مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی امکان تولید نان سلیاکی با به کارگیری خمیر ترش ذرت لاکتیکی با استفاده از *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد

مژده فاضل تهرانی مقدم[۱]، حسین جلالی[۲*]، عبدالرضا محمدی نافچی[۳]، لیلا نوری[۲]

۱- دانشجوی دکترای صنایع غذایی، گرایش میکروبیولوژی مواد غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

۳- دانشیار، بخش فناوری غذا ، دانشکده فناوری صنعتی ، دانشگاه سین مالزی ، ۱۱۸۰۰ ، پنانگ، مالزی.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱

کلمات کلیدی:

نان سلیاکی،

خمیرترش ذرت لاکتیکی،

Lactobacillus plantarum.

DOI: 10.52547/fsct.18.09.18

* مسئول مکاتبات:

drmagjalali@yahoo.com

چکیده

بیماری سلیاک یک بیماری روده ای ایمنی است که در افراد حساس، با خوردن گلوتن رخ می دهد. اساس درمان بیماری سلیاک، رژیم غذایی فاقد گلوتن است. تولید نانهای بدون گلوتن، به عنوان عضو ثابتی از رژیم تغذیه ای بیماران مبتلا به سلیاک، می تواند در پیشگیری از بروز عوارض ناشی از این بیماری برای مبتلایان به آن، تأثیر حائز اهمیتی داشته باشد. در این بررسی، امکان تولید نان بدون گلوتن با کیفیت مطلوب و ارزش تغذیه ای بالا با استفاده از خمیرترش لاکتیکی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تهیه خمیرترش لاکتیکی، میکروارگانیسم (DSM20179) ***Lactobacillus plantarum*** به عنوان سویه آغازگر به کار برده شد و بکارگیری آن در تولید نان بدون گلوتن با آرد ذرت و برنج، در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد بررسی شد. آزمایشات فیزیکوشیمیاییِ انجام شده در نان شامل؛ اندازه گیری pH، میزان اسیدیته کل (TTA)، رطوبت، بافت‌سنجی و میزان خاکستر و تغییرات میزان رنگ، شمارش کلی کپک بود. هر کدام از تیمارها در سه تکرار انجام شد و نتایج بطور آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتیجه‌گیری کلی این بررسی، اهمیت تولید نان تهیه شده با ۵ و ۱۰ درصد خمیرترش لاکتیکی را با تأثیر مطلوب بر ویژگی‌های حسی و رئولوژیکی نان تائید نمود و بطور کلی نتایج نشان داد که با افزایش درصد خمیرترش میزان مقبولیت نمونه‌ها افزایش پیدا می کند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]

[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

۱- مقدمه

بیماری سلیاک یک بیماری روده ای ایمنی است که در افراد حساس، با خوردن گلوتن رخ می دهد .شروع علائم معمولاً تدریجی است و با تأخیر زمانی چند ماهه یا چند ساله پس از وارد شدن گلوتن به بدن رخ می دهد [۱]. این بیماری گوارشی، به پرزهای روده کوچک آسیب می رساند و سبب اختلال در جذب مواد مغذی می شود و افراد مبتلا به این بیماری دچار اسهال، کم خونی و خستگی می شوند. بیش از ۱ درصد جمعیت کشورهای جهان به این بیماری مبتلا هستند [۲]. اساس درمان بیماری سلیاک، رژیم غذایی فاقد گلوتن است که در آن کلیه مواد غذایی حاوی گلوتن حذف می شوند .در بیشتر افراد، رعایت رژیم ذکر شده سبب توقف علائم می شود .با رعایت رژیم بدون گلوتن، آسیب های روده کوچک ترمیم و از ایجاد آسیب های بیشتر پیش گیری می شود [۳]. از یک سو، نان بعنوان اصلی ترین غذای اقشار مختلف مردم، دارای اهمیت خاصی است و از سوی دیگر، در حدود ۵۰ درصد کالری وپروتئین روزانه از نان تأمین می شود .کیفیت تغذیه ای و ارگانولپتیکی نان در سلامت مردم و اقتصاد ملی نقش اساسی دارد [٤]. غلات به ویژه نان از منابع اصلی الگوی غذایی روزانه جامعه ایرانی است و بخش عمده ای از نیازهای انرژی و پروتئین بدن را تأمین می کند، بطوری که بر اساس گزارش انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور روزانه بطور میانگین حدود ۳٤ درصد انرژی دریافتی و ۳۹ درصد پروتئین مصرفی خانوارهای شهری و روستایی از طریق نان تأمین می شود [٤]. از طرفی با توجه به عادات غذایی مردم و نگرش افراد نسبت به نان، حضور آن در هر وعده غذایی ضروری بوده و حتی تهیه انواع غذاها در الگوی روزانه ایرانی به گونه ای می باشد که اغلب با نان مصرف می شود . به این ترتیب، تهیه و تولید نانهای بدون گلوتن، به عنوان عضو ثابتی از رژیم تغذیه ای بیماران مبتلا به سلیاک، میتواند در پیشگیری از بروز عوارض ناشی از این بیماری برای مبتلایان به آن، تأثیر بسیار مهم و حائز اهمیتی به همراه داشته باشد. گلوتن باعث ایجاد ویژگی هایی مانند مقاومت به مخلوط کردن،گسترش پذیری خمیر، توانایی نگهداری گاز و ایجاد ساختار مطلوب در مغز نان می شود. بنابراین جایگزین کردن گلوتن در نان یکی از بزرگترین مشکلات تکنولوژیکی در تهیه نان های بدون گلوتن می باشد [٤]. در مطالعه حاضر از آرد ذرت و برنج استفاده شد که فاقد گلوتن هستند.

تخمیر خمیرترش، به عنوان فرآیندی متشکل از تخمیرهای الکلی و اسید لاکتیکی که در صنعت نان تحت عنوان یک روش اصلی در تولید نانهای خاص و محصولات متنوع نانوایی کاربرد دارد [۵, ٦]، در کیفیت نانهای حاصل تأثیر قابل توجهی را به همراه دارد که از آن جمله میتوان اختصاراً به مواردی همچون بهبود کیفیت نانهای تولید شده، ایجاد و تشدید طعم مطلوب در فرآورده های نانوایی، کاهش اسید فیتیک در حین تخمیر، تولید ترکیبات بیواکتیو و ویتامینها، کاهش کپک زدگی و فساد باکتریایی نان و افزایش مدت زمان ماندگاری نان پس از تولید، بواسطه متابولیت های تولید شده اشاره داشت. ازآنجاییکه کیفیت نان نهایی با میزان اسیدیفیکاسیون میکروبی و سرعت تجزیه سوبسترا تعیین می‌شود، خیلی مهم است که میکروارگانیسم‌های مسئول این فعالیت‌ها شناخته شوند. بنابراین، به دلیل تفاوت‌های موجود در مورد خصوصیات اسیدیفیکاسیون و متابولیسم در مورد گونه‌های مختلف باکتری‌های اسیدلاکتیک، تفاوت‌های اکولوژیکی هر خمیر ترش بر کیفیت نهایی نان اثر می‌گذارد. ضمن آنکه، افزودن خمیرترش حاوی یک گونه و یا ترکیبی از گونه‌ها، بر خواص رئولوژیکی خمیر اثرگذار است [۵, ٦]. لذا در مطالعه حاضر به بررسی امکان تولید نان سلیاکی با استفاده از آرد برنج و ذرت و با به کارگیری خمیر ترش لاکتیکی با استفاده از لاکتوباسیلوس پلانتاروم[1] در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد پرداخته شد.

۲- مواد و روش کار

باکتری مورد استفاده در تحقیق حاضر لاکتوباسیلوس پلانتاروم (DSMZ, strain ATCC 20179) بود که به شکل آمپول لیوفیلیزه[2] از مرکز زیست کاوش (ibresco) تهیه گردید. آرد ذرت و آرد برنج به کار رفته در تهیه نان بدون گلوتن، از فروشگاه سحر شهر تهران تهیه شد.

1. *Lactobacillus plantarum (ATCC 20179)*
2. Lyophilized form

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

۲-۱- تکثیر میکروبی باکتری‌ها

باکتری لیوفیلیزه شده در ابتدا در محیط MRS آگار[3] کشت داده شد و سپس به منظور فعال‌سازی در محیط مایع غنی شده با شیر تحت عنوان MRS براث، کشت داده شد و سپس در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد انکوبه گردید [۷]. سپس در محیط کشت مایع MRS کشت داده شد. به این منظور، مقدار ۵۲/۲ گرم از محیط کشت، در یک لیتر آب مقطر حل شد و پس از استریلیزه شدن، باکتری مذکور به داخل محیط کشت تلقیح شد. سپس در انکوباتور ۳۷ درجه سلسیوس، به مدت ۲٤ ساعت گرمخانه‌گذاری شد [۷].

۲-۲- تهیهٔ خمیر مایه ترش لاکتیکی

برای تهیه استارتر یا آغازگر میکروبی، ۱۵۰ گرم آرد برنج و آرد ذرت به صورت جداگانه با ۸۵۰ میلی‌لیتر آب مخلوط گردید. سپس در بن‌ماری ۵۵ درجه سلسیوس، به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شدند تا کاملاً به صورت ژلاتینه درآیند. سپس تا دمای ۳۷ درجه سلسیوس خنک شدند [۸].

وزن خمیر حاصل، هم برای هم خمیر ذرت و هم خمیر برنج، معادل ۹۰۰ گرم بود. از هر کدام از خمیرهای برنج و ذرت، دو بار به صورت جداگانه ۲۰۰ گرم جدا شد و با هم مخلوط شدند. سپس ٤۰۰ گرم از هر کدام از خمیرهای برنج و ذرت نیز جدا گردید.. ۱۰۰ گرم خمیرِ باقیمانده از هرکدام از خمیرهای برنج و ذرت نیز، به عنوان نمونه کنترل یا شاهد نگه داشته شدند. در این مرحله، سوش لاکتیکی *Lactobacillus plantarum* به صورت B و A (٤۰ گرم بر پایه وزن خمیر، یعنی ۲۰ گرم A و ۲۰ گرم B) به خمیرهای آماده شده تلقیح شد. سپس نمونه‌ها همراه با خمیر شاهد، در انکوباتور ۳۰ درجه سلسیوس، به مدت ۱٦ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند [۸].

۲-۳-شمارش میکروبی

به منظور شمارش میکروبی، درآغاز تلقیح و در انتهای زمان گرمخانه‌گذاری، از مایه ترش لاکتیکی، ۹ گرم در ۹۰ میلی لیتر محلول رقیق کننده استریل رینگر حل گردید و رقت‌های 10^{6} تا 10^{9} حجمی تهیه شد و در روی محیط MRS آگار کشت پورپلیت داده شدند. سپس پلیت‌ها در انکوباتور ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ٤۸ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند و سپس شمارش میکروبی بر روی آنها صورت گرفت [۹].

=شمارش کلنی

آخرین رقت شمارش شده× ۰٫۱× رقت تلقیح شده/ ΣC

برای تهیه خمیر، آرد ذرت و برنج به نسبت‌های ۵۰درصد، آب به میزان ٦۰ میلی‌لیتر، شیر به میزان ٤۰ میلی‌لیتر و کره به میزان ۲ درصد بر پایه وزن آرد، نمک ٤ درصد بر پایه وزن آرد، شکر ۱۰ درصد بر پایه وزن آرد و یک عدد تخم‌مرغ و خمیرترش لاکتیکی در نسبت‌های ۵ و ۱۰ درصد، بر پایه وزن آرد با یکدیگر مخلوط شدند. همین کار برای تهیه خمیر آرد ذرت و برنج نیز به تنهایی تکرار شد. خمیرهای حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. خمیر نان کنترل یا شاهد نیز، به عنوان نان سلیاکی در نظر گرفته شد و برای تهیه آن، خمیرترش لاکتیکی بکار برده نشد [۱۰]. پس از گذشت ۱۵ دقیقه از زمان تهیه خمیر، خمیرها به واحدهای ۲۰۰ گرمی تقسیم شدند و در سطح یک ماهی‌تابه تفلون، بر روی شعله کم پخته شدند.

۲-٤- بررسی خصوصیات فیزیک و شیمیایی نان ها

میزان رطوبت نان، متناسب با دستورالعمل شماره ۱٦-٤٤ ارائه شده در استاندارد AACC سال ۲۰۰۰ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در این روش، ۵ گرم از نمونه نان در آون (دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس) تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد و سپس به دسیکاتور منتقل گردید. پس از آنکه دمای نمونه‌ها، تا حد دمای محیط پس از ٤ ساعت کاهش یافت، توزین گردید و از طریق فرمول زیر درصد رطوبت محاسبه شد [۱۱].

= میزان رطوبت(درصد)

×۱۰۰(وزن نمونه نان / وزن نمونه نان خشک شده- وزن نمونه نان)

برای اندازه گیری خاکستر، ۳ گرم از نمونه نان را در بوته چینی به وزن ثابت رسانده و روی شعله سوزانده و در کوره قرار داده تا زمانی که سفید شود و ٤ ساعت بعد اندازه گیری شد.

3. Man, Rogosa and Sharpe (MRS)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

خاکستر کامل = $x_2 - x_1 / m \times 100$

برای اندازه‌گیری pH، از استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ استفاده شد. به این منظور، ۱۰ گرم از خمیر و نیز نان آسیاب شد، به کمک ترازوی مارک Sortorius مدل GE412 ساخت کشور آلمان توزین شد و در۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر، با استفاده از مگنت و همزن استیرِر، به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد. سپس pH فاز روئی با استفاده از دستگاه pH متر مدل Sentek ساخت آلمان اندازه‌گیری شد [۱۰]. برای اندازه‌گیری اسیدیته ۱۰ گرم نمونه خمیر و نیز نان آسیاب شده با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شدند. سپس با سود ۰/۱ نرمال تیترازول تا حصول pH معادل ٦/٤ با استفاده از معرف فنل فتالئین تا ظهور رنگ صورتی روشن تیتر شد. حجم سود مصرفی بعنوان میزان TTA گزارش شد [۱۰]. برای آزمون رنگ از هانترلب که یک اسپکتروکالریمتر است استفاده شد. مقادیر L*a*b نمونه های مورد نظر در سه تکرار توسط دستگاه رنگ سنج هانترلب اندازه گیری شدند.

۲-۵- آزمون کپک، مخمر و شمارش کلی روی نمونه‌های نان

برای شمارش کلی از محیط PCA و برای شمارش کپک و مخمر از محیط QUE Lab, YGC به روش پورپلیت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨-٢٤ ساعت قرارگرفت و بررسی و شمارش گردید [۱۲].

۲-٦-آنالیزآماری

برای تحلیل واریانس نتایج حاصل از نرم‌افزار SPSS 2، بر مبنای طرح کاملا تصادفی و با استفاده از رویه GLM (مدل خطی عمومی) استفاده شد. میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

۳- نتایج

۳-۱- تغییرات میزان pH در نمونه‌های خمیرترش لاکتیکی

pH نمونه‌ها بین ٤/٥٩-٢/٤٥ بود. همچنین مشاهده شد که pH نمونه‌های شاهد بین ٤/٥٩-٤/٣٢ بود. pH نمونه خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum*(پلانتاروم ذرت) از *Lactobacillus plantarum*(پلانتاروم ذرت -برنج) و *Lactobacillus plantarum*(پلانتاروم برنج) کمتر بود (p <۰/۰۱). همچنین بین pH نمونه‌های شاهد، با بقیه نمونه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (p <۰/۰۱). با این حال، در میزان pH نمونه شاهد برنج و نمونه شاهد ذرت با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (p>۰/۰۵) (جدول ۱).

۳-۲- تغییرات میزان TTA در نمونه‌های خمیرترش لاکتیکی

اسیدیته نمونه‌ها بین ۲/۰۹ -۰/۷۵ و اسیدیته نمونه‌های شاهد بین ۰/۸۳-۰/۷۵ مشاهده شد. اسیدیته نمونه خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum*(پلانتاروم ذرت) از *Lactobacillus plantarum*(پلانتاروم ذرت -برنج) و *Lactobacillus plantarum*(پلانتارم برنج) بیشتر بود (p <۰/۰۱). بین اسیدیته *Lactobacillus plantarum* (پلانتاروم برنج) و *Lactobacillus plantarum*(پلانتاروم ذرت-برنج)، اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). همچنین بین اسیدیته نمونه‌های شاهد، با بقیه نمونه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (p <۰/۰۱). با این حال، در میزان اسیدیته نمونه شاهد برنج و نمونه شاهد ذرت با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (p>۰/۰۵) (جدول ۱).

Table 1 Results of pH and TTA lactic acid paste

Acidity	PH	Sourdough
0.83	4.18	Corn Blank
0.75	4.58	Rice Blank
0.78	4.32	Rice Blank+ corn
2.09	2.29	*L. plantarum* Corn
1.83	3.16	*L. plantarum* Rice
1.98	2.46	*L. plantarum* Rice +Corn

۳-۳- تغییرات میزان pH در نمونه‌های نان

pH نمونه‌های مورد بررسی بین ٦/٧٢-٦/٢٤ و pH نمونه‌های شاهد نیز بین ٦/٦٨ تا ٦/٧٥ مشاهده شد. pH نمونه نان با خمیرترش تلقیح شده با *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* (پلانتاروم برنج

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

۵ درصد) از pH بقیه نمونه‌های تلقیح شده به طور معنی‌داری بالاتر بود (p <۰/۰۱). همچنین بین pH نمونه‌های شاهد، با بقیه نمونه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (p <۰/۰۱). با این حال، هنگام مقایسه Ph نمونه‌های شاهد با یکدیگر؛ در میزان pH نمونه شاهد برنج و نمونه شاهد ذرت با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). اما در میزان pH نمونه شاهد برنج و نمونه شاهد ذرت، با مخلوط شاهد ذرت و برنج ، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (۰/۰۱> p >۰/۰۵) (جدول ۲).

۳-٤- تغییرات میزان رطوبت در نمونه‌های نان

میزان رطوبت در تیمارها بین ۳۱/۱۸ تا ۳۲/۰۸ بود. میزان رطوبت نمونه‌های شاهد نیز بین ۲۱/٦٤ تا ۲۲/۸۷ بود. رطوبت نمونه نان با خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum* ۱۰درصد (برنج و ذرت) با پلانتاروم ۵درصد (برنج و ذرت) دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند (p>۰/۰۵). رطوبت نان نمونه برنج شاهد با نمونه شاهد ذرت و شاهد برنج و ذرت دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود (p>۰/۰۵). رطوبت نمونه های شاهد با تیمارهای دیگر هم دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند (p <۰/۰۱). رطوبت نان نمونه شاهد ذرت از سایر تیمارها پایین تر بود (p <۰/۰۱) (جدول ۲).

۳-۵- تغییرات میزان خاکستر در نمونه های نان

میزان خاکستر نمونه نان با خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum*ذرت (پلانتاروم ۵ و ۱۰ درصد) دارای اختلاف آماری معنی‌دار با پلانتاروم برنج (۱۰ و ۵درصد) بود (p>۰/۰۵). نمونه نان برنج شاهد با نمونه شاهد ذرت و شاهد برنج و ذرت دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند (p>۰/۰۵). و با تیمارهای دیگر هم دارای اختلاف آماری معنی-داری بودند (p <۰/۰۱). نمونه نان شاهد برنج نسبت به سایر تیمارها دارای کمترین خاکستر و نمونه نان ذرت شاهد دارای بیشترین خاکستر بود و این دو دارای اختلاف معنی داری با نمونه نان شاهد برنج و ذرت بودند (p <۰/۰۱) (جدول ۲).

۳-٦- نتایج آزمون کپک و مخمر و شمارش کلی در نمونه های نان

در مدت زمان ٤٨-٢٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس تفاوت معنی داری مشاهده شد. همین طور در شمارش کلی کلنی ها تفاوت معنی داری مشاهده شد. این مسئله نشان دهنده این است که کلیه نمونه نانهایی که حاوی خمیرترش لاکتیکی هستند دیرتر دچار فساد شده و مدت زمان نگهداری آنها بیشتر خواهد بود و به دلیل وجود سوش های لاکتیکی مقاومت آنها بالاتر می رود و هرچه میزان آنها فزایش پیدا کند مقاومت آنها بیشتر خواهد شد (جدول ۲).

Table 2 Results related to pH, TTA, moisture, ash, mold and yeast and overall celiac bread count (data averaged three times with standard deviation (SD)).

Total count	Mold and yeast	Ash	Humidity	PH	Acidity	treatment
530	13	2.74	21.64	6.68	0.59	Corn Blank
490	7	2.39	22.87	6.84	0.52	Rice Blank
448	3	2.68	22.13	6.74	0.56	corn+ Rice Blank
287	0	2.76	31.56	6.24	1.24	*L. plantarum* Corn 10%
290	7	2.76	31.18	6.31	1.2	*L. plantarum* Corn 5%
281	0	2.46	32.08	5.28	1.19	*L. plantarum* Rice 10%
306	0	2.46	31.35	6.34	0.98	*L. plantarum* Rice 5%

۳-۷- نتایج بافت‌سنجی

۳-۷-۱- نتایج بافت‌سنجی مربوط به میزان بیاتی در طی نگهداری و میزان نیروی برشی

آزمایش ارزیابی نان در طی ٢٤، ٤٨ و ٧٢ ساعت پس از پختن تکرار شد و از آنجایی که به دلیل بیاتی، نان سفت‌تر می‌شود، افزایش نیروی مورد نیاز برای برش نمونه‌های نان، به منزلهٔ پیشرفت روند بیاتی در نظر گرفته شد. نیروی برشی لازم برای برش تیمارهای نان تهیه شده با سوش های لاکتیکی بین ٢٤ تا ٤٨ ساعت با یکدیگر تفاوت معنی‌دار آماری داشتند (p>۰/۰۵). همین طور این اختلاف معنی دار در روز سوم به دلیل رطوبت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

بیشتر و بیاتی کمتر و مدت زمان نگهداری بیشتر، بالاتر رفت (p <۰/۰۱) (نمودار۱).

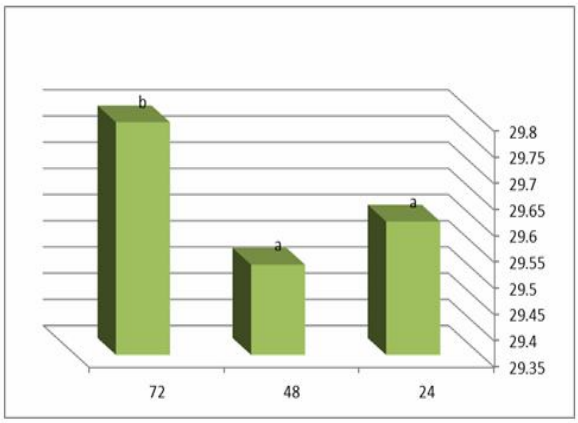

Fig 1 Results related to the amount of starch during storage

نیروی برشی لازم برای نمونه نان با خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum*۱۰درصد (برنج و ذرت) با *Lactobacillus plantarum*۵درصد (برنج و ذرت) اختلاف آماری معنی دار داشت (p>۰/۰۵). نان نمونه برنج شاهد با نمونه شاهد ذرت و شاهد برنج و ذرت دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند (p>۰/۰۵). و با تیمارهای دیگر هم دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند (p <۰/۰۱).

۳-۷-۲- تغییرات میزان رنگ در نمونه های نان

نمونه نان با خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum*ذرت (پلانتاروم ۵ و ۱۰درصد) و لاکتوباسیلوس پلانتارم برنج (پلانتارم ۵ و ۱۰ درصد) دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند (p>۰/۰۵). نان نمونه ذرت شاهد با نمونه شاهد برنج و ذرت و شاهد برنج دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند (p>۰/۰۵). و با تیمارهای دیگر هم دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند (p <۰/۰۱) (جدول۳).

Table 3 Results related to color change rate (data is an average of three measurements with deviation from the criterion (SD).

Treatment	L	A	B
Corn Blank	89.1	-5.51	25.67
L. plantarum Corn 10%	88.18	-4.91	28.54
L. plantarum Corn 5%	86.96	-4.44	31.08
L. plantarum Rice 10%	86.74	-3.09	14.67
L. plantarum Rice 5%	85.6	-2.06	15.53
Rice Blank	81.41	0.50	19.69
corn+ Rice Blank	85.68	-2.09	22.68

٤- بحث

*Lactobacillus plantarum*همراه با آرد ذرت در هر دو گروه خمیرترش و نان سلیاکی، در پائین آوردن pH بهترین تأثیر را داشته است. همچنین اسیدیته تیمارهای شاهد از اسیدیته تیمارهای آرد برنج و آرد ذرت در هر دو گروه خمیرترش و نان، کمتر شده است که میتواند از عدم دارا بودن سوش لاکتیکی در آنها که از تغییرات سریع pH جلوگیری می‌کند، ناشی شود. از مهم‌ترین فرآیندهایی که در طول تخمیر خمیر نان با خمیرترش رخ می‌دهد، تولید اسید و به طبع، کاهش pH است که سبب افزایش تخلخل، غیرفعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش نرمی بافت می‌گردد. ضمن آنکه بکارگیری دماهای بالاتر تخمیر، محتوای آب بیشتر در خمیرترش و استفاده از آرد کامل، تولید اسید در حین تخمیر خمیرترش را افزایش می‌دهد [۱۰]. آرد برنج دارای pH بالاتری بود که این نتیجه در مطالعه لیوگر نیز نشان داده شده است. لیوگر و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر تغذیه‌ای بکارگیری فرآیند تخمیر خمیرترش در آردهای غنی شده با فیبر با درجه استخراج بالا را مورد بررسی قرار دادند. آنان طی مطالعات خود دریافتند که خمیرترش تهیه شده با سبوس، به دلیل بالا بودن محتوای مواد معدنی، خاصیت بافری دارد. در نتیجه، میزان اسیدی شدن کاهش پیدا می‌کند [۱۳]. در مطالعه حاضر رطوبت نمونه نان با خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum* ۱۰ درصد (برنج و ذرت) با پلانتاروم ۵درصد (برنج و ذرت) دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند (p>۰/۰۵). با توجه به اینکه تعدادی از باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند با تولید پلی‌ساکارید خارج سلولی از قبیل دکستران، گزانتان، گلوکان، فروکتان و لوان،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

جذب آب را افزایش دهند، می‌توانند از انتقال رطوبت مغز نان به سمت پوسته جلوگیری کنند. این ترکیبات بر روی حجم و زمان ماندگاری نان اثر قابل توجهی دارند [۱٤, ۱۵]. در مطالعه حاضر نیز با افزایش میزان باکتری اسید لاکتیک میزان رطوبت نیز با افزایش همراه بود. با افزایش درصد خمیرترش، میزان رطوبت افزایش پیدا کرده و متقابلاً میزان بیاتی نان نیز کاهش و زمان ماندگاری افزایش پیدا کرد. موروني و همکارانش (۲۰۰۱)، در بررسی تأثیرات بیوشیمیایی، رئولوژیکی و بافتیِ حاصل از افزودن خمیرترش بر آرد گندم سیاه به این نتیجه رسیدند که با افزایش درصد خمیرترش مورد استفاده، زاویه فازی در خمیر کم شده و مدول کمپلکس افزایش می‌یابد و درکل، منجر به ایجاد خمیری با الاستیسته کمتر می‌شود [۱٦]. ریان و همکارانش (۲۰۰۸)، در مطالعه روند تولید خمیرترش بدون گلوتن و اثرات آن بر کیفیت و ماندگاری نان‌های بدون گلوتن گزارش کردند که فرآیند تخمیر بوسیله لاکتوباسیلوس پلانتارم موجب افزایش در G و در نتیجه افزایش الاسیسیتی می‌شود و نان‌های حاوی خمیرترش، کمترین شکنندگی را در روزهای ۲ و ۵ بررسی از خود نشان دادند [۱۷] که مشابه نتیجه حاصل از مطالعه حاضر بود. میزان خاکستر نمونه نان با خمیرترش تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum* ذرت (پلانتاروم ۵ و ۱۰ درصد) دارای اختلاف آماری معنی‌دار با پلانتاروم برنج (۱۰ و ۵درصد) بود ($p>0/05$) و بطور کلی خاکستر حاصل از نان ذرت نسبت به نان برنج بیشتر بود. با افزایش میزان بکارگیری خمیرترش ذرت لاکتیکی تلقیح شده با *Lactobacillus plantarum* در سطح ۱۰ درصد، سرعت بیاتی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند. بعبارت دیگر، بکارگیری خمیرترش پدیده بیاتی را به تعویق می‌اندازد و زمان ماندگاری را در نان‌های تولید شده افزایش می‌دهد. مهم‌ترین دلیل کاهش بیاتی نان‌های فرآوری شده با خمیرترش، تولید اسید است که سبب افزایش تخلخل، غیرفعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش نرمی بافت می‌گردد [۱۰, ۱۸]. تعدادی از باکتری‌های لاکتیکی می‌توانند با تولید پلی‌ساکارید خارج سلولی از قبیل دکستران، گزانتان، گلوکان، فروکتان و لوان، جذب آب را افزایش دهند و از انتقال رطوبت مغز نان به سمت پوسته جلوگیری کنند. این ترکیبات بر روی حجم و زمان ماندگاری نان اثر قابل توجهی دارند. از طرف دیگر با توجه به تولید اسید لاکتیک و افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، نشاسته که تغییر حالت کریستالی آن عامل اصلی بیاتی است تجزیه شده و به دکسترین‌هایی با وزن مولکولی کم تبدیل می‌شود. این موضوع خود می‌تواند در کاهش بیاتی نان مؤثر باشد [۱٤]. موری و همکارانش (۲۰۰۸)، در مطالعه روند تولید خمیرترش بدون گلوتن و اثرات آن بر کیفیت و ماندگاری نان‌های بدون گلوتن گزارش کردند که فرآیند تخمیر بوسیله لاکتوباسیلوس پلانتارم در به تأخیر انداختن بیاتی نان تأثیرات مثبتی به همراه دارد و ماندگاری نان‌های تولیدی را افزایش می‌دهد [۱۹]. بطور کلی نمونه‌های خمیرترش تلقیح شده از لحاظ آماری با یکدیگر و با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. امتیازها نشان داد که با افزایش درصد خمیرترش میزان مقبولیت نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. ارزیاب ها دلیل پذیرش خود را دارا بودن زمان ماندگاری بالا و کاهش میزان بیاتی بیان کردند .در ارتباط با آزمون کپک و مخمر، در نتایج در مدت زمان ۲٤–٤۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس و در شمارش کلی کلنی ها تفاوت معنی داری مشاهده شد که نشان دهنده این است که کلیه نمونه نانهایی که حاوی خمیرترش لاکتیکی هستند دیرتر دچار فساد شده و مدت زمان نگهداری آنها بیشتر خواهد بود و به دلیل وجود سوش های لاکتیکی مقاومت آنها بالاتر می رود و هرچه میزان آنها فزایش پیدا کند مقاومت آنها بیشتر خواهد شد. موری و همکارانش (۲۰۰۸) ، در مطالعه روند تولید خمیرترش بدون گلوتن و اثرات آن بر کیفیت و ماندگاری نان‌های بدون گلوتن گزارش کردند که فرآیند تخمیر بوسیله لاکتوباسیلوس و تولید خمیرترش، نوعی فعالیت ممانعت‌کنندگی در برابر قارچ فوزاریوم کولموروم دارد و ماندگاری نان‌های تولیدی را افزایش می‌دهد [۱۹]. کدا و همکارانش (۲۰۱۱)، اثر ضدقارچی خمیرترش تهیه شده با مخمر ویکرهامومایسس آنومالوس و *Lactobacillus plantarum* را بر ماندگاری نان مورد بررسی قرار دادند. مخمر مذکر در برابر ۷ کپک از ۱۲ کپکِ مورد آزمون، بازدارندگی بیشتری در مقایسه با *Lactobacillus plantarum* ایجاد کرد. در کل، میزان بازدارندگی هر دو میکروارگانیسم بیشتر از میزان بازدارندگیِ ۰/۳ درصد نمک کلسیم پروپیونات بود [۱۲]. نتایج حاصل از این تحقیق، در خصوص جلوگیری از فساد، با اکثریت نتایج حاصل از کار این محققین مطابقت داشت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

۵- نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، می‌توان بیان نمود که بطور کلی، استفاده از خمیرترش می‌تواند کیفیت نان تولیدی را بهبود بخشیده و فرآیند بیات شدن را نیز در آن به تأخیر بیاندازد. ضمن آنکه استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک در خمیرترش، آرومای نان تولیدی را بهبود بخشیده و آن را مشتری‌پسند می‌نماید. استفاده از مقادیر بالاتر ذرت نسبت به برنج، می‌تواند در افزایش کیفیت نان و کاهش بیاتی تاثیرگذار باشد. خمیرترش لاکتیکی در هنگام پخت، در مقایسه با نان‌های سنتی که محتوی آن نیستند، به میزان بهتری رطوبت را حفظ می‌کند. بالا بودن رطوبت در نان تولید شده، سبب می‌شود نان حاصل، دارای ماندگاری بالاتر و طولانی‌تری تا حدود ٤ تا ٥ روز باشد. باکتری‌های اسیدلاکتیک موجود در خمیرترش، با تولید اسیدهای آلی و مواد ضدمیکروبی، در به تعویق انداختن کپک‌زدگی نان نقش مؤثری دارند. به این ترتیب، با استفاده از خمیرترش، می‌توان میزان ضایعات نان را که در نتیجه فساد به وجود می‌آید را تا حدودی کنترل نمود. بطور کلی تخمیر خمیرترش، تمام جنبه‌های مثبت نان از جمله کیفیت، عطر و طعم، ماندگاری نان در برابر فساد میکروبی و خواص مفید دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا می‌توان از این تأثیرات قابل توجه، به منظور ارتقای کیفی در تولید نان بهره برد.

٦- منابع

[1] Saturni, L., G. Ferretti, and T. Bacchetti, The gluten-free diet: safety and nutritional quality. Nutrients, 2010. 2(1): p. 16-34.

[2] Mustalahti, K., et al., The prevalence of celiac disease in Europe: results of a centralized, international mass screening project. Annals of medicine, 2010. 42(8): p. 587-595.

[3] Parzanese, I., et al., Celiac disease: From pathophysiology to treatment. World journal of gastrointestinal pathophysiology, 2017. 8(2): p. 27.

[4] Lazaridou, A., et al., Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of food engineering, 2007. 79(3): p. 1033-1047.

[5] Clarke, C.I., et al., Wheat sourdough fermentation: effects of time and acidification on fundamental rheological properties. Cereal Chemistry, 2004. 81(3): p. 409-417.

[6] Robert, H., et al., Study of the behaviour of Lactobacillus plantarum and Leuconostoc starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. LWT-Food Science and Technology, 2006. 39(3): p. 256-265.

[7] Kim, J.H., T. Maeda, and N. Morita, Application of polished□graded wheat grains for sourdough bread. Cereal chemistry, 2005. 82(2): p. 144-151.

[8] ESTEVE, C.C., C.B. DE BARBER, and M.A. MARTÍNEZ□ANAYA, Microbial sour doughs influence acidification properties and breadmaking potential of wheat dough. Journal of Food Science, 1994. 59(3): p. 629-633.

[9] Lacaze, G., M. Wick, and S. Cappelle, Emerging fermentation technologies: development of novel sourdoughs. Food Microbiology, 2007. 24(2): p. 155-160.

[10] Katina, K., et al., Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. LWT-Food Science and Technology, 2006. 39(10): p. 1189-1202.

[11] Prasad, R.S., K.R.H. Rao, and R. Kantha, Software reliability measuring using modified maximum likelihood estimation and SPC. International Journal of Computer Applications, 2011. 21(7): p. 1-5.

[12] Coda, R., et al., Antifungal activity of Wickerhamomyces anomalus and Lactobacillus plantarum during sourdough fermentation: identification of novel compounds and long-term effect during storage of wheat bread. Appl. Environ. Microbiol., 2011. 77(10): p. 3484-3492.

[13] Lioger, D., et al., Sourdough fermentation of wheat fractions rich in fibres before their use in processed food. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2007. 87(7): p. 1368-1373.

[14] Gobbetti, M., et al., Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. Trends in Food Science & Technology, 2005. 16(1-3): p. 57-69.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

[15]Crowley, P., et al., The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. European Food Research and Technology, 2002. 214(6): p. 489-496.

[16]Moroni, A.V., F. Dal Bello, and E.K. Arendt, Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue? Food microbiology, 2009. 26(7): p. 676-684.

[17] Ryan, L., F. Dal Bello, and E. Arendt, The use of sourdough fermented by antifungal LAB to reduce the amount of calcium propionate in bread. International Journal of Food Microbiology, 2008. 125(3): p. 274-278.

[18]Arendt, E.K., L.A. Ryan, and F. Dal Bello, Impact of sourdough on the texture of bread. Food microbiology, 2007. 24(2): p. 165-174.

[19] Moore, M.M., F. Dal Bello, and E.K. Arendt, Sourdough fermented by Lactobacillus plantarum FSTá1. 7 improves the quality and shelf life of gluten-free bread. European Food Research and Technology, 2008. 226(6): p. 1309-1316.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the possibility of producing celiac bread using Lactic Acid Corn sourdough using Lactobacillus plantarum At two levels of 5 and 10 %

Fazel Tehrani Moghadam, M. [1], Jalali, H. [2*], Mohammadi Nafchi, A. [3], Nouri, L. [2]

1. PhD student in Food Science and Technology, food microbiology, Islamic Azad University, Damghan, Iran.
2. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Damghan, Iran.
3. Associate Professor, Food Technology Division, School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia, 11800, Penang, Malaysia.

ARTIClE INFO

Article History:

Received 2020/ 11/ 18
Accepted 2021/ 08/ 23

Keywords:

Corn sourdough lactic acid, Lactobacillus Plantarum, Celiac Bread.

DOI: **10.52547/fsct.18.09.18**

*Corresponding Author E-Mail: drmagjalali@yahoo.com

ABSTRACT

Celiac disease is a long-term autoimmune disorder that primarily affects the small intestine and occurs in susceptible individuals by gluten intake. The basis of treatment for celiac disease is a gluten-free diet. The production of gluten-free breads, as a constant part of the diet of patients with celiac disease, can have a significant impact on the prevention of complications from the disease for patients with it. In this study, the possibility of producing gluten-free bread with the desired quality and high nutritional value was investigated using lactic sourdough. In order to make lactic acid paste, Lactobacillus plantarum DSM20179 microorganism was used as a starter strain and its use in the production of gluten-free bread with corn and rice flour was investigated at two levels of 5 and 10%. Physicochemical experiments performed on bread. These included pH measurement, total acidity (TTA), humidity, tissue measurement, ash content, color changes and general counting of mold and yeast in bread samples. Each treatment was performed in three replications and the results were statistically analyzed. The overall result of this study confirmed the importance of producing rich bread prepared with 5 and 10% lactic yeast with a favorable effect on the sensory and rheological characteristics of bread. in general the results showed that increasing the percentage of dough makes the samples more acceptable.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-23]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.118.11.9]
[DOI: 10.52547/fsct.18.118.213]