مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد اول، شماره دوم، تابستان ۸۸
۱۷-۳۲
www.ejfpp.info

تأثیر تکنولوژی هاردل بر کیفیت و ماندگاری نان بربری

***امیر پورفرزاد[۱]، مهدی کریمی[۲]، مهدی قیافه‌داوودی[۲]، عبدالله همتیان‌سورکی[۱] و سیدحسین رضوی‌زادگان‌جهرمی[۱]**

[۱]دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۲]استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۲۰

چکیده

بربری یکی از انواع متداول نان‌های مسطح در ایران می‌باشد که مانند دیگر نان‌های مسطح ماندگاری پایینی دارد. تکنولوژی هاردل به‌عنوان یک روش جدید برای تولید غذاهای ایمن، پایدار، مغذی، خوش‌طعم و اقتصادی توسعه‌یافته است و در واقع استفاده هوشمندانه از عوامل نگهداری مختلف برای حصول نگهداری متعادل اما قابل اعتماد تلقی می‌شود. در این پژوهش ابتدا تأثیر هاردل‌های پلی‌ال (پروپیلن گلیکول در دو سطح ۱ و ۵ درصد)، امولسیفایر (سدیم استئاروئیل لاکتیلات در دو سطح ۰/۳ و ۰/۷ درصد)، هیدروکلوئید (گوار در دو سطح ۰/۳ و ۰/۷ درصد) و بسته‌بندی (سه جنس مختلف شامل یک نوع بسته یک لایه و دو نوع بسته دو لایه) بر کیفیت و ماندگاری نان بربری، به‌طور مجزا در سطوح مختلف بررسی گردید و سپس تأثیر بهترین سطوح یا ترکیبی از آن‌ها بر خصوصیات یادشده ارزیابی شد. با افزایش سطح این هاردل‌ها به تنهایی خصوصیات کیفی مورد ارزیابی شامل حجم مخصوص، فعالیت آبی، نرمی بافت، رطوبت، خصوصیات حسی و ماندگاری نان بربری به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. استفاده از این هاردل‌ها به‌طور ترکیبی که شامل پروپیلن گلیکول در سطح ۵ درصد، سدیم استئاروئیل لاکتیلات در سطح ۰/۷ درصد، گوار در سطح ۰/۷ درصد و بسته سه لایه شماره ۲ بودند، کیفیت و ماندگاری نان بربری را در مقایسه با کاربرد مجزای آن‌ها به‌طور معنی‌داری بهتر نمود.

واژه‌های کلیدی: نان بربری، کیفیت، ماندگاری، تکنولوژی هاردل

* مسئول مکاتبه: amir.pourfarzad@gmail.com

مقدمه

نان‌های مسطح یکی از شکل‌های اصلی مصرف گندم در بسیاری از کشورهای خاورمیانه و شمال افریقا هستند (جوینده، ۲۰۰۹). نان مسطح بیش‌ترین آمار مصرف را در بین نان‌های دیگر در ایران به خود اختصاص داده است زیرا بافت و طعم خوبی داشته و نسبت به نان‌های دیگر کمی ارزان‌تر است. نان‌های مسطح تازه، نرم، انعطاف‌پذیر و الاستیک بوده ولی زمانی که در دمای محیط نگهداری می‌شوند در عرض چند ساعت پدیده بیاتی در آن‌ها شروع شده و بافتی سفت و خشن در آن‌ها ظاهر می‌شود. بربری یکی از انواع متداول نان‌های مسطح در ایران می‌باشد که مانند دیگر نان‌های مسطح، ماندگاری پایینی دارد. دو عامل اصلی این ماندگاری محدود، بیاتی و فساد میکروبی می‌باشد. در مورد نان بربری همانند نان‌های سایر کشورها، اغلب بسته‌بندی و شرایط مساعد نگهداری وجود ندارد و با وجود بررسی‌های فراوان در این زمینه، بیاتی هم‌چنان عامل اصلی ضایعات صنعت نان محسوب می‌گردد.

تکنولوژی هاردل که به نام‌های فرآیندهای ترکیبی، روش‌های ترکیبی، نگهداری ترکیبی، تکنیک‌های ترکیبی و یا تکنولوژی مانع هم شناخته شده است، به‌عنوان یک روش جدید برای تولید غذاهای ایمن، پایدار، مغذی، خوش‌طعم و اقتصادی توسعه‌یافته است (گریسپارتویک، ۱۹۹٤؛ لیستنر و گوریس، ۱۹۹۵). در واقع این تکنولوژی، استفاده هوشمندانه از عوامل و تکنیک‌های نگهداری مختلف برای حصول نگهداری متعادل اما قابل اعتماد تلقی می‌شود. مطالعات اخیر دامنه وسیع کاربرد این تکنولوژی در محصولات نانوایی را نشان می‌دهند(گریسپارتویک، ۱۹۹٤؛ لامبارد و همکاران، ۲۰۰۰).

بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که هاردل‌های پلی‌ال، امولسیفایر، هیدروکلوئید و بسته‌بندی تأثیر زیادی بر بهبود کیفیت و ماندگاری نان داشته‌اند. پلی‌ال‌ها مانند پروپیلن گلیکول برای افزایش ماندگاری و انعطاف‌پذیری به محصولات نانوایی از قبیل نان و تورتیلا اضافه می‌شوند (هالبرگ و چیناچوتی، ۱۹۹۲؛ ساهندرو و همکاران، ۱۹۹۵).

امولسیفایرها مواد فعال سطحی هستند که به‌علت‌های مختلف در تولید نان مورد استفاده قرار می‌گیرند که هم خصوصیات مواد هیدروفیل و هم مواد لیپوفیل را دارند. این ساختار آن‌ها کشش سطحی بین دو فاز مخلوط ناشدنی را کاهش داده و بنابراین دو فاز قادر خواهند بود تا امولسیون تشکیل بدهند. تأثیر امولسیفایرها به‌علت ساختار آن‌هاست که امکان ایجاد کمپلکس با پروتئین و نشاسته را فراهم می‌کند. به هر حال امولسیفایرها ساختارهای شیمیایی مختلفی دارند و بنابراین مکانیسم عمل و اثرات مختلفی بر خمیر و نان خواهند داشت (کراگ، ۱۹۸۱؛ فلک، ۱۹۸۷؛ دیزاک، ۱۹۸۸؛ کراگ، ۱۹۹۰).

یکی از امولسیفایرهایی که در صنعت نان به‌کار می‌رود سدیم استئاروئیل لاکتیلات است که هم تقویت‌کننده خمیر هست و هم خاصیت نرم‌کنندگی در نان دارد (آرتز، ۱۹۹۰). هیدروکلوئیدها متعلق به پلی‌ساکاریدهای محلول در آب هستند که دارای خواص کاربردی زیادی در صنعت غذا از جمله تغییر ژلاتینه شدن نشاسته (روجاس و همکاران، ۱۹۹۹) و افزایش کیفیت محصول هستند. در صنعت نانوایی، آن‌ها به‌وسیله بهبود ماندگاری و بافت از طریق حفظ رطوبت بیشتر و تاخیر بیاتی عمل می‌کنند (گودک، ۲۰۰۷؛ آنتون و همکاران، ۲۰۰۹). بسته‌بندی به‌دلیل نقش مهمی که در حفاظت محصول، رساندن محصول نهایی صحیح و سالم به‌دست مصرف‌کننده و... دارد، در جلوگیری از اسراف مواد غذایی دارای اثری تعیین‌کننده است. مهم‌ترین اثر بسته‌بندی افزایش مدت ماندگاری محصول است و افزایش زمان نگهداری محصول یعنی افزایش شانس رقابت در بازار و بهره‌گیری از فرصت بیشتر برای رساندن کالا به‌دست مشتری. بسته‌بندی در حذف قسمت‌های دور ریز محصول در محل فرآیند و در نتیجه کاهش ضایعات بعدی محصول و نیز امکان تبدیل بخش‌های حذف شده در محل عملیات به فرآورده‌های سودمندتر نقش به‌سزایی را ایفا می‌کند. کنترل عبور و مرور اکسیژن و بخار آب از بسته از مهم‌ترین عواملی هستند که از طریق آن می‌توان بیاتی نان را کنترل نمود. یکی از راه‌های کنترل این عبور و مرور انتخاب مناسب جنس بسته با توجه به محصول می‌باشد (صداقت، ۱۹۹۶).

با توجه به کارایی هاردل‌های ذکر شده و کمبود اطلاعات در این زمینه در مورد نان‌های ایرانی، این پژوهش به این منظور انجام گرفته است تا تأثیر تکنولوژی هاردل بر کیفیت و ماندگاری نان بربری به‌عنوان یکی از نان‌های ایرانی بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

موانع مورد ارزیابی در این پژوهش عبارت بودند از: ۱- پلی‌ال پروپیلن گلیکول از شرکت محصولات شیمیایی جی‌تی[1] تهیه گردید و در غلظت‌های ۰ درصد، ۱ درصد و ۵ درصد براساس وزن آرد مورد استفاده قرار گرفت. ۲- امولسیفایر سدیم استئاروئیل لاکتیلات از شرکت بلدم (تهران، ایران) تهیه گردید و در سطوح ۰ درصد، ۰/۳ درصد و ۰/۷ درصد براساس وزن آرد مورد استفاده قرار گرفت. ۳- هیدروکلوئید گوار از شرکت رودیا (تهران، ایران) تهیه گردید و در سطوح ۰ درصد، ۰/۳ درصد و ۰/۷ درصد براساس وزن آرد مورد استفاده قرار گرفت. در این زمینه پیش‌تیمارهایی به‌منظور

1- J.T. Baker Chemical Co., Phillipsburg, NJ

بررسی اولیه صحت انتخاب انجام شد. در مورد پلی‌ال مقادیر کم‌تر از ۱ درصد تأثیر معنی‌داری نداشت و در سطوح بالاتر از ۵ درصد هم خمیر چسبناک و نامطلوبی حاصل گردید. در مورد امولسیفایر و هیدروکلوئید نیز به همین صورت در مقادیر کمتر از ۰/۳ درصد تأثیر معنی‌داری در پیش‌تیمار حاصل نگردید و در سطوح بالاتر از ۰/۷ درصد نیز کیفیت نان افزایش معنی‌داری نداشت. بنابراین همین سطح ۰/۷ درصد انتخاب گردید تا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد. ٤- انواع بسته‌بندی شامل یک نوع بسته یک‌لایه و دو نوع بسته سه‌لایه بودند که از شرکت تحول کالای نوین (تهران، ایران) تهیه گردید. جنس بسته یک‌لایه، پلی‌پروپیلن اصلاح‌شده با ضخامت ۳۳ میکرومتر بود که نفوذپذیری آن به اکسیژن ۱۸٦/۱۹ میلی‌لیتر بر مترمربع در ۲٤ ساعت و نفوذپذیری آن به بخار آب ٤/۰۲ گرم بر مترمربع در ۲٤ ساعت می‌باشد. جنس بسته سه‌لایه ۱ به‌ترتیب لایه‌ها، پلی‌اتیلن تری‌فتالات- پلی‌اتیلن تری‌فتالات- پلی‌اتیلن با دانسیته پایین با ضخامت‌های ۱۲-۱۲-٦۵ میکرومتر بود که نفوذپذیری آن به اکسیژن ۰ میلی‌لیتر بر مترمربع در ۲٤ ساعت و نفوذپذیری آن به بخار آب ۲/۳۰ گرم بر مترمربع در ۲٤ ساعت می‌باشد. جنس بسته سه‌لایه ۲ به‌ترتیب لایه‌ها، پلی‌اتیلن تری‌فتالات- آلومینیوم- پلی‌اتیلن با دانسیته پایین با ضخامت‌های ۱۲-۷-٦۵ میکرومتر بود که نفوذپذیری آن به اکسیژن ۰/٤ میلی‌لیتر بر مترمربع در ۲٤ ساعت و نفوذپذیری آن به بخار آب ۰/٤۸۸ گرم بر مترمربع در ۲٤ ساعت می‌باشد.

آرد گندم مورد استفاده که دارای ۱۰/۵۲ درصد رطوبت، ۱۲/۸ درصد پروتئین، ۱/۷٦ درصد لیپید، ۰/۷۹ درصد خاکستر، ۲۲/۷ درصد گلوتن مرطوب و عدد فالینگ ٤۰۷ ثانیه بود از کارخانه آسه آرد (خراسان، ایران) خریداری گردید. مخمر خشک فعال از کارخانه فریمان (خراسان، ایران) تهیه گردید. سایر مواد از شرکت‌های معتبر خریداری گردیدند.

نان شاهد مورد بررسی در این پژوهش نان بربری بود که مراحل تولید آن به این صورت می‌باشد: مخلوط نان با ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۱ درصد مخمر خشک، ۲ درصد نمک، ۱ درصد شکر، ۱ درصد شورتنینگ و آب (مقدار لازم برای رسیدن به ٤۰۰ واحد برابندر) تهیه گردید (ملکی و همکاران، ۱۹۸۱). پس از مخلوط کردن اجزا به‌مدت ۱۵ دقیقه و با دور ثابت، تخمیر اولیه (٦۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۵ درصد) و در ادامه چانه کردن (خمیر به چانه‌های با وزن ۲۰۰ گرم تقسیم‌بندی شد)، شکل‌دهی و پانچ کردن انجام شد. در مرحله بعد چانه‌های حاصل تخمیر ثانویه را به‌مدت ۲۰ دقیقه و در دمای ٤۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۵ درصد سپری کردند و آخرین مرحله، پخت (۱۳ دقیقه در ۲٦۰ درجه سانتی‌گراد) بود. پس از پخت، نمونه‌های نان

در دمای محیط و زیر اتاق تمیز[1]، سرد و بسته‌بندی گردیدند تا از آلودگی ثانویه جلوگیری شود و آزمایش‌های بعدی روی آن‌ها انجام گردد.

چگونگی بررسی تأثیر موانع: در این پژوهش ابتدا تأثیر سطوح مختلف هاردل‌ها بر خصوصیات کیفی و ماندگاری نان بربری ارزیابی گردیده و در ادامه با استفاده از نتایج به‌دست آمده در قسمت قبل، ترکیب موانع در فرمولاسیون مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفت.

آنالیزها و ارزیابی‌ها

ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد: رطوبت، خاکستر، چربی، گلوتن مرطوب، پروتئین و عدد فالینگ طبق روش‌های ذکر شده در AACC (۲۰۰۰) مورد بررسی قرار گرفت.

ارزیابی تکنولوژیکی نان: پارامترهای تکنولوژیکی مورد ارزیابی شامل وزن، حجم (روش جایگزینی کلزا) و حجم مخصوص برش مرکزی نان بودند (بارسناس و رزل، ۲۰۰۶). برای ارزیابی این خصوصیات از مرکز نان قطعات ۱۰×۱۰ سانتی‌متری بریده شد. تعیین رطوبت نان با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج[2] و تعیین فعالیت آبی با استفاده از دستگاه سنجش واتراکتیویته[3] انجام گردید. آزمون بافت‌سنجی با استفاده از دستگاه بافت‌سنج[4] ارزیابی گردید تا نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب سیلندری شکل با ابعاد ۲/۵ سانتی‌متر قطر و ۱/۸ سانتی‌متر ارتفاع با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه به داخل قطعه مربعی شکل ۱۰ سانتی‌متر در ۱۰ سانتی‌متری بریده شده از مرکز نان به‌عنوان سختی نان محاسبه گردد. نقطه شروع[5] و نقطه هدف[6] به‌ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود (AACC، ۲۰۰۰).

ارزیابی حسی: خصوصیات حسی نان از نظر فرم و شکل ظاهری (وجود پارگی و حفره)، وضع سطح فوقانی و زیرین (سوختگی، چین و چروک و رنگ)، سفتی و نرمی بافت (خمیری بودن، سفت بودن، تردی غیرعادی و شکنندگی)، قابلیت جویدن، عطر و طعم، مزه و پذیرش کلی توسط ۱۰ پانلیست

۱- مدل czv 2318، شرکت صنعتی بعثت، قم، ایران

2- Moisture Analyser MX-50 Model (A&D Co., Limited, Tokyo, Japan)
3- Water Activity Meter (Novasina ms1-aw, Axair Ltd., Switzerland)
4- QTS Texture Analyzer (CNS Farnell, Hertfordshire, UK)
5- Trigger Point
6- Target Value

آموزش‌دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. طی آزمون از پانلیست‌ها خواسته شد تا در بررسی خصوصیات نمونه‌ها، به بهترین تیمار امتیاز ۵ و به بدترین تیمار امتیاز ۱ بدهند (عزیزی و همکاران، ۲۰۰۳).

آنالیز آماری: برای انجام آنالیز داده‌ها و بررسی اطلاعات به‌دست آمده از آزمون‌های مختلف از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. به‌منظور تعیین اختلاف بین میانگین اعداد (سه تکرار برای هر آزمایش)، پس از آنالیز واریانس از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<۰/۰۵$) استفاده شد. در تمام مراحل، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MstatC ver 1.41 صورت گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر موانع به‌صورت مجزا: نتایج به‌دست آمده از بررسی تأثیر سطوح مختلف پلی‌ال، امولسیفایر، هیدروکلوئید و انواع جنس‌های بسته‌بندی برروی خصوصیات کیفی و ماندگاری نان بربری در جدول‌های ۱ تا ٤ ذکر گردیده است.

فعالیت آبی با افزودن پروپیلن گلیکول در سطح ۵ درصد، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این امر به‌خاطر کاهش فشار بخار توسط پروپیلن گلیکول می‌باشد. پروپیلن گلیکول در گروه‌های قطبی خود باندهای هیدروژنی تشکیل می‌دهد و آب قابل انجماد موجود در سیستم را غیرقابل دسترس نموده و به این ترتیب فعالیت آبی محصول کاهش می‌یابد (هالبرگ و چیناچوتی، ۱۹۹۲؛ ساهندرو و همکاران، ۱۹۹۵). از دیگر مزایای استفاده از پلی‌الها کاهش آب لازم برای ایجاد خمیر با خصوصیات مناسب و در نتیجه کاهش رطوبت محصول نهایی محصول می‌باشد (ساهندرو و همکاران، ۱۹۹۵). همان‌طورکه در جدول ۱ مشخص است رطوبت نان بربری با افزودن پروپیلن گلیکول در سطح ۵ درصد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بافت نان بربری نیز با افزودن ۵ درصد پروپیلن گلیکول در روز صفر و پس از ۷ روز به‌طور معنی‌داری نرم‌تر و حجم مخصوص آن کمتر از شاهد بود. همان‌طورکه ملان (۱۹٦۲) بیان کرد، ویسکوزیته پایین پروپیلن گلیکول ویسکوزیته خمیر تورتیلا را کاهش داد. در اینجا نیز احتمالاً به همین علت، حجم مخصوص و نرمی نان بربری کاهش یافته است. از لحاظ حسی نیز تنها در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری میان پذیرش کلی تیمارها توسط پانلیست‌ها مشاهده گردید.

جدول ۱- تأثیر پروپیلن گلیکول بر برخی خصوصیات کیفی نان بربری.

سطح مورد استفاده (درصد وزن آرد)	سفتی در روز اول (نیوتن)	سفتی پس از ۷ روز (نیوتن)	فعالیت آبی	رطوبت (درصد وزن مرطوب)	حجم مخصوص (سانتی‌متر مکعب بر گرم)	پذیرش کلی
۰	۲/۳۲^{a}	۳/۵۱^{a}	۰/۹۱٤^{a}	۳٤/۰٤^{a}	۲/۸۳^{a}	۳/۳۳^{b}
۱	۲/٤۰^{a}	۳/۳۸^{a}	۰/۹۱۰^{a}	۳۳/۲۰^{a}	۲/۵۹^{a}	۳/۳۲^{b}
۵	۲/۰۵^{b}	۲/۹٦^{b}	۰/۸۷۱^{b}	۳۰/۸۱^{b}	۱/٦۰^{b}	۳/۵^{a}
خطای استاندارد	(۰/۲)	(۰/۲)	(۰/۰۰۵)	(۱)	(۰/۵)	(۰/۰۱)

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) دارند.

تأثیر امولسیفایر سدیم استئاروئیل لاکتیلات بر خصوصیات کیفی نان بربری در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزودن این امولسیفایر، بر فعالیت آبی، رطوبت و حجم مخصوص نان تأثیر معنی‌داری نداشت. افزودن سطح ۰/۷ درصد از این امولسیفایر به نان بربری باعث شد تا بافت آن در روز صفر و پس از ۷ روز به‌طور معنی‌داری نرم‌تر گردد. از لحاظ حسی نیز فقط در سطح ۰/۷ درصد، تفاوت معنی‌داری میان پذیرش کلی تیمارها توسط پانلیست‌ها مشاهده گردید.

گومز (۲۰۰٤) تأثیر این امولسیفایر را در تاخیر بیاتی گزارش نمود. اما تأثیر آن بر حجم در این پژوهش برخلاف نتایج محققانی مانند گومز (۲۰۰٤) بود که افزایش حجم مخصوص را گزارش نمودند. این امر احتمالاً به‌علت نیمه حجیم بودن شکل نان بربری است زیرا افزایش حجم مخصوص در اثر این امولسیفایر در مقایسه با نان‌های حجیم چشم‌گیر نمی‌باشد. در پژوهش دیگری گزارش شد که مواد فعال سطحی از جمله سدیم استئاروئیل لاکتیلات به سطح گرانول نشاسته جذب شده و باعث جلوگیری از جذب رطوبت توسط نشاسته از گلوتن در طی دوره نگهداری نان می‌شوند. البته آب از مغز نان به پوسته منتقل شد. سفتی نان تازه تحت‌تأثیر مواد فعال سطحی قرار نگرفت ولی سرعت سفتی در طی دوره نگهداری نان آهسته شد (پیسسوک‌پونترنگ و دی. ال. آپولونیا، ۱۹۸۳).

نتایج به‌دست آمده از آنالیز آماری تأثیر افزودن هیدروکلوئید گوار بر خصوصیات کیفی نان بربری (جدول ۳) نشان می‌دهد که حجم مخصوص این نان تغییر معنی‌داری نکرد. افزودن ۰/۷ درصد گوار، رطوبت را به‌طور معنی‌داری افزایش، فعالیت آبی را کاهش و سفتی بافت نان در روز اول و پس از ۷ روز را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. گودک (۲۰۰۷) و آنتون و همکاران (۲۰۰۹) به‌ترتیب نتایج مشابهی در مورد چاپاتی و تورتیلا گزارش نمودند. هیدورکلوئیدها با ماکرومولکول‌های نشاسته و

پروتئین برای دستیابی به آب رقابت می‌کنند. آن‌ها فعالیت آبی را کاهش داده و بنابراین توزیع آب و بنابراین رتروگراداسیون نشاسته را به تعویق می‌اندازند و در نتیجه بیاتی مغز نان را کاهش می‌دهند (کالپ و پونته، ۱۹۸۱). از لحاظ حسی نیز تنها افزودن ۰/۷ درصد گوار باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در پذیرش کلی تیمارها گردید.

جدول ۲- تأثیر سدیم استئاروئیل لاکتیلات بر برخی خصوصیات کیفی نان بربری.

سطح مورد استفاده (درصد وزن آرد)	سفتی در روز اول (نیوتن)	سفتی پس از ۷ روز (نیوتن)	فعالیت آبی	رطوبت (درصد وزن مرطوب)	حجم مخصوص (سانتی‌مترمکعب بر گرم)	پذیرش کلی
۰	۲/۳۲^{a}	۳/۵۱^{a}	۰/۹۱٤^{a}	۳٤/۰٤^{a}	۲/۸۳^{a}	۳/۳۳^{b}
۰/۳	۲/۲۹^{ab}	۳/٤۲^{a}	۰/۹۲۰^{a}	۳٤/۸۲^{a}	۳/۰٦^{a}	۳/۳۲^{b}
۰/۷	۲/۰٦^{b}	۳/۲۷^{b}	۰/۹۲٦^{a}	۳۵^{a}	۳/۷۸^{a}	۳/٦٤^{a}
خطای استاندارد	(۰/۲)	(۰/۲)	(۰/۰۰۵)	(۱)	(۰/۵)	(۰/۰۱)

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) دارند.

جدول ۳- تأثیر گوار بر برخی خصوصیات کیفی نان بربری.

سطح مورد استفاده (درصد وزن آرد)	سفتی در روز اول (نیوتن)	سفتی پس از ۷ روز (نیوتن)	فعالیت آبی	رطوبت (درصد وزن مرطوب)	حجم مخصوص (سانتیمتر مکعب بر گرم)	پذیرش کلی
۰	۲/۳۲^{a}	۳/۵۱^{a}	۰/۹۱٤^{a}	۳٤/۰٤^{b}	۲/۸۳^{a}	۳/۳۳^{b}
۰/۳	۲/۱۵^{ab}	۳/٤٦^{a}	۰/۹۰۸^{ab}	۳٦/۷۰^{ab}	۲/۹۱^{a}	۳/۳۳^{b}
۰/۷	۲/۰۳^{b}	۳/۲۳^{b}	۰/۸۹۳^{b}	۳۹/۸۱^{a}	۳/٦۳^{a}	۳/۹۱^{a}
خطای استاندارد	(۰/۲)	(۰/۲)	(۰/۰۰۵)	(۱)	(۰/۵)	(۰/۰۱)

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) دارند.

همان‌طورکه از جدول ٤ مشخص است نان‌های بسته‌بندی شده در بسته سه‌لایه ۲، پس از ۷ روز کم‌ترین میزان سفتی را نسبت به دو بسته دیگر از خود نشان دادند و با توجه به کاهش معنی‌دار سرعت از دست دادن رطوبت نسبت به بسته یک‌لایه، بهترین بسته در این پژوهش محسوب می‌شود.

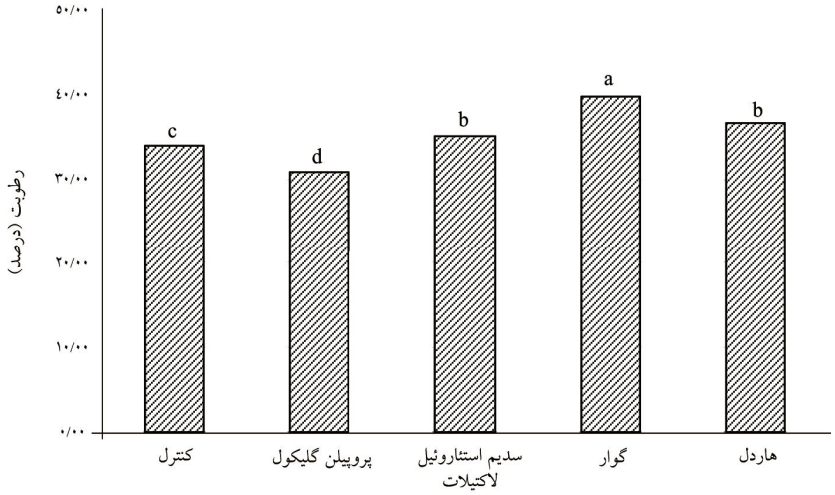
جدول ٤- تأثیر جنس بسته‌بندی بر ماندگاری نان بربری.

جنس بسته‌بندی	افزایش سفتی پس از ۷ روز (نیوتن)	کاهش درصد رطوبت پس از ۷ روز (درصد وزن مرطوب)
یک‌لایه	۳/۵۱[a]	۳/۷٦[b]
سه‌لایه ۱	۳/۲۹[a]	۵/۸۵[a]
سه‌لایه ۲	۲/۹٦[b]	٦/٤۳[a]
خطای استاندارد	(۰/۲)	(۰/۰۵)

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) دارند.

تأثیر ترکیبی موانع: تأثیر ترکیب موانع انتخابی شامل پروپیلن گلیکول در سطح ۵ درصد وزن آرد، سدیم استئاروئیل لاکتیلات در سطح ۰/۷ درصد وزن آرد، گوار در سطح ۰/۷ درصد وزن آرد و بسته سه‌لایه ۲، بر خصوصیات کیفی و ماندگاری نان بربری مورد ارزیابی قرار گرفت. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد فعالیت آبی نان حاصل از کاربرد تکنولوژی هاردل ۰/۸۸۲ بود که در مقایسه با نمونه شاهد و تیمار سدیم استئاروئیل لاکتیلات به‌طور معنی‌داری کمتر است اما اختلاف معنی‌داری با تیمارهای گوار و پروپیلن گلیکول نداشت (شکل ۱). همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است کاربرد تکنولوژی هاردل باعث گردید تا رطوبت نان به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کنترل و پروپیلن گلیکول، مشابه سدیم استئاروئیل لاکتیلات و کمتر از گوار باشد.

شکل ۱- مقایسه تأثیر موانع مختلف بر فعالیت آبی نان بربری.

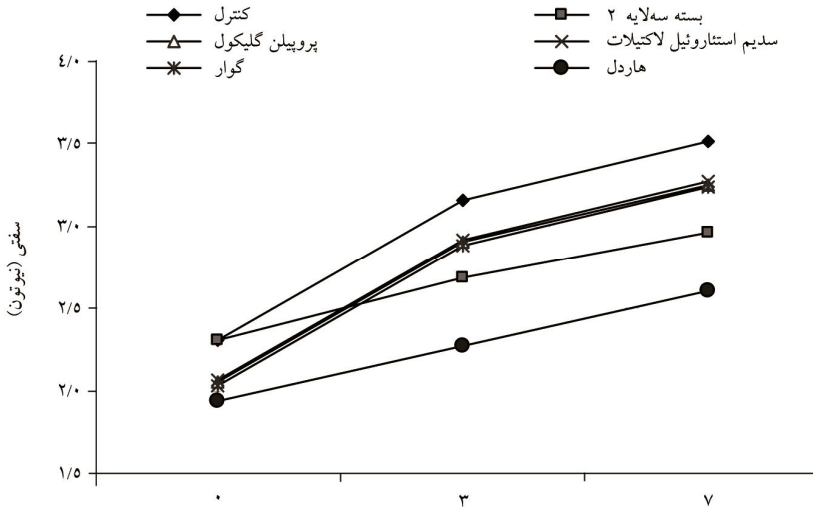


شکل ۲- مقایسه تأثیر موانع مختلف بر رطوبت نان بربری.

حجم مخصوص نان حاصل از کاربرد تکنولوژی هاردل، تنها از نمونه تیمار پروپیلن گلیکول بیش‌تر بود و اختلاف معنی‌داری با بقیه نمونه‌ها نداشت (شکل ۳).

شکل ۳- مقایسه تأثیر موانع مختلف بر حجم مخصوص نان بربری.

بافت نان حاصل از تیمار هاردل در روز اول، از لحاظ نرمی مشابه تیمارهای گوار، سدیم استئاروئیل لاکتیلات و پروپیلن گلیکول و نرم‌تر از نمونه کنترل بود (شکل ٤). ماندگاری نان از طریق بررسی سفتی بافت آن در طول زمان ارزیابی گردید. همان‌طورکه در شکل ٤ مشخص است در روز سوم پس از تولید سفت‌ترین بافت مربوط به نمونه شاهد و نرم‌ترین بافت مربوط به نمونه تیمار هاردل بود. بافت بقیه تیمارها از لحاظ سفتی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما به‌طور معنی‌داری نرم‌تر از نمونه شاهد و سفت‌تر از نمونه هاردل بودند. در روز هفتم پس از تولید نیز نمونه هاردل دارای نرم‌ترین بافت بوده است و پس از آن نمونه‌های بسته‌بندی شده در بسته‌های سه‌لایه ۲، نرم‌ترین بافت را داشتند. بافت نمونه‌های حاوی سدیم استئاروئیل لاکتیلات، پروپیلن گلیکول و گوار با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما نرم‌تر از نمونه کنترل و سفت‌تر از نمونه‌های بسته‌بندی شده در بسته سه‌لایه ۲ و نمونه هاردل بودند.



شکل ٤- مقایسه تأثیر موانع مختلف بر سفتی نان بربری در طول زمان (ماندگاری).

از نظر پانلیست‌ها، تیمار هاردل همانند تیمار سدیم استئاروئیل لاکتیلات بهترین فرم و شکل را داشتند. از لحاظ خصوصیات سطح زیرین تیمار هاردل همانند تیمار گوار پس از سدیم استئاروئیل

لاکتیلات قرار گرفت. در مورد سایر خصوصیات تیمار هاردل بهترین تیمار بوده است و در مجموع از لحاظ حسی بیش‌ترین امتیاز را کسب کرده است (جدول ۵).

جدول ۵- تأثیر موانع مختلف بر خصوصیات حسی نان بربری.

نمونه	فرم و شکل ظاهری	قابلیت جویدن	سفتی بافت	پوکی و تخلخل	خصوصیات سطح زیرین	خصوصیات سطح فوقانی	عطر و طعم	پذیرش کلی
کنترل	۳/۳۸^{b}	۲/۳۳^{e}	۳/۳۳^{e}	۳/۱۲^{d}	۳/۲۳^{d}	۳/۳۳^{e}	۳/۳۳^{d}	۳/۳۳^{e}
پروپیلن گلیکول	۳/۳۳^{c}	۲/۵^{d}	۳/۵^{d}	۳^{e}	۳/۴۱^{c}	۳/۴۶^{d}	۳/۳۳^{d}	۳/۵^{d}
سدیم استئاروئیل لاکتیلات	۳/۵^{a}	۳/۶۲^{b}	۳/۶۲^{c}	۳/۵۲^{b}	۳/۵۶^{a}	۳/۶۶^{b}	۳/۵^{c}	۳/۶۴^{c}
گوار	۳/۳۶^{b}	۳/۵۶^{c}	۳/۶۷^{b}	۳/۴۶^{c}	۳/۴۹^{b}	۳/۴۹^{c}	۳/۹^{b}	۳/۹۱^{b}
هاردل	۳/۵۲^{a}	۳/۸۲^{a}	۴/۲۱^{a}	۳/۸۴^{a}	۳/۵۱^{b}	۴/۱۹^{a}	۴/۲^{a}	۴/۲۳^{a}

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) دارند.

نتیجه‌گیری

بررسی خصوصیات کیفی نان بربری نشان داد که با استفاده از تکنولوژی هاردل، فعالیت آبی نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش، رطوبت و نرمی آن افزایش یافت و حجم مخصوص آن نیز تغییر معنی‌داری نداشت. آنالیز آماری نتایج حاصل از بررسی سفتی بافت محصول در طول زمان به‌عنوان معیاری از ماندگاری نشان داد که کاربرد تکنولوژی هاردل به‌طور معنی‌داری ماندگاری را افزایش داد. ارزیابی حسی هم بهبود خصوصیات حسی محصول را تأیید نمود. بنابراین استفاده از این تکنولوژی این برتری را دارد که همزمان کیفیت و خصوصیات حسی و ماندگاری نان را بهبود می‌بخشد.

منابع

AACC. 2000. Approved methods of American Association of Cereal Chemists. 10th edition, St. Paul, MN, USA: The Association.

Anton Alex, A., Lukow Odean M., Fulcher R., Gary, and Arntfield Susan, D. 2009. Shelf Stability and Sensory Properties of Flour Tortilas Fortified with Pinto Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flour: Effects of Hydrocoloid Addition, *LWT*, 42: 1. 23-29.

Artz, W.E. 1990. Emulsifiers. In Food Additives, eds Branen, A.L., Davidson, P.M., and Salminen, S. Marcel Dekker Inc., NewYork, Pp: 93-347.

Azizi, M.H., Rajabzadeh, N. and Riahi, E. 2003. Effect of monodiglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. *LWT*, 36: 149-183.

Barcenas, M.E. and Rosell, C.M. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition, *Journal of Food Engineering*, 72: 92-99.

Dziezak, J.D. 1988. Emulsifiers: the interfacial key to emulsion stability. *Food Technology*, 42: 10. 86-172.

Farvili, N., Walker, C.E. and Qarooni, J. 1997. The effect of protein content of flour and emulsifiers on Tanoor bread quality. *Journal of Cereal Science*, 26: 137-143.

Flack, E. 1987. The contribution of emulsifying agents to modem food production. *Food Science and Technology*, 4. 3-240.

Ghodke, S.K. and Laxmi A. 2007. Influence of additives on rheological characteristics of whole wheat dough and quality of chapatti (Indian unleavened flat bread) part I-hydrocolloids, *Food Hydrocolloids*, 21: 110-117.

Grijspaardtvink, C. 1994. Food preservation by hurdle technology, *Food Technology*, 38: 28-31.

Gomez, M. 2004. Functionality of different emulsifiers on the performance of breadmaking and wheat bread quality, *European Food Research and Technology*, 219: 145-150.

Hallberg, L.M. and Chinachoti, P. 1992. Dynamic mechanical analysis for glass transitions in long shelf-life bread, *Journal of Food Science*, 57: 1-5.

Jooyandeh, H. 2009. Evaluation of physical and sensory properties of Iranian Lavash flat bread supplemented with precipitated whey protein (PWP). *African Journal of Food Science*, 3: 2, 28-34.

Krog, N. 1981. Theoretical aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking. *Cereal Chemistry*, 58: 3, 158-64.

Krog, N. 1990. Food emulsifiers and their chemical and physical properties. In Food Emulsions, eds Larsson, K., and Friberg, S.E. Marcel Dekker, Inc., New York, Pp: 80-127.

Kulp, K. and Ponte, J.G. 1981. Staling of white pan bread: Fundamental causes, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 15: 1.

Leistner, L. and Gorris, G.M. 1995. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science and Technology*, 6: 41-46.

Lombard, G.E., Weinert, I.A.G., Minnaar, A. and Taylor, J.R.N. 2000. Preservation of South African Steamed Bread Using Hurdle Technology, *LWT*. 33: 138-143.

Maleki, M., Vetter, J.L. and Hoover W.J. 1981. The Effect of Emulsifiers, Sugar, Shortening and Soya Flour on the Staling of Barbari Flat Bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32: 1209-1211.

Mellan, I. 1962. Polyhydric Alcohols. McGregor and Werner: Washington, DC.

Pisessookbunterng, W. and Dl Appolonia, B.L. 1983. Bread staling studies. I. Effect of surfactants on moisture migration from crumb to crust and firmness values of bread crumb. *Cereal Chemistry*, 60: 298.

Rojas, J.A., Rosell, C.M. and de Barber, C.B. 1999. Pasting properties of different wheat 468 flour-hydrocolloid systems. *Food Hydrocolloids*, 13: 27-33.

Sedaghat, N. 1996. Food packaging Technology, Barthava publication, Mashhad, Iran.

Suhendro, E.L., Waniska, R.D., Rooney, L.W. and Gomez, M.H. 1995. Effects of polyols on the processing and qualities of wheat tortillas, *Cereal Chemistry*, 72: 122-127.

USARMY. 1993. Military Specification (M-B-44360A). Bread, Shelf Stable, for Meals, Ready-to-eat. Natick: US Army Natick RD and E Center.

EJFPP., Vol. 1 (2): 17-32
www.ejfpp.info

Effect of Hurdle Technology on quality and shelf life of Barbari bread

***A. Pourfarzad[1], M. Karimi[2], M. Ghiafeh Davoodi[2], A. Hematian Soorki[1] and S.H. Razavizadegan Jahromi[1]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad,
[2]Assistant Prof., Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research center

Abstract

Barbari is one of the common flat breads in Iran which has short shelf life as other flat breads. Hurdle technology has been recently developed to produce the safe, sustainable, nutritious, delicious and economical foods. It is considered as intelligent use of different preservation methods to obtain the moderate and trustable storage of foods. In this investigation the effects of polyol (propylene glycol at 1 and 5%), emulsifier (sodium stearoyl lactylate at 0.3 and 0.7%), hydrocolloid (guar at 0.3 and 0.7%), and packaging (three different materials consist of one monolayer and two double layer packages) on shelf life and quality of Barbari bread were evaluated as hurdle techniques in different levels. The effects of selected levels on quality characteristics of the bread showed higher quality in specific volume, water activity, hardness of the texture, moisture, organoleptic properties and shelf life of the Barbari bread. The quality and shelf life improved by combining addition of these hurdles (propylene glycol at 5%, sodium stearoyl lactylate at 0.7%, guar at 0.7% and double layer package of type of 2) than individual addition of them.

Keywords: Barbari bread; Quality; Shelf life; Hurdle technology

* Corresponding Author; Email: amir.pourfarzad@gmail.com