

بررسی تاثیر پوره کدو سبز بر ویژگی‌های نان تست خمیرترشی

عباس عابدفر^۱، علیرضا صادقی^{۲*}

۱. دانش‌آموخته، کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: 94/5/29، تاریخ پذیرش: 94/8/17)

چکیده

در این پژوهش، تاثیر افزودن پوره کدو سبز پوست‌گیری و آب‌پز شده در سه سطح 10، 20 و 30 درصد بر سفتی بافت، حجم مخصوص، تخلخل، پذیرش کلی و آلودگی میکروبی نان تست خمیرترشی (حاوی 25 درصد وزنی از خمیرترش حاصل از تخمیر کنترل شده آرد کامل گندم) در فاصله زمانی چهار روز پس از پخت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش مقدار پوره کدو سبز، تخلخل مغز نان تست به شکل معنی‌داری ($p < 0/05$) در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت. علاوه بر این، نمونه حاوی 20 درصد پوره کدو سبز در مقایسه با سایر تیمارها از سفتی بافت و آلودگی میکروبی کم‌تر و همچنین حجم مخصوص و پذیرش کلی بیش‌تری برخوردار بود. در فاصله زمانی 96 ساعت پس از پخت نیز تاثیر افزودن پوره کدو سبز بر ویژگی‌های نان تست در مقایسه با نمونه حاصل از تخمیر کنترل شده، مشهود بود به نحوی که بدون در نظر گرفتن نمونه شاهد، بیش‌ترین مقدار سفتی بافت و کم‌ترین میزان حجم مخصوص در نمونه حاصل از تخمیر کنترل شده مشاهده گردید. واژه‌های کلیدی: نان تست، خمیرترش آرد کامل گندم، پوره کدو سبز، تخلخل، حجم مخصوص.

1- مقدمه

نان منبع مهمی از پروتئین، فیبر رژیمی و ریز مغذی‌هایی هم‌چون مواد معدنی و ویتامین‌ها است که در زمره بهترین و سالم‌ترین مواد غذایی قرار داشته و بر اساس آموزه‌های دین مبین اسلام نیز از احترام خاصی برخوردار می‌باشد. نان تست نوعی نان ورقه شده حاصل از آرد نول است که با قرار دادن آن در مقابل حرارت، برشته شده باشد. این نان در اکثر نقاط دنیا به‌طور معمول برای وعده صبحانه مصرف می‌شود [1]. مراحل آسیاب نمودن غلات، تخمیر و پخت نان در حفظ ترکیبات مغذی این فراورده بسیار موثر هستند. به‌طور معمول فراوری‌های کلاسیک (خمیری) در مقایسه با روش‌های سنتی (خمیرترشی) تولید نان منجر به کاهش 48 درصد از ویتامین‌ها در نان سفید می‌شوند [2].

یکی از مناسب‌ترین جایگزین‌ها برای افزودنی‌های شیمیایی در فراوری نان، استفاده از خمیرترش و بهره‌گیری از اثر نگهدارندگی زیستی آغازگرهای لاکتیکی آن است [3]. این آغازگرهای لاکتیکی به دلایل خاصی نظیر بهبود آروما، طعم، زمان ماندگاری، ارزش تغذیه‌ای و یا حتی ایجاد خواص سلامتی بخش در فرایند تخمیر نان خمیرترشی مورد استفاده قرار می‌گیرند [4]. تخمیر خمیرترش بر پایه تخمیر لاکتیکی و الکلی است و به میزان زیادی تحت تاثیر فلور میکروبی آرد و شرایط تخمیر قرار می‌گیرد [5-6]. باکتری‌های اسید لاکتیک از قابلیت تولید ترکیبات ضد میکروبی نظیر اسیدهای آلی، دی استیل، استون، پراکسید هیدروژن، پپتیدهای ضد قارچی و باکتریوسین‌ها نیز برخوردارند که در مقابل طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا و مولد فساد موثر می‌باشند [7-8]. برخی از متابولیت‌های تولیدی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در خمیرترش نظیر پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی و آنزیم‌های پروتئولیتیک و آمیلولیتیک آن‌ها نیز در تاخیر بیاتی نان تولیدی موثر هستند [9-10]. دی ویوست و ونکانیت [11] با بررسی تاثیر تخمیر خمیرترش بر روی ویژگی‌های نان دریافتند که با کنترل تخمیر می‌توان حجم، بافت و طعم محصول تولیدی را بهبود بخشید، از فسادهای قارچی و باکتریایی نان ممانعت نمود و هم‌چنین بیاتی آن را به تاخیر انداخت. کدو سبز با نام علمی (*Cucurbita pepo*)، از جمله محصولات

کشاورزی بوده که علی‌رغم سطح زیر کشت پایین، ارزش تغذیه‌ای بسیار بالایی داشته و به‌عنوان یک منبع مناسب از پتاسیم، فسفر و منیزیم و هم‌چنین غنی از مواد معدنی ضروری نظیر آهن، منگنز، روی و مس از قابلیت بالایی برای استفاده در صنایع مختلف غذایی برخوردار است [12]. تغییر در رنگ، طعم و ویسکوزیته کدو سبز در طی فرایند حرارتی سبب قابلیت پذیرش بیش‌تر این محصول کشاورزی می‌گردد [13]. کدو سبز از اکسیداسیون کلسترول که از دلایل اصلی تجمع آن در دیواره رگ‌های خونی است، جلوگیری می‌کند. هم‌چنین ویتامین A و E در ترکیب با اسیدهای چرب امگا 3 در کدو سبز نیز جذب آنتی‌اکسیدان‌های محلول در چربی را تقویت نموده و کمک شایانی به بازسازی مؤثر سلول‌های مغزی می‌کند [14]. در حال حاضر متاسفانه مصرف این محصول در بین مردم متداول نبوده و خانواده‌های معدودی از آن فقط به صورت تازه، در سالاد، انواع سوپ و یا غذاهای دیگر استفاده می‌کنند [15]. پوره کدو سبز نیز بدون مواد افزودنی شیرین، علی‌رغم عطر و طعم خاص و مطلوب با مقبولیت کمی روبرو بوده و بعضاً به‌عنوان مکمل غذایی در فرمولاسیون فراورده‌های غذایی استفاده می‌گردد [16]. بر اساس تحقیقات سودا و همکاران [17]، نان غنی شده با ترکیبات فیبری با ارزش افزوده نظیر کدو سبز تاثیر چشمگیری در بهبود ویژگی‌های نان‌های رژیمی خواهد داشت. ژون و همکاران [18]، نیز گزارش نمودند که پوره کدو سبز منبع خوبی از کاروتن، پکتین، نمک‌های معدنی، ویتامین و دیگر مواد سلامتی‌بخش بوده و قابلیت استفاده به‌عنوان یک مکمل غذایی در فراوری محصولات مختلف غذایی را دارد. روزیلو و همکاران [19]، به بررسی نان گندم غنی شده با پالپ کدو سبز به‌عنوان یک محصول غذایی فراسودمند پرداخته و دریافتند که افزایش پالپ کدو سبز از 5 تا 20 درصد وزن خمیر نان، سبب کاهش حجم مخصوص و افزایش سفتی و قابلیت جویدن نان می‌شود. در پژوهش مذکور، بیش‌ترین امتیاز حسی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز به ترتیب به نمونه‌های حاوی 10 و 15 درصد پالپ کدو سبز تعلق گرفت. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تاثیر پوره کدو سبز بر میزان تخلخل، سفتی بافت، حجم مخصوص، پذیرش کلی و ماندگاری میکروبی نان تست خمیرترشی بود.

2- مواد و روش‌ها**2-1- مواد خام**

آردهای گندم مورد استفاده در این پژوهش از کارخانه آرد زاهدی واقع در استان گلستان تهیه شد. خصوصیات این آردها بر اساس روش‌های مدون (AACC, [20]: روش‌های آزمون 44-19 رطوبت، 46-10 پروتئین، 38-12 گلوتن، 08-01 خاکستر) تعیین گردید (جدول 1). فیبر و رطوبت کدو سبز مورد استفاده نیز به ترتیب 1/3 و 84 درصد بود که بر اساس روش‌های استاندارد (AOAC, [21]: روش‌های آزمون 962/09 فیبر و 950/46 رطوبت) اندازه‌گیری شد. مخمر خشک فعال ساکارومایسس سرویزیه از شرکت ایران ملاس فریمان، محیط‌های کشت مصرفی شامل MRS Broth، MRS Agar، Plate Count Agar و مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش نیز از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند. تجهیزات مورد استفاده نیز شامل سانتریفوژ (هانیل، Combi 514R، کره جنوبی)، فارینوگراف (برابندر، آلمان)، فر پخت (لیشور، ایتالیا)، بافت‌سنج (مدل TA.XT Plus Stable Micro System، انگلستان)، گرمخانه (مدل بهداد، ایران) و اسکنر (مدل Scanject 3110، چین) بودند.

2-2- تامین آغازگر میکروبی و فعال‌سازی آن

آغازگر 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 [22].

2-3- فراوری خمیرترش

برای اعمال تخمیر کنترل شده خمیرترش با استفاده از آغازگر اختصاصی لاکتوباسیلوس پلانتاروم، باکتری مذکور در محیط کشت MRS Broth در دمای 30 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت تا ایجاد 108 واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم، در مقایسه با لوله 0/5 مک فارلند، کشت داده شد. سپس با سانتریفوژ زیست‌توده تولیدی در 5000 g، 4 درجه

سانتی‌گراد و به مدت 15 دقیقه، سلول‌های تازه میکروبی از محیط کشت جدا گردید [23]. تخمیر کنترل شده حاوی 1/5 درصد از کشت آغازگر اختصاصی مذکور نسبت به وزن آرد کامل گندم بود که طی 24 ساعت در دمای تخمیر 28 درجه سانتی‌گراد و مقدار 1/5 درصد شکر تهیه شد. شایان ذکر است که اعمال این محدوده‌های دما، زمان تخمیر و غلظت سوبسترا در فراوری نان قالبی حاصل از آرد کامل گندم منجر به تولید با کیفیت‌ترین نمونه‌ها شده بود [24] و لذا در این پژوهش نیز به‌عنوان شرایط بهینه مورد استفاده قرار گرفت.

2-4- فراوری نان‌های شاهد، حاصل از تخمیر کنترل شده و حاوی پوره کدو سبز

برای تهیه نان شاهد از مخلوط آرد نول، آب و 1/5 درصد وزنی از مخمر خشک فعال ساکارومایسس سرویزیه استفاده شد. میزان آب مورد نیاز و همچنین شرایط مخلوط کردن برای تهیه خمیر نان با استفاده از فارینوگراف تعیین گردید. خمیر نان شاهد، فاقد پوره کدو سبز و خمیرترش بود و مرحله نخست تخمیر این مخلوط در دمای 30 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه و تخمیر نهایی آن پس از تقسیم کردن به قطعات 150 گرمی در دمای 42 درجه سانتی‌گراد به مدت 90 دقیقه صورت پذیرفت. سپس نمونه‌های تولیدی در دمای 240 ± 5 درجه سانتی‌گراد و به مدت 17 دقیقه در فر پخت، پخته شدند [25]. برای تهیه نان حاصل از تخمیر کنترل شده یعنی فاقد پوره کدو سبز، نیز نسبت 25 درصد وزنی از خمیرترش آرد کامل گندم به خمیر مشابه نمونه شاهد افزوده شد. جهت آماده‌سازی نان‌های خمیرترشی حاوی پوره کدو سبز، مقادیر 10، 20 و 30 درصد پوره کدو سبز پوست‌گیری و آب‌پز شده نسبت به وزن آرد قبل از تخمیر نهایی به خمیر مشابه نمونه حاصل از تخمیر کنترل شده (خمیر حاصل از آرد نول و حاوی 25 درصد وزنی از خمیرترش آرد کامل گندم)، افزوده و سپس تحت شرایط یکسان تخمیر و پخت، فراوری گردید [23].

2-5- ارزیابی بیاتی نان‌های تولیدی

برای تعیین تغییرات سفتی بافت نان‌های تولیدی به‌عنوان معیار بیاتی آن‌ها از آزمون بافت‌سنجی استفاده شد. بدین منظور

2-8- ارزیابی خصوصیات حسی نان‌های تولیدی

خصوصیات حسی نان‌های تولیدی در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت (تازه‌خوری)، از طریق آزمون چشایی ارزیابی شد. ده داور از بین افراد آموزش دیده، خصوصیات نان‌های تولیدی را جهت تعیین میزان پذیرش کلی، رنگ پوسته، قابلیت جویدن، سفتی بافت، طعم، تخلخل و خاصیت ارتجاعی بر مبنای مقیاس 1-5 (1کم‌ترین و 5 بالاترین امتیاز) ارزیابی کردند و در نهایت با اعمال ضریب ارزشیابی برای هر صفت، پذیرش کلی کیفیت نان با استفاده از رابطه (1) محاسبه گردید [26].

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P} \quad (1)$$

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

2-9- تعیین میزان آلودگی میکروبی

برای ارزیابی آلودگی میکروبی ابتدا از قسمت‌های مختلف نان‌های تولیدی، نمونه برداری شده و همگن گردید. سپس از نمونه‌های مذکور، رقت‌های مختلف تهیه شد و از محیط کشت Plate Count Agar برای شمارش کلی استفاده گردید. پلیت‌های کشت داده شده در دمای 37 درجه سانتی‌گراد و به مدت 48 ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. در نهایت، با شمارش مستقیم کلنی‌ها، نتایج به صورت LogCFU/g گزارش گردید.

2-10- آنالیز آماری نتایج

نتایج حاصل از این پژوهش بر اساس طرح آماری کرت‌های خرد شده در سه تکرار و با استفاده از نرم افزارهای SAS نسخه 1/9 و Microsoft Office Excel 2013 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون

آزمون نفوذ در نمونه‌ها به وسیله دستگاه بافت‌سنج، با پروب استوانه‌ای به قطر 1/27 سانتی‌متر، سرعت پروب 1 میلی‌متر در ثانیه و نقطه شروع 50 گرم انجام گرفت. نیروی لازم جهت ایجاد 50 درصد فشردگی در ضخامت اولیه با رسم منحنی نیرو-فاصله، به‌عنوان سفتی بافت مغز نان اندازه‌گیری گردید. برای هر نمونه نان تولیدی، آزمون مذکور با سه تکرار در دمای اتاق انجام شد و تعیین میزان سفتی بافت مغز نان‌های تولیدی در تناوب‌های زمانی 2، 48 و 96 ساعت پس از پخت برای تخمین بیاتی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت [26].

2-6- اندازه‌گیری حجم مخصوص نان

حجم مخصوص نان‌های تولیدی در فواصل زمانی 2، 48 و 96 ساعت پس از پخت، به‌طور جداگانه و در شرایط معین، درون بسته‌های استریل پلی‌اتیلنی درب‌دار و دمای گرمخانه‌گذاری 28 درجه سانتی‌گراد به روش جایگزینی دانه کلزا، بر اساس استاندارد METRIC A-A-20126E، تعیین و با نمونه شاهد مقایسه گردید. نمونه‌های مورد استفاده دارای وزن یکسان بوده و از مرکز هندسی نان تهیه شدند [27].

2-7- تعیین میزان تخلخل مغز نان

برای ارزیابی میزان تخلخل مغز نان در فواصل زمانی 2، 48 و 96 ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد 2 در 2 سانتی‌متر از مغز نان تهیه گردید و به‌وسیله اسکنر با وضوح 300 نقطه در اینچ، تصویربرداری شد. سپس تصویر تهیه شده در اختیار نرم افزار Image J قرارگرفت. تصاویر موجود در این نرم افزار، مجموعه‌ای از نقاط تاریک و روشن بوده و نسبت نقاط روشن به تاریک به‌عنوان شاخصی از میزان تخلخل در نمونه‌ها برآورد می‌گردد [28].

جدول (1) خصوصیات آردهای مورد استفاده در این پژوهش

نوع آرد گندم	درصد استخراج	درصد رطوبت	درصد پروتئین	درصد گلوتن مرطوب	درصد خاکستر (بر اساس وزن خشک)
کامل	92	8/10	12/25	26/40	1/55
نول	67/5	14/2	8/5	24	0/45

حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) و آزمون دانکن در سطح 95٪ انجام شد.

3- نتایج و بحث

3-1- ارزیابی سفتی بافت نان‌های تولیدی

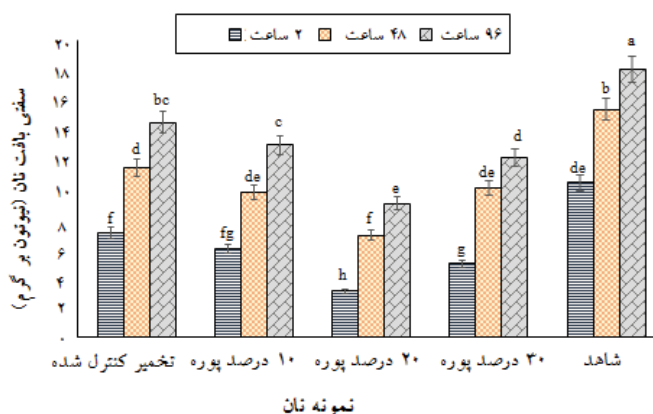
نتایج حاصل از اندازه‌گیری سفتی بافت مغز نان با دستگاه بافت‌سنج در نان‌های تولیدی در طی دوره نگاه‌داری در شکل (1) آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نیروی لازم برای فشردن نان با گذشت زمان افزایش یافت. در بین نمونه‌های تولیدی، کم‌ترین مقدار سفتی بافت در نمونه فراوری شده حاوی پوره کدو سبز با نسبت 20 درصد، 2 ساعت پس از پخت (تازه خوری) مشاهده شد. هم‌چنین بیش‌ترین میزان سفتی بافت نان در نمونه شاهد، 96 ساعت پس از پخت مشاهده گردید. شایان ذکر است که در فواصل زمانی مورد بررسی، سفتی بافت مغز نان تمام نمونه‌های فراوری شده به مراتب کم‌تر از نمونه شاهد بود. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین تغییرات سفتی بافت نان در سطح 5 درصد نیز نشان داد که در شرایط اعمال شده در این پژوهش، درصد پوره کدو سبز و حضور تخمیر کنترل شده خمیرترش، تاثیر معنی‌داری ($p < 0/05$) بر میزان تغییرات سفتی بافت نان دارند.

بیاتی نان فرایند پیچیده‌ای می‌باشد که علت آن برگشت به عقب نشاسته است [29]. گوبتی و همکاران [30]، پروتئولیز زیر واحدهای گلوتن را نیز از جمله عوامل موثر در بیاتی نان برشمرده‌اند. کاتینا و همکاران [26] با تعیین سفتی بافت نان

به‌عنوان شاخصی از بیاتی آن دریافتند که نیروی لازم برای فشردن نان در نمونه‌های تهیه شده از خمیرترش در زمان‌های تخمیر کوتاه‌تر، به مراتب بیش‌تر است. با توجه به تحقیقات روزیلو و همکاران [19]، درجه بیاتی و الاستیسیته خمیر نان تست با افزودن پوره کدو سبز از محدوده 5 تا 20 درصد روند کاهشی داشت که دلیل مذکور به یکنواختی ساختار شبکه گلوتن-نشاسته موجود در بافت نان تست نسبت داده شد. بر اساس تحقیقات پاشا و همکاران [31]، نیروی لازم جهت فشردن بافت نان با افزایش میزان پوره کدو سبز از 5 تا 15 درصد روند کاهشی داشت که دلیل آن افزایش محتوی رطوبت مغز نان با افزایش پوره کدو سبز بوده است. هم‌چنین پژوهشگران دیگری نظیر پتکینا و همکاران [32] و سوکاری [33]، نتایج مشابهی گزارش نمودند. بر اساس تحقیقات ال-دمدی [1]، نیز با افزایش نسبت پوره کدو سبز از 5 تا 10 درصد، روند تغییرات سفتی بافت نان معنی‌دار نبود، در حالی که تیمار 20 درصد پوره کدو سبز در ارزیابی سفتی بافت نان تغییرات معنی‌داری ایجاد کرد.

3-2- ارزیابی حجم مخصوص نان‌های تولیدی

جدول (2) نتایج حاصل از ارزیابی حجم مخصوص در نان‌های تهیه شده در طی دوره نگاه‌داری 96 ساعت پس از پخت را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش زمان انبارمانی، حجم مخصوص نان‌های تولیدی به‌طور معنی‌داری ($p < 0/05$) کاهش یافت، اما همواره از نمونه شاهد بیش‌تر بود.



شکل (1) ارزیابی تغییرات سفتی مغز نان‌های تولیدی در طول مدت نگاه‌داری.

حروف غیر یکسان در زمان‌های متفاوت نگاه‌داری (۲، ۴۸ و ۹۶ ساعت پس از پخت)، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح $\alpha = 0/05$ می‌باشد.

در بین نمونه‌های تولیدی نیز بیش‌ترین مقدار حجم مخصوص نان در نمونه فراوری شده حاوی پوره کدو سبز با نسبت 30 درصد، 2 ساعت پس از پخت (تازه‌خوری) مشاهده شد. همچنین کم‌ترین میزان حجم مخصوص نان البته بدون در نظر گرفتن نمونه شاهد در نمونه حاصل از تخمیر کنترل شده، 96 ساعت پس از پخت مشاهده گردید. بر اساس تحقیقات سینگ [34]، حضور پکتین موجود در پوره کدو سبز با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب، سبب افزایش قابلیت کشش‌پذیری خمیر خواهد شد و از آن‌جا که قابلیت کشش‌پذیری خمیر یکی از فاکتورهای تاثیرگذار بر توانایی خمیر جهت انبساط در طی تخمیر و در نتیجه افزایش حجم نان می‌باشد، بهبود حجم مخصوص نان حاوی پوره کدو سبز منطقی می‌باشد. ال-دمدی [1]، تغییر حجم مخصوص نان حاوی پوره کدو سبز را بررسی نموده و دریافت که مقدار رطوبت خمیر، عامل اصلی تاثیرگذار بر حجم مخصوص نان تست است. بر اساس گزارش این محقق، افزایش مقدار پوره کدو سبز در فرمول نان از 5 تا 20 درصد در افزایش حجم مخصوص نان تاثیر معنی‌داری نداشت که با نتایج روزیلو [19]

جدول (2) ارزیابی تغییرات حجم مخصوص نان‌های تولیدی در طول مدت نگهداری

حجم مخصوص نان (میلی لیتر/گرم)	زمان نگهداری (ساعت)	نمونه نان
1/544 ± 0/106 ^{fg}	2	شاهد
1/332 ± 0/111 ^g	48	
1/261 ± 0/207 ^h	96	
1/795 ± 0/140 ^e	2	تخمیر کنترل شده
1/634 ± 0/054 ^{ef}	48	
1/565 ± 0/076 ^f	96	
2/179 ± 0/042 ^c	2	10 درصد پوره کدو سبز
1/973 ± 0/053 ^{cd}	48	
1/836 ± 0/111 ^d	96	
2/419 ± 0/095 ^b	2	20 درصد پوره کدو سبز
2/371 ± 0/101 ^b	48	
2/045 ± 0/107 ^{bc}	96	
2/677 ± 0/042 ^a	2	30 درصد پوره کدو سبز
2/192 ± 0/052 ^c	48	
1/823 ± 0/169 ^{de}	96	

حروف غیر یکسان در هر ستون، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح $\alpha = 0/05$ می‌باشد.



شکل (2) تصویر تهیه شده از مغز نان‌های تولیدی به روش پردازش تصویر

مشاهده گردید. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج روزیلو و همکاران [19] همخوانی داشت. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش مذکور، با افزایش نسبت پوره کدو سبز از 5 تا 20 درصد، میزان تخلخل نان افزایش یافت که دلیل آن به کاهش pH خمیر نان و تشدید تخمیر آن با افزایش رطوبت ناشی از افزودن پالپ کدو سبز نسبت داده شده است. هم‌چنین محققین دیگری نظیر کوتانچیلار و همکاران [35]، ضمن بررسی تاثیر افزودن خمیرترش به خمیر نان فرموله شده با کدو سبز نشان دادند که حضور خمیرترش سبب کاهش شدید pH از 6 به 4/4 در خمیر نان و افزایش تخلخل آن شد.

و پاشا [31] مطابقت دارد. با این حال، نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیقات پکتینا و همکاران [32] مطابقت دارد. در پژوهش مذکور، افزایش پوره کدو سبز از 5 تا 50 درصد باعث افزایش رطوبت نان، بهبود در پایداری سلول‌های گازی موجود در ساختار خمیر نان، افزایش مقاومت شبکه گلوآنی خمیر و افزایش نامنظم حجم مخصوص نان گردید. مسلماً تخمیر خمیرترشی مورد استفاده در این پژوهش، نقش موثری در افزایش حجم مخصوص نان‌های تست حاوی پوره کدو سبز داشته است.

3-3- ارزیابی میزان تخلخل مغز نان‌های تولیدی

3-4- ارزیابی خصوصیات حسی نان‌های تولیدی
روند پذیرش نهایی نان‌های تازه‌خوری در شکل (4) نشان داده شده است. براساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری، سطوح مختلف پوره کدو سبز تاثیر معنی‌داری ($p < 0/05$) بر میزان پذیرش نهایی نان‌های تازه‌خوری داشتند. میزان پذیرش نهایی نمونه‌های تولیدی نیز با افزایش محتوی پوره کدو سبز، بهبود یافت به نحوی که نمونه حاصل از 20 درصد پوره کدو سبز، بالاترین امتیاز پذیرش نهایی را به‌دست آورد. کم‌ترین مقدار پذیرش نهایی نیز در نمونه حاصل از 10 درصد پوره کدو پوره مشاهده شد که در مقایسه با نمونه شاهد به مراتب بالاتر بود.

بر اساس نتایج ال-دمدی [1] که به بررسی خواص فیزیکی‌وشیمیایی نان تست غنی شده با پودر کدو پرداخته بود، با افزایش نسبت پوره کدو، پذیرش کلی بافت نان کاهش یافت. در مطالعه پاشا [31] نیز با افزایش پوره کدو سبز به خمیر نان تا محدوده 15 درصد، میزان عطر و طعم نان افزایش یافت، ولی پذیرش کلی آن به مراتب امتیاز کم‌تری به‌دست آورد. روزیلو و همکاران [19] نیز در بررسی نان گندم غنی شده با پالپ کدو سبز، بیش‌ترین امتیاز حسی را در نمونه نان حاوی 15 درصد پالپ کدو سبز به‌دست آوردند.

3-5- تعیین میزان آلودگی میکروبی نان‌های تولیدی

نتایج حاصل از کشت میکروبی نان‌های تولیدی، 96 ساعت پس از پخت دارای اختلاف معنی‌دار بود (شکل 5). در این

بررسی تصاویر مغز نان به‌وسیله نرم افزار Image z نشان داد که با افزایش زمان نگهداری و توسعه تغییرات فیزیکی‌وشیمیایی در بافت نان، تخلخل آن کاهش پیدا می‌کند. با این حال، ساختار فشرده نان‌های مسطح و نیمه‌حجم به‌دلیل وجود هوای کم‌تر منجر به تغییرات محسوس در اندازه این حفرات یا میزان تخلخل نخواهد شد، ولی در نان تست، با افزایش زمان نگهداری، رطوبت از مغز به سطح، منتقل گردیده و باعث تغییر در ساختمان شبکه پروتئینی می‌شود. این تغییرات با کاهش استحکام و کاهش حجم نیز همراه بوده و منجر به کاهش اندازه حفرات یا میزان تخلخل می‌گردد. نتایج آنالیز واریانس تغییرات تخلخل بافت مغز نان‌های تهیه شده در طی زمان نگهداری 4 روزه در شکل (3) ارائه شده است. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین تغییرات تخلخل مغز نان در سطح 5 درصد نشان داد که در محدوده شرایط اعمال شده در این پژوهش، پوره کدو سبز و تخمیر کنترل شده تاثیر معنی‌داری ($p < 0/05$) بر میزان تخلخل بافت نان در طی دوره نگهداری داشتند.

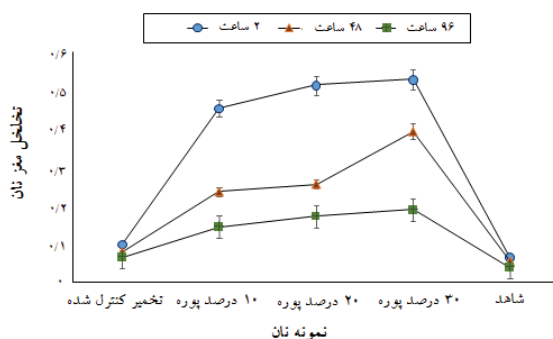
همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش زمان انبارمانی، تخلخل بافت مغز نان‌های تولیدی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما همواره از نمونه شاهد بیش‌تر بود. در بین نمونه‌های تولیدی نیز بیش‌ترین مقدار تخلخل در نمونه فراوری شده حاوی پوره کدو سبز با نسبت 30 درصد، 2 ساعت پس از پخت (تازه‌خوری) مشاهده شد. هم‌چنین کم‌ترین مقدار تخلخل مغز نان، بدون در نظر گرفتن نمونه شاهد در نمونه حاصل از تخمیر کنترل شده (فاقد پوره کدو سبز)، 96 ساعت پس از پخت

البته ترکیباتی هم‌چون فیبر و رطوبت انتقال یافته از پوره کدو به خمیر نان نیز می‌توانند بر خصوصیات فیزیکی و ماندگاری محصول تولیدی موثر باشند. بر اساس نتایج این پژوهش، استفاده توام از 20 درصد پوره کدو سبز و خمیرترش آرد کامل گندم در فراوری نان تست به شکل معنی‌داری سفتی بافت و آلودگی میکروبی را کاهش داده و باعث افزایش تخلخل، حجم مخصوص و پذیرش کلی آن می‌شود. نان تست خمیرترشی فاقد پوره کدو سبز نیز در مقایسه با نمونه حاوی پوره کدو در فاصله زمانی 96 ساعت پس از پخت از سفتی بافت بیش‌تر و حجم مخصوص کم‌تری برخوردار بود که تاثیر پوره کدو سبز بر ویژگی‌های نان تست خمیرترشی را در طی بازه نگهداری نشان می‌دهد.

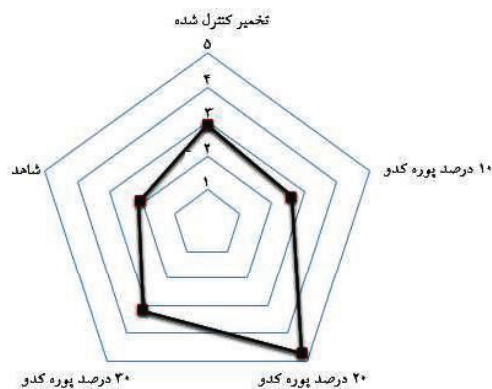
پژوهش، تیمار حاوی 20 درصد پوره کدو سبز علاوه بر کسب بیش‌ترین امتیاز پذیرش کلی، در بین تیمارهای مورد مطالعه دارای کم‌ترین آلودگی میکروبی نیز بود. تولید اسید و کاهش pH در حین تخمیر، مهم‌ترین عامل موثر در جلوگیری از فساد قارچی و باکتریایی نان به‌شمار می‌آید. بر اساس تحقیقات سیمسک و همکاران [36]، اثر ضد میکروبی آغازگر لاکتوباسیلوس پلانتروم در نان خمیرترشی، به‌واسطه تولید اسید لاکتیک، pH پایین و مواد دارای خاصیت ضد میکروبی است.

4- نتیجه‌گیری

غنی‌سازی نان با پوره کدو سبز و بهره‌مندی از ویژگی‌های تغذیه‌ای آن به فراوری محصولی فراسودمند منجر می‌گردد.



شکل (3) ارزیابی تغییرات تخلخل مغز نان‌های تولیدی در طی مدت نگهداری



شکل (4) بررسی امتیاز پذیرش کلی نان‌های تولیدی

جدول (3) مقایسه میزان آلودگی میکروبی در فاصله زمانی 4 روز پس از پخت در نان‌های تولیدی

شمارش کلی (CFU/gr)	نمونه نان
$1/28 \times 10^2 \pm 0/11^c$	10 درصد پوره کدو سبز
$1/02 \times 10^2 \pm 0/03^d$	20 درصد پوره کدو سبز
$1/70 \times 10^2 \pm 0/42^b$	30 درصد پوره کدو سبز
$1/1 \times 10^2 \pm 0/78^{cd}$	تخمیر کنترل شده
$3/40 \times 10^2 \pm 0/19^a$	شاهد

حروف غیر یکسان، نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح $\alpha = 0/05$ می‌باشد.

منابع

- [10] Katina, K., Heinio, R.L., Autio, K., Poutanen, K. (2006). Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT-Food Sci. Tech.*, 39, 1189-1202.
- [11] Devuyst, L., Vancanneyt, M. (2007). Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiol.*, 24, 120-127.
- [12] Lazos, S. E. (1986). Nutritional, fatty acid and oil characteristics of pumpkin and melon seeds. *J. Food Sci.*, 51, 1382-1383.
- [13] Dutta, D., Dutta, A., Raychaudhuri, U., Chakraborty, R. (2006). Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. *J. Food Eng.*, 76, 538-546.
- [14] Messiaen, C. M., Fagbayide, J. A. (2004). *Cucurbita pepo* Linn. In: Grubben, G. J. H., Denton, O. A. (Eds.), *Plant Resources of Tropical Africa*, Backhuys Publishers, Wageningen, pp 273-277.
- [15] Neves, F. I. G., Vieira, M. C., Silva, C. L. M. (2012). Inactivation kinetics of peroxidase in zucchini (*Cucurbita pepo* L.) by heat and UV-C radiation. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 13, 158-162.
- [16] Nawirska-Olszanska, A., Biesiada, A., Sokol-Letowska, A., Kucharska, A. Z. (2011). Content of bioactive compounds and antioxidant capacity capacity of Pumpkin puree enriched with japaes quince, cornelian cherry, straw berry and apples. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 10, 51-60.
- [17] Sudha, M. L., Vetrmani, R., Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chem.*, 100, 1365-70.
- [18] Jun, H., Lee, C., Song, G., Kim, Y. (2006). Characterization of pectic and polysaccharides from pumpkin peel. *LWT- Food Sci. Tech.*, 39, 554-561.
- [1] El-Demery, M. E. (2011). Evaluation of physico-chemical properties of toast bread fortified with pumpkin (*Cucurbita moschata*) flour. In: Proceeding of the 6th Arab and 3rd Int. Annu. Sci. Cong. (pp. 13-14), Mansoura, Egypt.
- [2] Batifoulier, F., Verny, M. A., Chanliaud, E., Remy, C., Demigane, C. (2005). Effect of different bread making methods on thiamine, riboflavin and pyridoxine contents of wheat bread. *J. Cereal Sci.*, 42, 101-108.
- [3] Schnurer J., Magnusson J. (2005). Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. *Trends Food Sci. Tech.*, 16, 70-78.
- [4] Devuyst, L., Neysens, p. (2005). The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends Food Sci. Tech.*, 16, 43-56.
- [5] Arendt, E. K., Ryan, L. A. M., Dal Bello, F. (2007). Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol.*, 24, 165-174.
- [6] Katina, K., Poutanen, K., Autio, K. (2004). Influence and interactions of processing conditions and starter culture on formation of acids, volatile compounds and amino acids in wheat sourdoughs. *Cereal Chem.*, 81, 598-610.
- [7] Galvez, A., Abriouel, H., Lucas Lopez, R., Ben Omar, N. (2007). Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *Int. J. Appl. Microbiol.*, 120, 51-70.
- [8] Meignen, B., Onno, B., Gelinat, P., Infantes, M., Guilois, S., Cahagnier, B. (2001). Optimization of sourdough fermentation with *Lactobacillus brevis* and baker's yeast. *Food Microbiol.*, 18, 239-245.
- [9] Crowley, P., Schober, T. J., Clark, C. I., Arendt, E. K. (2003). The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *Eur. Food Res. Tech.*, 214, 489-496.

- Curti, E. (2008). Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread ("Altamura bread"). *LWT-Food Sci. Tech.*, 41, 58–70.
- [29] Ribotta, P. D., Cuffini, S., Leon, A. E., Anon, M. C. (2004). The staling of bread: an X-ray diffraction study. *Eur. Food Res. Tech.*, 218, 219-223.
- [30] Gobbetti, M., Smacchi, E., Fox, P., Stepaniak, L., Corsetti, A. (1996). The sourdough microflora. cellular localization and characterization of proteolytic enzymes in lactic acid bacteria. *LWT-Food Sci. Tech.*, 29, 561-569.
- [31] Pasha, I., Bashir Khan, Q. A., Sadiq, M., Saeed, M. (2013). Rheological and functional properties of pumpkin wheat composite flour. *Pakistan J. food sci.*, 23, 100-104.
- [32] Ptichkina, N. M., Novokreschonova, L.V., Piskunova, G. V., 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 Hydrocolloid.*, 12, 333-337.
- [33] Soukkary, F. A. H. (2001). Evaluation of pumpkin seed products for bread fortification. *Plant Food Hum. Nutr.*, 56, 365-384.
- [34] Singh, J., Kaur, L., McCarthy, O. J. (2009). Potato starch and its modification. In: Singh, J.K (Eds). *Advanced in Potato Chemistry and Technology*. Academic Press. New Zealand, pp 273-318.
- [35] Kotancilar, H. G., Gerçekaslan, K. E., Karaoğlu, M. M. (2009). Crumb pasting and staling properties of white and traditional Vakfikebir breads. *Turk. J. Agric.*, 33, 435–443.
- [36] Simsek, O., Con, A. H., Tumuloglu, S. (2006). Isolating lactice starter cultures with antimicrobial activity for sourdough process. *Food Control.*, 17, 263-270.
- [19] Różyło, R., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Jakubczyk, A., Karas, M., Rozylo, K. (2014). Wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) pulp as a functional food product. *Food Tech. Biotech.*, 52, 430–438.
- [20] AACC International. (2010). Approved methods of the American association of cereal chemists. 11th Ed. The St. Paul.
- [21] AOAC Method. (2003). Association of official analytical chemists. 17th Ed. Arlington, Virginia.
- [22] صادقی، ع. (1393) جداسازی و شناسایی آغازگرهای لاکتوباسیلوس غالب موجود در خمیرترش حاصل از آرد نان سنگک. طرح پژوهشی خاتمه یافته به شماره شناسه 15-92-314 دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- [23] Dal Bello, F., Clarke, C.I., Ryan, LAM., Ulmer, H., Schober, T.J., Strom, K. (2007). Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by fermentation with the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. *J. Cereal Sci.*, 45, 309–318.
- [24] عابدفر، ع.، صادقی، ع.، کاشانی نژاد، م.، خمیری، م.، اعلمی، م. (1394). بررسی تاثیر آغازگر لاکتوباسیلوس غالب جدا شده از خمیرترش سنتی بر میزان بیاتی نان قالبی حاصل از آرد کامل گندم، مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، در نوبت چاپ.
- [25] Meignen, B., Onno, B., Gelinas, P., Infantes, M., Guilois, S., Cahagnier, B. (2001). Optimization of sourdough fermentation with *Lactobacillus brevis* and baker's yeast. *Food Microbiol.*, 18, 239-245.
- [26] Katina, K., Heinio, R.L., Autio, K., Poutanen, K. (2006). Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT-Food Sci. Tech.*, 39, 1189-1202.
- [27] Katina, K. (2005). *Sourdough a Tool for the Improved Flavour, Texture and Shelf life of Wheat Bread*. VTT Technical Research Centre of Finland publication, pp 13-41.
- [28] Chiavaroa, E., Vittadini, E., Musci, M., Bianchi, F.,