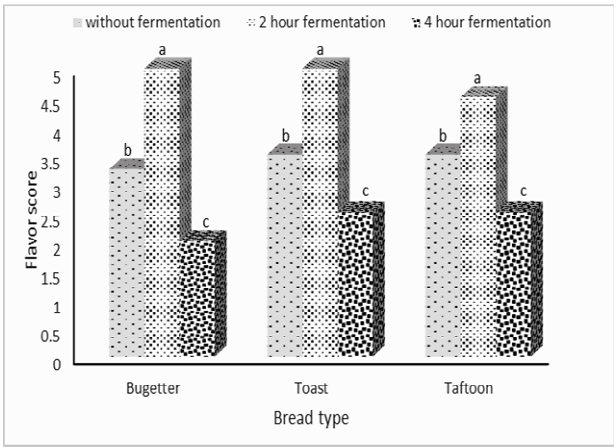

Fig 4 The effect of bread type and fermentation time (h) on the flavor score

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

۳-۲-۵- پذیرش کلی

پذیرش کلی نشان‌دهنده پذیرش مجموع خواص حسی نان است. نتایج نشان داد که نوع نان و مدت‌زمان تخمیر هر دو تأثیر مؤثری بر روی پذیرش کلی خواص حسی داشتند. ازلحاظ پذیرش کلی بیشترین امتیاز (۵) مربوط به نان باگت با دو ساعت تخمیر و کمترین امتیاز (۱) مربوط به نان تُست بدون زمان تخمیر بود. بعلاوه نان تافتون پخت شده بدون زمان تخمیر پذیرش کلی بیشتری نسبت به نان پخت شده در زمان چهار ساعت تخمیر داشت (شکل ۵).

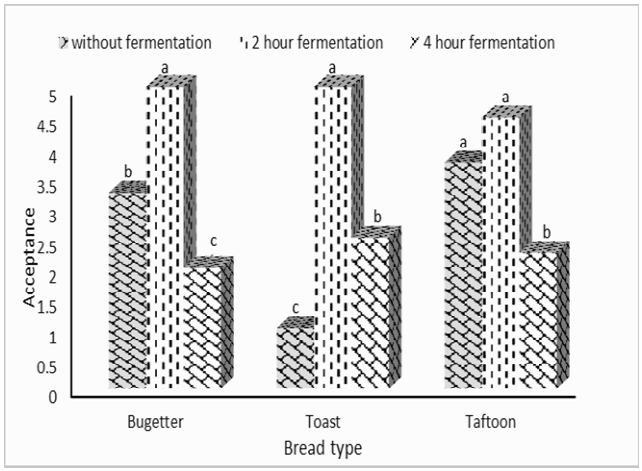

Fig 5 The effect of bread type and fermentation time (h) on the acceptance.

کیفیت تغذیه‌ای خمیر و ویژگی‌های حسی نان بربری ازنظر تأثیر میزان مصرف مخمر و زمان تخمیر در مرحله تخمیر اولیه نان و دو روش پخت سنتی و کنترل‌شده در سطح نانوایی را در شهرستان گرگان موردبررسی قرار گرفت. زمان تخمیر، میزان مخمر و روش پخت تأثیر معنی‌داری بر میزان اسید فیتیک نان داشت. همچنین روش کنترل‌شده پخت نان با توجه به میزان اسید فیتیک ازنظر حفظ کیفیت تغذیه‌ای بهتر از روش پخت سنتی بود. ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی خمیر نان توسط ارزیاب‌ها نشان داد که زمان تخمیر و میزان مخمر بر قابلیت جویدن، بافت، مزه، شکل و سطح‌رویی نان تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین روش پخت کنترل‌شده نسبت به سنتی پیشنهاد شد؛ بنابراین استانداردسازی با ۲/۵ ساعت تخمیر اولیه و ۰/۲۵٪ مخمر جهت کاهش اسید فیتیک با توجه به ارزش تغذیه‌ای نیز پیشنهاد شد. بعلاوه زمان تخمیر اولیه به مدت ۳۰ دقیقه و تخمیر نهایی به مدت ۴۵ دقیقه را برای کمترین میزان سفتی مغز نان، بیشترین میزان تخلخل و حجم مخصوص پیشنهاد کردند. همچنین تیمار با زمان تخمیر میانی ۱۰ دقیقه ویژگی‌های کیفی بیشتری نشان داد [۱۳]. Naghipour و همکاران (۲۰۱۱) نیز زمان تخمیر اولیه به مدت ۳۰ دقیقه و تخمیر نهایی به مدت ۴۵ دقیقه را برای کمترین میزان سفتی مغز نان، بیشترین میزان تخلخل و حجم مخصوص پیشنهاد کردند و با توجه با تأثیر معنی‌داری که اسید فیتیک بر روی رنگ نان داشت و سبب تیرگی نان می‌شود، پیشنهاد کردند که در صورت استفاده از نان‌های پرفیتات، می‌توان با افزودن صمغ‌هایی مانند قدومه‌شهری و صمغ گزانتان رنگ پوسته نان را بهبود داد. صمغ قدومه‌شهری با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب و حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب حین فرایند پخت و کاهش تغییرات پوسته نان سبب بهبود رنگ پوسته نان شده درحالی‌که صمغ گزانتان سبب کاهش واکنش‌های قهوه‌ای شدن در پوسته نان می‌شود [۱۴]. همچنین این محققان اثرات زمان تخمیر اولیه در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه، تخمیر میانی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه و تخمیر نهایی در سطوح ۲۵، ۳۵ و ۴۵ دقیقه را بر میزان فشردگی، تخلخل و حجم مخصوص نان‌های ترکیبی نیمه حجیم موردبررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که کمترین میزان سفتی و بیشترین میزان تخلخل و حجم مخصوص مربوط به نان با تخمیر اولیه ۳۰ دقیقه، تخمیر میانی ۱۰ دقیقه و تخمیر نهایی ۴۵ دقیقه بود.

۳-۳- ماتریس همبستگی صفات موردمطالعه

جدول ۴ ماتریس همبستگی صفات بررسی‌شده در تحقیق را نشان می‌دهد. بر این اساس پاسخ‌ها یا صفات دوبه‌دو مقایسه شده تا مشخص شود که آیا همبستگی دارند یا خیر و اینکه در صورت دارا بودن همبستگی آیا همبستگی در سطح احتمال یک درصد است یا پنج درصد. اسید فیتیک در نان با رنگ نان دارای همبستگی منفی است. بدین معنی که هرچه میزان اسید فیتیک افزایش یابد، رنگ نان تغییر می‌کند (۰/۲۳-). این نتیجه‌گیری منطقی است به دلیل اینکه اسید فیتیک موجود در نان که در اثر وجود سبوس در نان است سبب تیرگی رنگ نان می‌شود. همبستگی اسید فیتیک با بوی نان مستقیم و غیر معنی‌دار است (۰/۲۱). ازآنجاکه اسید فیتیک بر بوی نان تأثیری ندارد می‌توان گفت این نتیجه‌گیری نیز منطقی به نظر می‌آید. درحالی‌که همبستگی بین میزان اسید فیتیک و طعم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (۰/۴۳**)، می‌توان گفت هرچه میزان اسید فیتیک در نان افزایش یابد میزان پذیرش طعم نان نیز بهتر می‌شود. پذیرش کلی خواص حسی نان مشابه بوی نان دارای همبستگی مستقیم و غیر معنی‌دار با اسید فیتیک است. در بررسی رنگ نان-های تولیدشده تحت فاکتورهای فرایند نتایج نشان داد رنگ با بو

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی، با طعم دارای همبستگی مستقیم غیر معنی‌دار و با پذیرش کلی دارای همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است. در بررسی بوی نان-های تولیدشده نتایج نشان داد که صفت بو با طعم نان و پذیرش کلی خواص حسی همبستگی مستقیم و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت. با بررسی طعم نان که تحت تأثیر فاکتور شکل و مدت‌زمان تخمیر قرار گرفته بود نتایج نشان داد که همبستگی طعم با پذیرش کلی خواص حسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است.

۳-٤- نتایج ارزیابی بافت توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

تحقیقاتی که در مورد ریزساختار نان انجام می‌شود، اطلاعات باارزشی در مورد شناخت و کنترل خواص نان ارائه می‌دهد. بهترین نان‌های تولیدشده ازلحاظ کمترین میزان اسید فیتیک شامل نان تافتون با چهار ساعت تخمیر و نان نیمه حجیم یا حجیم با دو ساعت تخمیر که بیشترین امتیاز خواص حسی ازلحاظ پذیرش کلی دارا بودند، انتخاب گردیدند به همین دلیل میکروگراف ریزساختار از این دو نوع نان تهیه شد. معیار پذیرش تصاویر عکس‌برداری شده دارا بودن خلل فرج بیشتر و یکنواخت‌تر است. همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد عکس ساختار میکروسکوپی نان تافتون با زمان تخمیر چهار ساعت توسط دستگاه SEM بر اساس معیارهای pores و porosity انتخاب گردید. سپس اشکال سه‌بعدی این تصاویر در نرم‌افزار ImageJ ایجاد گردید که در شکل‌های ٦ و ۷ نمایش داده شده است. بعلاوه اگر بخواهیم بین این دو نوع نان نیمه حجیم و نان تافتون از لحاظ ریزساختاری مقایسه‌ای به عمل آوریم نتایج تصویر نشان می‌دهد که نان تافتون که ٤ ساعت تخمیر را گذرانده دارای بافت یکنواخت‌تر و متخلخل‌تری از نان نیمه حجیم با دو ساعت تخمیر است. زمان تخمیر ٤ ساعت سبب استحکام بیشتر دیواره حباب-های هوای موجود در نان شده است. حضور لایه مذکور می‌تواند به استحکام ساختار حاصل از ترکیبات نشاسته و پروتئین کمک کند و به‌نوعی با درگیر نمودن آن‌ها از طریق حفظ کیفیت ساختار نان را بهبود دهد. با تبدیل اشکال دوبعدی به سه‌بعدی واضح‌تر دیده می‌شود که قله‌های مربوطه تخلخل موجود در بافت نان هستند. هرچه تعداد قله‌ها بیشتر و ارتفاع آن‌ها کمتر باشد، بافت نان متخلخل‌تر و یکنواخت‌تر است. این امر مجدداً در نان تافتون که زمان ٤ ساعت را طی تخمیر گذرانده تا اسید فیتیک آن کاهش یابد، مشهودتر است.

تأثیر هیدراسیون آرد بر روی تشکیل شبکه گلوتنی خمیر نان موردبررسی قرار گرفت. پس از مشاهده ریزساختارهای خمیرهیدراته با استفاده از میکروسکوپ اپی فلورسانس مشخص شد با افزایش زمان هیدراسیون از ۱/۵ به ۲٤ ساعت در دمای یخچال و ذوب ذرات یخ موجود در نمونه‌ها و تکمیل عمل هیدراسیون میزان گسترش شبکه گلوتنی افزایش یافت [۱۵]. کیفیت و بیاتی نان‌های پخته‌شده با سیستم‌های جابجایی، مایکروویو و ترکیبی جابجایی-مایکروویو در حضور مخلوط صمغ گوآر-آلژینات بررسی شد. نتایج SEM نشان داد گرانول‌های نشاسته نان پخته‌شده به روش جابجایی تغییر شکل بیشتری نسبت به مایکروویو داشتند [۱٦]. بعلاوه، ساختار مغز نان با استفاده از پردازش تصویر موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که افزودن صمغ‌های قدومه‌شهری و گزانتان از طریق کاهش اندازه سلول‌ها و افزایش تخلخل باعث بهبود ریزساختار نان می-شود [۱۷].

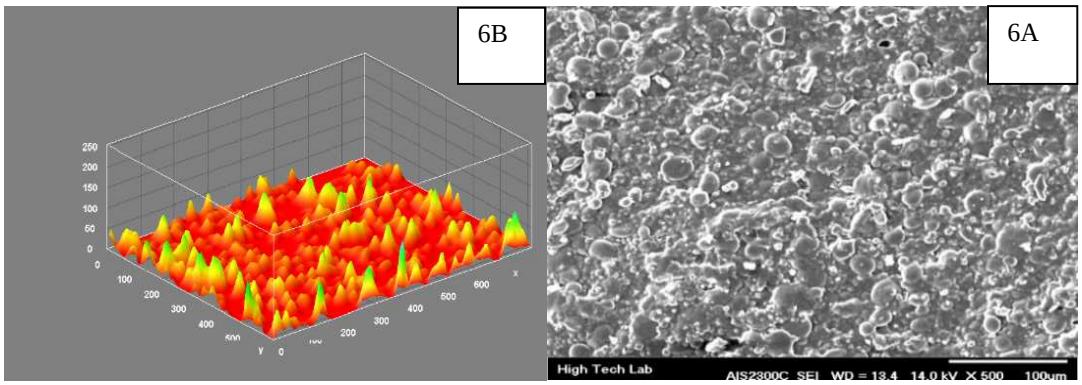

Fig 6 Microscopical structure of Taftoon bread with 4 h fermentation (SEM images with magnification of 500x). 6A 2D image and 6B 3D image.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

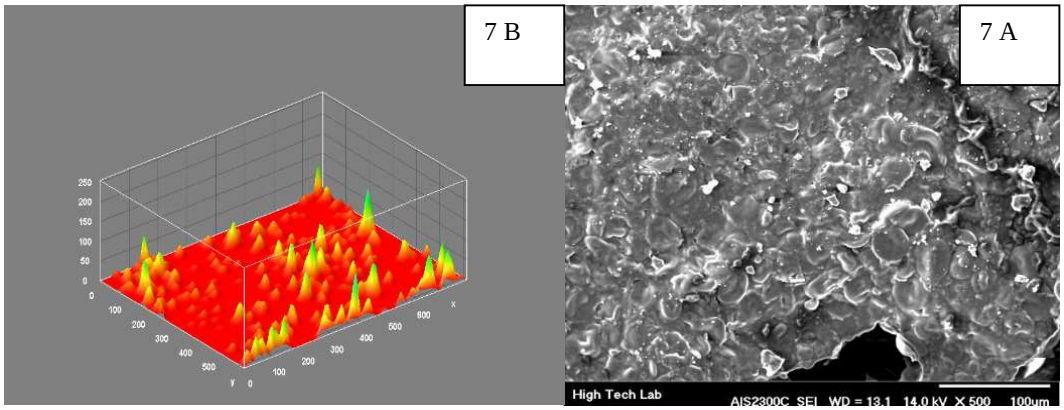

Fig 7 Microscopical structure of Taftoon bread with 2 h fermentation (SEM images with magnification of 500x). 7A 2D image and 7B 3D image.

٤- نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت اسید فیتیک باقی‌مانده به نوع نان و مدت‌زمان تخمیر بستگی داشته و اثر مدت‌زمان تخمیر بیش از نوع نان تولیدی بوده است. به‌طوری‌که بیشتری میزان اسید فیتیک متعلق به نان‌های تافتون، تُست و باگت بدون تخمیر بوده که پس از گذشت چهار ساعت تخمیر، مقدار اسید فیتیک در نان تافتون به کمترین حد ممکن می‌رسد. در نان‌های دیگر نیز این رفتار ادامه یافته و پس از گذشت چهار ساعت از تخمیر، میزان اسید فیتیک به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد. در مورد خواص حسی نان‌ها، تأثیر مدت‌زمان تخمیر بیشتر از نوع نان است. اثر متقابل معنی‌دار زمان تخمیر و نوع نان نیز نشان می‌دهد که الزاماً زمان تخمیر برای انواع نان قابل توصیه نیست، بلکه هر نوع نان زمان تخمیر مناسب خودش را داشته و لذا با توجه به عدم استقلال این دو فاکتور از یکدیگر، تعیین بهترین زمان تخمیر وابسته به نوع نان مورد پخت است. نان تافتون دارای اسید فیتیک کمتری با زمان عمل‌آوری ٤ ساعت است که به نظر می‌رسد تخمیر و مدت‌زمان آن عامل بسیار مهمی در کاهش اسید فیتیک نان است. این نتیجه نیز توسط محققین دیگر به دست آمده است [۳]. درحالی‌که ازلحاظ خواص حسی به‌طورکلی با در نظر گرفتن معیار پذیرش کلی می‌توان گفت که نان باگت و تافتون ازلحاظ شکل نان و نان تُست با دو ساعت مدت‌زمان تخمیر مقبولیت بیشتری داشت. نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی نیز مطلب فوق را تائید کرده و نشان داده که در نان تافتون که ٤ ساعت تخمیر را به‌منظور کاهش اسید فیتیک گذرانده، خلل و فرج بیشتر و یکنواخت‌تری وجود دارد.

٥- منابع

[1] Wu, P., Tian, J. C., Walker, C. E., Wang, F. C. 2009. Determination of phytic acid in cereals-a brief review. International Journal of Food Science and Technology 44: 1671-76.

[2] Garcia-Estepa, R. M., Guerra-Hernandez, E., Garcia-Villanova, B. 1999. Phytic acid content in milled cereal products and breads. Food Research International 32: 217-221.

[3] Mosadegh Mehrjardi, M. H., Dehghani, A., Jahed Khaniki, G. R., Shah Hosseini, F., Hajmohammmadi, B., Nazari, N. 2014. Determination of phytic acid content in different types of bread and dough consumed in Yazd, Iran. Journal of Food Quality and Hazards control1: 29-31.

[4] Pourghasem-Gargary, B., Mahboob, S., Razaviyeh, S. 2005. Phytic acid to zinc molar ratio on bread consumption in Tabriz. Urmia Medical Journal 16 (3):136-142.

[5] Shokravi, S., Mohammadi-Shirazi, M., Abadi, A., Seyedin-Ardabili, M., Komili-Fonod, R., Kimyagar, M. 2011. The effect of phytase supplementation on the status of zinc, iron and calcium in rats fed a diet with Iranian bread Prfytat (Sangak). Journal of Endocrinology and Metabolism 16(3):514-523.

[6] Haghparast, H., Sahari, M. A., Azizi, M. H., Pirayeshfar, B. 2007. The effect of ripening agents and fermentation time on the Phytic acid content of Baguette bread. Journal of food science and technology, 4 (1), 27-33.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

[7] Hojjati, M., Jahangiri, A, R., Najafi, M. A. 2014. Evolution of Phytic acid and zinc content in breads produced in Ahwaz. Journal of food science and technology, 47 (12), 9-19.
[8] Beigmohammadai, N., Karami, M., Beigmohammadi, F., Etminan, A. 2017. Comparison of phytic acid content of traditional Lavash bread prepared from bakery's yeast and sour dough and investigation of texture during fermentation. Journal of food science and technology, 64 (14), 180-190.
[9] Karami, M., Ehsani, M., Mousavi, R., Rezaei, K., Safari, M. 2009. Microstructural properties of fat during the accelerated ripening of ultrafilterated –Feta cheese. Food Chemistry 113: 424-434.
[10] Wheat- wheat bran for human consumpsion characteristics and test methods. INSO: 17028, 1st. Edition. 2013. Institute of Standards and Industrial Raesearch of IRAN
[11] Barbro, N., Brittmarie, S., Ake, C. 1985. Reduction of phytate content of bran by leavening in bread and its effect on zinc absorption in man. British Journal of Nutrition 53(1): 47-53.
[12] Shaykhaleslami, Z., Jamaliyan, J. 2003. The amount of phytic acid in flour, dough and bread and Lavash. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 7(2):185-191.
[13] Mirshahidi, M., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, Ghorbani, M. 2010.The impact of yeast and fermentation time on the amount of phytic acid and organoleptic properties of the bread in the city of Gorgan. Electronic Journal of processing and food storage. 2(1): 15-26.
[14] Naghipour, F., Sahraeiyan, B., Karimi, M., Hadad-Khodaparast, M.H. 2011. Improve the quality and shelf life of bread combined with an assessment of the fermentation time. 20th National Congress of Food Science and Technology.
[15] Peighambardoost, S.H., Dokouhi, M., Dadpour.2010, Epi-fluorescence light microscopy in studying dough microstructure. 2011. Journal of Food Science and Technology. 8(30): 73-83.
[16] Yazdani, B., Milani, H., Hosseini, A. 2014. Guar gum mixed impact on quality and staling of bread baked in the oven -Lzhynat switch-microwave combination. Journal of Food Science and new technologies. 40:37-47.
[17] Bagheri, H., Sayedabadi, M.M., Kashaninejad, M. 2013. Use image processing to detect changes in color and texture in bread. 20th National Congress of Food Science and Technology.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]

Comparison of phytic acid content, sensorial attributes and microstructure of industrial breads prepared in Kermanshah city

Karami, M. [1*], Safiyari, M. [2]

1. Assistant Professor of food science and technology, Faculty of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University of Hamedan, Hamedan, Iran
2. M.Sc. of chemistry engineering- food science and technology, Islamic Azad University of Kermanshah, Kermanshah, Iran

(Received: 2016/11/01 Accepted: 2017/07/16)

The effect of two factors, the type of bread and fermentation time was investigated on phytic acid content, organoleptic properties and texture of industrial breads in Kermanshah City by randomized complete block design (RCBD). Flatbread (Taftoon), semilargebread (Toast) and largebread (Baguette) were produced during 0, 2, and 4 hours fermentation. ANOVA analysis showed that either the shape of bread and fermentation of time had the significant effect on phytic acid content and organoleptic properties. Mean comparison showed that Taftoon bread with 2 hours fermentation and Baguette bread without fermentation had the most and the least phytic acid, respectively. The result of organoleptic properties showed the shape of bread had no any significant effect on these characteristics, but fermentation time during 2 hours caused to acceptable properties. Correlation of response showed that phytic acid content had negative correlation with the color of bread, while significant correlation between other organoleptic characteristics was seen ($p<0.01$). The result of SEM image analysis showed that Taftoon bread with 4 hours fermentation and semilargebread (or largebread) with 2 hours fermentation had the most pores and porosity and the best bread texture.

Keywords: Bread, Fermentation, Phytic acid, Sensory properties

* Corresponding Author E-mail Address: mkarami@basu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-15]