ارزیابی زمان ماندگاری و خصوصیات حسّی نان باگت غنی شده با خمیرترش آرد کامل جو و پوره کدو مسمّا

علیرضا صادقی[1*]، بلال صادقی[2] و مریم ابراهیمی[3]

[1] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[2] گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان،کرمان ،ایران

[3] دانش آموخته دکتری تخصصی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۶ تاریخ پذیرش:۹۵/۳/۳

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی زمان ماندگاری و خصوصیات حسّی نان باگت غنی شده با پوره کدو مسمّا و خمیرترش آرد کامل جو به اجرا درآمد. بدین منظور، خمیرترش حاصل از آرد کامل جو، تخمیر شده در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت توسط کشت آغازگر لاکتوباسیلوس پلانتاروم در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و همچنین پوره کدو مسمّای پوست‌گیری و بخار پز شده در سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد نسبت به وزن خمیر نان باگت در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل مورد استفاده قرار گرفت. برای ارزیابی زمان ماندگاری نان‌های تولیدی، سفتی بافت، حجم مخصوص و آلودگی میکروبی آنها در یک بازه زمانی چهار روزه، بررسی و با نمونه شاهد مقایسه گردید. علاوه بر این، رنگ پوسته و میزان پذیرش کلّی نمونه‌های تولیدی بر اساس روش‌های مدوّن مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، سطوح مختلف خمیرترش آرد کامل جو و پوره کدو مسمّا، تاثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بر زمان ماندگاری نان باگت در طی دوره نگهداری و همچنین میزان پذیرش نهایی نان‌های تازه‌خوری داشتند. بر این اساس، کمترین مقدار سفتی بافت در فواصل زمانی ۲ و ۹۶ ساعت پس از پخت به ترتیب در نمونه‌های فرآوری شده با ۳۰ درصد پوره کدو مسمّا و ۵ درصد خمیرترش آرد جو (8/38 نیوتن) و همچنین ۳۰ درصد پوره کدو مسمّا و ۱۰ درصد خمیرترش آرد جو (۱۱/۴۷ نیوتن) مشاهده گردید. نمونه شاهد دارای بیشترین میزان روشنایی بود (۵۰/۹۰) و نان باگت حاوی ۱۰ درصد خمیرترش آرد جو و ۴۵ درصد پوره کدو مسمّا نیز بیشترین امتیاز پذیرش کلّی (۴/۸۷) را به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: نان باگت، خمیرترش آرد کامل جو، پوره کدو مسمّا، بافت‌سنجی، ماندگاری میکروبی.

* مسوول مکاتبات: sadeghi.gau@gmail.com

۱- مقدمه

نان در سراسر دنیا یکی از مهم‌ترین فراورده‌های غذایی و در مناطق مختلفی از جهان نیز قوت غالب مردم به شمار می‌آید. هر چند نان‌های گوناگونی در کشورهای مختلف تولید می‌شوند اما نان باگت که از آرد سبوس گرفته تهیه می‌گردد یکی از پرمصرف‌ترین نان‌های حجیم در بسیاری از کشورها محسوب می‌شود. این نان به واسطه استفاده از آرد نول، اگر چه از مقدار گلوتن بالایی برخوردار است (که البته خود می‌تواند برای بیماران مبتلا به سیلیاک، مشکل‌ساز باشد) اما فاقد مواد معدنی کافی بوده و علاوه بر این، حاوی مقادیر بالای نشاسته است لذا شاخص گلیسمی بالایی داشته و به مرور باعث ابتلا به دیابت نوع دوم می‌گردد. از سوی دیگر انسولین نمی‌تواند در دراز مدت، تمام این قند را به صورت گلیکوژن در آورد و آن را به چربی تبدیل می‌کند که خود باعث چاقی مفرط می‌گردد. علاوه بر این، استفاده از جوش شیرین در فرآوری نان باگت نیز با تشدید بیاتی نان ضمن افزایش میزان ضایعات آن، منجر به افزایش اثرات ضد تغذیه‌ای مذکور می‌گردد (۱۰، ۱۱). از آنجا که غلات به لحاظ تغذیه‌ای منابع ضعیفی از پروئین به شمار می‌آیند تحقیقاتی به منظور غنی‌سازی نان با مواد دارای ارزش غذایی بالا نظیر آرد حبوبات، آرد سویا، آرد نشاسته و پودر سیب زمینی، پکتین و همچنین پالپ میوه‌ها و سبزیجات صورت گرفته است. البته بررسی تاثیر ترکیبات مذکور بر بافت، ریز ساختار، تخلخل، ویژگی‌های کیفی و خواص حسّی این نان‌ها حاکی از نتایج متفاوتی بوده است (۱، ۳۳).

کدو از جمله محصولات کشاورزی است که از ارزش تغذیه‌ای بسیار بالایی برخوردار بوده و می‌تواند در صنایع مختلف غذایی مورد استفاده قرار گیرد. اخیراً در کشورهای صنعتی از کدو برای تهیه انواع نان، کیک و کلوچه‌های دارای مغزی، انواع پای‌ها و شیرینی‌ها استفاده می‌شود. کدو مسمّا (Cucurbita pepo) نوعی کدوی تابستانه است که به همراه بسیاری از انواع دیگر کدو مانند کدو تنبل در گونه کدو تخم پوست کاغذی، دسته‌بندی می‌گردد. کدو مسمّا از نظر تغذیه‌ای دارای ارزش زیادی است و به عنوان یک منبع خوب از ویتامین‌های A و C و همچنین کاروتنوئیدهایی مانند بتاکاروتن و املاحی نظیر منیزیم، پتاسیم، مس، فسفر و فیبر بالا شناخته می‌شود. علاوه بر این، یکی از بهترین منابع غذایی برای تأمین منگنز بوده و مقدار قابل توجهی از ویتامین‌های B_1 و B_6 مورد نیاز بدن را نیز تامین می‌کند. نان کدو مسمّا هم به خاطر کدوی استفاده شده در آن از ارزش غذایی بسیار بالایی برخوردار است (۱۲، ۱۹). پااوسان و من (۲۰۱۴) با بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسّی و ویژگی‌های کیفی نان غنی شده با مقادیر ۱۵ تا ۵۰ درصد از پالپ کدو حلوایی آب‌پز شده نتیجه گرفتند که با افزایش میزان جایگزنی آرد گندم با پالپ کدو در فرمولاسیون نان، میزان خاکستر و فیبر خام افزایش می‌یابد (۲۸). محترمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز با بررسی تاثیر سطوح ۵ تا ۱۵ درصد پوره کدو حلوایی باریک بر خصوصیات حسّی، بافت، رطوبت و حجم نان حجیم نشان دادند که خصوصیات مورد بررسی نان‌های حاوی 5 درصد کدو نسبت به نمونه شاهد بهبود یافت (۶).

یکی دیگر از ترکیباتی که استفاده از آن بهبود خصوصیات کیفی نان را در پی خواهد داشت، خمیرترش می‌باشد. خمیرترش، شامل مخلوطی از آرد (یا اجزاء آن) و آب است که به وسیله مخمرها و باکتری‌های اسید لاکتیک، تخمیر شده باشد. این میکروارگانیسم‌ها، ویژگی‌های نان از جمله حجم، خصوصیات پوسته، دانه‌بندی و رنگ مغز نان، طعم، آروما و بافت آن را بهبود بخشیده و با جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های مولّد فساد، باعث افزایش زمان ماندگاری نان می‌شوند (۱۳، ۱۵). نان‌های حاوی مقادیر زیاد سبوس از قدیمی‌ترین فراورده‌های تولیدی توسط خمیرترش محسوب می‌گردند. ارزش تغذیه‌ای آرد سبوس‌دار به اثبات رسیده و سبوس غلات، یک منبع غنی از فیبرهای رژیمی به شمار می‌آیند. البته استفاده از این فیبرهای رژیمی در مقادیری که بتواند ارزش تغذیه‌ای فراورده‌های غلات را افزایش دهد، مشکلات تکنولوژیکی خاصی نظیر کاهش رطوبت و کشش‌پذیری خمیر، کاهش قابلیت تخمیر، ایجاد پوسته سخت، حجم نامناسب و طعم‌های نامطلوب در فراورده نهایی ایجاد می‌نماید. معمولا بدون بهره‌گیری از خمیرترش، تهیه خمیر از این آردها بسیار دشوار بوده و یک روش موثر جهت بهبود کیفیت چنین فراورده‌هایی استفاده از یک مرحله پیش تخمیری توسط خمیرترش است (۲۱، ۲۳).

آرد جو نیز دارای مقادیر زیادی کربوهیدرات، پروتئین، فیبر، بتاگلوکان، مواد معدنی و برخی از ویتامین‌هاست. اثر بتاگلوکان‌های آن در کاهش کلسترول برای انسان، مفید می‌باشد اما برخی از پلی‌ساکاریدهای این غله، مشکلات گوارشی نظیر

دفع سریع آب به وجود می‌آورند. امروزه به کمک آنزیم‌های تجزیه کننده آغازگرهای میکروبی خمیرترش، اثرات نامطلوب این پلی‌ساکاریدها و عوامل ضد تغذیه‌ای همچون تانن و اسید فیتیک را برطرف و کمبود اسیدهای آمینه نظیر لیزین را جبران می‌نمایند (۲۲، ۳۱). زانینی و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی خصوصیات میکروبی و تکنولوژیک خمیرترش‌های فرآوری شده با آرد گندم، آرد جو و مخلوط آنها توسط جدایه‌های لاکتیکی و مخمری مختلف، نشان دادند که تنوع سویه‌های لاکتیکی به نوع آرد مورد استفاده بستگی داشته و صرفا ساکارومایسس سرویزیه و لاکتوباسیلوس پلانتاروم در خمیرترش‌های مذکور به همراه یکدیگر حضور دارند (۳۶). ریدر و همکاران (۲۰۱۲) نیز با ارزیابی تاثیر آرد کامل جو، سبوس جو دوسر و همچنین خمیرترش حاصل از آنها بر خصوصیات رئولوژیک خمیر و کیفیت نان گندم دریافتند که خمیرترش آرد کامل جو باعث افزایش مقاومت به گسترش‌پذیری خمیر نان گردیده اما بر خلاف آرد جو تخمیر نشده، کیفیت قرص نان تولید شده با آن مطلوب‌تر است. علاوه بر این، از بین نمونه‌های مورد ارزیابی، نان فرآوری شده با سبوس جو دوسر دارای بالاترین حجم مخصوص و کمترین سفتی بافت بود (۳۱).

از این‌رو هدف از اجرای این پژوهش استفاده از پوره کدو مسمّا و خمیرترش آرد کامل جو در فرآوری نان باگت بود تا ضمن بهره‌مندی از خصوصیات تغذیه‌ای نسبت داده شده به این ترکیبات بتوان فراورده‌ای فراسودمند با زمان ماندگاری مناسب، عاری از افزودنی‌های شیمیایی و ویژگی‌های حسّی قابل قبول تولید نمود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد نول مورد استفاده در این پژوهش با ۶۸ درصد استخراج که از کارخانه آرد زاهدی استان گلستان تهیه گردید، دارای ۱۴/۲ درصد رطوبت، ۸/۵ درصد پروتئین، ۲۴ درصد گلوتن مرطوب و ۰/۴۵ درصد خاکستر بود. آرد جوی پوشینه‌دار مصرفی (واریته گرگان ۴) نیز دارای ۱۱/۶ درصد پروتئین، ۶۱/۷ درصد کربوهیدرات و ۱/۹ درصد خاکستر بود. این مقادیر بر اساس روش‌های مدوّن AACC (۲۰۱۰) با روش‌های آزمون ۱۹-۴۴ رطوبت، ۱۰-۴۶ پروتئین، ۱۲-۳۸ گلوتن، ۲۱-۳۹ کربوهیدرات و ۰۱-۰۸ خاکستر بر اساس وزن خشک تعیین گردید (۷). محتوای فیبر، قند احیاء و رطوبت کدو مسمّا نیز بر اساس روش استاندارد AOAC (۲۰۰۳) با روش‌های آزمون ۹۶۲/۰۹ فیبر، ۹۰۶/۰۳ قند احیاء و ۹۵۰/۴۶ رطوبت به ترتیب معادل ۱/۳، ۲/۱ و ۸۴ درصد تعیین گردید (۸). آرد جو و کدو مسمّای مصرفی در این پژوهش از بازار محلی تهیه گردیده و ویژگی‌های آنها توسط آزمایشگاه مرجع مرکز تحقیقات سلامت غلات دانشگاه علوم پزشکی گلستان تعیین شده بود. مخمر خشک فعال ساکارومایسس سرویزیه از شرکت ایران ملاس فریمان تهیه شد. همچنین لاکتوباسیلوس پلانتاروم مورد استفاده در این پژوهش از تک پرگنه کشت خطی جدایه‌های سوسپانسیون میکروبی خمیرترش حاصل از آرد کامل گندم که با توالی‌یابی محصولات PCR دارای پرایمر اختصاصی تایید شناسایی گردیده بود، تامین شد (۴). محیط کشت‌های مصرفی شامل MRS Broth، MRS Agar و Plate Count Agar نیز از شرکت‌های مرک آلمان و آکومدیای آمریکا تهیه شدند. مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش نیز از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه خمیرترش آرد جو طی تخمیر کنترل شده با استفاده از کشت آغازگر اختصاصی

برای تهیه خمیرترش آرد جو، ابتدا جدایه لاکتوباسیلوس پلانتاروم در محیط کشت MRS Broth در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت کشت داده شد. لاکتوباسیل‌ها تا ایجاد 10^8 واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم (در مقایسه با لوله ۰/۵ مک فارلند) رشد کردند. برای جداسازی سلول‌های تازه میکروبی، زیست توده تولیدی توسط سانتریفوژ (هانیل، Combi 514R، کره جنوبی) با ۵۰۰۰g در ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه از محیط کشت جدا شدند (۱۷). سپس برای تهیه خمیرترش، نسبت یکسان از آب و آرد جو با ۱/۵ درصد وزنی از زیست‌توده مذکور، مخلوط گردید و در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، تخمیر شد (۲۶).

۲-۲-۲- تهیه نان فاقد خمیرترش و پوره کدو مسمّا (شاهد)

برای تهیه نان شاهد از مخلوط آرد، آب، مقادیر اندکی نمک و شکر و همچنین ۱/۵ درصد وزنی از مخمر خشک فعال

ساکارومایسس سرویزیه استفاده شد. میزان آب مورد نیاز و همچنین شرایط مخلوط کردن برای تهیه خمیر نان باگت با استفاده از فارینوگراف (Brabender، انگلستان) تعیین گردید. خمیر نان شاهد، فاقد خمیرترش و پوره کدو مسمّا بود و مرحله نخست تخمیر این مخلوط در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه و تخمیر نهایی آن در گرمخانه با رطوبت نسبی ۷۵ درصد پس از تقسیم کردن به قطعات ۱۵۰ گرمی گِرد شده، در دمای مشابه به مدت ۹۰ دقیقه صورت پذیرفت. سپس نمونه‌های تولیدی در دمای 5±220 درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۵ دقیقه در فر پخت (Leisure، ایتالیا)، پخته شدند (۲۶).

۲-۲-۳- تهیه نان باگت حاوی خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا

برای تهیه نان باگت حاوی خمیرترش، از خمیرترش آرد کامل جو به نسبت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی و همچنین پوره کدو مسمّای پوست‌گیری و بخار پز شده (بخار پز -Sunny، چین- به مدت ۲۰ دقیقه، مخلوط کن -Sapor، چین- دور بالا به مدت سی ثانیه) در مقادیر ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد نسبت به وزن خمیر نان به خمیر مشابه نمونه شاهد افزوده شده و تحت شرایط یکسان تخمیر و پخت با نمونه شاهد، فرآوری گردید. ترکیبات مذکور قبل از تخمیر نهایی به خمیر نان افزوده شدند. نان‌های تولیدی نیز پس از پخت حدود دو ساعت در شرایط بهداشتی، سرد و سپس برای انجام آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفتند (۳، ۲۸).

۲-۲-۴- ارزیابی سفتی بافت مغز نان

بدین منظور ابتدا قطعات مستطیلی شکل با ضخامت ۲±۲۰ میلی‌متر از مرکز هندسی نان بریده شد. سپس با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (مدل TAXT Plus Stable Micro System، انگلستان)، نیروی لازم جهت ایجاد ۵۰ درصد فشردگی در ضخامت اولیه به عنوان سفتی بافت مغز نان اندازه‌گیری گردید. سرعت پروب مورد استفاده در آزمون تراکمی، ۱ میلی‌متر در ثانیه و نقطه شروع ۵۰ گرم بود. برای هر نمونه نان، آزمون مذکور با سه تکرار در دمای اتاق انجام شد و با رسم منحنی نیرو- فاصله، نیروی لازم برای پنجاه درصد فشردگی که بیانگر سفتی بافت مغز نان است تعیین گردید. در نهایت سفتی بافت مغز نان در تناوب- های زمانی ۲، ۴۸ و ۹۶ ساعت پس از پخت برای تخمین بیاتی مغز نان مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۶).

۲-۲-۵- اندازه‌گیری حجم مخصوص نان

حجم مخصوص نان‌های تولیدی در فواصل زمانی ۲، ۴۸ و ۹۶ ساعت پس از پخت، به طور جداگانه و در شرایط معین (درون بسته‌های استریل پلی‌اتیلنی درب‌دار و دمای گرمخانه‌گذاری ۲۸ درجه سانتی‌گراد (بهداد، ایران) به روش جایگزینی دانه کلزا (بر اساس استاندارد A-A-20126E METRIC) تعیین گردید. نمونه‌های مورد استفاده دارای ابعاد یکسان بوده و از مرکز هندسی نان تهیه شدند (۲۳).

۲-۲-۶- ارزیابی خصوصیات حسّی نان

خصوصیات حسّی نان‌های تولیدی از طریق آزمون چشایی ارزیابی شد. ده داور از بین افراد آموزش دیده، خصوصیات نان- های تولیدی را جهت تعیین میزان پذیرش کلّی با استفاده از رابطه (۱) و با اعمال ضرایب ارزشیابی ۱، ۲، ۲، ۴، ۳، ۳ و ۳ به ترتیب برای صفات رنگ، خاصیت ارتجاعی، تخلخل، نرمی، طعم، آروما و قابلیت جویدن بر مبنای مقیاس ۵-۱ (۱ کمترین و ۵ بالاترین امتیاز) ارزیابی کردند (۲۴).

رابطه۱: $Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P}$

Q= پذیرش کلّی (عدد کیفیت نان)، P= ضریب رتبه صفات و G= ضریب ارزیابی صفات.

۲-۲-۷- تعیین ماندگاری میکروبی نان

برای ارزیابی ماندگاری میکروبی، ابتدا از قسمت‌های مختلف نان‌های تولیدی، نمونه‌برداری شده و توسط همگن کننده استومچر (Seward، انگلستان)، همگن گردید. پس از تهیه رقت- های مختلف از نمونه‌های مذکور، کشت آنها در محیط Plate Count Agar برای شمارش کلّی صورت گرفت. پلیت‌های کشت داده شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گرم‌خانه‌گذاری شدند. در نهایت نیز با شمارش مستقیم کلنی‌ها، نتایج به صورت لگاریتم تعداد واحد تشکیل دهنده پرگنه بر گرم گزارش گردید (۵).

۲-۲-۸- اندازه گیری رنگ پوسته نان

به این منظور از نان‌های تهیه شده در جعبه سفید رنگ با دوربین Nikon، مدل D3100 به نحوی که نور به صورت یکنواخت از تمام جهات به نمونه می‌تابید، عکسبرداری گردید. سپس با استفاده از نرم افزار فتوشاپ8 ، پارامترهای رنگ سطح نمونه شامل مقادیر قرمزی-سبزی (a)، روشنایی (L) و آبی-زردی (b) در نمونه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت (۳۵).

۲-۲-۹- آنالیز آماری نتایج

نتایج حاصل از این پژوهش بر اساس طرح آماری پایه کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل، در سه تکرار و با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم‌افزار Microsoft Office Excel (۲۰۱۳) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح ۹۵٪ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- سفتی بافت

نتایج حاصل از اندازه‌گیری سفتی بافت مغز نان با دستگاه بافت-سنج در نان‌های تولیدی در طی دوره نگهداری در جدول (۱) آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود سفتی بافت مغز نان اکثر نمونه‌های فرآوری شده در هر بازه زمانی نگهداری به مراتب کمتر از نمونه شاهد بود. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین تغییرات سفتی بافت نان در سطح ۵ درصد نیز نشان داد که در شرایط اعمال شده در این پژوهش، خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا، تاثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) بر میزان تغییرات سفتی بافت نان دارند. بر این اساس، تاثیر درصد پوره کدو از تاثیر درصد خمیرترش آرد جو بر نرمی بافت نان بیشتر بود و مقدار ۳۰ درصد پوره کدو در تمام مقادیر خمیرترش اثر بیشتری بر روند کاهش سفتی بافت نان داشت. در بین نمونه‌های تولیدی، کمترین مقدار سفتی بافت، ۲ ساعت پس از پخت (تازه خوری) و ۹۶ ساعت پس از پخت نیز به ترتیب در نمونه فرآوری شده با ۵ درصد خمیرترش آرد جو و ۳۰ درصد پوره کدو مسمّا و نمونه حاوی ۳۰ درصد پوره کدو مسمّا و ۱۰ درصد خمیرترش آرد جو مشاهده گردید.

با توجه به تحقیقات صورت گرفته پس از متورّم 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 (۱۳). استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک در خمیرترش بر کاهش بیاتی نان تاثیر دارد. اثرات ضد بیاتی خمیرترش، به سویه آغازگر مورد استفاده و نحوه کاهش pH بستگی دارد (۱۳، ۱۴). عموماً به موازات پیشرفت تخمیر، اسیدیته قابل تیتر خمیرترش 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. بر اساس یافته‌های محققین مختلف، مهم‌ترین دلیل کاهش بیاتی در نان فرآوری شده با خمیرترش، تولید اسید لاکتیک است که سبب افزایش میزان تخلخل، غیر فعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش نرمی بافت نان می‌گردد (۹، ۲۴).

با جایگزینی آرد جو و خمیرترش آن به جای آرد گندم در فرآوری نان ضمن افزایش محتوای فیبر محلول و بتاگلوکان می-توان نانی با ارزش تغذیه‌ای بالا تولید نمود که مبیّن قابلیت آرد جو جهت استفاده در فرآوری نان خمیرترشی است (۳۴). ماریوتی و همکاران (۲۰۱۴) پس از فرآوری خمیرترش‌های آرد جو، آرد گندم و مخلوط آنها دریافتند که بر خلاف حجم مخصوص کمتر و بافت سفت‌تر نان جو تولیدی در مقایسه با نان گندم، تفاوت مشخصی در سایر ویژگی‌های نان‌های تولیدی پس از پخت و طی شش روز نگهداری مشاهده نشد که نقش تخمیر خمیرترش در بهبود ویژگی‌های کیفی نان غنی شده با آرد جو را نشان می‌دهد (۲۵). داودی (۱۳۹۲) نیز از پودر کدو تنبل و کدو خورشتی در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به عنوان جایگزین آرد گندم در تولید نان تافتون استفاده کرد. نتایج به دست آمده نشان داد که حجم نان و زمان بیاتی آن با جایگزینی پودر کدو تنبل و کدو خورشتی افزایش یافت. بهترین نتایج آزمون ارگانولپتیکی نیز مربوط به مقدار ۱۰ درصد پودر کدو تنبل جایگزین شده بود (۲).

۳-۲- حجم مخصوص نان‌های تولیدی

جدول (۲) نتایج حاصل از ارزیابی حجم مخصوص در نان‌های تهیه شده با استفاده از تیمارهای متفاوت خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا، در طول بازه نگهداری را نشان می‌دهد. بر این

جدول۱- ارزیابی سفتی بافت نان‌های تولیدی در طول بازه نگهداری به عنوان تابعی از درصد خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا

خمیرترش(درصد)	پوره کدو (درصد)	سفتی بافت نان در طول نگهداری (نیوتن)		
		۲ ساعت	۴۸ ساعت	۹۶ ساعت
۰	۰	۱۱/۵۰±۱/۲۸a	۱۷/۴۴±۲/۵۲a	۱۹/۱۵±۲/۹۱a
	۱۵	۱۲/۱۳±۱/۲۴ a	۱۳/۴۱±۱/۱۰ b	۱۲/۰۹± ۱/۹۳ b
	۳۰	۸/۳۸±۳/۱۵c	۱۱/۴۷± ۳/۱۵c	۱۲/۷۶±۳/۶۴b
۵	۴۵	۱۲/۰۸±۲/۴۰ a	۱۴/۶۵±۲/۱۴b	۱۶/۸۲±۲/۴۰ a
	۱۵	۸/۴۹±۲/ ۶۶c	۱۱/۷۴±۲/۱۸c	۱۵/۹۳±۲/۳۴a
۱۰	۳۰	۱۰/۸۲±۱/۱۳b	۱۲/۳۳±۰/۶۴c	۱۱/۴۷±۱/۰۹c
	۴۵	۱۴/۳۱±۱/۸۸d	۱۵/۴۸±۲/۰۵a	۱۶/۷۰±۳/۰۲a
۱۵	۱۵	۱۲/۳۲±۰/۶۹a	۱۳/۴۶±۲/۸۳b	۱۵/۶۹±۱/۳۱a
	۳۰	۱۰/۲۰±۲/۴۵b	۱۱/۱۰±۰/ ۸۳c	۱۵/۹۰±۱/۵۹a
	۴۵	۱۳/۰۹±۰/۵۳d	۱۴/۵۲±۱/۶۶b	۱۶/۵۴±۲/۹۸a

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح α=۰/۰۵ می‌باشد.

اساس ۲، ۴۸ و ۹۶ ساعت پس از پخت، بیشترین حجم مخصوص در نمونه حاوی ۱۵ درصد خمیرترش آرد جو و ۴۵ درصد پوره کدو مشاهده شد. به طور کلّی نیز با افزایش درصد پوره کدو و خمیرترش آرد جو، حجم مخصوص نان های تولیدی به طور معنی داری ($P\geq$۰/۰۵) افزایش یافت و عموما از نمونه شاهد بیشتر بود. تخمیر کنترل شده آرد کامل غلات سبب بهبودحجم، افزایش میزان رطوبت خمیر، فعال شدن آنزیم لیپوکسی‌ژناز و انحلال بخشی از فیبرهای رژیمی می‌گردد. تاثیر خمیرترش بر بهبود کیفیت فراورده‌های غنی از فیبرهای رژیمی، بیشتر به واسطه ایجاد آنزیم‌هایی نظیر آمیلازها و پروتئازها است. اسید تولیدی در حین تخمیر نیز pH خمیر را کاهش می‌دهد که بر فعالیت آنزیم‌ها و همچنین رفتار گلوتن تاثیر زیادی می‌گذارد. موثرترین عامل در بهبود ویژگی‌های نان غنی شده با کدو نیز افزایش حجم مخصوص نان به شمار می‌آید (۲۰، ۲۳).

پتیتچکینا و همکاران (۱۹۹۸) نیز با افزودن پودر کدو حلوایی به آرد دریافتند که با افزایش مقدار پودر کدو، حجم مخصوص نان در محدوده مقادیر ۵ تا ۱۰ گرم پودر کدو حلوایی به ازای هر کیلوگرم آرد، افزایش می‌یابد. علاوه بر این، روند افزایش امتیاز خصوصیات حسّی نان‌های تولیدی نیز مستقیما با افزایش حجم مخصوص آنها ارتباط داشت. این محققین، افزایش قابلیت نگهداری گاز توسط پکتین استیله شده موجود در بافت کدو حلوایی را به عنوان عامل اصلی بهبود حجم مخصوص نان معرفی نمودند (۲۹). افزایش قابل توجه حجم و تخلخل در نانی که بخشی از آرد آن با پوره کدو جایگزین شده باشد به افزایش میزان جذب و نگهداری حبابچه‌های هوا، افزایش ظرفیت نگهداری آب و قابلیت ایجاد ژل نسبت داده می‌شود که اصلاح رئولوژی و بهبود بافت خمیر را نیز به دنبال دارد. میزان جالب توجه ظرفیت نگهداری روغن و آب در کدو که حتی باعث شده از آن به عنوان یک ترکیب امولسیفایر استفاده گردد نیز در این زمینه حائز اهمیت است (۲۷، ۲۹). یک توضیح دیگر برای تاثیر پوره کدو بر ویژگی‌های کیفی نان، وجود لیگنین در محتوای فیبر آن می‌باشد که بر توزیع آب بین فازهای آمورف و شبکه گلوتن و همچنین اثرات متقابل هیدروفوب تاثیر گذاشته و منجر به پایداری بیشتر دیواره حباب‌های گازی شکل گرفته در حین تخمیر می‌شود که خود بر افزایش تخلخل تاثیر دارد (۱۸).

۳-۳- خصوصیات حسّی نان‌های تولیدی

روند پذیرش نهایی نان‌های تازه‌خوری (۲ ساعت پس از پخت) به عنوان تابعی از مقدار خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا در شرایط تخمیر کنترل شده در شکل (۱) نشان داده شده است. براساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری، سطوح مختلف خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا تاثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) بر میزان پذیرش نهایی نان‌های تازه‌خوری داشتند. میزان پذیرش

جدول۲- تغییرات حجم مخصوص نان در طول بازه نگهداری تحت تاثیر درصد خمیرترش آرد جو و درصد پوره کدو مسمّا

خمیرترش(درصد)	پوره کدو(درصد)	حجم مخصوص نان در طول نگهداری (میلی‌لیتر بر گرم)		
		۲ ساعت	۴۸ ساعت	۹۶ ساعت
۰	۰	۲/۰۱±۰/۲۰b	۱/۸۴±۰/۵۲b	۱/۷۷±۰/۱۱a
	۱۵	۱/۴۶±۰/۴۶ab	۱/۳۷±۰/۱۳ab	۱/۱۹± ۰/۳۵a
	۳۰	۲/۳۸±۰/۲۷ab	۲/۳۵± ۰/۱۷c	۲/۲۳±۰/۲۷b
۵	۴۵	۲/۹۸±۰/۴۴a	۲/۸۶±۰/۱۹c	۲/۷۵±۰ /۱۸bc
	۱۵	۱/۸۱±۰/ ۶۷b	۱/۷۹±۰/۱۲b	۱/۶۲±۰/۳۶a
۱۰	۳۰	۲/۹۷±۰/۱۸a	۲/۹۴±۰/۴۴c	۲/۸۳±۰/۴۷bc
	۴۵	۳/۵۱±۰/۵۷a	۳/۳۷±۰/۰۵۷d	۳/۱۸±۰/۲۶c
	۱۵	۲/۹۲۰±۰/۶۶a	۲/۶۴±۰/۲۶cd	۲/۴۹±۰/۳۸b
۱۵	۳۰	۳/۷۲±۰/۴۰a	۳/۴۵±۰/ ۵۶d	۳/۳۳±۰/۵۱c
	۴۵	۳/۹۱±۰/۱۵a	۳/۷۴±۰/۵۵a	۳/۴۳±۰/۳۶a

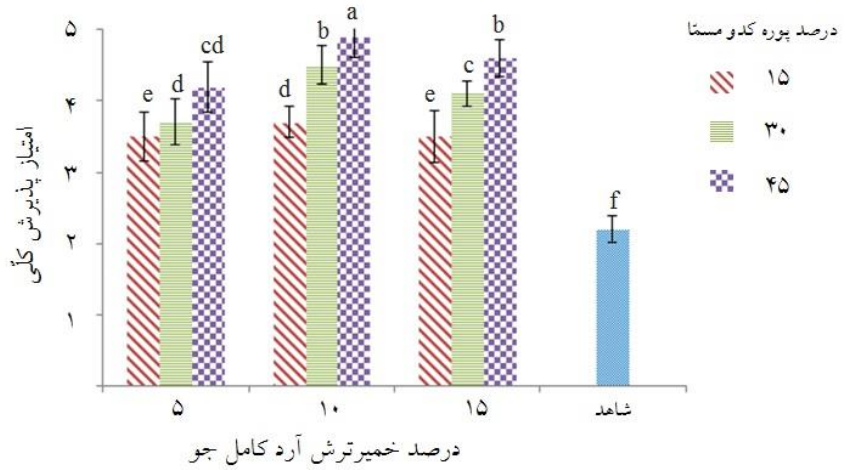
حروف غیر یکسان در هر ستون، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح $\alpha= ۰/۰۵$ می‌باشد.

نهایی نمونه های تولیدی با افزایش مقدار پوره کدو مسمّا، بهبود یافت به نحوی که نمونه های حاوی ۴۵ درصد پوره کدو، در تمامی مقادیر خمیرترش، بالاترین امتیاز پذیرش نهایی را به دست آوردند. علاوه بر این، نمونه های حاوی ۱۰ درصد خمیرترش از نمونه های حاوی ۱۵ درصد از امتیاز پذیرش بالاتری برخوردار بودند.همچنین نان باگت حاوی ۴۵ درصد پوره کدو مسمّا و ۱۰ درصد خمیرترش آرد جو بیشترین امتیاز پذیرش کلّی را به دست آورد و پذیرش کلّی تمامی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد به مراتب بالاتر بود.

استفاده از آرد جو در فرآوری نان، قابلیت ایجاد گستره وسیعی از رنگ‌ها، طعم‌ها، مواد تخمیر پذیر و آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته خصوصا آلفا آمیلاز را داراست. به دلیل کمبود گلوتن در جو، خمیر آن فاقد الاستیسیته و گسترش‌پذیری لازم بوده اما فراورده‌های حاصل از جو، حساسیت‌زایی کمتری نسبت به گندم نشان می‌دهند. تاثیر مثبت خمیرترش آرد کامل جو بر خصوصیات نان ممکن است به واسطه افزایش انحلال سبوس در حین تخمیر و ممانعت از تخریب فیزیکی شبکه گلوتن و حباب-های گازی باشد که به افزایش تخلخل، بهبود احساس دهانی و تولید ترکیبات مولّد عطر و طعم نیز کمک می‌کند. از طرف دیگر رابطه مستقیمی بین میزان بتاگلوکان آرد جو و حجم مخصوص نان وجود دارد. همچنین اگر میزان آب مورد استفاده در فرآوری خمیر نان، متناسب با ظرفیت اتصال آب بتاگلوکان باشد، بتاگلوکان با تاثیر بر ویسکوزیته فاز آبی خمیر می‌تواند بر بهبود حجم نان موثرتر باشد. با غیر فعالسازی آنزیم‌های موجود در آرد طی تخمیر، تجزیه بتاگلوکان نیز محدود گردیده و قابلیت آن در بهبود حجم نان و ایفای نقش‌های تغذیه‌ای مورد انتظار افزایش می‌یابد (۳۱).

اگرچه در فرآوری نان از انواع کدو بیشتر به عنوان یک مکمّل غذایی استفاده می‌شود اما تاثیر بارز آن بر افزایش حجم و بهبود خصوصیات حسّی نان گندم خصوصاً در مورد آردهای دارای ویژگی‌های ضعیف نانوایی باعث توسعه استفاده از آرد و پوره کدو در غنی‌سازی نان گردیده تا ضمن برخورداری از قابلیت‌های تغذیه‌ای آن، خصوصیات نان تولیدی را نیز با توانایی جذب آب فیبر موجود در کدو ارتقاء دهند. بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیک نان احتمالا تا حدی به واسطه طعم مطلوب و سایر خصوصیات انتقال یافته از کدو به نان است.

در همین راستا، پااوسان و من (۲۰۱۴) نشان دادند که با افزایش میزان پالپ کدو (۱۵ تا ۵۰ درصد) به جای آرد گندم در فرمولاسیون نان، مقدار خاکستر و فیبر خام نان تولیدی نیز افزایش می‌یابد. علاوه بر این با افزایش مقدار پالپ کدو، میزان جذب آب و متعاقباً محتوای رطوبت نان و همچنین الاستیسیته و تخلخل



شکل۱- بررسی امتیاز پذیرش کلّی نان‌های تولیدی تحت تاثیر درصد خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا، ۲ ساعت پس از پخت.

نان بیشتر می شود. این محققین، قابلیت جذب آب و تورّم مناسب فیبر کدو را عامل اصلی ایجاد ویژگی های مطلوب معرفی کردند (۲۸). راکسجوا و همکاران (۲۰۱۱) نیز دریافتند که نان دارای بیشترین امتیاز پذیرش خصوصیات حسّی و بهترین ویژگی های کیفی با افزودن ۱۰ درصد از کدو حلوایی خشک شده به نان گندم به دست آمد (۳۰).

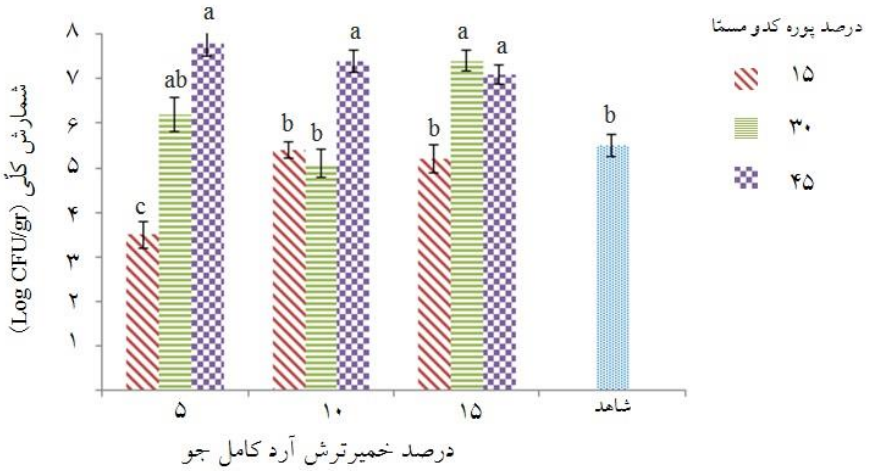
۳-۴- ماندگاری میکروبی نان‌های تولیدی

میزان آلودگی میکروبی در نمونه‌های غنی شده با خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا در مقایسه با نمونه شاهد در فاصله زمانی ۴ روز پس از پخت در شکل (۲) نشان داده شده است. لازم به توضیح است که قبل از روز چهارم، آلودگی میکروبی در نمونه‌ها مشاهده نشد. همانطور که ملاحظه می‌گردد نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد خمیرترش آرد جو در مقایسه با نان‌های حاوی مقادیر دیگر خمیرترش و نمونه شاهد دارای میزان آلودگی کمتری بودند. علاوه بر این به موازات افزایش درصد پوره کدو و افزایش رطوبت نان، میزان آلودگی میکروبی افزایش یافت به نحوی که بیشترین میزان آلودگی در نمونه حاوی بیشترین مقدار پوره کدو (۴۵ درصد) و همچنین کمترین مقدار خمیرترش آرد جو (۵ درصد) مشاهده گردید.

اگرچه اثر ضد میکروبی آغازگرهای میکروبی خمیرترش، به واسطه تولید اسید لاکتیک، pH پایین و مواد دارای خاصیت ضد میکروبی است اما تولید اسید، مهم‌ترین عامل موثر خمیرترش در جلوگیری از فساد قارچی و باکتریایی به شمار می‌آید. رسیدن به سطح مناسب اسیدیته قابل تیتر خمیرترش نیز که در آن بیشترین خاصیت ضد میکروبی به دست می‌آید مستلزم کنترل مناسب فرایند تخمیر است (۳۲). بر اساس نتایج این پژوهش هر چند رطوبت انتقال یافته از پوره کدو به خمیر نان، نقش مستقیمی در افزایش آلودگی میکروبی محصول تولیدی نشان می‌دهد اما در نمونه‌هایی که تخمیر و جذب رطوبت توسط محتوای فیبری خمیرترش آرد کامل جو کنترل شده است میزان آلودگی میکروبی با نمونه‌های دیگر از تفاوت چشمگیری برخوردار می‌باشد که نقش تخمیر مناسب خمیرترش را در ماندگاری میکروبی این نمونه‌ها نشان می‌دهد.

۳-۵- رنگ پوسته نان‌های تولیدی

همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌گردد دو ساعت پس از پخت، مقدار روشنایی نان شاهد از تمام نمونه‌ها بیشتر بود و با افزایش مقدار پوره کدو و همچنین خمیرترش آرد جو، میزان روشنایی کاهش یافت به نحوی که کمترین مقدار آن به نمونه حاوی ۴۵ درصد پوره کدو و ۱۵ درصد خمیرترش آرد جو تعلق گرفت. روند تغییرات مقادیر شاخصه‌های قرمزی-سبزی و آبی-زردی برعکس بود و با افزایش مقدار پوره کدو و خمیرترش آرد جو مقادیر شاخصه‌های مذکور نیز افزایش یافت و نمونه شاهد از کمترین مقدار قرمزی-سبزی و آبی-زردی برخوردار بود. آرد کامل جو، غنی از پروتئین و پوره کدو مسمّا نیز سرشار از ترکیبات پلی‌ساکاریدی است و با تسریع واکنش مایلارد در فرایند پخت با افزایش مقدار ترکیبات مذکور از روشنایی پوسته نان کاسته شده و مقادیر قرمزی-سبزی و آبی-زردی افزایش می‌یابد (۲۹). از آنجا که واکنش مایلارد مهم‌ترین عامل در ایجاد رنگ پوسته نان به شمار می‌آید (۳۵) رنگ نمونه شاهد به دلیل



شکل۲- میزان آلودگی میکروبی در نمونه‌های غنی شده با خمیرترش آرد جو و پوره کدو مسمّا در مقایسه با نمونه شاهد در فاصله زمانی۴ روز پس از پخت.

جدول۳- ارزیابی رنگ پوسته نان‌های تولیدی دو ساعت پس از پخت از نظر میزان روشنایی، قرمزی-سبزی و آبی-زردی

خمیرترش(درصد)	پوره کدو(درصد)	رنگ پوسته نان		
		روشنایی	قرمزی-سبزی	آبی-زردی
۰	۰	۵۰/۹۰±۰/۷۶a	۱۳/۲۰±۰/۵۶a	۲۱/۶۰±۰/۷۲a
۵	۱۵	۴۸/۰۰±۰/۵۰a	۱۴/۱۰±۰/۳۲ab	۲۳/۰۹± ۰/۷۴ab
	۳۰	۴۷/۲۰±۰ /۴۲a	۱۴/۹۰± ۰/۸۰ab	۲۴/۶۰±۰/۴۸ab
	۴۵	۴۵/۶۰±۰/۴۴ab	۱۵/۷۰±۰/۴۹c	۲۵/۵۰±۰ /۲۱c
۱۰	۱۵	۴۵/۰۰±۰/ ۷۶ab	۱۵/۰۰±۰/۷۰ab	۲۴/۰۰±۰/۱۵ab
	۳۰	۴۳/۵۰±۰/۴۲c	۱۵/۶۰±۰/۶۴c	۲۴/۸۰±۰/۳۷bc
	۴۵	۴۲/۲۰±۰/۵۳d	۱۶/۱۰±۰/۴۷cd	۲۵/۷۰±۰/۵۶c
۱۵	۱۵	۴۴/۸۰±۰/۴۷c	۱۵/۳۰±۰/۲۳ab	۲۴/۶۰±۰/۳۹ab
	۳۰	۴۲/۹۰±۰/۴۰d	۱۵/۹۰±۰/ ۹۶c	۲۵/۳۰±۰/۴۹c
	۴۵	۴۱/۸۰±۰/۴۳d	۱۶/۴۰±۰/۳۶d	۲۵/۹۰±۰/۷۷c

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح α= ۰/۰۵ می‌باشد.

وقوع کمترین میزان واکنش مایلارد و کاراملیزاسیون از بیشترین مقدار روشنایی برخوردار بود.

۴- نتیجه‌گیری

ارزش تغذیه‌ای بسیار بالای پوره کدو مسمّا و خمیرترش آرد کامل جو، به عنوان منابع غنی از فیبرهای رژیمی، ویتامین، کاروتنوئید و املاح در طی سال‌های اخیر منجر به استفاده بیشتر از آنها در فرآوری نان گندم شده است. این مطالعه نیز با هدف غنی‌سازی نان باگت با خمیرترش آرد کامل جو و پوره کدو مسمّا به اجرا در آمد. بر اساس نتایج این پژوهش، سطوح مختلف خمیرترش آرد کامل جو و پوره کدو مسمّا، تاثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) بر زمان ماندگاری نان باگت در طی دوره نگهداری و همچنین میزان پذیرش نهایی نان‌های تازه‌خوری داشتند. در مجموع بر اساس نتایج، نمونه فرآوری شده با ۳۰ درصد پوره کدو مسمّا و ۱۰ درصد خمیرترش آرد جو دارای بیشترین زمان ماندگاری و امتیاز پذیرش کلّی مناسبی بود که می‌توان از آن به عنوان بهترین نمونه نام برد. لذا با بهینه‌یابی مقادیر مناسب پوره کدو مسمّا و خمیرترش آرد کامل جو در فرآوری نان باگت ضمن بهره‌مندی از خصوصیات تغذیه‌ای نسبت داده شده به این

ترکیبات می‌توان فراورده‌ای با زمان ماندگاری مناسب، عاری از افزودنی‌های شیمیایی و ویژگی‌های حسّی قابل قبول تولید نمود.

۵- منابع

۱. اکبری، ن.، محمدزاده میلانی، ج.، و علاءالدینی، ب. ۱۳۹۳. بهبود ویژگی‌های کیفی نان بربری با استفاده از پوره سیب‌زمینی. پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۴: ۳۶۳-۳۷۳.

۲. داودی، ز. ۱۳۹۲. برسی اثر افزودن پودر کدوتنبل و کدوخورشتی بر خواص رئولوژیکی خمیر و خصوصیات فیزیکی و حسی نان تافتون. پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. دیدار، ز.، سیدین اردبیلی، س.م.، میزانی، م.، حداد خداپرست، م.ح.، و قائمی، ع. ۱۳۸۷. مقایسه استفاده از انواع مختلف خمیرترش در میزان اسید فیتیک نان سنتی ایران (لواش). پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۲: ۱۹-۳۱.

۴. صادقی، ع. ۱۳۹۳. جداسازی و شناسایی آغازگرهای لاکتوباسیلوس غالب موجود در خمیرترش حاصل از آرد نان سنگک. طرح پژوهشی خاتمه یافته به شماره شناسه ۱۵-۳۱۴-۹۲. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۵. صادقی، ع.، شهیدی، ف.، مرتضوی، ع.، نصیری محلاتی، م.، و صادقی، ب.، ۱۳۸۷. بررسی تاثیر استفاده از خمیرترش بر زمان ماندگاری میکروبی و خواص حسی نان بربری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۹: ۱۷۰-۱۵۳.

۶. محترمی، س.م.، الهامی راد، ا.ح.، بصیری، ش.، و سعیدی اصل، م. ۱۳۹۲. تاثیر پوره کدو حلوایی باریک بر خصوصیات حسی، بافت، رطوبت و حجم نان حجیم، مجموعه مقالات اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران.

7. AACC International. 2010. Approved methods of the American association of cereal chemists. 11th Ed. The St. Paul.

8. AOAC Method. 2003. In official methods of analysis. Association of official analytical chemists. 17th Ed. Arlington, Virginia.

9. 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.

10. Badora, A., Kozłowska-Strawska, J., Domańska, J. and Filipek, T. 2014. Cereals, health or disease. Problems of sustainable development, 2: 87-98.

11. Bornet, F.R., Costagliola, D., Rizkalla, S.W., Blayo, A., Fontvieille, A.M., Haardt, M.J., Letanoux, M., Tchobroutsky, G. and Slama, G. 1987.Insulinemic and glycemic indexes of six starch-rich foods taken alone and in a mixed meal by type 2 diabetics. The American journal of clinical nutrition, 45: 588-95.

12. Caili, F., Huan, S. and Quanhong, L. 2006. A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. Plant foods for human nutrition, 61: 70-77.

13. Clarke, C.I. and Arendt, E.K. 2005. A review of the application of sourdough technology to wheat breads. Advance in food and nutrition research, 49: 137-156.

14. Clarke, C.I., Schober, T.J. and Arendt, E.K. 2002. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and on bread quality. Cereal chemistry, 79: 640-647.

15. Corsetti, A. and Settanni, L. 2007. Lactobacilli in sourdough fermentation. Food research international, 40: 539-558.

16. Corsetti, A., Gobbetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. Journal of food science and technology, 63: 347–351.

17. Dalbello, 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: 309-318.

18. De Escalada Pla, M., Ponce, N., Stortz, C., Gerschenson, L. and Rojas, A. 2007. Composition and functional properties of enriched fibre products obtained from pumpkin (Cucurbita moschata Duchesne ex Poiret). Lebensmittel wissenschaft und technologie, 40: 1176–1185.

19. El-Soukkary, F.A.H. 2001. Evaluation of pumpkin seed products for bread fortification. Plant foods for human nutrition, 56: 365-384.

20. Gaggiano, M., Di Cagno, R., De Angelis, M., Arnault, P., Tossut, P., Fox, P.F. and Gobbetti, M. 2007. Defined multispecies semi-liquid ready to use sourdough starter. Food microbiology, 24:15-24.

21. Gil, A., Ortega, R.M. and Maldonado, J. 2011. Wholegrain cereals and bread: a duet of the

Mediterranean diet for the prevention of chronic diseases. Public health nutrition, 14: 2316-2322.
22. Izydorczyk, M.S. and Dexter, E. 2008. Barley b-glucan sand arabinoxylans molecular structure, physicochemical properties. International journal of food properties, 7: 2850-857.
23. Katina, K. 2005. Sourdough a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread. VTT technical research centre of Finland, VTT publication 569: 13-41.
24. Katina, K., Heinio, R.L., Autio, K. and Poutanen, K. 2006. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. Food science and technology, 39: 1189–1202.
25. Mariotti, M., Garofalo, C., Aquilanti, L., Osimani, A., Fongaro, L., Tavoletti, S., Hager, A.S. and Clementi, F. 2014. Barley flour exploitation in sourdough bread-making: A technological, nutritional and sensory evaluation. Food science and technology, 59: 973-980.
26. Meignen, B., Onno, B., Gelinas, P., Infantes, M., Guilois, S. and Cahagnier, B. 2001. Optimization of sourdough fermentation with Lactobacillus brevis and baker's yeast. Food microbiology, 18: 239-245.
27. Nyam, K.L., Lau, M. and Tan, C.P. 2013. Fibre from pumpkin (Cucurbita pepo) seeds and rinds: physico-chemical properties, antioxidant capacity and application as bakery product ingredients. Malaysian journal of nutrition, 19: 99-109.
28. Păucean, A. and Man, S. 2014. Physico-chemical and sensory evaluations of wheat bread with pumpkin (Cucurbita maxima) pulp incorporated. Journal of agroalimentary processes and technologies, 20: 26-32.
29. Ptitchkina, N.M., Novokreschonova, L.V., Piskunova, G.V. and Morris, E.R. 1998. Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bread by small additions of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure. Food hydrocolloids, 12: 333-337.
30. Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L. and Strautniece, E. 2011. Use of dried pumpkins in wheat bread production. Procedia food science, 1: 441– 447.
31. Rieder, A., Holtekjølen, A.K., Sahlstrøm, S. and Moldestad, A. 2012. Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread. Journal of cereal science, 55: 44-52.
32. Simsek, O., Hilmi Con, A. and Tulumoglu, S. 2006. Isolating lactic starter cultures with antimicrobial activity for sourdough processes. Food control, 17: 263-270.
33. Sun-Waterhouse, D., Sivam, J. Cooney, J., Zhou, J., Perera, C.O. and Waterhouse, G.I.N. 2011. Effects of added fruit polyphenols and pectin on the properties of finished breads revealed by HPLC/LC-MS and Size-Exclusion HPLC. Food research international, 44: 3047–3056.
34. Xue, Q., Newman, R.K. and Newman, C.W. 1996. Effects of heat treatment of barley starches on in vitro digestibility and glucose responses in rats. Cereal chemistry, 73: 588-592.
35. Yam, K.L. and Papadakis, S.E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering, 61: 137-142.
36. Zannini, E., Garofalo, C., Aquilanti, L., Santarelli, S., Silvestri, G. and Clementi, F. 2009. Microbiological and technological characterization of sourdoughs destined for bread-making with barley flour. Food microbiology, 26: 744–753.