



## بررسی امکان بهبود خصوصیات کمی و کیفی نان تست با استفاده از خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا و آغازگرهای لاکتوباسیلوس فرمنتوم و لاکتوباسیلوس پلاننتاروم

صحرا زارع گاچی<sup>۱</sup>، فریبا نقی پور<sup>۲\*</sup>، بابک غیاثی طرزی

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران  
 ۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران  
 ۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله :	<p>یکی از راهکارهای عملی و ارزان قیمت در بهبود خصوصیات نانوائی و کاهش دورریز این دسته از محصولات، استفاده از خمیرترش می باشد. لذا در پژوهش حاضر امکان استفاده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا به عنوان جایگزین آب موجود در فرمولاسیون خمیرترش تهیه شده از دو باکتری لاکتوباسیلوس فرمنتوم و لاکتوباسیلوس پلاننتاروم به صورت مجزا و ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه های نان تست تهیه شده از این خمیرترش ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا، محتوای رطوبت و اسیدیته محصول نهایی افزایش و میزان pH کاهش یافت. از طرفی آغازگر فرمنتوم نسبت به آغازگر پلاننتاروم در کاهش pH و افزایش اسیدیته مؤثرتر بود. همچنین پس از بررسی میزان اسید لاکتیک و اسید استیک در محصول، مشخص شد میزان اسید لاکتیک در نمونه های تهیه شده از خمیرترش حاوی نوشیدنی کامبوجا و آغازگر پلاننتاروم بیشینه بود در حالی که میزان اسید استیک بیشتری در نمونه های تهیه شده از خمیرترش حاوی نوشیدنی کامبوجا و آغازگر فرمنتوم گزارش گردید. نمونه های حاوی نوشیدنی کامبوجا از کمترین میزان سفتی بافت و بیشترین میزان تخلخل و حجم مخصوص برخوردار بودند و نوع آغازگر مورد استفاده در خمیرترش تأثیری بر میزان این پارامترها نداشت. از طرفی بررسی مؤلفه های رنگی پوسته نان نشان داد با افزودن نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا در فرمولاسیون خمیرترش از میزان مؤلفه *L* کاسته و بر میزان مؤلفه *a* نمونه های تولیدی افزوده شد. در نهایت ارزیابان حسی بالاترین امتیاز را به دو نمونه تهیه شده از خمیرترش حاوی نوشیدنی کامبوجا در حضور هر دو آغازگر لاکتوباسیلوس پلاننتاروم و لاکتوباسیلوس فرمنتوم اختصاص دادند. بنابراین می توان از این ترکیبات به منظور تولید خمیرترش با خصوصیات عملکردی بهتر استفاده نمود.</p>
تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۲۴	
تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲۳	
کلمات کلیدی:	
خمیرترش، نوشیدنی کامبوجا، نان حجیم، شیر سویا، لاکتوباسیلوس.	
DOI: 10.52547/fsct.18.05.18	
* مسئول مکاتبات: faribanaghypour@yahoo.com	

## ۱- مقدمه

در کشور ما قوت غالب اکثریت مردم نان است. بنابراین افزایش کیفیت و ماندگاری نان‌های تولیدی و کاهش ضایعات در این بخش از صنعت، امری ضروری به نظر می‌رسد. برای نیل به این هدف راهکارهای متفاوتی وجود دارد [۱]. در واقع از بین روش‌های که امروزه در دنیا به منظور تولید محصولات صنایع پخت با کیفیت و کمیت مناسب، مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ اصلاح روش‌ها و مراحل تولید نان و هم‌چنین استفاده از ترکیبات و افزودنی‌های طبیعی ضروری می‌باشد که ضمن افزایش ماندگاری نان، سبب بهبود ارزش تغذیه‌ای آن نیز می‌گردد. یکی از این مراحل مهم تهیه نان، مرحله تخمیر می‌باشد.

فرآیند تخمیر یکی از مراحل اصلی آماده کردن خمیر جهت تولید نان، عمل آوردن، رسیدن و یا ورآمدن خمیر است که در طی این مرحله شبکه گلوتن در خمیر تشکیل شده و خمیر الاستیسیته و قابلیت اتساع لازم را به دست می‌آورد [۲]. هرچند که مصرف مخمر نانوائی ساکارومایسس سرویزیه<sup>۱</sup> به دلیل راحتی استفاده از آن بسیار گسترده شده است، اما نان‌هایی که توسط خمیرترش تولید می‌شوند دارای عطر و طعم و کیفیت مطلوب تری هستند [۳].

تولید خمیرترش نتیجه فعالیت یک‌سری از باکتری‌ها، مخمرها و کپک‌ها است که موجب تغییراتی در خمیر می‌شوند. مهم‌ترین تغییر قابل تشخیص در خمیر، ایجاد عطر و طعم ترشی ناشی از آن است [۴]. بر اساس گزارشات موجود، حداقل نیمی از طعم ترشی در اثر تولید لاکتات توسط جنس لاکتوباسیلوس می‌باشد. گزارش شده است که ترکیباتی نظیر استات، اتانول، فرمات، سوکسینات، دی‌اکسید کربن و اسیدهای فرار توسط این باکتری‌ها تولید می‌شوند [۵].

خمیرترش چند نقش متفاوت را در تهیه نان ایفا می‌کند. در واقع باکتری‌ها و مخمرها در این فرآیند عوامل حجم‌دهنده را تولید می‌کنند و عطر و طعم منحصر به فرد اسیدی نیز ناشی از فعالیت میکروارگانیزم‌های خمیرترش است. علاوه بر این، با افزودن خمیرترش، زمان ماندگاری نان طولانی‌تر می‌شود و کپک‌زدگی و فساد طنبابی<sup>۲</sup> به تأخیر می‌افتد. این مزایا در نتیجه ساز و کار مشترک مخمرها و باکتری‌های لاکتیک اسید<sup>۳</sup> فراهم

می‌شود [۶]. پارامترهایی نظیر دما، مدت زمان تخمیر، محیط رشد اولیه و ترکیب کشت آغازگر از جمله عوامل تأثیرگذار بر کیفیت خمیرترش می‌باشد [۷]. از این‌رو در پژوهش حاضر مواد مایعی که قابلیت جایگزینی با آب در فرمولاسیون خمیرترش را دارند نظیر نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا مورد مطالعه قرار گرفت.

نوشیدنی کامبوجا در واقع یک نوشیدنی سنتی تازه، نیروبخش، با طعم ترش و شیرین و دارای ویژگی‌های سلامت بخشی است که توسط فرآیند تخمیر و تبدیل زیستی چای شیرین شده با قارچ چای یا کامبوجا (لابه نازک سلولزی) تهیه می‌شود [۸ و ۹]. تحقیقات نشان داده است که کامبوجا می‌تواند بر روی سوبستراهای مختلف کشت داده شود. در اجتماع همزیستی کامبوجا، باکتری‌های (استوباکتر، گلوکونوباکتر) و مخمرهای متعددی از قبیل (کاندیدا، پیشیا، ساکارومایسس، شیزوساکارومایسس، زیگوساکارومایسس، کلاسیو رومایسس، بریتانومایسس و تورولا) یافت شده‌اند [۱۰].

ترکیبات نوشیدنی کامبوجا متغیر بوده و به قارچ اولیه و شرایط تخمیر بستگی دارد؛ اما به طور کلی شامل اسیدهای آلی ساده، قندهای ساده، اتانول، ترکیبات فرار و طعم دهنده، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه آزاد، پورین‌ها، هپارین، کافئین و توفیلین، تانن‌ها، آنزیم‌ها، آنتی بیوتیک، اسید هیالورونیک، اسید فولیک، پلی فنل‌ها و کاتچین‌ها، مواد معدنی می‌باشد [۱۱ و ۱۲]. فعالیت آنتی‌اکسیدانی کامبوجا مربوط به توانایی اسید آسکوربیک و پلی فنل‌های چای در پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد است [۱۱].

از سوی دیگر شیر سویا یا فوچانگ<sup>۴</sup> یکی از مهمترین فرآورده های سویا می‌باشد [۱۳]. از شیر سویا می‌توان به دلیل داشتن مواد مغذی زیاد (پروتئین و چربی با قابلیت هضم بالا)، فقدان لاکتوز، کلسترول و عوامل حساسیت‌زا، غنی بودن از پلی اسیدهای چرب اساسی، لستین و آهن به عنوان یک محصول عملگرا در تولید محصولات صنایع غذایی استفاده نمود. از سوی دیگر گزارش گردیده است که پروتئین سویا جهت تقلید از خواص ویسکوالاستیک گلوتن در محصولات صنایع پخت کاربرد دارد [۱۴]. مطالعات متعددی در خصوص اثرات مثبت خمیرترش، نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا بر خصوصیات کمی و کیفی محصولات نانوائی صورت گرفته است. در همین راستا

1. *Saccharomyces cerevisiae*
2. Ropy spoilage
3. Lactic Acid Bacteria (LAB)

4. Fu.chang

تست با نام تجاری ۵-۰ و ۴-۰ از شرکت سحر (تهران، ایران)، مخمر تر ساکارومیسس سروزیه از شرکت خمیرمایه رضوی و سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر و روغن نباتی مایع از فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی خریداری شد. شیر سویا نیز با نام تجاری Y-soy و ۹۰/۸ درصد آب، ۳/۶ درصد پروتئین، ۲ درصد چربی، ۲/۹ درصد کربوهیدرات و ۰/۵ درصد خاکستر؛ از فروشگاه‌های معتبر در سطح شهر تهیه گردید. همچنین نوشیدنی کامبوجا با pH ۳/۲، اسیدیته ۴/۱ گرم در لیتر و بریکس ۶/۱ نیز از واحد اکسیر جوانی (تهران، ایران) و سوش خالص باکتری‌های اسید لاکتیک نیز از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی (ایران) خریداری شد.

## ۲-۲- روش‌ها

### ۲-۲-۱- فعال‌سازی باکتری‌ها جهت تهیه خمیرترش

سوسپانسیون باکتری لاکتوباسیلوس پلاننتاروم از طریق فعال‌سازی و تکثیر کشت آغازگر در محیط نوترینت برات در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سلسیوس و به مدت زمان ۲۴ ساعت تهیه شد [۳]. همچنین باکتری لاکتوباسیلوس فرمتتوم در محیط کشت MRS برات درون لوله آزمایش در شرایط سترون کشت داده شد و در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۶ تا ۲۰ ساعت در شرایط هوای گرمخانه‌گذاری گردید. پس از رشد باکتری‌ها، سلول‌ها با استفاده از سانتریفوژ جدا گردیدند. هم‌چنین برای استاندارد کردن تعداد سلول‌ها از روش مک فارلند استفاده شد [۱۹].

### ۲-۲-۲- تهیه خمیرترش

به منظور تهیه خمیرترش ابتدا ۱۵۰ گرم از آرد گندم با ۱۲۵ میلی‌لیتر آب، نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا به صورت مجزا مخلوط نموده و در ادامه ۸ گرم مخمر ساکارومیس سروزیه و ۱۰ گرم شکر به مخلوط فوق اضافه گردید. سپس ۱۶۲ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری لاکتوباسیلوس فرمتتوم و لاکتوباسیلوس پلاننتاروم به مخلوط فوق اضافه شده و به مدت زمان ۱۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد تا خمیرترش آماده شود و در نهایت از هریک از خمیرترش‌های تهیه شده که در جدول ۱ آورده شده است، به میزان ۱۰ درصد (بر اساس وزن آرد گندم) در فرمولاسیون نان تست استفاده گردد.

توریری و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود با بررسی اثر خمیرترش حاوی باکتری اسید لاکتیک به صورت تک و ترکیبی به همراه آگزوپلی ساکارید در خمیر نان، اذعان داشتند که با افزودن آگزوپلی ساکارید به خمیر حاوی خمیرترش، افزایش حجم و رطوبت و هم‌چنین بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و ماندگاری مشاهده گردید [۱۵]. همچنین حیدری (۱۳۹۷) تأثیر افزودن نوشیدنی کامبوجا بر خصوصیات نان باگت در زمان‌های مختلف تخمیر نهایی را مورد بررسی قرار داده و عنوان داشتند که با افزایش میزان کامبوجا و زمان تخمیر مقدار pH نان کاهش و میزان رطوبت، اسیدیته، تخلخل و حجم مخصوص محصول نهایی افزایش یافت [۱۶]. رادومیر و همکاران (۲۰۰۹) نیز تولید نوشیدنی شیر را بر پایه کامبوجا بررسی نمودند و دریافتند با فعالیت قارچ کامبوجا، میزان ترکیبات پلی فنلی در شیر تا ۲۰ درصد افزایش یافت [۱۷]. نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) پودر شیر سویا را به عنوان یک افزودنی طبیعی به منظور بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و حسی کیک روغنی بدون گلوتن بر پایه آرد سورگوم استفاده نمودند و نشان دادند که پودر شیر سویا در تمامی سطوح سبب افزایش میزان رطوبت و کاهش سفتی گردید [۱۸].

بنابراین با توجه به کارایی خمیرترش در بهبود کیفیت محصولات نانویی، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر استفاده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا به عنوان جایگزین آب موجود در فرمولاسیون خمیرترش تهیه شده از دو باکتری لاکتوباسیلوس فرمتتوم و لاکتوباسیلوس پلاننتاروم به صورت مجزا و ارزیابی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی، بافتی، تصویری و حسی نمونه‌های نان تست حاوی این نمونه‌های خمیرترش بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

آرد ستاره (درجه استخراج ۷۸ درصد) با ۱۲/۶ درصد رطوبت، ۱۲/۷ درصد پروتئین، ۰/۵۹ درصد خاکستر و ۳۰/۰۷ درصد گلوتن مرطوب از کارخانه صنایع غذایی ارس مهر (البرز، ایران) خریداری شد. برای این منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری گردید. همچنین بهبوددهنده نان

**Table 1** Treatments in sourdough preparation

Treatment	Bacteria	Liquid
1		Water
2	<i>Lactobacillus fermentum</i>	Kombucha beverage
3		Soybean milk
4		Water
5	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Kombucha beverage
6		Soybean milk

**۲-۲-۳- روش تهیه نان تست**

فرمولاسیون خمیر نان تست حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۶ درصد روغن، ۵ درصد شکر، ۱/۵ درصد نمک، ۱۰ درصد خمیرترش (بر اساس جدول ۱)، ۱ درصد بهبوددهنده -۰-۴، ۰/۲ درصد بهبوددهنده ۰-۵ و ۶۰-۵۰ درصد آب بود. جهت تهیه نان تست در ابتدا کلیه مواد خشک در مخزن همزن (Disona، ساخت کشور آلمان) ریخته شد و به مدت یک دقیقه با دور کند دستگاه با هم مخلوط شدند. سپس آب و سایر مواد تر به مخلوط اضافه گردید و عمل هم زدن به مدت ۲ دقیقه در همین سرعت ادامه یافت. همزن با دور تند دستگاه به منظور تولید خمیر یکدست انجام شد و در نهایت خمیر تولیدی به منظور سپری نمودن زمان تخمیر اولیه به مدت ۱۰ دقیقه به صورت توده روی میز کار قرار گرفت. در مرحله بعد چانه‌هایی با وزن ۵۰۰ گرم تهیه گردید و چانه‌ها به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند تا زمان تخمیر میانی سپری گردد. سپس هریک از چانه‌ها درون قالب‌های نان تست بدون درب قرار گرفتند. قالب‌های حاوی خمیر به منظور سپری شدن زمان تخمیر نهایی به گرمخانه (Miwe، ساخت کشور آلمان) در دمای ۴۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۸۰ درصد و به مدت ۱ ساعت انتقال یافت و در انتها عمل پخت در فر با جریان هوای داغ (Miwe، ساخت کشور آلمان) در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس و به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد و پس از خارج نمودن از فر در دمای محیط سرد و از قالب خارج گردید و به منظور انجام آزمون‌های کمی و کیفی درون کیسه‌هایی از جنس پلی‌اتیلن بسته‌بندی شدند [۱۹ و ۲۰].

**۲-۲-۴- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های****نان تست****۲-۲-۴-۱- pH و اسیدیته**

میزان pH نمونه‌های نان تست تولیدی توسط یک pH متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین اسیدیته قابل تیتراسیون نان تست تولیدی (بر حسب اسید لاکتیک) نیز میزان ۱۰ گرم نان با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و یکنواخت شد و محلول تولیدی پس از صاف کردن با سود ۰/۱ نرمال تیتراسیون گردید و اسیدیته بر حسب میزان سود مصرفی محاسبه شد [۲۱].

**۲-۲-۴-۲- اسیدهای آلی**

ارزیابی میزان اسیدهای آلی نظیر اسید لاکتیک و اسید استیک با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مجهز به دکتور UV انجام شد. فاز متحرک مورد استفاده شامل استونیتریل و آب به نسبت ۹۵ به ۵ و سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر بود [۱۹].

**۲-۲-۴-۳- رطوبت**

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۲۱].

**۲-۲-۴-۴- حجم مخصوص و تخلخل**

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه مطابق با استاندارد AACC، شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۲۱]. علاوه بر این به منظور ارزیابی میزان تخلخل با استفاده چاقوی اره‌ای برش عرضی از نان تهیه و عکس آن با وضوح ۶۰۰ پیکسل به‌وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) گرفته شد. در ادامه تخلخل با استفاده از نرم‌افزار Image J و محاسبه نسبت نقاط روشن به نقاط تیره که شاخصی از میزان تخلخل بود، اندازه‌گیری گردید [۲۲].

**۲-۲-۴-۵- سفتی بافت**

ارزیابی بافت نان تست در فاصله زمانی دو ساعت، سه و هفت روز پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (Texture Pro CT r1.8 Build31) انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد

## ۲-۲-۵- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS بر پایه طرح فاکتوریل با آرایش کاملاً تصادفی دو عامله بررسی شد. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل دو عامله که عامل اول نوع باکتری لاکتوباسیلوس جهت تلفیح (لاکتوباسیلوس فرمنتوم و لاکتوباسیلوس پلانتراروم) و عامل دوم مایعات مورد استفاده در فرمولاسیون خمیرترش (آب، نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا) بود، استفاده گردید. نمونه‌ها در سه تکرار تهیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) مورد مقایسه قرار گرفتند. در انتها برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- pH و اسیدیته

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، تأثیر افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا و آغازگرهای لاکتوباسیلوس فرمنتوم و لاکتوباسیلوس پلانتراروم بر میزان pH و اسیدیته نان تست معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). در واقع با افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا، میزان pH و اسیدیته نان تست به ترتیب کاهش و افزایش یافت که در این بین تأثیر نوشیدنی کامبوجا در تغییرات pH و اسیدیته محصول نهایی نسبت به شیر سویا بیشتر بود. به نظر می‌رسد که کاهش میزان pH نان تست، به علت وجود ترکیبات کربوهیدراتی موجود در این دو افزودنی و استفاده از آن‌ها در حین فرآیند تخمیر و تولید اسیدهای آلی باشد. همچنین نوشیدنی کامبوجا شامل اسیدهای آلی ساده (استیک، لاکتیک، گلوکونیک، گلوکورونیک، سیتریک، اوسنیک، اگزالیک، تارتاریک، سوکسینیک، ساکاریک، مالیک، مالونیک)، قندهای ساده (گلوکز، فروکتوز) [۱۱]، باکتری‌های تولید کننده اسید (استوباکتر، گلوکونوباکتر) و مخمرهای متعددی از قبیل کاندیدا، پیشیا، ساکارومایسس، شیزومایسس و توروکوسا ساکارومایسس، کلایو رومایسس، بریتانومایسس و توروکوسا ساکارومایسس [۱۰]، که وجود ترکیبات قندی ساده باعث تشدید

نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر، به‌عنوان شاخص سفنی محاسبه گردید.

### ۲-۲-۶- رنگ پوسته

آنالیز رنگ پوسته نان از طریق تعیین سه شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  صورت پذیرفت. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ۴ در ۴ سانتی‌متر از نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر با وضوح ۶۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۲۳].

### ۲-۲-۷- آزمون خصوصیات حسی

به منظور انجام ارزیابی حسی ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا و سینگ (۱۹۸۴) انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی نان از نظر فرم و شکل (شکل نامتقارن، پارگی یا از بین رفتن قسمتی از نان و وجود هرگونه حفره یا فضای خالی)، رنگ (سوختگی، غیرطبیعی بودن رنگ، چین و چروک و سطح غیرعادی)، سفنی و نرمی بافت (خمیری بودن و یا نرمی غیرعادی، خلل و فرج غیرعادی، ترک و سفت بودن نان، تردی و شکنندگی، گلوله و خمیری بودن در دهان و چسبیدن به دندان‌ها) و بو، طعم و مزه (طعم تند و زننده، بوی خامی یا ترشیدگی و یا عطر طبیعی نان) که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، ۲، ۳ و ۳ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش کلی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد [۲۴].

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$Q$  = پذیرش کلی،  $P$  = ضریب رتبه صفات و  $G$  = ضریب ارزیابی صفات.

بیشتر آغازگر فرمتتوم نسبت به شرایط pH پایین و فعالیت بیشتر در مقایسه با آغازگر پلانتراروم می‌باشد. در این ارتباط نوربخش و همکاران (۱۳۹۶) مقایسه اثر اعمال تنش‌های کمتر از حد کشندگی بر زنده‌مانی لاکتوباسیلوس پلانتراروم و لاکتوباسیلوس فرمتتوم استفاده شده به‌عنوان کشت همراه در ماست سین‌بیوتیک و دستگاه گوارش مصرف‌کنندگان را مورد بررسی قرار داده و نتایج ایشان نشان داد مقاومت لاکتوباسیلوس فرمتتوم در برابر شرایط نامناسب محیطی از لاکتوباسیلوس پلانتراروم بیشتر می‌باشد [۲۵].

فرایند تخمیر در حین تولید خمیرترش شده و pH را کاهش و اسیدیته را افزایش می‌دهد. همچنین pH نوشیدنی کامبوجا هنگام افزودن به خمیرترش حدود ۳/۲ و اسیدیته آن ۴/۱ گرم بر لیتر بود که این به نوبه خود باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته محصول نهایی گردید.

همچنین نتایج نشان داد میزان pH در نمونه تهیه شده از خمیرترش حاوی آغازگر فرمتتوم نسبت به آغازگر پلانتراروم کاهش یافته است. این امر احتمالاً به دلیل مقاومت و سازگاری

**Table 2** Effect of using kombucha beverage and soybean milk in sourdough containing *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* on the pH and acidity of the toast bread

Treatment	Bacteria	Liquid	pH (-)	Acidity (mL NaOH)
1	<i>Lactobacillus fermentum</i>	Water	5.61±0.05 <sup>b</sup>	5.11±0.03 <sup>cd</sup>
2		Kombucha beverage	5.30±0.03 <sup>d</sup>	6.81±0.03 <sup>a</sup>
3		Soybean milk	5.51±0.05 <sup>bc</sup>	5.51±0.00 <sup>c</sup>
4	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Water	5.77±0.06 <sup>a</sup>	4.27±0.01 <sup>d</sup>
5		Kombucha beverage	5.41±0.02 <sup>c</sup>	5.95±0.02 <sup>b</sup>
6		Soybean milk	5.58±0.04 <sup>b</sup>	5.32±0.02 <sup>cd</sup>

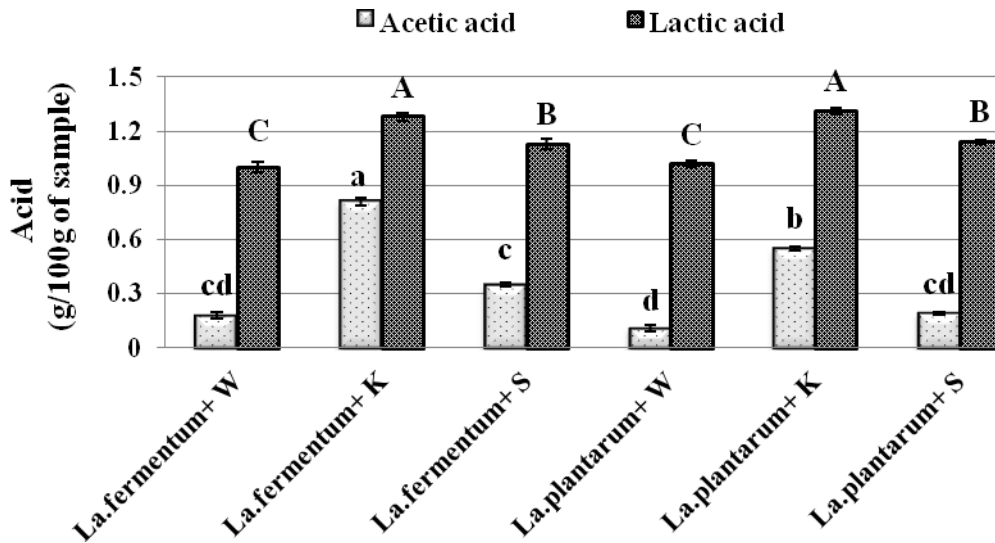
(Means in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

اسیدهای آلی باشد. همچنین همان‌طور که در بخش اندازه‌گیری pH نان تست بیان گردید نوشیدنی کامبوجا شامل اسیدهای آلی ساده از جمله اسید استیک و اسید لاکتیک، قندهای ساده [۱۱]، باکتری‌های تولید کننده اسید (استوباکتر، گلوکونوباکتر) می‌باشد [۱۰] که وجود ترکیبات قندی ساده باعث تشدید فرایند تخمیر در حین تولید خمیرترش شده و میزان اسید استیک و لاکتیک را افزایش می‌دهد.

همچنین نتایج نشان داد میزان اسید استیک در نمونه تهیه شده از خمیرترش حاوی آغازگر فرمتتوم نسبت به آغازگر پلانتراروم به صورت معنی‌دار افزایش یافته است که این موضوع به این دلیل است که آغازگر فرمتتوم، هتروفرومتاتیو بوده و حاصل تخمیر آن مجموعه‌ای از اسیدها همانند استیک و لاکتیک می‌باشد. این در حالی است که آغازگر پلانتراروم هموفرومتاتیو است و متابولیت حاصل از فرایند تخمیر آن به‌صورت ویژه اسید لاکتیک می‌باشد [۲۶].

### ۳-۲- اسیدهای آلی

نتایج نشان داد که تأثیر افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا و آغازگرهای لاکتوباسیلوس فرمتتوم و لاکتوباسیلوس پلانتراروم بر میزان اسید استیک نمونه‌های نان تست معنی‌دار بود. این در حالی بود که نوع آغازگر مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر روی میزان اسید لاکتیک نداشت ( $P < 0.05$ ) (شکل ۱). با توجه به نتایج مشخص گردید که با افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا میزان اسید استیک و اسید لاکتیک نان تست نسبت به خمیرترش تهیه شده با آب افزایش یافت که در این بین تأثیر نوشیدنی کامبوجا در افزایش میزان این اسیدهای آلی نسبت به شیر سویا بیشتر بود. به نظر می‌رسد این افزایش به علت وجود ترکیبات کربوهیدراتی موجود در این دو افزودنی و استفاده از آن‌ها در حین فرایند تخمیر و تولید



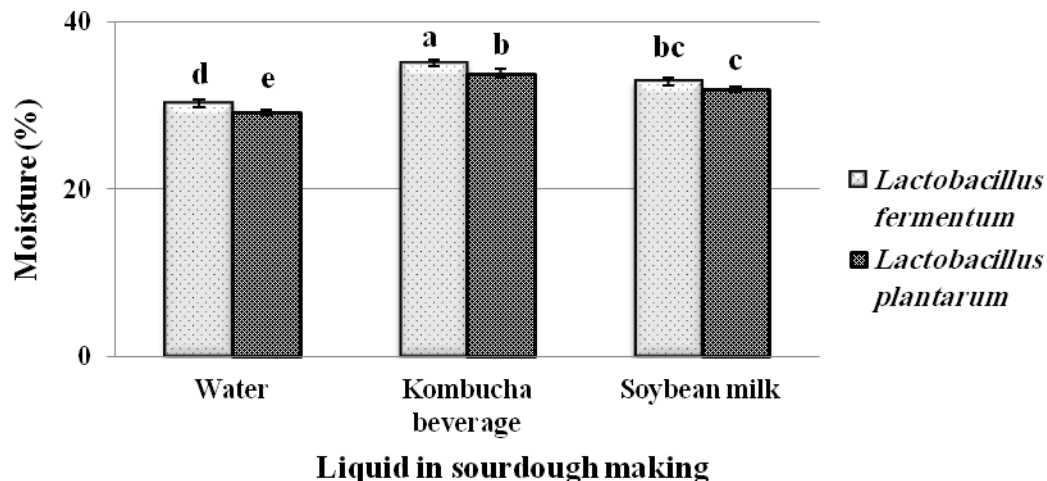
**Fig 1** Effect of using Water (W), kombucha beverage (K) and soybean milk (S) in sourdough containing *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* on acetic and lactic acids of the toast bread (Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

همچنین گیاهی طرزی و همکاران (۱۳۹۵) و قیافه‌داودی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی‌های خود بیان کردند که هموکانت‌هایی نظیر سوربیتول، گلیسرول و پروپیلن‌گلایکول باعث جلوگیری از کاهش میزان رطوبت در محصول نهایی می‌شوند [۲۸ و ۲۹]. از سوی دیگر شیر سویا به دلیل اینکه حاوی ترکیبات پروتئینی (۳/۶ درصد) و کربوهیدراتی (حدوداً ۳ درصد) بوده و این ترکیبات از قابلیت جذب و نگهداری رطوبت برخوردار می‌باشد، بنابراین قابل پیش‌بینی بود که با افزودن شیر سویا به فرمولاسیون خمیرترش و در نهایت استفاده از آن در تولید نان تست رطوبت نهایی محصول افزایش خواهد یافت.

همچنین نتایج نشان داد رطوبت محصول هنگام استفاده از خمیرترش حاوی آغازگر فرمتوم نسبت به آغازگر پلانتروم افزایش یافته است. با توجه به اینکه تعدادی از باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند تولید پلی‌ساکارید خارج سلولی (EPS<sup>6</sup>) از قبیل دکستران، گزانتان، گلوکان، فروکتان و لوان نمایند [۳۰]. در نمونه‌های تخمیری حاوی باکتری‌های لاکتیکی، میزان جذب آب خمیر و در نتیجه میزان رطوبت محصول نهایی نسبت به نمونه شاهد بیشتر می‌باشد.

### ۳-۳- رطوبت

همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، تأثیر افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا و آغازگرهای لاکتوباسیلوس فرمتوم و لاکتوباسیلوس پلانتروم بر میزان رطوبت نان تست معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). همچنین مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۳۸، میزان بیشینه رطوبت مجاز نان‌های حجیم ۴۰ درصد می‌باشد که با توجه به جدول تمامی نمونه‌های تولیدی در محدوده استاندارد قرار داشتند. در واقع با افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا رطوبت نان تست افزایش یافت که در این بین تأثیر نوشیدنی کامبوجا در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی نسبت به شیر سویا بیشتر بود. در ارتباط با افزایش میزان رطوبت محصول با استفاده از خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا می‌توان گفت، این امر به احتمال زیاد به دلیل وجود مواد جاذب‌الرطوبه موجود در نوشیدنی کامبوجا (ترکیبات قندی) می‌باشد [۱۱]. در این راستا کسپر و همکاران (۲۰۰۷) عنوان کردند که مواد جاذب‌الرطوبه از قبیل گلیسرول، سوربیتول و پروپیلن‌گلایکول به دلیل دارا بودن گروه‌های هیدروفیلیک نظیر گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل تأثیر قابل ملاحظه‌ای در جذب رطوبت مواد غذایی دارند [۲۷].



**Fig 2** Effect of using kombucha beverage and soybean milk in sourdough containing *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* on moisture content of the toast bread (Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

پروتئینی فوق‌الاشاره احتمالاً از طریق تقویت شبکه گلوتمی باعث افزایش توانایی نگهداری گاز در محصول شده و در نتیجه حجم مخصوص نان تست را افزایش می‌دهد. علاوه بر این شیر سویا به دلیل اینکه حاوی حدود ۳ درصد ترکیبات کربوهیدراتی بوده و این ترکیبات هنگام فرآیند تخمیر ممکن است به مصرف میکروارگانیسم‌ها برسد و باعث ایجاد گاز کربن‌دی‌اکسید شود که این امر نیز افزایش تخلخل و حجم مخصوص نان تست را به دنبال دارد.

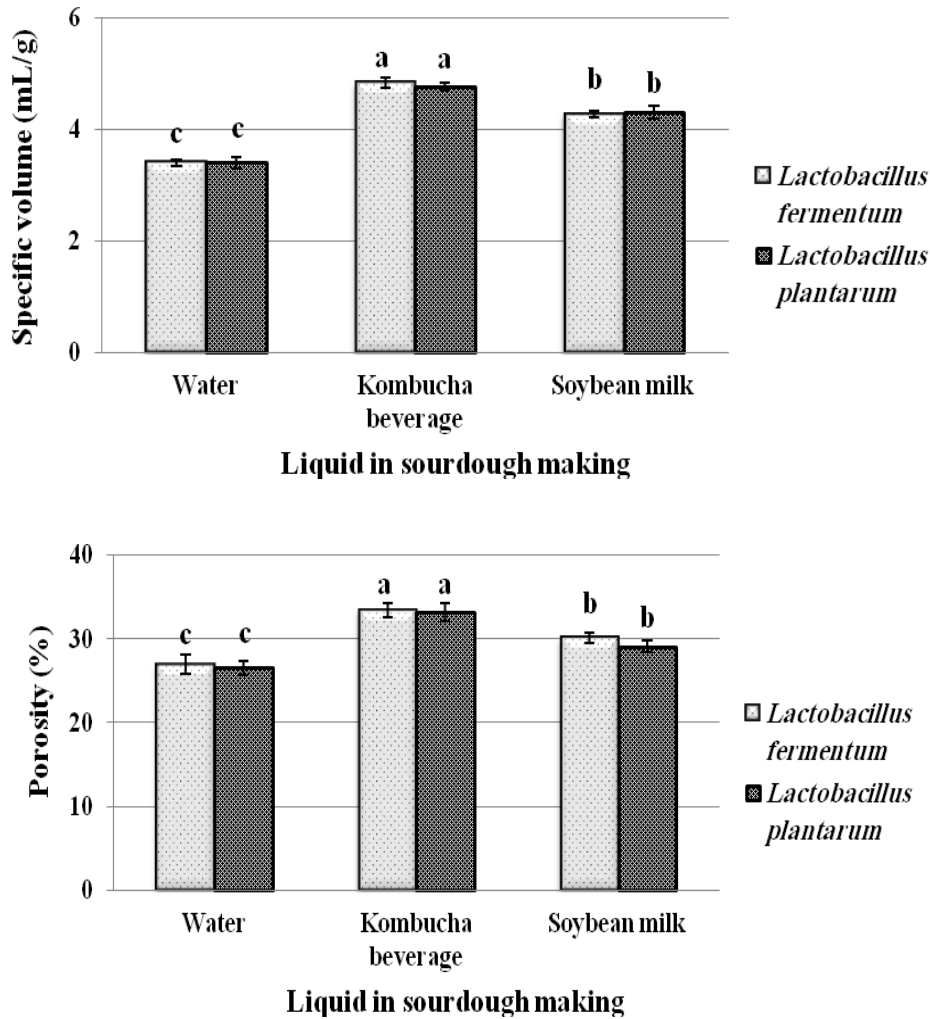
همچنین نتایج نشان داد حجم مخصوص و تخلخل محصول هنگام استفاده از خمیرترش حاوی آغازگر فرمنتوم نسبت به آغازگر پلانتروم افزایش جزئی (غیر معنی‌دار) یافته است که به نظر می‌رسد علت این موضوع به دلیل هتروفرمتاتیو بودن آغازگر فرمنتوم و تولید گاز کربن‌دی‌اکسید در حین فعالیت تخمیر باشد. در این راستا خراسانچی و همکاران (۱۳۹۲) استفاده از لاکتوباسیلوس پلانتروم (ATCC ۱۰۵۸) و روتری (ATCC ۱۶۵۵) به‌عنوان آغازگر در تهیه خمیرترش را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند میزان حجم نان در تیمار شاهد (بدون خمیرترش) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود و تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های تهیه شده از خمیرترش حاوی لاکتوباسیلوس پلانتروم، لاکتوباسیلوس روتری و مخلوط این دو آغازگر مشاهده نشد [۳۱].

### ۳-۴- حجم مخصوص و تخلخل

با توجه به نتایج حاصل مشخص گردید که فقط نوع مایع مورد استفاده در تهیه خمیرترش (آب، نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا) تأثیر معنی‌داری بر میزان حجم مخصوص و تخلخل نان تست داشت که در این بین تأثیر نوشیدنی کامبوجا در افزایش میزان حجم مخصوص و تخلخل بافت محصول نهایی نسبت به شیر سویا بیشتر بود. این در حالی بود که نوع آغازگر مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر این پارامترها نگذاشت ( $P < 0.05$ ) (شکل ۳).

در خصوص افزایش حجم محصول و تخلخل با افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا می‌توان گفت که به دلیل وجود میکروارگانیسم‌های موجود در این نوشیدنی و توانایی آن‌ها در تولید گاز دی‌اکسیدکربن حین فرآیند تخمیر خمیر متورم‌تر شده و در نتیجه حجم مخصوص و میزان تخلخل و فرج بافت محصول نهایی افزایش می‌یابد. همچنین از آنجایی که نوشیدنی کامبوجا حاوی ترکیبات قندی می‌باشد [۱۱]، بنابراین ترکیبات قندی فوق به مصرف میکروارگانیسم‌های افزوده شده به خمیر (مایه خمیر) رسیده و در نتیجه میزان تولید گاز دی‌اکسیدکربن و به دنبال آن حجم مخصوص و پوکی و تخلخل محصول افزایش می‌یابد. از سوی دیگر شیر سویا به دلیل اینکه حاوی ترکیبات پروتئینی بوده و ترکیبات





**Fig 3** Effect of using kombucha beverage and soybean milk in sourdough containing *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* on specific volume and porosity of the toast bread (Means in each parameter with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

نگهداری که یکی از عوامل بیاتی و سفتی است، جلوگیری به عمل آورند.

در واقع پدیده بیاتی در فرآورده‌های نانویی مانند نان در ارتباط با میزان رطوبت و عملکرد میزان آب موجود در مغز این محصولات می‌باشد. به طوری که وجود رابطه عکس بین محتوای رطوبتی نان و افزایش میزان سفتی و بیاتی آن به اثبات رسیده است [۳۲ و ۳۳]. افزون بر این، با توجه به این که افزایش میزان آب در دسترس نشاسته، افزایش احتمال کریستالیزاسیون آن را به همراه دارد، لذا تمایل قابل توجه ترکیبات جاذب الرطوبه به جذب آب و قابلیت بالای آن‌ها در نگهداری آب باعث می‌گردد که آب کمتری در دسترس نشاسته قرار گیرد و در نتیجه نشاسته کمتری متورم، ژلاتینه و در طی زمان نگهداری مجدداً کریستاله گردد که این فرآیند در

### ۳-۵- سفتی بافت

همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، تأثیر افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا و آغازگرهای لاکتوباسیلوس فرمنتوم و لاکتوباسیلوس پلانتروم بر میزان سفتی بافت نان طی بازه زمانی دو ساعت، سه و هفت روز پس از پخت تست معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) (جدول ۳). در بخش ارزیابی رطوبت نان تست بیان شد نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا به دلیل دارا بودن مواد جاذب الرطوبه باعث افزایش رطوبت محصول می‌شود که این امر به نوبه خود باعث کاهش بیاتی و سفتی بافت می‌گردد. بنابراین حضور ترکیبات حاوی فیبر، پروتئین و جاذب الرطوبه در فرمولاسیون محصولات آردبر با جذب آب می‌تواند از اتلاف رطوبت در طی فرآیند تولید و

همکاران (۱۳۹۶) اثر خمیرترش حاوی لاکتوباسیلوس فرماتنوم و لاکتوباسیلوس دلبروکی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی نان تست حاوی آرد چاودار را مورد بررسی قرار داده و کمترین میزان سفتی بافت طی سه بازه زمانی دو ساعت، سه و هفت روز پس از پخت را در نمونه تهیه شده از خمیرترش حاوی لاکتوباسیلوس فرماتنوم مشاهده کردند. ایشان در این ارتباط بیان داشتند با توجه به تولید اسید لاکتیک و افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، نشاسته که برگشتن حالت کریستالی آن عامل اصلی بیاتی است تجزیه و از آن دکسترین‌هایی با وزن مولکولی کم ایجاد می‌شود و این موضوع خود می‌تواند در کاهش بیاتی نان مؤثر باشد [۱۹].

نهایت کاهش سفتی و به تأخیر افتادن بیاتی محصول را به دنبال دارد [۳۴]. همچنین بررسی نتایج نشان داد که افزودن خمیرترش حاوی آغازگر لاکتوباسیلوس فرماتنوم (نسبت به آغازگر پلانٹاروم) به فرمولاسیون نان تست باعث کاهش سفتی بافت محصول می‌شود که این موضوع نیز با توجه به بخش ارزیابی رطوبت نان تست قابل پیش‌بینی بود. چرا که در بخش مذکور بیان شد باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند تولید پلی‌ساکارید خارج سلولی از قبیل دکستران، گزانتان، گلوکان، فروکتان و لوآن نمایند [۳۰] و در نمونه‌های تخمیری حاوی باکتری‌های لاکتیکی، میزان جذب آب خمیر و در نتیجه میزان رطوبت محصول نهایی نسبت به نمونه شاهد بیشتر می‌باشد. در همین راستا فرجی و

**Table 3** Effect of using kombucha beverage and soybean milk in sourdough containing *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* on firmness of the toast bread

Treatment	Bacteria	Liquid	Firmness (N)		
			2h after baking	3 days after baking	7 days after baking
1	<i>Lactobacillus fermentum</i>	Water	1.81±0.12 <sup>bc</sup>	3.74±0.08 <sup>bb</sup>	4.97±0.01 <sup>ba</sup>
2		Kombucha beverage	1.52±0.12 <sup>cc</sup>	2.89±0.11 <sup>fb</sup>	4.04±0.14 <sup>aa</sup>
3		Soybean milk	1.75±0.08 <sup>bcC</sup>	3.45±0.05 <sup>cb</sup>	4.58±0.10 <sup>fa</sup>
4	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Water	2.02±0.15 <sup>ac</sup>	3.93±0.21 <sup>ab</sup>	5.11±0.15 <sup>ca</sup>
5		Kombucha beverage	1.72±0.02 <sup>bcC</sup>	3.31±0.07 <sup>eb</sup>	4.32±0.04 <sup>da</sup>
6		Soybean milk	1.89±0.10 <sup>bc</sup>	3.59±0.00 <sup>cb</sup>	4.77±0.12 <sup>ca</sup>

(Letter in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )  
(Capital letter in each row with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

پوسته نان گردید. در این خصوص به نظر می‌رسد از آنجایی که نوشیدنی کامبوجا دارای رنگ متمایل به زرد می‌باشد، به همین دلیل استفاده از آن در خمیرترش و محصول باعث افزایش میزان مؤلفه **b\*** شده است. به نظر می‌رسد نوشیدنی کامبوجا به دلیل دارا بودن ترکیبات قندی احیاکننده [۱۱] و شیر سویا به دلیل دارا بودن حدود از ۳/۶ درصد ترکیبات پروتئینی و ۳ درصد ترکیبات کربوهیدراتی [۱۳] باعث تشدید واکنش‌های میلارد شده و در نتیجه رنگ محصول را تیره می‌کنند که این امر باعث کاهش روشنایی (مؤلفه **L\***) و افزایش قرمزی (مؤلفه **a\***) سطح نان تست می‌شود [۳۵]. همچنین از آنجایی که رنگ نوشیدنی کامبوجا قهوه‌ای می‌باشد، بنابراین طبیعی است که با استفاده از این ترکیب

### ۳-۶- رنگ پوسته

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی رنگ پوسته با استفاده از تکنیک پردازش تصویر مشخص گردید که فقط نوع مایع مورد استفاده در تهیه خمیرترش (آب، نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا) تأثیر معنی‌داری بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته نان تست داشت، درحالی‌که نوع آغازگر مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر میزان این پارامترها نگذاشت ( $P < 0.05$ ) (جدول ۴). با افزودن خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا میزان مؤلفه‌های **L\*** و **a\*** پوسته نان تست به ترتیب کاهش و افزایش یافت که در این بین تأثیر نوشیدنی کامبوجا در این تغییرات نسبت به شیر سویا بیشتر بود. این در حالی بود که تنها استفاده از نوشیدنی کامبوجا سبب افزایش میزان مؤلفه **b\***

قرار داده و نتایج ایشان نشان داد بین نمونه‌های تهیه شده از خمیرترش از نظر میزان رنگ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد [۳۶]. جیتراکبومبرگ و نان‌توان (۲۰۱۴) نیز اثر افزودن خمیرترش بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نان تهیه شده از آرد گندم و برنج را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند افزودن خمیرترش هیچ‌گونه تأثیری بر روی میزان مؤلفه‌های رنگی محصول نهایی نداشت [۳۷].

در فرمولاسیون، رنگ محصول تیره‌تر شده و از روشنایی آن کاسته شود.

همچنین نتایج نشان داد تغییرات میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته محصول هنگام استفاده از خمیرترش حاوی آغازگر فرمنتوم نسبت به آغازگر پلانتروم غیر معنی‌دار است. در این راستا قره‌خانی و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر آغازگرهای لاکتوباسیلوس پلانتروم و لاکتوباسیلوس سانفرانسیسیسیس بر ویژگی‌های تکنولوژیکی خمیرترش و کیفیت نان حجیم را مورد بررسی

**Table 4** Effect of using kombucha beverage and soybean milk in sourdough containing *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* on crust color of the toast bread

Treatment	Bacteria	Liquid	Crust color (-)		
			L*	a*	b*
1	<i>Lactobacillus fermentum</i>	Water	58.35±0.51 <sup>a</sup>	5.34±0.12 <sup>c</sup>	8.51±0.11 <sup>b</sup>
2		Kombucha beverage	53.21±0.42 <sup>b</sup>	6.91±0.09 <sup>a</sup>	9.77±0.14 <sup>a</sup>
3		Soybean milk	55.49±0.44 <sup>ab</sup>	6.17±0.11 <sup>b</sup>	8.45±0.15 <sup>b</sup>
4	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Water	58.43±0.35 <sup>a</sup>	5.23±0.14 <sup>c</sup>	8.42±0.12 <sup>b</sup>
5		Kombucha beverage	53.85±0.57 <sup>b</sup>	6.84±0.10 <sup>a</sup>	9.81±0.15 <sup>a</sup>
6		Soybean milk	55.64±0.33 <sup>ab</sup>	6.11±0.08 <sup>b</sup>	8.50±0.15 <sup>b</sup>

(Letter in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

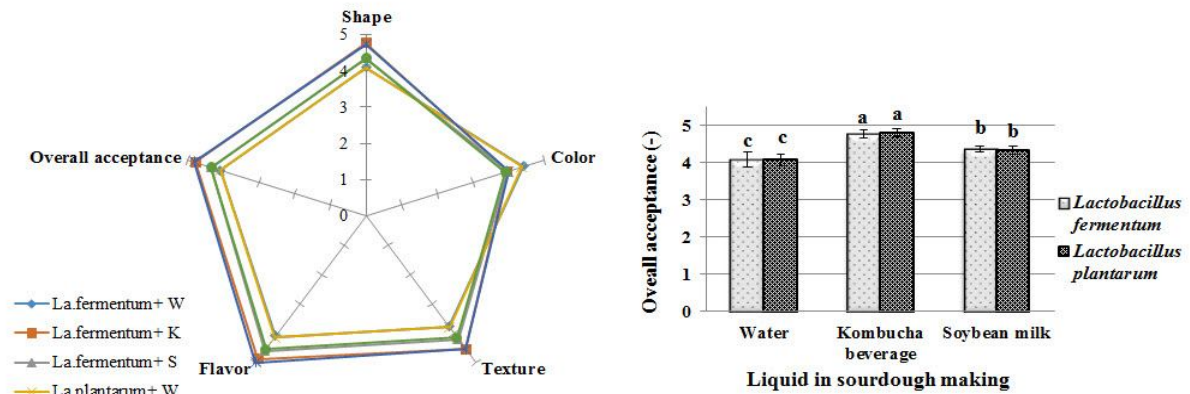
### ۳-۷- خصوصیات حسی

قائل نشدند. در این راستا الین و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر استفاده از خمیرترش حاوی باکتری‌های مختلف پروبیوتیک بر کیفیت و زمان ماندگاری نان مصری را مورد بررسی قرار دادند و نتایج ایشان نشان داد ارزیابان حسی تفاوت معنی‌داری بین استفاده از خمیرترش حاوی آغازگرهای لاکتوباسیلوس پلانتروم، لاکتوباسیلوس هلویتیکوس، بیفیدباکتریوم، لویکونوستوک مزترئوئیدس و نمونه شاهد قائل نشده و امتیاز رنگ مشابهی به محصول حاوی این آغازگرها دادند [۳۸]. همچنین قره‌خانی و همکاران (۱۳۹۵) نیز بیان داشتند دوران حسی به نمونه‌های تهیه شده از خمیرترش حاوی آغازگرهای لاکتوباسیلوس پلانتروم و لاکتوباسیلوس سانفرانسیسیسیس امتیاز مشابهی دادند [۳۶].

در نهایت بر اساس امتیاز کلی ارزیابی خصوصیات حسی می‌توان گفت که دو نمونه تهیه شده از خمیرترش حاوی نوشیدنی کامبوجا در حضور هر دو آغازگر لاکتوباسیلوس پلانتروم و لاکتوباسیلوس فرمنتوم از بیشترین امتیاز پذیرش کلی برخوردار بودند (شکل ۴).

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات حسی مشخص گردید که نمونه‌های تهیه شده از خمیرترش حاوی نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا از امتیاز فرم و شکل و سفتی و نرمی بافت بالاتری برخوردار بود که با توجه به نتایج ارزیابی حجم مخصوص، تخلخل و سفتی بافت نمونه‌های نان تست، دور از انتظار نبود. از سوی دیگر نمونه حاوی خمیرترش تهیه شده از نوشیدنی کامبوجا امتیاز بو، طعم و مزه بالاتری دریافت نمود. این امر را می‌توان تا حدودی در ارتباط با تشدید واکنش‌های میلارد و تولید مواد مولد عطر و طعم دانست. این در حالی بود که داوران چشایی به نمونه‌های تهیه شده از خمیرترش حاوی نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا امتیاز کمتری به لحاظ رنگ اختصاص دادند. این امر به احتمال زیاد به دلیل شدید واکنش‌های میلارد در حضور این ترکیبات می‌باشد که سبب تیره شدن رنگ محصول می‌شود.

شایان ذکر است که داوران تفاوت معنی‌داری بین خصوصیات حسی نمونه‌های تهیه شده از خمیرترش با آغازگرهای متفاوت



**Fig 4** Effect of using Water (W), kombucha beverage (K) and soybean milk (S) in sourdough containing *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* on sensory properties of the toast bread

*Technology and Natural Resources*, 47: 37-46.

- [3] Bolourian, Sh., Haddad Khodaparast, M.H., Goli Movahhed, Gh., and Afshary, M. 2010. Effect of lactic fermentation (*Lactobacillus plantarum*) on physicochemical, flavor, staling and crust properties of semi volume bread (bagget). *Journal of Food Science and Technology*, 7(3): 33-39 [in Persian].
- [4] Rocken, W., and Voysey, P.A. 1995. Sourdough fermentation in bread making. *Journal of Applied Bacteriology*, 79: 38-48.
- [5] Gül, H., Zcelik, S., Sagdic, O., and Certel, M. 2005. Sourdough bread production with lactobacilli and *S.cerevisiae* isolated from sourdoughs. *Process Biochemistry*, 40: 691-697.
- [6] Sarfaraz, A., Azizi, M., Hamidi Esfahani, Z., Karimi Torshizi, M., and Zafari, A. 2008. Interaction between lactic acid bacteria and baker's yeast in liquid sourdough fermentation. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 3 (2) :73-80 [in Persian].
- [7] Barber, B., Ortola, C., Barber, S. and Fernandez, F. 1992. Storage of packaged white bread. III. Effects of sour dough and addition of acids on bread characteristics. *Z. Lebensm. Unters. Forsch*, 194: 442-449.
- [8] Markov, S., Jerinic, V., Cvetkovic, D., Loncar, E., and Malbasa, R. 2003. Kombucha – functional beverage: Composition, characteristics and process of biotransformation. *Hemijaska Industrija*, 57: 456-462.

#### ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش امکان استفاده از نوشیدنی کامبوجا و شیر سویا به عنوان جایگزین آب موجود در فرمولاسیون خمیر ترش تهیه شده از دو باکتری لاکتوباسیلوس فرمنتوم و لاکتوباسیلوس پلانتروم به صورت مجزا و ارزیابی خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی نمونه های نان تست تهیه شده از این خمیر ترش ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که این مواد به دلیل داشتن ترکیبات قندی، اسیدی، پروتئین و غیره سبب بهبود خصوصیات محصول نهایی می گردند. در واقع سبب فعالیت بهتر خمیر ترش در حضور هر دو باکتری اسید لاکتیک می گردند. در این بین تأثیر نوشیدنی کامبوجا از شیر سویا نیز بیشتر بود و در نهایت دو نمونه تهیه شده از خمیر ترش حاوی نوشیدنی کامبوجا در حضور هر دو آغازگر لاکتوباسیلوس پلانتروم و لاکتوباسیلوس فرمنتوم به عنوان بهترین نمونه معرفی شدند.

#### ۵- منابع

- [1] Haghghi Bavafa, R. 2014. Effect of sourdough, date seed powder, and their combination on quality and glycemic index of baguette bread. MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad [in Persian].
- [2] Sadeghi, A., Fakhri, F., Mortazavie, S.A., Nasiri Mahalati, M., Kochehi, A., and Rezaie Mokram, R. 2009. Investigating the effect of using sourdough on reducing the staleness of Barbari bread. *Agricultural Science and*

- Sorghum Flour Based Gluten-Free Oil Cake. *Journal of Food Science and Technology*, 61(13): 89-98 [in Persian].
- [19] Faraji, A., Moshashie, S.A., and Keshani, M. 2017. Effect of sourdough on physicochemical, textural and sensory properties of toast bread containing rhy flour. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(3): 119-128 [in Persian].
- [20] Movahhed, S., Mirzaei, N., and Ahmadi Chenarbon, H. 2012. Evaluation of additional barley flour and lactobacillus plantarum (ATCC 43332) on quality properties toast Breads. *Journal of Food Science and Technology*, 37(9): 37-46 [in Persian].
- [21] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [22] Haralick, R.M., K. Shanmugam., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
- [23] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- [24] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A, 360-366.
- [25] Noorbakhsh, H., Yavarmanesh, M., Mortazavi, S.A., Moazzami, A., and Adibi, P. 2017. Comparison of the effects of sub-lethal stresses on viability of Lactobacillus plantarum and Lactobacillus fermentum used as an adjunct culture in synbiotic yoghurt and digestion system. *Journal of Food Microbiology*, 3(3): 55-69 [in Persian].
- [26] Frazier, W., and Westhoff, D. 2007. Food Microbiology, McGraw-Hill College; Subsequent edition.
- [27] Casper, J.L., Oppenheimer, A.A., and Erickson, B. 2007. Dough compositions having a moisture barrier and related methods. United States patent no 0275128 (in American).
- [28] Ghiassi Tarzi, B., Damanafshan, P., Nadimi boushehri, S., and Bakhoda, H. 2016. Effects of Polyols (Glycerin, propylene glycol, sorbitol), invert syrup and glucose syrup on specific volume of batter and shelf life of shortened cake. *Journal of Food Science and Technology*, 35(13): 71-78 [in Persian].
- [9] Milanovic, S., Kanuric, K., Vukic, V., Hrnjez, D., Ilicic, M., Ranogajec, M., and Milanovic, M. 2012. Physicochemical and textural properties of kombucha fermented dairy products. *African Journal of Biotechnology*, 11: 2320-2327.
- [10] Teoh, A., Heard, G., and Cox, J. 2004. Yeast ecology of kombucha fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 95: 119-126.
- [11] Jayabalan, R., Malbasa, R., Loncar, E., Yasmina, S., Vitas, M., and Sathishkumar, M. 2014. A Review on Kombucha Tea Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13: 538-550.
- [12] Kanuric, K., Hrnjez, D., Ranogajec, M., Milanovic, S., Ilicic, M., Vukic, V., and Milanovic, M. 2011. The effect of fermentation temperature on the functional dairy product quality. *Acta Periodica Technologica*, 42: 63-70.
- [13] Mazaheri Tehrani, M., and Razavi, S.M.A. 1991. Soy milk for general use. Mashhad University Jihad Research Project, pp. 52-14 [in Persian].
- [14] Curic, D., Gabric, D., Bauman, I., Tusak, D., and Novotni, D. 2007. Gluten free bread production by the corn meal and soybean flour extruded blend usage. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(3): 227-232.
- [15] Torrieri, T., Pepe, O., Ventrino, V., Masi, P., and Cavella, S. 2014. Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. *LWT - Food Science and Technology*, 56(2): 508-516.
- [16] Heydari, R. 2018. The effect of adding kombucha beverage and final fermentation time on the quantitative and qualitative characteristics of baguettes. MSc Thesis, Islamic Azad University, Gonbad branch [in Persian].
- [17] Radomir, V., Eva S. M., Spasenija, L., Milanovi, D., and Kolarov, L.A. 2009. Use of milk based komucha inculum for milk fermentation. *Original Scientific Paper*, 40: 47-52.
- [18] Naghipour, F., Sahraian, B., Habibi Najafi, M.B., Karimi, M., Hadad Khodaparast, M.H., and Sheikholeslami, Z. 2017. Effect of Soy Milk Powder as a Natural Additive to Improve the Technological and Sensory Properties of

- bread firming. *Cereal Chemistry*, 65: 398-401.
- [34] Vittadini, E., and Vodovotz, Y. 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Food Engineering and Physical Properties*, 68: 2022-2027.
- [35] Fatemi, H. 1999. Food chemistry. 4th Edition Publications of Publishing Joint Stock Company. Tehran [in Persian].
- [36] Gharekhani, M., Aalami, M., Hejazi, M.A., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, M., and Najafian, G. 2017. Effect of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus sanfranciscensis* on technological properties of sourdough and voluminous bread quality. *Journal of Food Hygiene*, 6(24): 15-30 [in Persian].
- [37] Jitrakbumrung, S., and Nantawan, T. 2014. Effect of addition of sourdough on physicochemical characteristics of wheat and rice flour bread. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 48: 964-969.
- [38] Alian, A.M., Ammar A.S., Ramy, A., Asmaa, A., and Ramadan, S. 2018. Influence of sourdough containing different probiotic bacteria on quality and shelf life of Egyptian Balady bread. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 8(4): 1147-161.
- [29] Ghiafeh Davoodi, M., Sahraiyani, B., Naghipour, F., Karimi, M., and Sheikholeslami, Z. 2016. Investigation on Synergist Effects of Humectants with Emulsifiers on Technological, Image Processing and sensory Properties of Semi Bulk Bread. *Journal of Food Science and Technology*, 59(13): 75-84 [in Persian].
- [30] Korakli, A., Pavlovic, M., Michael, G., Ganzle, and Nudif, V. 2003. Exopolysaccharide and Kestose Production by *Lactobacillus sanfranciscensis* LTH2590. *Appl. Environ. Microbiology*, 69(4): 2073-2079
- [31] Khorasanchi, N., Peighambaroust, S.H., Hejazi, M.A., and Rafat, S.A. 2013. Application of *L. plantarum* (ATCC 1058) and *L. reuteri* (ATCC 1655) as starter cultures in sourdough preparation. *Journal of Food Industry Research*, 23(1): 81-95 [in Persian].
- [32] Zeleznak, K.J., and Hosene, R.C. 1986. The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chemistry*, 63 (5): 407-411.
- [33] Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Lai, C.S., and Hosene, R.C. 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on



## Scientific Research

## Investigation on improvement of quantitative and qualitative properties of toast bread by sourdough containing kombucha beverage and soybean milk and *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum*

Zare Gachi, S.<sup>1</sup>, Naghipour, F.<sup>2\*</sup>, Ghiassi Tarzi, B.<sup>3</sup>

1. MSc. student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran
2. Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3. Associate professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

## ARTICLE INFO

## ABSTRACT

## Article History:

Received 2020/ 12/ 13

Accepted 2021/ 03/ 13

## Keywords:

Sourdough,  
Kombucha beverage,  
Bulk bread,  
Soy milk,  
Lactobacillus.

DOI: 10.52547/fsct.18.05.17

\*Corresponding Author E-Mail:  
faribanaghipour@yahoo.com

One of the practical and inexpensive solutions in improving the characteristics of the bakery and reducing the waste of this category of products is to use sourdough. Therefore, in this study, the possibility to use kombucha beverage and soybean milk as a water substitute in sourdough formulations prepared from *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum* separately and to evaluate the physicochemical and sensory properties of toast samples prepared from this Sourdoughs were examined. The results showed that by adding sourdough prepared from kombucha beverage and soybean milk, the moisture content and acidity of the final product increased and the pH decreased. On the other hand, *Lactobacillus fermentum* was more effective than *Lactobacillus plantarum* in reducing pH and increasing acidity. In addition, after examining the amount of lactic acid and acetic acid in the product, it was found that the amount of lactic acid in samples prepared from sourdough containing kombucha beverage and kombucha beverage was maximum while the amount of more acetic acid in samples prepared from sourdough containing kombucha beverage and *Lactobacillus fermentum* was higher. Samples containing kombucha beverage had the lowest amount of firmness and the highest amount of specific volume and porosity, and the type of primer used in the sourdough had no effect on the amount of these parameters. On the other hand, the study of the crust color values showed that by adding kombucha beverage and soybean milk in sourdough formulation, the amount of L\* and a\* values was decreased and increased respectively. Finally, sensory evaluators gave the highest score to two samples of sourdough containing kombucha beverage in the presence of both *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus fermentum*. Therefore, these compounds can be used to produce sourdough with better performance properties.