تأثیر استردی‌استیل تارتاریک اسید منوگلیسریدو آلفا–آمیلاز مالتوژنیک بر ویژگی‌های فیزیکی و بافتی نان قالبی

سمیرا باقرزاده[۱]، جعفر محمدزاده میلانی[۲*]، محمدرضا کسائی[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۳)

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر امولسیفایر داتم (۰/۵ و ۱٪) و آنزیم آلفا- آمیلاز مالتوژنیک (۰/۰۵ و ۰/۱٪) به طور مجزا و ترکیبی روی ویژگی‌های فیزیکی (حجم مخصوص، شاخص‌های فیزیکی، افزایش حجم پس از پخت و پارامترهای مرتبط با تخلخل) و بافتی نان قالبی بود. نمونه بدون افزودن امولسیفایر یا آنزیم به عنوان نان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که در مقایسه با نمونه شاهد، ترکیبی از آلفا-آمیلاز و امولسیفایر منجر به افزایش معنی‌دار حجم مخصوص شد ($p<۰/۰۵$)؛ به طوری که بالاترین میزان حجم مخصوص برای تیمار آنزیم ۰/۱٪ و امولسیفایر ۰/۵٪به دست آمد. علاوه بر این، تیمار ترکیبی منجر به بیشترین بهبود شاخص‌های فیزیکی (افزایش شاخص‌های حجم، تقارن و یکنواختی) و افزایش حجم پس از پخت شد ($p<۰/۰۵$). همچنین، بهبود پارامترهای مرتبط با تخلخل در مورد تیمار ترکیبی در مقایسه با نمونه شاهد حاصل شد ($p<۰/۰۵$). در مقایسه با نمونه شاهد، یافته‌های آنالیز پروفیل بافت (TPA) نشان داد که افزودن امولسیفایر ($p<۰/۰۵$) یا آنزیم ($p>۰/۰۵$) سفتی را کاهش داد و کاهش معنی‌دار سفتی برای ترکیبی از امولسیفایر و آنزیم به دست آمد ($p<۰/۰۵$). بهبود دیگر فاکتورهای آزمون آنالیز بافت شامل پیوستگی، صمغیت، فنریت، مقاومت در برابر جویدن با افزودن امولسیفایر و آنزیم بدست آمد.از طرف دیگر، افزودن آمیلاز و یا امولسیفایر کیفیت حسی نان قالبی را در مقایسه با نمونه شاهد از طریق کاهش سفتی و افزایش طعم، قابلیت جویدن و تخلخل بهبود بخشید.

کلید واژگان: داتم، آنزیم، نان حجیم، بیاتی

* مسئول مکاتبات: jmilany@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

نان از منابع اصلی الگوی غذایی روزانه مردم است و بخش عمده‌ای از انرژی، پروتئین و ویتامین‌های مورد نیاز روزانه بدن راتأمین می‌کند [۱، ۲]. بنابراین، ایجاد تنوع، بهبود کیفیت و ماندگاری نان مسائلی هستند که همواره توجه پژوهشگران مختلف را به خود جلب کرده‌اند. طی دهه‌های اخیر، از روش‌های مختلفی برای دستیابی به این منظور استفاده شده است. از جمله روش‌هایی که به منظور بهبود ویژگی‌های‌کیفی و کمی نان استفاده می‌گردد می‌توان به تنظیم دقیق زمان تخمیر، بهبود روش پخت، بسته‌بندی مناسب، نگهداری در دمای مشخص و استفاده از افزودنی‌ها مانند آنزیم‌ها و امولسیفایرها اشاره نمود [۱-۳].

استفاده از افزودنی‌هایی مانند امولسیفایرها و زمان تخمیر مناسب، امکان بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتنی، ایجاد نرمی، یکنواختی و به تعویق انداختن بیاتی را فراهم می‌کند و در نتیجه، نان با ماندگاری بالاتر و کیفیت مناسب‌تر تولید می‌کند [۳، ٤]. اخیراً تمایل مصرف‌کنندگان به مصرف محصولات حاوی افزودنی‌های سنتزی و مصنوعی در صنعت نانوایی کاهش یافته است. بنابراین، استفاده از افزودنی‌های طبیعی مانند آنزیم‌ها در بهبود صنعت پخت بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۲، ۳]. انواع مختلفی از آمیلازها به منظور افزایش کیفیت خمیر و نان در صنعت پخت نان به کار می‌روند. آلفا-آمیلازهای تجاری را می‌توان از منابع قارچی، غلات یا میکروبی تهیه نمود. آن‌ها دارای پایداری حرارتی مختلفی هستند؛ به طوری که پایدارترین آلفا-آمیلاز در برابر حرارت، نوع به دست آمده از منابع باکتریایی (مانند آلفا-آمیلاز مالتوژنیک) می‌باشد [۵].

ویژگی‌های فیزیکی و بافتی از عوامل اصلی و مؤثر بر پذیرش نان هستند. حجم مخصوص (نسبت حجم به وزن)، یکی از پارامترهای کیفی است که با تخلخل و ویژگی‌های بافتی مرتبط است [۲]. در این ارتباط، افزایش تخلخل می‌تواند منجر به افزایش حجم مخصوص و بهبود بافت (کاهش سفتی) نان شود. تخلخل اشاره به ریزساختار مغز نان دارد و آگاهی از تغییرات آن طی پخت نان جهت ارزیابی کیفیت محصول حائز اهمیت است. پژوهش‌های انجام شده نشان داده‌اند که استفاده از آنزیم‌ها و امولسیفایرها در فرمولاسیون نان می‌تواند منجر به بهبود ویژگی‌های کیفی (بهبود بافت از طریق کاهش سفتی، افزایش حجم مخصوص و افزایش تخلخل) و کاهش سرعت بیاتی در نان شود [۳، ٦]. در این ارتباط، کوچکی و همکاران [۷] اثر سه نوع امولسیفایر لستین، E471 و داتم در پنج سطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱٪در ۱۰۰ گرم آرد) و آنزیم آلفا-آمیلاز در چهار سطح (۰، ۵ ، ۱۰ و ۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد) را روی بیاتی نان تافتونمورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که در بین افزودنی‌های مورد استفاده، امولسیفایر داتم وE471 به ترتیب بیشترین و کمترین اثر را بر کاهش میزان سفتی نان طی ۵۲ ساعت پس از پخت داشتند. در پژوهشی دیگر، غیور اصلی و همکاران [۸] به بررسی تأثیر آنزیم آلفا-آمیلاز و اسید اسکوربیک رویویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشترودل پرداختند. نتایج نشان داد اسید اسکوربیک در افزایش قدرت و قابلیت کشش خمیرو افزایش حجم مخصوصنان نقش مؤثری دارد. تأثیرافزودن آنزیم روی حجم ناناشترودل نیز کاملاً مشهود بود. ریبوتو و همکاران [٦] اثر امولسیفایر داتم و صمغ گوار را روی ریزساختار، عملکرد رئولوژیکی و پخت خمیر نان منجمد مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که امولسیفایر داتم و صمغ گوار هر دو قادر بهافزایش حجم و بهبود بافت نان بودند.

با توجه به مطالعات انجام شده تا کنون، پژوهشی در ارتباط با اثر افزودن ترکیبی امولسیفایر داتم و آنزیم آلفا-آمیلاز روی ویژگی‌های فیزیکی و بافتی نان قالبی انجام نشده است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر بکارگیری همزمان امولسیفایر داتم و آنزیم آلفا-آمیلاز مالتوژنیک بر روی ویژگی‌های فیزیکی (حجم مخصوص ،شاخص‌ها فیزیکی، افزایش حجم پس از پخت و پارامترهای مرتبط با تخلخل) و بافتی مغز نان قالبی انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد گندم از شرکت تولیدی آردینه خریداری شد. مشخصات آرد به شرح زیر بود: چربی کل ۱/٦٪، پروتئین ۹٪، کربوهیدرات کل٦۹/۵٪، رطوبت ۱۳/۲٪، خاکستر ۰/٤٪. امولسیفایر بکار برده شده نوع داتم[1] (استرهای دی‌استیل

1. DATEM

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

تارتاریک اسید منوگلیسرید) بود که از شرکت پارس بهبود آسیا خریداری شد و در سطوح ۰، ۰/۵ و ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آرد استفاده شد [۹]. آنزیم مورد استفاده نیز از نوع آلفا- آمیلاز مالتوژنیک (با منشأباکتریایی) با نام تجاری Novomyl بود که از شرکت Novozymesخریداری و در سطوح ۰، ۰/۰۵ و ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم بکار برده شد. سطوح آنزیم بر اساس مطالعه گومز-رافی و همکاران[۳] و آزمایش‌های مقدماتی انجام شده انتخاب گردید. مخمر خشک ساکارومایسز سرویزیه[1] از شرکت خمیر مایه رضوی تهیه شد. سایر مواد اولیه شامل شکر، نمک و روغن مایع بودند که از بازار محلی شهر ساری خریداری شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- روش تهیه خمیر

برای تهیه نان قالبی، از فرمولاسیون ارئه شده توسط گومز-رافی و همکاران[۳] که به شرح زیر است: آرد ۱۰۰ گرم، مخمر خشک ۳ گرم، آب ٦١/٦ گرم، شکر ۵ گرم، نمک ۲ گرم، روغن مایع ۳ گرم، کلسیم پروپیونات ۰/۲ گرم. ابتدا به منظور فعال‌سازی، مخمر خشک به مدت ۵ دقیقه در محلول آب و شکر قرارداده شد. خمیر نان بر اساس روش تک مرحله‌ای و طبق روش گومز-رافی و همکاران [۳] تهیه شد؛ به این صورت که تمامی اجزای ذکر شده ابتدا به مدت ۲ دقیقه با همزن خانگی Black & Decker (مدل M220) با دور کم (rpm ۱۹۰) و سپس به مدت ٤ دقیقه با دور زیاد (rpm ۳۸۰) با هم مخلوط شدند. دمای آب مورد استفاده حدود ۲۵°C بود. در ارتباط با مرحله تخمیر، تخمیر اولیه در محفظه تخمیر با رطوبت نسبی ۸۰٪و دمای ۳۰°C به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. سپس، خمیر به چانه‌های ۵۰ گرمی تقسیم و در قالب‌های با ابعاد ٤، ۵/۳ و ۵/۸ cm قرار داده شد. تخمیر نهایی به مدت ٤۰ دقیقه در محفظه تخمیر با دمای ۳۰°C و رطوبت نسبی ۸۰٪ صورت گرفت. سپس، پخت درون دستگاه فر برقی یک طبقه (مدل DEO-1L1T، ساخت شرکت صنایع پخت مشهد) با دمای ۱۲۰°C برای المنت حرارتی بالایی و دمای ۱۵۰°C برای المنت حرارتی پایینی به مدت ۱۰ دقیقه صورت گرفت. این مقادیر بر اساس انجام آزمایش‌های مقدماتی تعیین گردید. در نهایت، نان تولید شده پس از خنک شدن کامل در کیسه‌های پلی‌اتیلنی، تا انجام آنالیزهای بعدی در دمای محیط نگهداری شد.

۲-۲-۲- اندازه‌گیری حجم مخصوص

حجم مخصوص نان با روش جایگزینی دانه کلزا و مطابق با استاندارد A-A-20126E [۱۰] اندازه‌گیری شد. طبق این روش، نمونه‌ها حداقل ۲ ساعت در دمای اتاق خنک شدند. نمونه سرد شده درون ظرفی بلندتر و پهن‌تر از آن قرار داده شد. فضای خالی با دانه کلزا پر شد تا دانه با سطح بالایی ظرف هم‌تراز گردد. این مقدار دانه با استوانه مدرج اندازه‌گیری شد (حجم دانه بر حسب میلی‌لیتر). سپس، محصول از ظرف خارج شده و توزین گردید (برحسب گرم). مجدداً ظرف خالی با دانه پر شده و حجم این مقدار دانه نیز تعیین شد. در نهایت حجم مخصوص(V_s) توسط رابطه ۱بدست آمد:

$$V_s = \frac{V_2 - V_1}{m} \qquad [۱]$$

V_1: حجم دانه در ظرف خالی؛ V_2: حجم دانه در فضای خالی ظرف حاوی نمونه؛ m: جرم نمونه نان.

۲-۲-۳- محاسبه شاخص‌های فیزیکی

جهت محاسبه سه شاخص حجم[2]، تقارن[3]، غیریکنواختی[4] از روش استاندارد AACC 10-91[۱۱] استفاده شد. در این روش، نمونه به صورت عمودی از مرکز برش داده می‌شود و ارتفاع نمونه در سه نقطه متفاوت (B، C و D) در ناحیه‌ای که برش داده شد، اندازه‌گیری می‌شود. در این صورت، شاخص‌های حجم، تقارن و غیریکنواختی به ترتیب با استفاده از روابط ۲ تا ٤ محاسبه می‌گردند:

شاخص حجم = B + C + D [۲]

شاخص تقارن = 2C – B – D [۳]

شاخص غیریکنواختی = B – D [٤]

C: ارتفاع نمونه در نقطه مرکزی، Bو D: نقاطی به فاصله ۲/۵ سانتی‌متر از نقطه مرکز در دو سمت چپ و راست

۲-۲-٤- اندازه‌گیری افزایش حجم بعد از پخت[5]

برای اندازه‌گیری فاکتور افزایشحجمبعدازپخت، بعد از کامل شدن مرحله تخمیر نهایی، ارتفاع قسمت‌های مشخصی از خمیر اندازه‌گیری شد. همچنین، بعد از تکمیل فرایند پخت و خروج

1. *Saccharomycescerevisiae*

2. Volume index
3. Symmetry index
4. Non-uniformity index
5. Oven spring

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

نـان‌هـا از تنـور، مجـدداً ارتفـاع قـسمت‌هـای مـشخص شـده اندازه‌گیری شد. متوسط اختلاف ارتفاع نان پخته شده و خمیـر (قبل از قرار دادن به داخل تنور) به عنوان افزایش حجم بعد از پخت بر حسب میلی‌متر بیان شد [۱۲، ۱۳].

۲-۲-۵- تعیین تخلخل

تخلخل مغز نان بر اساس روش مورد استفاده توسط چیاوارو و همکاران [۱٤]، توسط سیستم آنالیز تصویر مورد بررسـی قـرار گرفت. بدین منظور، قسمت‌هایی با ضخامت ۲۰ میلی‌متر از نان جدا شده و پس از جدا کردن سطوح بـالایی و زیـرین توسـط اسکنر (HP، مـدل Scanjet۲٤۱۰) بـا دقـت[1] ٦۰۰ (نقطـه در ایـنچ) از آن‌هـا عکـس گرفتـه شـد. سـپس عکـس‌هـا توسـط نرم‌افزارImage-Pro Plus 4.5 پردازش شـدند. پارامترهـای آنالیز شده عبارت بودند از: مساحتمتوسط هر سـلول (mm^2)، میـانگینقطر(mm)، حـداکثرقطر(mm)، حـداقلقطر(mm) و غیریکنواختی.

۲-۲-٦- آنالیز بافت (TPA)

آنالیز بافـت نـان بـا اسـتفاده از دسـتگاه آنـالیزر بـافتی (مـدل CT3کمپانی بروکفیلد آمریکا) بر اساس روش مـورد اسـتفاده توسط گومز و همکاران [۱۵] انجام شد. بدین منظـور، بعـد از خنک شدن نمونه‌ها به مدت یک ساعت در دمـای محـیط، بـا دقت بالا توسط چاقوی تیز نمونه‌هایی مکعبی شکل به ابعاد ۲۵ میلی‌متربریدهـشد وسـپس آزمـون توسـط پـروب بـا قطـر ۲۵ میلی‌متر بـانفوذ ۵۰ درصـدی در نمونـه و سـرعت ۲mm/s و توقف ۳۰ ثانیه‌ای بین اولین و دومین فشردگی صورت گرفت. مقادیر فاکتورهای تحت آزمون شامل پیوستگی(بـدون واحـد)، صمغیت(گرم نیرو)، فنریت(بـدون واحـد)، مقاومـت در برابـر جویدن(گرم نیرو) ازگراف‌های بدست آمده از دستگاه محاسبه گردید.

۲-۳- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی از آزمون توصیفی استفاده گردید. هـدف از انجام این آزمون، تعیین شدت ویژگی‌های مورد نظر است. این آزمون توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده صورت گرفت. نمونه‌ها بدون اسم و به صورت کد گذاری شده به همـراه یـک فـرم از پیش طراحی شده (تهیه شده طبق اسـتانداردAACC، شـماره ۳۰-۷٤) [۱٦] در اختیـار ارزیـاب‌هـا قـرار گرفتنـد کـه شـامل صفت‌هایی به همراه ضرایب مخصوص آن‌هابود. ارزیاب‌ها بـه هر ویژگی امتیازی از۱ تا ۵ دادند که در ضـریب مخـصوص خود ضرب شد و امتیاز نهایی به دست‌آمد. مجموع امتیازها بـر ۲۰ تقسیم شد و امتیاز نان (عدد کیفی) به دسـت آمـد. درجـه بندی نان در این فرم‌ها باتوجه به عدد کیفی به شرح زیـر بـود: امتیاز ۵: عالی، امتیاز ٤/۵-٤/۹۹: خیلی خوب، ٤-٤/٤۹: خوب، ۳-۳/۹۹: قابل قبول و کمتر از ۳: نامطلوب.

۲-٤- آنالیز آماری

در پژوهش حاضر، ۹ نمونه نان قالبی مختلف (شاهد + ۸ نمونه حاوی آنزیم و یا امولسیفایر) تهیه شد. تجزیه و تحلیل داده‌هـا بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طـرح کـاملاً تـصادفی بـا استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 9.2) انجام شد. بـرای انجـام مقایسه میانگین نیز از آزمـون چنـد دامنـه‌ای دانکـن در سـطح احتمال ۵٪ ($p<۰/۰۵$) استفاده شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار انجام شد و داده‌های گزارش شـده میـانگین سـه تکـرار هستند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- حجم مخصوص

شکل ۱ نتایج به دست آمده برای حجم مخصوص نمونـه‌هـای مختلف نان قالبی را نشان می‌دهد. مطابق نتـایج بدسـت آمـده، نمونه شاهد با حجم مخـصوص ۲/۹٦ cm^3/g دارای کمتـرین مقدار بود. افزودن آلفا-آمیلاز وامولسیفایربه طور جداگانـه (بـه جز امولسیفایر در سـطح ۱٪) در فرمولاسـیون نـان تهیـه شـده موجب افزایش حجم مخصوص شد؛ اگرچه اخـتلاف موجـود به لحـاظ آمـاری معنـی‌دار نبـود ($p>۰/۰۵$). اثـر سینرژیـسیتی آلفا-آمیلاز وامولسیفایر به طور معنی‌داری موجب افزایش حجم مخصوص شد ($p<۰/۰۵$)؛ به طوری که بالاترین میـزان حجـم مخصوص در مورد تیمـار آنـزیم ۰/۱٪ وامولـسیفایر ۰/۵٪ بـه دست آمد. نتایج مشابهی توسط گـومز-رافـی و همکـاران [۳] گزارش شد.

1. Resolution

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

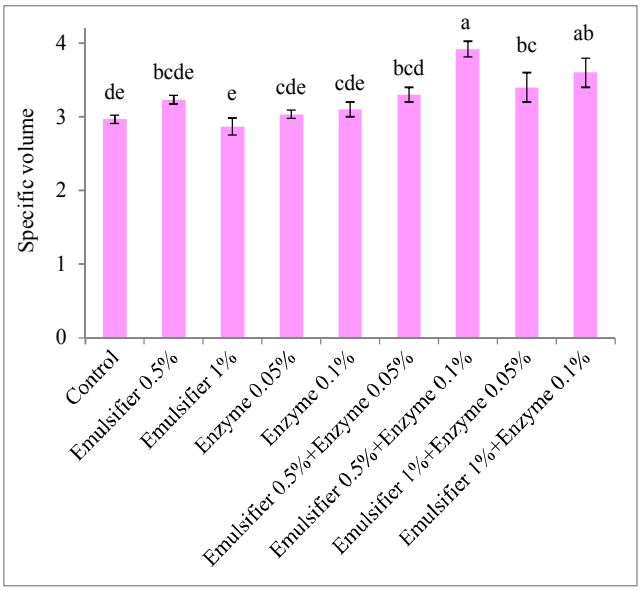

Fig 1 Effect of emulsifier and enzyme on specific volume of pan-bread
(Different letters indicate significant differences, $p<0.05$)

اثر مثبت امولسیفایر در افزایش حجم مخصوص احتمالاً به دلیل تقویت خمیر است [۳]. امولسیفایرهای تقویت‌کننده خمیر[1] قادر به تشکیل فیلم‌های لیپیدی با ساختار لاملار[2] در سطح بین گلوتن و نشاسته هستند. این امولسیفایرها توانایی گلوتن را در تشکیل فیلم بهبود می‌دهند که این اثر موجب نگهداری گازهای تولید شده توسط مخمر می‌شود و در نتیجه آن، حجم خمیر افزایش می‌یابد [۳]. ادواردو و همکاران [۱۶] نیز گزارش کردند که امولسیفایر دارای ظرفیت تجمع پروتئین‌های گلوتن است که شبکه گلوتنی را تشکیل می‌دهند و می‌توانند هوای محبوس شده در درون بافت را بهبود دهند. در نتیجه، حجم و بافت نان بهبود پیدا می‌کند. واکنش بین امولسیفایرها و پروتئین‌های گلوتن موجب قوی‌تر شدن شبکه پروتئین گلوتنی می‌شود. در نتیجه، نگهداری گاز بهبود یافته، بافت بهبود می‌یابد و حجم محصولات نهایی افزایش خواهد یافت [۱۷]. تأثیر افزاینده امولسیفایر داتم بر روی حجم مخصوص توسط چاین و همکاران [۱۷] و شونلچنرهمکاران[۱۸] نیزگزارش شده است. اثر منفی امولسیفایر بر کاهش حجم مخصوص در سطح بالا (۱٪) احتمالاً به دلیل این است که مقدار بالای اینافزودنی سبب نرم شدن بیش از حد خمیر و تضعیف بیش از حد شبکه گلوتنی آن می‌شود [۱۹]. بنابراین، می‌توان بیان نمود که بالاتر از یک حد مشخص (مقدار بهینه) برای افزودن امولسیفایر، حجم مخصوص کاهش می‌یابد. اثر مثبت آنزیم آلفا-آمیلاز نیز عمدتاً به دلیل فراهم نمودن قندهای قابل تخمیر برای رشد مخمرها و تولید گاز در مرحله قبل از پخت می‌باشد [۳]. اولین نقش آلفا-آمیلاز افزوده شده به آرد، افزایش مقدار قندهای احیاء کننده و قابل تخمیر در آرد و خمیر و بنابراین، به حداکثر رساندن تخمیر است. در واقع، این آنزیم با تخریب گرانول‌های نشاسته آسیب دیده در خمیر، دکسترین‌هایی با وزن مولکولی پایین تولید می‌کند. سپس، این دکسترین‌ها توسط اندوبتا-آمیلاز به مالتوز تبدیل می‌شوند که این مالتوز می‌تواند توسط مخمر تخمیر شود و در نتیجه گاز دی اکسید کربن تولید می‌شود. در اثر تولید گاز بیشتر در خمیر و ابقای آن حین عمل‌آوری و پخت، حجم نان تولیدی افزایش می‌یابد [۱]. همچنین، عملکرد آنزیم در افزایش حجم مخصوص ممکن است مرتبط با کاهش ویسکوزیته خمیر طی ژلاتینه شدن نشاسته باشد که موجب افزایش حجم بعد از پخت می‌شود [۲۰].

۳-۲- شاخص‌های فیزیکی

جدول ۱ نتایج به دست آمده برای شاخص‌های فیزیکی نمونه‌های مختلف نان قالبی را نشان می‌دهد. نمونه شاهد دارای کمترین مقدار شاخص حجم (۱۰۱/۳۳) و نمونه ترکیبیِ حاوی میزان امولسیفایر کمتر (۰/۵٪) و آنزیم بیشتر (۰/۱٪) دارای بالاترین مقدار شاخص حجم (۱۱۰/۱۱) بودند. افزودن آلفا-آمیلاز وامولسیفایربه طور جداگانه در فرمولاسیون نان تهیه شده موجبافزایششاخص حجمشد و این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار بود ($p>0/05$). علاوه بر این، اثر سینرژیستی آلفا-آمیلاز وامولسیفایر به طور معنی‌داری موجب افزایش شاخص حجم شد ($p<0/05$)؛ به طوری که بالاترین میزان شاخص حجم در مورد تیمار حاوی آنزیم ۰/۱٪ وامولسیفایر ۰/۵٪ به دست آمد. مطابق یافته‌های رحمتی و همکاران [۲۱]، شاخص حجم مقدار هوای محبوس شده در مغز نان را نشان می‌دهد و میزان کمتر شاخص حجم به معنای مطلوبیت کمتر نمونه‌ها می‌باشد. شاخص حجم بالاتر به معنای بیشتر بودن مقادیر B، Cو Dو در نتیجه، حجم بیشتر در نمونه‌ها است. مقادیر به دست آمده برای شاخص حجم در تطابق با مقادیر حجم مخصوص می‌باشد. نمونه شاهد دارای کمترین میزان در مقدار عددی C (۳۲/۰۲) و نمونه ترکیبیِ حاوی مقدار امولسیفایر کمتر و آنزیم بیشتر دارای بالاترین مقدار عددی C

1. Dough strengthener emulsifiers
2. Lamellar structure

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

(۳۹) می‌باشند. میزانC کمتر در مقایسه با مقادیرB وD نشان دهنده فروپاشی ساختار نمونه (ترکیدن و پاره شدن سلول‌های گازی) است [۲۳]. بنابراین، نمونه شاهد دارای بیشترین میزان از هم گسستن و پاره شدن سلول‌های گازی بود و کمترین میزان ترکیدن این سلول‌ها در نمونه ترکیبیِ حاوی امولسیفایر کمتر و آنزیم بیشتر مشاهده گردید.

شاخص غیریکنواختی، شاخصی برای اندازهگیری تقارن نمونه است. مرکان [۲٤] گزارش نمود که کمتر بودن شاخص غیر یکنواختی به معنای اختلاف کمتر میان دو سمت نمونه و بهتر بودن کیفیت می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نمونه شاهد با مقدار شاخص غیریکنواختی ۰/۸۲، دارای کمترین میزان یکنواختی و کمترین کیفیت و نمونه ترکیبیِ حاوی مقدار امولسیفایر کمتر (۰/۵٪) و آنزیم بیشتر (۰/۱٪) دارای بیشترین یکنواختی و بالاترین بودن کیفیت می‌باشد.

Table 1 Effect of emulsifier and enzyme on physical indices of pan-bread

Parameters	Control	Emulsifier0.5%	Emulsifier1%	Enzyme0.05%	Enzyme0.1%	Emulsifier0.5%+ Enzyme0.05%	Emulsifier0.5%+ Enzyme0.1%	Emulsifier1%+ Enzyme0.05%	Emulsifier1%+ Enzyme0.1%
Volume index	101.33^{i}	104.53^{e}	102.51^{h}	103.02^{g}	103.80^{f}	105.37^{d}	110.11^{a}	107.41^{c}	108.67^{b}
Uniformity index	0.82^{a}	0.27^{d}	0.68^{b}	0.52^{c}	0.53^{c}	0.51^{c}	0.15^{e}	0.33^{d}	0.22^{d}
Symmetry index	5.46^{e}	6.32^{c}	5.42^{e}	5.57^{de}	5.73^{d}	6.25^{c}	8.79^{a}	6.71^{b}	6.59^{b}

Different letters in the same row indicate significant differences ($p<0.05$)

شاخص تقارن، شاخصی در ارتباط با شکل سطح نمونه است [۲۱]؛ بدین صورت که شاخص تقارن کمتر به معنای ارتفاع بیشتر در مرکز و ارتفاع کمتر در دوطرف و به وجود آمدن شکل محدبی می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، افزودن آلفا-آمیلاز و امولسیفایر به طور جداگانه در فرمولاسیون نان تهیه شده موجب افزایش شاخص تقارن شد و این اختلاف در نمونه‌ها (به جز نمونه نان حاوی مقدار امولسیفایر کمتر) به لحاظ آماری غیرمعنی‌دار بود ($p>۰/۰۵$). اثر سینرژیستی آلفا-آمیلاز وامولسیفایر نیز به طور معنی‌داری موجب افزایش شاخص تقارن شد ($p<۰/۰۵$). نمونه شاهد دارای کمترین شاخص تقارن (۵/٤٦) بود که بیانگر این است که شکل سطحی نمونه حالت محدبی دارد. بیشترین مقدار شاخص تقارن (۸/۷۹) در نمونه ترکیبیِ حاوی مقدار امولسیفایر کمتر و آنزیم بیشتر مشاهده شد که نشان می‌دهد این نمونه کمترین تحدب را داشته و از ارتفاع بیشتری در نقاط مرکزی و کناری نسبت به نمونه شاهد برخوردار است.

۳-۳- افزایش حجم پس از پخت

شکل ۲ نتایج افزایش حجم پس از پخت برای نمونه‌های نان مختلف را نشان می‌دهد. مطابق نتایج به دست آمده، کمترین مقدار افزایش حجم بعد از پخت در نمونه شاهد حاصل شد و نمونه‌های حاوی آنزیم و یا امولسیفایر به طور معنی‌داری دارای افزایش حجم بعد از پخت بالاتر در مقایسه با نمونه شاهد بودند ($p<۰/۰۵$). در این ارتباط، ماهیت آمفیفیلیکی[1]امولسیفایرها ممکن است به قوی‌تر شدن شبکه گلوتن کمک کند [۱٦]. به طور کلی، امولسیفایرهای آن یونی مانند داتم، قدرت یا استحکام خمیر را از طریق برهم کنش با مناطق آبگریز پروتئین گلوتن و تشکیل پیوندهای هیدروژنی با گروه‌های آمینگلوتامین افزایش می‌دهند [۲۵، ۲٦]. بهبود قدرت خمیر خود منجر به حفظ بهتر دی اکسید کربن طی دوره افزایش حجم بعد از پخت و تولید نان با حجم بیشتر می‌گردد. چاین و همکاران (۲۰۰۷) اثر امولسیفایر داتم و مونوگلیسرید را روی کیفیت نان بررسی کردند. نتایج نشان داد که نان‌های حاوی امولسیفایر (در مقدار ۰/۵٪) در مقایسه با نمونه شاهد دارای افزایش حجم بعد از پخت بالاتر بودند. شونلچنر و همکاران [۱۸] نیز بیان کردند که امولسیفایر داتم در بهبود افزایش حجم بعد ازپخت نان سفید مؤثر بود. استامپفلی و

1. Amphiphilic nature

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

نرستن (۱۹۹۵) [۲۷] گزارش کردند که امولسیفایر داتم، افزایش حجم بعد از پخت را در طول پخت افزایش می‌دهد و امولسیفایر داتم دارای قدرت بالای نگهداری گاز دی اکسید کربن بود. مطابق یافته‌های گوسرت و همکاران [۲۰]، عملکرد آمیلاز مرتبط با کاهش ویسکوزیته در طول ژلاتینه شدن است که افزایشحجمبعدازپخترا افزایش داده و نتیجه آن، افزایش حجم قرص نان است.

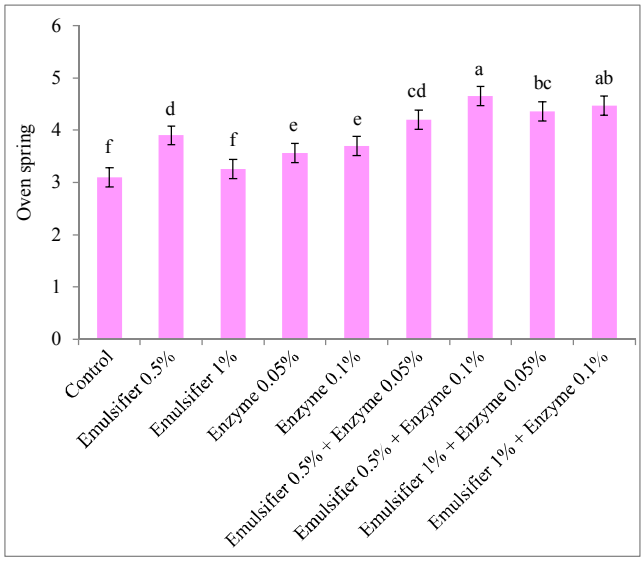

Fig 2 Effect of emulsifier and enzyme on oven spring of pan-bread
(Different letters indicate significant differences, $p<0.05$)

علاوه بر این، میزان افزایش حجم بعد از پخت در نمونه‌های حاوی ترکیبی از امولسیفایر و آنزیم در مقایسه با نمونه‌های نانِ حاوی تنها امولسیفایر یا آنزیم(به جز تیمار امولسیفایر۱٪) به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p<0.05$). بالاترین مقدار افزایش حجم بعد از پخت نیز برای نمونه حاوی مقدار کمتر امولسیفایر (۰/۵٪) و میزان بالاتر آنزیم (۰/۱٪) به دست آمد. نتایج به دست آمده برای افزایش حجم بعد از پخت در تطابق با یافته‌های حجم مخصوص است. موئدعلایی و همکاران[۱۲] نیز گزارش کردند که تطابق خوبی بین یافته‌های حجم مخصوص و افزایش حجم بعد از پخت وجود داشت.

۳-٤- تخلخل

تخلخل یکی از پارامترهای مهم مغز نان است و به طور کلی اشاره به ساختار منافذ در مغز نان دارد. آگاهی از تخلخل و ویژگیمغز نان جهت ارزیابی کیفیت آن بسیار حائز اهمیت است. جدول ۲ مقادیر مساحت سلول، قطر و غیریکنواختی را برای نمونه‌های نان مختلف نشان می‌دهد. مطابق نتایج به دست آمده، نمونه شاهد دارای کمترین مقادیر مساحت متوسط هر سلول(۱۱/۱۱)، حداکثر قطر (۲)، حداقل قطر (۰/۹۸) و میانگین قطر (۱/۵) و در نتیجه کمترین تخلخل بود. همچنین، نمونه دارای ترکیبی از امولسیفایر ۰/۵٪ و آنزیم ۰/۱٪ دارای بالاترین مقادیر برای A(۱۵/۶۳)، حداکثر قطر (۲/۲۱)، حداقل قطر (۱/۱۰) و میانگین قطر (۱/٦٥) بود که دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به نمونه شاهد است ($p<0.05$). علاوه بر این، در نمونه‌های حاوی آنزیمِ تنها، اختلاف معنی‌داری از لحاظ میانگین قطر، حداقل قطر و حداکثر قطر در مقایسه با نمونه شاهد حاصل نشد ($p>0.05$، جدول). همچنین، با افزودن آنزیم آلفا- آمیلاز، میانگین مساحت سلولی در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت ($p<0.05$) که این یافته توسط کابالرو و همکاران [۲۸] نیز گزارش شد. تأثیر آنزیم آمیلاز به دلیل تجزیه نشاسته و تولید دکسترین‌ها با وزن مولکولی کمتر است که اینترکیب به عنوان قند قابل تخمیر توسط مخمر مورد استفاده قرار می‌گیرد و باعث افزایش تولید CO_2 توسط مخمر می‌شود. همچنین، توزیع یکنواخت سلول‌های گاز و ایجاد بافتنرم‌تر به دلیل تولید دکسترین‌های محلول از طریق پلیمریزاسیون نشاسته است که در نهایت باعث افزایش تخلخل نان می‌شود[۲۹]. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در نمونه‌های حاوی تنها آنزیم یا امولسیفایر در مقایسه با نمونه‌های حاوی ترکیبی از آنزیم- امولسیفایر، فاکتور مساحت متوسط هر سلول به میزان کمتری افزایش یافت و نمونه‌های ترکیبی دارای غیریکنواختی کمتری بودند. این نتیجه در تطابق با یافته‌های استوجسکا و انیس‌ورس [۳۰] است که پی بردند امولسیفایر داتم ساختار مغز نان را تغییر داده و اندازه حفرات را کاهش داد؛ اما میزان پراکندگی یکنواخت سلول‌های هوا را افزایش داد. در پژوهشی توسط ادواردو و همکاران [۱٦]، افزایش میزان مساحت متوسط سلولی با افزودن امولسیفایر داتم گزارش شد. علاوه بر این، بهبود یکنواختی و مساحت متوسط هر سلول با افزودن ترکیبی از امولسیفایر داتم و مونوگلیسرید تقطیر شده توسط شونلچنر و همکاران [۱۸] نیز گزارش شده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Table 2 Effect of emulsifier and enzyme on porosity-related parameters of pan-bread

Parameters*	Control	Emulsifier0.5%	Emulsifier1%	Enzyme0.05%	Enzyme0.1%	Emulsifier0.5%+ Enzyme 0.05%	Emulsifier 0.5% + Enzyme 0.1%	Emulsifier 1% + Enzyme 0.05%	Emulsifier 1% + Enzyme 0.1%
A	11.11^{e}	13.50^{c}	11.16^{e}	12.61^{d}	12.15^{d}	12.30^{d}	15.63^{a}	15.08^{b}	13.44^{c}
d_{ave}	1.50^{d}	1.54^{cd}	1.53^{cd}	1.51^{cd}	1.52^{cd}	1.56^{a}	1.56^{a}	1.57^{bc}	1.61^{ab}
d_{min}	0.98^{e}	1.01^{cde}	0.98^{e}	0.99^{de}	1^{cde}	1.03^{cd}	1.10^{a}	1.04^{bc}	1.07^{ab}
d_{max}	2^{b}	2.09^{ab}	2.02^{b}	2.02^{b}	2.07^{ab}	2.17^{a}	2.21^{a}	2.18^{a}	2.19^{a}
NH	1.16^{a}	1.03^{cd}	1.09^{abc}	1.09^{abc}	1.07^{bcd}	1.06^{bcd}	1.01^{d}	1.05^{cd}	1.04^{cd}

*A: Average area of each cell (mm^2); d_{ave}: Average diameter (mm); d_{min}: Minimum diameter (mm); d_{max}: maximum diameter (mm); NH:Non-homogeneity
Different letters in the same row indicate significant differences ($p<0.05$)

از طرف دیگر، در ارتباط با پارامترهای مرتبط با فاکتور تخلخل (جدول ۲)، نمونه‌ها دارای روند تغییر تقریباً مشابه با فاکتور حجم مخصوص بودند؛ به طوری که بیشترین حجم مخصوص در نمونه‌های حاوی ترکیبی از امولسیفایر و آنزیم (با بیشترین تخلخل) به دست آمد. بنابراین، می‌توان بیان نمود که حجم مخصوص بالاتر مرتبط با تخلخل بالاتر باشد.

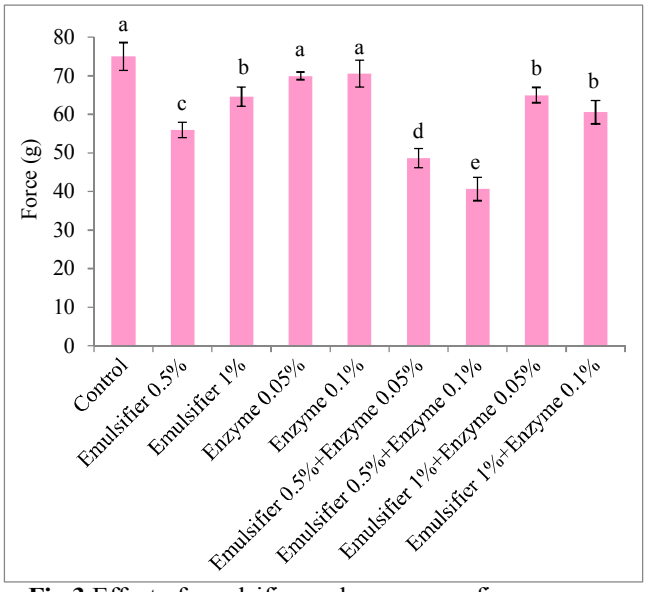

Fig 3 Effect of emulsifier and enzyme on firmness of pan-bread
(Different letters indicate significant differences, $p<0.05$)

۳-۵- آنالیز بافت نان

سفتی، ویژگی مکانیکی اصلی برای مصرف‌کننده غذاهای جامد است و به عنوان نیروی لازم برای رسیدن به یک تغییر شکل معین در نظر گرفته می‌شود. سفتی به عنوان حداکثر بار اندازه‌گیری شده(برحسبگرم) در طول فشرده سازی اولیهٔ اعمال شده روی نمونه تعریف شده و مقدار آن از نیرویحداکثر (پیک) در اولین چرخه فشرده سازی محاسبه می‌شود [۳۱]. شکل ۳ مقادیر سفتی برای مغز نمونه‌های مختلف نان قالبی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، امولسیفایر به طور کلی باعث کاهش سفتی مغز نان گردید که در این میان، میزان کاهش سفتی مغز نان در مقادیر کمتر امولسیفایر (۰/۵٪ در مقایسه با ۱٪) در مقایسه با نمونه شاهد معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). اثر کاهنده امولسیفایر داتم روی سفتی نان گندم توسط ریبوتا و همکاران [٦] گزارش شده است. در مطالعه حاضر، حد مطلوب امولسیفایر داتم برای حصول کمترین سفتی در نان ۰/۵٪ بود. نتیجه مشابهی توسط کوچکی و همکاران [۷] گزارش شد. کاهش میزان سفتی مغز نان در حضور امولسیفایرها به ویژه داتم می‌تواند به این علت باشد که افزایش ویسکوزیته خمیر که ناشی از افزودن امولسیفایرها است، باعث بهبود جذب آب در خمیر شده و این امر خود می‌تواند سبب کاهش میزان نیروی لازم جهت پارگی مغز نان و درنتیجه کاهش میزان سفتی شود [۳۲]. ادواردو و همکاران [۱٦] در ارتباط با اثر مثبت امولسیفایر بر کاهش سفتی نان بیان نمودند که امولسیفایر دارای ظرفیت تجمع پروتئین‌های گلوتن است که شبکه گلوتنی را تشکیل می‌دهند و می‌توانند هوای محبوس شده در درون بافت را بهبود دهند. در نتیجه، حجم و بافت نان بهبود پیدا می‌کند.

نتایج به دست آمده برای سفتی نمونه‌های حاوی آنزیم نشان داد که نان‌های حاوی ۰/۱٪ و ۰/۵٪ آنزیم دارای سفتی کمتر بودند؛ اگرچه اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

(p>۰/۰۵). استوجسکا و انیسورس [۳۰] نیز گزارش نمودند که آنزیم آلفا-آمیلاز به تنهایی تفاوت معنی‌داری در کاهش میزان سفتی نان ایجاد نمی‌کند.سفتی کمتر نمونه‌های حاوی آنزیم آلفا-آمیلاز مالتوژنیک توسط آمیگو و همکاران [۳۱] و بدویا-پرالس و استیل [۳۳] گزارش شد. گوسرت و همکاران [۲۰] بیان کردند که اثر آمیلاز بر کاهش سفتی نان در اثر تجزیه پیوندهای گلیکوزیدی موجود در نشاسته به دکسترین‌های با وزن مولکولی کمتر است که این هیدرولیز نشاسته باعث تأخیر درتشکیل زنجیره دوگانه آمیلوپکتین شده و مانع پیوند مولکول‌های آمیلوپکتین باهم می‌شود. در نتیجه، تشکیل شبکه سه بعدی را تضعیف می‌کند و در نهایت باعث‌کاهش سفتی نان می‌شود. در مطالعات کابالرو و همکاران [۲۸] نیز نتایج مشابهی از افزودن آنزیم آمیلاز بر کاهش سفتی نان منجمد گزارش شد.

علاوه بر این، در مورد نمونه‌های نان حاوی ترکیبی از آنزیم و امولسیفایر، نتایج نشان داد که هر ٤ تیمار دارای مقادیر سفتی کمتر در مقایسه با نمونه شاهد بودند (p<۰/۰۵). مقادیر سفتی کمتر برای نمونه حاوی آنزیم بیشتر و امولسیفایر کمتر (۰/۵٪ امولسیفایر و ۰/۱٪ آنزیم) به دست آمد (p<۰/۰۵). یافته‌های گومز-رافی و همکاران [۳]نشان داد که میزان سفتی نانمی‌تواند مرتبط با مقادیرحجم مخصوص باشد؛ به طوری که مقادیر کمتر حجم مخصوص با سفتی بیشتر در ارتباط است. در پژوهش حاضر نیز نمونه باکمترینسفتی(۰/۵٪ امولسیفایر و ۰/۱٪ آنزیم) دارای بیشترین حجم مخصوص است. به طور کلی، تفاوت در حجم به معنی تفاوت در ضخامت دیواره سلولی و اندازه‌سلول‌هایهوااست [۳]. نمونه نان حاوی امولسیفایرتوسط نرمی و بافت مغزی خوب شناخته می‌شود. در پژوهش حاضر، نتایج به دست آمده برای حجم مخصوص و سفتی می‌تواند بیانگر این باشد که نمونه دارای میزان۰/۵٪ امولسیفایرو ۰/۱٪ آنزیم (با حجم مخصوص بیشتر)دارای حفره‌های کوچک بیشتر و در نتیجه سفتی کمتر هستند.

Table 3 Effect of emulsifier and enzyme on parameters related to textural analysis of pan-bread

Parameters*	Control	Emulsifier0.5%	Emulsifier1%	Enzyme0.05%	Enzyme0.1%	Emulsifier0.5%+ Enzyme 0.05%	Emulsifier 0.5% + Enzyme 0.1%	Emulsifier 1% + Enzyme 0.05%	Emulsifier 1% + Enzyme 0.1%
Cohesiveness	0.70^{d}	0.74^{bc}	0.72^{cd}	0.74^{b}	0.76^{b}	0.78^{a}	0.79^{a}	0.80^{a}	0.78^{a}
Gumminess(g)	52.36^{a}	41.44^{c}	46.76^{b}	52.26^{a}	53.73^{a}	38.13^{c}	32.12^{d}	52^{a}	47.32^{b}
Springiness	0.81^{e}	0.84^{cd}	0.83^{d}	0.83^{d}	0.85^{c}	0.85^{c}	0.87^{b}	0.88^{ab}	0.88^{ab}
Chewiness(g)	42.58^{ab}	34.80^{c}	38.96^{b}	43.38^{a}	45.86^{a}	32.51^{c}	27.96^{c}	45.76^{a}	41.47^{ab}

Different letters in the same row indicate significant differences (p<0.05)

یکی دیگر از آزمون‌های مهم در تعیین بافت نان، اندازه‌گیری میزان پیوستگی است. پیوستگی توصیف مقاومت درونی ساختار نان است.مطابق جدول ۳، کمترین مقدار پیوستگی در نمونه شاهد و بالاترین میزان آن در نمونه امولسیفایر ۱٪ و آنزیم ۰/۰۵٪ مشاهده گردید. با افزودن امولسیفایر و آنزیم به‌تنهایی افزایش در میزان پیوستگی مشاهده شد که این افزایش نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). در نمونه‌های ترکیبی نیز افزایش میزان معنی‌دار پیوستگی مشاهده شد (p<۰/۰۵). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان صمغیت در نمونه شاهد (۵۲/۳٦) و کمترین میزان آن در نمونه ترکیبی امولسیفایر ۰/۵٪ + آنزیم ۱٪ (۳۲/۱۲) بدست آمد. با افزودن آنزیم و امولسیفایر میزان صمغیت نمونه‌ها کاهش یافت. به طور مشابه، روسل و همکاران [۱۳] گزارش نمودند که با افزایش آنزیم آلفا-آمیلاز صمغیت نمونه‌های نان کاهش یافت. مطابق جدول ۳، کمترین میزان فنریت در نمونه شاهد (۰/۸۱) و بالاترین میزان آن در دو تیمار ترکیبی امولسیفایر بیشتر به همراه هر دو مقدار آنزیم (۰/۸۸) بدست آمد. با افزودن آنزیم و امولسیفایر به‌تنهایی و همچنین در نمونه‌های ترکیبی، فنریت افزایش یافت و این افزایش در تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). بر طبق گزارش هاسنی و همکاران [٣٤]، برهم‌کنش بین نشاسته ژلاتینه شده و خمیر گلوتن باعث افزایش الاستیسیته خمیر و ساختار پیوسته اسفنج مانند در نان پس از حرارت دادن می‌شود. این افزایش الاستیسیته منجر به افزایش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

فنریت می‌گردد. مقاومت در برابر جویدن نان (جدول ۳)با افزودن آنزیم و امولسیفایر کاهش یافت که این امر می‌تواند به دلیل تأثیر این ترکیبات بر کاهش سفتی و بهبود حجم نان باشد. کمترین مقدار مقاومت در برابر جویدن در تیمارامولسیفایر۰/۵٪ + آنزیم ۰/۱٪ بدست آمد.

۳-٦- ارزیابی حسی

شکل ٤ نتایج به دست آمده برای ارزیابی حسی نمونه‌های نان مختلف را نشان می‌دهد. جدول ٤ نیز آنالیز واریانس را برای فاکتورهای مورد استفاده برای ارزیابی ارزیابی حسی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تمامی تیمارها (حاوی آنزیم و یا امولسیفایر) نسبت به نمونه شاهد به لحاظ حسی دارای کیفیت بهتری بودند. افزودن امولسیفایر در فرمولاسیون نان به طور معنی‌داری منجر به بهبود ویژگی‌های حسی گردید ($p<۰/۰۵$). نتیجه مشابهی در فرمولاسیون نان حاوی آنزیم (به جز در مورد بافت، $p>۰/۰۵$) به دست آمد. علاوه بر این، بالاترین امتیاز برای فاکتورهای حسی مختلف در نمونه‌های حاوی ترکیبی از امولسیفایر- آنزیم حاصل شد.

افزودن آنزیم در فرمولاسیون نان احتمالاً از طریق هیدرولیز پلی‌ساکارید نشاسته تحت تأثیر آنزیم آلفا-آمیلاز و تبدیل آن به منو و دی‌ساکاریدها و افزایش قندهای قابل تخمیر و احیاءکننده در آرد و خمیر و شرکت آن‌ها در واکنش مایلارد می‌تواند منجر به بهبود عطر و طعم گردد. بهبود طعم در پژوهش حاضر در مورد تأثیر آنزیم آلفا-آمیلاز برروی عطر و بوی نان با نتیجه پژوهش‌های انجام شده توسط سایر پژوهشگران مطابقت دارد [۳۵، ۳٦].

بهبود کیفیت بافتی در نمونه‌های حاوی امولسیفایر و یا آنزیم در تطابق با نتایج به دست آمده برای کاهش سفتی است. این مسئله به نوبه خود می‌تواند منجر به بهبود قابلیت جویدن در نمونه‌های حاوی امولسیفایر و یا آنزیم گردد. همچنین، افزایش تخلخل در نمونه‌های دارای امولسیفایر و یا آنزیم می‌تواند بر بهبود قابلیت جویدن نیز مؤثر باشد. به طور کلی، دلیل بهبود قابلیت جویدن در اثر آنزیم آلفا-آمیلاز،احتمالاً هیدرولیز نشاسته است که سبب افزایش تولید گاز توسط مخمرها و افزایش تعداد حباب‌های گاز در خمیر می‌شود. این نتیجه خود از طریق افزایش سطح در واحد حجم،باعث نرم شدن مغز نان گردیده و در نتیجه قابلیت جویدن نان در اثراستفاده از این آنزیم بهبود می‌یابد[۳۷].

بهبود تناسب شکل نان در نمونه حاوی آنزیم آلفا-آمیلاز نسبت به نمونه شاهد را می‌توان به تخمیر بیشتر و کامل‌تر نان‌های حاصل از این آرد نسبت به نمونه شاهد نسبت داد؛ زیرا در اثرهیدرولیز نشاسته، گاز دی اکسید کربن توسط مخمرها بیشترتولید خواهد شد. این مسئله سبب بیشتر شدن خلل و فرج نان به دلیل وجود گاز بیشتر در خمیر شده و در نتیجه، شکل ظاهری نان بهبود پیدا می‌کند. نتایج تحقیق حاضر در مورد تأثیر آنزیم آلفا-آمیلاز بر روی بهبودشکل نان با تحقیقات انجام شده توسط شفیع‌سلطانی و همکاران [۳٦]و زنگ و همکاران [۳۸] مطابقت دارد.

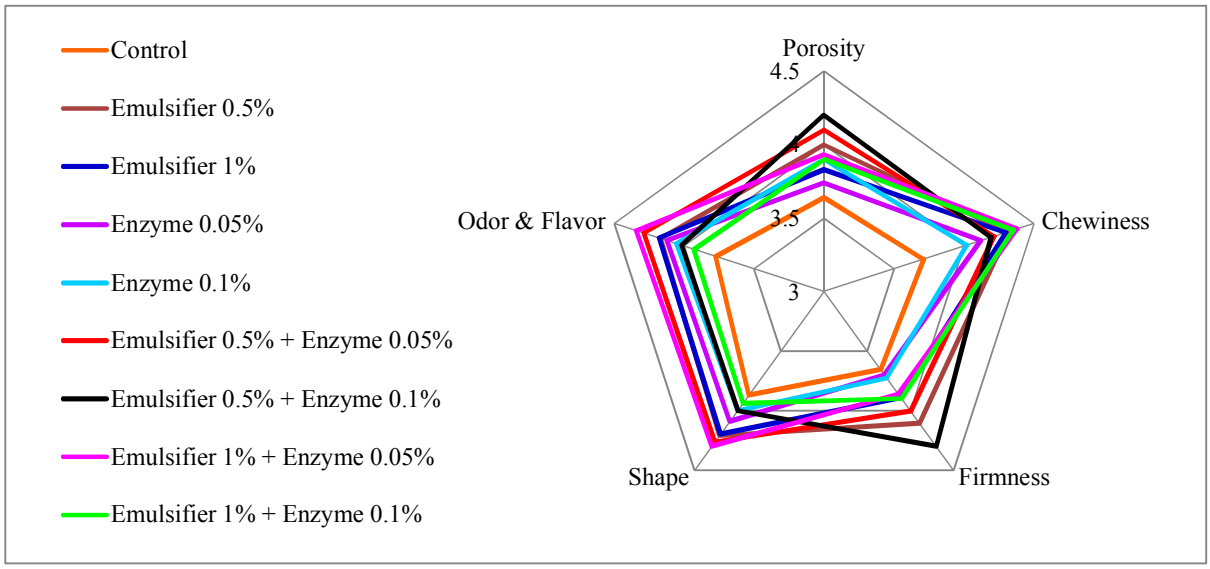

Fig 4 Radar plot of sensory evaluation of different pan-breads

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Table 4 Effect of emulsifier and enzyme on sensory evaluation parameters of different pan-breads

Chewiness	Texture	Shape	Odor & Flavor	Porosity	Treatment
3.71 [f]	3.65 [e]	3.87 [e]	3.77 [f]	3.64 [g]	Control
4.31 [ab]	4.10 [b]	4.21 [ab]	4.17 [b]	4 [c]	Emulsifier 0.5%
4.30 [b]	3.89 [d]	4.20 [ab]	4.18 [b]	3.83 [e]	Emulsifier 1%
4.12 [d]	3.70 [e]	4.09 [bc]	4.12 [bc]	3.74 [f]	Enzyme 0.05%
4.02 [e]	3.72 [e]	4 [cd]	4.05 [cd]	3.90 [de]	Enzyme 0.1%
4.21 [c]	4 [c]	4.26 [a]	4.29 [a]	4.10 [b]	Emulsifier 0.5% + Enzyme 0.05%
4.19 [c]	4.3 [a]	4 [cd]	4.02 [d]	4.20 [a]	Emulsifier 0.5% + Enzyme 0.1%
4.38 [a]	3.86 [d]	4.30 [a]	4.34 [a]	3.93 [cd]	Emulsifier 1% + Enzyme 0.05%
4.35 [ab]	3.90 [d]	3.94 [de]	3.93 [e]	3.90 [de]	Emulsifier 1% + Enzyme 0.1%

Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

٤- نتیجه‌گیری کلی

در پژوهش حاضر، اثر امولسیفایر داتم و آنزیم آلفا- آمیلاز بر ویژگی‌های فیزیکی و بافتی نان قالبی مورد بررسی قرار گرفت. اثر سینرژیسیتی آلفا-آمیلاز و امولسیفایر به طور معنی‌داری موجب افزایش حجم مخصوص شد (p<۰/۰۵)؛ به طوری که بالاترین میزان حجم مخصوص در مورد تیمار حاوی آنزیم ۰/۱٪ وامولسیفایر ۰/۵٪ به دست آمد. در محاسبه شاخص‌های فیزیکی (حجم، غیریکنواختی و تقاون)، نمونه ترکیبیِ حاوی مقدار امولسیفایر کمتر (۰/۵٪) و آنزیم بیشتر (۰/۱٪) دارای بالاترین مقدار در تمامی شاخص‌ها بود. علاوه بر این، نمونه‌های حاوی آنزیم و امولسیفایر (جداگانه یا ترکیبی) به طور معنی‌داری دارای افزایش حجم پس از پخت بالاتر در مقایسه با نمونه شاهد بودند (p<۰/۰۵). بالاترین مقدار افزایش حجم بعد از پخت نیز برای نمونه حاوی مقدار امولسیفایر کمتر (۰/۵٪) و میزان آنزیم بیشتر (۰/۱٪) به دست آمد. در ارتباط با پارامترهای مرتبط با تخلخل، نمونه شاهد دارای کمترین مقادیر مساحت متوسط هر سلول (۱۱/۱۱)، حداکثر قطر (۲)، حداقل قطر (۰/۹۸) و میانگین قطر (۱/۵) و در نتیجه کمترین تخلخل بود. نتایج به دست آمده برای سفتی بافت نان نیز نشان داد که نمونه‌های نان حاوی ترکیبی از آنزیم و امولسیفایر دارای مقادیر سفتی کمتر در مقایسه با نمونه شاهد بودند (p<۰/۰۵). در فاکتورهای حسی مختلف مورد بررسی، بالاترین امتیاز در نمونه‌های حاوی ترکیبی از امولسیفایر- آنزیم به دست آمد. در مجموع، در میان فاکتورهای بررسی شده، اثر ترکیبی امولسیفایر داتم و آنزیم آلفا- آمیلاز در مقایسه با اثر فردی، نتایج بهتری را حاصل نمود. در مورد فاکتورهای مورد بررسی، نمونه حاوی۰/۵٪امولسیفایر و۰/۱٪ آنزیم به عنوان بهترین تیمار تشخیص داده شد و منجر به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و بافتی نان قالبی شد.

٥- منابع

[1] Ravanfar, N., Mohammadzadeh-Milani, J., & Raftani-Amiri, Z. 2013. The effect of malted barley flour on staling of Barbari bread. Journal of Innovation in Food Science and Technology (in Persian), 1(2), 15-22.

[2] Cauvain, S. 2015. Technology of Bread-making: Springer International Publishing.

[3] Gomes-Ruffi, C.R., da Cunha, R.H., Almeida, E.L., Chang, Y.K., & Steel, C.J. 2012. Effect of the emulsifier sodium stearoyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan-bread during storage. LWT-Food Science and Technology,49(1), 96-101.

[4] Azizi, M.H., Rajabzadeh, N., & Riahi. E. 2003. Effect of mono diglyciride and lecithin on dough reological characteristics and quality of flat bread. LWT-Food Science and Technology, 36, 189-143.

[5] Mathewson, P.R. 2000. Enzymatic activity during bread baking. Cereal Foods World, 45, 98-101.

[6] Ribotta, P., Perez, G., Leon, A., & Anon, M. 2004. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough. Food hydrocolloids,18(2), 305-313.

[7]Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Nasiri-Mahalati, M, &Karimi, M. 2006. Effects of three types of emulsifiers and α- amylase on staling of taftoon bread. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources (in Persian), 10 (3), 233-247.

[8] Ghayour-Asli, M.A., Haddad-Khodaparast, M.H., & Karimi, M. 2008. Effect of Alpha amylase and Ascorbic acid on rheological properties of dough and specific volume of strudel bread. Iranian Food Science and Technology Research Journal (in Persian), 2, 47-55.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[9] Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Mahalati, M.N., & Karimi, M. 2009. Effect of emulsifiers and fungal α amylase on rheological characteristics of wheat dough and quality of flat bread. Journal of Food Process Engineering, 32(2), 187-205.

[10] A-A-20126E, February 26, 2004. Commercial Item Description Flour. The U. S. Department of Agriculture (USDA) has authorized the use of this Commercial Item Description (CID).

[11] AACC. 1999. Approved methods of the AACC, Method 10-91, MN: American Association of Cereal Chemists.

[12] Moayedallaie, S., Mirzaei, M., & Paterson, J. 2010. Bread improvers: Comparison of a range of lipases with a traditional emulsifier. Food Chemistry,122(3), 495-499.

[13] Rosell, C.M., & Santos, E. 2010. Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread. Journal of Food Engineering,98(2), 273-281.

[14] Chiavaro, E., Vittadini, E., Musci, M., Bianchi, F., & Curti, E. 2008. Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread ("Altamura bread"). LWT-Food Science and Technology,41(1), 58-70.

[15] Gómez, M., Jiménez, S., Ruiz, E., & Oliete, B. 2011. Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. LWT-Food Science and Technology,44(10), 2231-2237.

[16] AACC. 2000. International Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed. The Association: St. Paul, Minesota, USA.

[17] Eduardo, M., Svanberg, U., & Ahrné, L. 2014. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on baking quality of composite cassava-maize-wheat breads. International Journal of Food Science, 3, 1-9.

[18] Chin, N.L., Goh, S.K., Rahman, R.A., & Hashim, D.M. 2007. Functional effect of fully hydrogenated palm oil-based emulsifiers on baking performance of white bread. International Journal of Food Engineering,3(3), doi:10.2202/1556-3758.1196.

[19] Schoenlechner, R., Szatmari, M., Bagdi, A., & Tömösközi, S. 2013. Optimisation of bread quality produced from wheat and proso millet (Panicum miliaceum L.) by adding emulsifiers, transglutaminase and xylanase. LWT-Food Science and Technology,51(1), 361-366.

[20] Ghayour-Asli, M.A., Haddad-Khodaparast, M.H., & Karimi, M. 2012. Effect of gluten and emulsifier (DATEM) on rheological properties of dough and specific volume of strudel bread. Journal of Food Science & Technology (in Persian), 8(3), 59-65.

[21] Goesaert, H., Slade, L., Levine, H., & Delcour, J.A. 2009. Amylases and bread firming–an integrated view. Journal of Cereal Science,50(3), 345-352.

[22] Rahmati, N.F., & Tehrani, M.M. 2014. Influence of different emulsifiers on characteristics of eggless cake containing soy milk: Modeling of physical and sensory properties by mixture experimental design. Journal of Food Science and Technology,51(9), 1697-1710.

[23] Turabi, E., Sumnu, G.,& Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. Food Hydrocolloids, 22, 305–312.

[24] Mercan, N. 1998. Investigations on the effects of some emulsifiers on cake quality, M.Sc. Thesis, Istanbul University, Turkey.

[25]Azizi, M.H., & Rao, G.V. 2004. Effect of surfactant gels on dough rheological characteristics and quality of bread. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44(7-8), 545– 552.

[26] Gómez, M., Del-Real. S., Rosell, C.M., Ronda, F., Blanco, C.A., & Caballero, P.A. 2004. Functionality of different emulsifiers on the performance of bread making and wheat bread quality. European Food Research and Technology,219(2), 145-150.

[27] Stampfli, L., & Nersten, B. 1995. Emulsifiers in bread making. Food Chemistry,52(4), 353-360.

[28] Caballero, P.A., Gómez, M., & Rosell, C.M. 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. Journal of Food Engineering,81(1), 42-53.

[29] Almeida, E.L., & Chang, Y.K. 2012. Effect of the addition of enzymes on the quality of frozen pre-baked French bread substituted with whole wheat flour. LWT-Food Science and Technology,49(1), 64-72.

[30] Stojceska, V., & Ainsworth, P. 2008. The effect of different enzymes on the quality of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

high-fibre enriched brewer's spent grain breads. Food Chemistry,110(4), 865-872.

[31] Amigo, J.M., del Olmo Alvarez, A., Engelsen, M.M., Lundkvist, H., & Engelsen, S.B., 2016, Staling of white wheat bread crumb and effect of maltogenic α-amylases. Part 1: Spatial distribution and kinetic modeling of hardness and resilience. Food chemistry, 208, 318-325.

[32] Ghiafeh-Davoodi, M., Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M., & Sheikholeslami, Z. 2014. The effect of the selected emulsifiers (E471, DATEMand SYTREM) and final fermentation time on reduction of staling and improvement of physical properties of Barbari bread using composite wheat-potato flour. Journal of Food Science & Technology (in Persian), 11(1), 81-93.

[33] Bedoya-Perales, N.S., & Steel, C.J. 2014. Effect of the concentrations of maltogenic α-amylase and fat on the technological and sensory quality of cakes. Food Science and Technology (Campinas),34(4), 760-766.

[34]Hoseney, C. 1994. Principles of CerealScience and Technology, CRCPress, London.

[35] Prabhasankar, P., Indrani, D., Jyotsna, R.,&Venkateswara-Rao, G. 2004. Influence of enzymes on rheological, microstructure and quality characteristics of parotta—an unleavened Indian flat bread. Journal of the Science of Food and Agriculture,84(15), 2128-2134.

[36] Shafi-Soltani, M., Salehifar, M., & Hashemi, M. 2014.The effect of α-amylase of fungal origin on the quality characteristics of dough and toast. Journal of Innovation in Food Science and Technology (in Persian), 6(2), 43-54.

[37] Kim, J.H., Maeda, T., & Morita, N. 2006. Effect of fungal α-amylase on the dough properties and bread quality of wheat flour substituted with polished flours. Food Research International, 39(1), 117-126.

[38] Zeng, J., Gao, H., Li, G., &Liang, X. 2011. Alpha-amylase and glucose oxidase as promising improvers for wheat bread. Fourth International Conference on Information and Computing: IEEE.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

The effect of diacetyl tartaric acid ester of monoglyceridesand maltogenic α-amylase on physical and textural properties of pan-bread

Bagherzadeh, S. [1], MohammadzadehMilani, J. [2*], Kasaee, M. R. [2]

1. M.Sc. Graduated of Food Science & Technology, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: 2017/01/14 Accepted:2017/02/11)

The objective of the present study was to investigate the effects of the emulsifier diacetyl tartaric acid ester of monoglycerides (DATEM, 0.5 and 1%) and maltogenic α-amylase (MALTO, 0.01 and 0.1%) separately and combined on the physical (specific volume, physical indices, oven spring and parameters related to porosity) and textural properties of pan bread. A sample without the addition of emulsifier or enzyme was considered as control bread. The results showed that, compared to control, a combination of emulsifier DATEM and α-amylase led to significant increase in specific volume ($p<0.05$); so that the highest value of the specific volume obtained for treatment of enzyme 0.1% and emulsifier 0.5%. Moreover, combined treatment resulted in the greatest improvement in physical indices (increase in indices of volume, symmetry and uniformity) and oven spring ($p<0.05$). Also, improvement in parameters related to porosity obtained in the case of combined treatment compared to control or samples containing only emulsifier or enzyme ($p<0.05$). The results of texture profile analysis (TPA) revealed that, compared to control, adding emulsifier ($p<0.05$) or enzyme ($p>0.05$) reduced the crumb firmness and significant decrease of firmness obtained for a combination of emulsifier and enzyme ($p<0.05$). On the other hand, the addition of enzyme and/or emulsifier improved the organoleptic quality of pan bread through reducing firmness and increasing flavor, chewiness, and porosity as compared to control samples.

Keywords: DATEM, Enzyme, Pan-bread, Staling

* Corresponding Author E-Mail Address: Jmilany@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]