



اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTG) بر ویژگی‌های کیفی نان گندم حاوی آرد جو بدون پوشینه

*کیانا پور محمدی^۱، مهران اعلمی^۲، محمد شاهدهی^۳ و علیرضا صادقی ماهونک^۲

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۳استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۴

چکیده

آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی جزء آنزیم‌های ترانسفراز می‌باشد که می‌تواند بین اسید آمینه گلوتامین از یک پروتئین و لایزین از پروتئین دیگر اتصالات عرضی ایجاد کند. در این پژوهش، ابتدا ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی گندم، جو بدون پوشینه و آرد به دست آمده از اختلاط آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت، سپس اثر MTG بر ویژگی‌های کیفی نان حجیم به دست آمده از آرد گندم حاوی ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد از آرد جو بدون پوشینه بررسی گردید. آنزیم MTG در سطوح ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد به نمونه‌های آرد اضافه شد، و به منظور افزایش میزان اسید آمینه لایزین به عنوان سوبسترای آنزیم، ایزوله پروتئینی سویا (SPI) به میزان ۳ درصد مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی نشان داد که ویژگی‌های جو بدون پوشینه در مقایسه با گندم مورد مطالعه، به طور معنی داری ($P < 0.05$) متفاوت است. نتایج اندازه‌گیری حجم نشان داد که در نان‌های حاوی ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و نان گندم، با افزودن MTG حجم نان‌ها کاهش یافت و در نان حاوی ۳۵ درصد و ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه حجم نان‌ها با افزایش میزان آنزیم از ۰/۵ درصد تا ۱/۵ درصد افزایش یافت و نان‌های تیمار شده با ۲ درصد آنزیم دارای کم‌ترین حجم بودند. نتایج رنگ سنجی نشان داد که با افزایش درصد آنزیم، رنگ پوسته نان روشن‌تر شد. در نمونه‌های حاوی ۳۵ و ۵۰ درصد آرد جو

* مسئول مکاتبه: kianapourmohammadi@yahoo.com

بدون پوشینه، با افزایش درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی تا سطح ۱/۵ درصد، از میزان بیاتی نان‌ها کاسته شد و در تمام نمونه‌ها، با افزایش درصد آنزیم تا ۲ درصد، بیاتی نان‌ها افزایش یافت. بنابراین، آنزیم MTG تا سطوح مشخصی، می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌های کیفی نان شود.

واژه‌های کلیدی: نان، جو بدون پوشینه، آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTG)، ایزوله پروتئینی سویا (SPI)، ویژگی‌های کیفی

مقدمه

در سال‌های اخیر بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای نان گندم بسیار مورد توجه قرار گرفته است، که این عمل از طریق اختلاط آرد گندم با آردهای مختلف انجام می‌شود و باعث افزایش ترکیبات معدنی، ویتامین‌ها، پروتئین و فیبرهای رژیمی در فرآورده نهایی می‌گردد. جو بدون پوشینه در مقایسه با سایر غلات مانند گندم، چاودار و یولاف اهمیت کم‌تری در رژیم غذایی امروزه پیدا کرده، ولی ویژگی‌های تغذیه‌ای بسیار خوب این غله به لحاظ وجود فیبر محلول بتا گلوکان، باعث توجه بیش‌تر به غذاهای جدید حاوی جو شده است [۴، ۵].

در شرایط فعلی، نان کشور ما به دلیل جداسازی سبوس از گندم، مشکل کمبود فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی را دارد و از سوی دیگر آردهای سبوس دار به علت داشتن اسید فیتیک بالا شرایط نامناسبی از نظر جذب عناصری چون آهن، روی و کلسیم ایجاد می‌کنند، این موضوع می‌تواند زمینه بسیاری از بیماری‌ها را فراهم کند. افزودن ترکیبات مفید به آرد و تولید نان از آن‌ها موجب تقویت کیفیت تغذیه‌ای نان و اثر گسترده بر جامعه می‌شود، یکی از این ترکیبات مفید آرد جو می‌باشد.

اگرچه جو دارای ویژگی‌های تغذیه‌ای بسیار مناسبی است اما پروتئین این غله به دلیل عدم توانایی در تشکیل شبکه پروتئینی قوی در خمیر، نمی‌تواند نانی مطلوب، معادل نان گندم تولید کند. نان، غذایی است که بیش‌تر افراد می‌توانند از آن استفاده کنند و در صورتی که به‌طور صحیح غنی‌سازی شود، می‌توان بازه وسیعی از افراد را تحت پوشش قرار داد و از ویژگی‌های تغذیه‌ای مطلوب آن بهره‌مند شد. نان جویی که امروزه در بازار تولید می‌شود، کیفیت مطلوبی به لحاظ بافتی ندارد و روند بیاتی بسیار سریعی دارد و به دلیل نبود گلوتمن در جو، نمی‌تواند به راحتی پف کند و حجیم شود. بنابراین از جو بدون پوشینه نمی‌توان به تنهایی نانی با کیفیت مطلوب تولید نمود. به‌منظور تولید نان مطلوب با کیفیت بافتی و تغذیه‌ای مناسب، به عاملی جهت تقویت شبکه پروتئینی و ایجاد شبکه‌های قوی از پروتئین نیاز داریم.

در این پژوهش سعی بر آن است که آرد گندم و جو بدون پوشینه را به نسبت‌های مختلف با هم مخلوط کرده و با بهره‌گیری از عملکرد منحصر به فرد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTG) و اثر آن در ایجاد اتصال بین پروتئین‌های گندم و جو، همچنین پروتئین‌های جو به تنهایی بتوان به افزایش کیفیت نان جو دست یافت.

MTG از یک جنس باکتریایی به نام *استریپتوریتسیلیوم*، استخراج و خالص‌سازی می‌شود. این آنزیم، فرایند آسیل ترانسفراز را کاتالیز می‌کند و باندهای کووالانت بین پروتئین‌ها ایجاد می‌نماید. این پیوندها شامل اتصالات عرضی بین لایزین از یک پروتئین و گلوتامین از پروتئین دیگر می‌باشد. پیوند حاصل، مشابه سایر پیوندهای دی‌پتید است و با ایجاد این پیوند هیچ کاهشی در ارزش تغذیه‌ای پروتئین حاصل به وجود نمی‌آید [۶،۷]، بنابراین با استفاده از این آنزیم می‌توان نان جو با کیفیت مطلوب تولید، و از ویژگی‌های تغذیه‌ای آن به عنوان غذا فراسودمند استفاده نمود.

دانشمندان مختلفی، اثر MTG را بر ویژگی‌های حسی، مکانیکی و الگوی مغز نان حجیم تهیه شده با آرد سفید، آرد کامل، آرد برنج، الگوی الکتروفورز، ویژگی‌های رئولوژیکی و بیوشیمیایی گلوتن، ساختار میکروسکوپی و کیفیت اسپاگتی‌های خام و پخته و ویژگی‌های رئولوژیکی و حرارتی آرد گندم آسیب‌دیده با حشرات مورد بررسی قرار دادند [۹، ۱۰، ۱۱].

پژوهش‌های متعددی در زمینه استفاده از MTG در صنایع غذایی از جمله لبنیات، غلات، گوشت و غیره صورت گرفته [۱۵، ۱۶، ۱۷]، ولی بررسی‌هایی در زمینه اثر این آنزیم بر ویژگی‌های نان جو بدون پوشینه تا به حال انجام نشده است. بنابراین استفاده از این نوع جو به همراه MTG در فرمولاسیون نان حجیم، هدف انجام این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: در این پژوهش رقم گندم زرین از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی شیراز و رقم جو بدون پوشینه EHDS 18 از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی اصفهان تهیه گردید. سپس دانه‌های گندم و جو آسیاب، و از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شد و برای دانه و آرد به دست آمده از گندم و جو بدون پوشینه آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی انجام شد. آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی از شرکت آژینوموتو^۲ ژاپن، و ایزوله پروتئینی سویا از شرکت sole (هندوستان) تهیه گردید.

1- Streptovercillium

2- Ajinomoto

روش تهیه نمونه‌های مختلف نان: نمونه‌های نان حجیم، نوع بروجن، از آرد گندم و مخلوط آرد گندم و جو بدون پوشینه به نسبت‌های ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد تهیه شدند. مقدار ۱/۵ درصد نمک، ۱/۵ درصد شکر، ۱/۲ درصد خمیر مایه، ۰/۴ درصد بهبوددهنده و سطوح ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد MTG به صورت خشک به نمونه‌های آرد اضافه شد. مقدار آب لازم (طبق جدول فارینوگرافی، میزان آب لازم برای رسیدن خمیر به بیشینه قوام) به این مخلوط اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه با مخلوط‌کن (مدل هوبارت، آلمان) مخلوط شد. از آنجا که MTG اتصال پپتیدی بین اسیدهای آمینه گلوتامین و لایزین را ایجاد می‌کند و با توجه به این که گندم و جو از گلوتامین غنی و از لایزین فقیر می‌باشند، به منظور افزایش میزان لایزین قابل دسترس، ایزوله پروتئینی سویا (SPI^۱) به میزان ۳ درصد به نمونه‌های تیمار شده با ۱ و ۱/۵ درصد آنزیم، اضافه شد (اعلمی و لیلاواتی، ۲۰۰۸). آنزیم به صورت خشک و در حد گرم به آرد اضافه گردید. دما، pH و زمان اختلاط در تمام خمیرها یکسان بود، بنابراین تغییرات را می‌توان به میزان آنزیم مورد استفاده نسبت داد. خمیر به منظور استراحت، به مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۳-۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد و سپس با استفاده از دستگاه چانه‌گیر، چانه‌های ۴۰ گرمی از خمیرها تهیه گردید. گرم‌خانه‌گذاری به مدت ۷۰ دقیقه و پخت در دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه انجام گرفت. در نهایت نان‌ها به مدت حدود ۳۰ دقیقه خنک و در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نان: ویژگی‌های فیزیکی ارقام گندم و جو شامل وزن هزار دانه، وزن هکتولتر، سختی دانه، چگالی نسبی، رنگ و ابعاد دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن هزاردانه، از سینی مخصوص به نام دانه شمار پانصدتایی استفاده گردید. با دو بار استفاده از این سینی وزن هزاردانه به دست آمد. وزن هکتولتر دانه‌های ارقام گندم و جو با دستگاه مخصوص هکتولتر که دارای ظرف استوانه‌ای شکل به گنجایش یک لیتر است، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری چگالی نسبی دانه‌های گندم و جو از پیکنومتر و تولوئن استفاده شد. سختی دانه با استفاده از دستگاه اینستران (مدل ۱۱۴۰، انگلستان) و مجهز به پروب ۲۵ میلی‌متری و با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر ثانیه تعیین گردید. رنگ نمونه‌های آرد با دستگاه هانتر لب (مدل دیتا کالر، آمریکا) اندازه‌گیری شد [۳].

ویژگی‌های شیمیایی آرد شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین، فیبر خام، عدد فالینگ، شاخص گلوتن و گلوتن مرطوب مطابق روش‌های استاندارد AACC انجام شد [۸].

مقایسه رنگ در سطح و بافت نان به کمک دستگاه هانتر لب انجام، و پارامتر L^* در پوسته و مغز نان اندازه‌گیری شد [۱، ۲].

اندازه‌گیری حجم به روش جابجایی دانه کلزا انجام شد، به این صورت که یک قطعه نان توزین شده داخل ظرف دارای حجم مشخص (V_t) قرار داده شده و بقیه فضا خالی ظرف توسط دانه‌های کلزا پر شد. سپس نان، خارج و حجم دانه‌های کلزا یادداشت شده (V_s) و حجم نان از محاسبه ($V_t - V_s$) به دست آمد [۱، ۲].

آزمون بیاتی نان با استفاده از تست فشردگی و به کمک دستگاه اینستران انجام شد. نحوه انجام تست فشردگی به این صورت است که ابتدا یک پروب استوانه‌ای شکل روی دستگاه نصب و سپس دستگاه کالیبره گردید. نمونه‌های مورد آزمایش (استوانه‌ای به قطر ۱ سانتی‌متر و ارتفاع ۲ سانتی‌متر) بعد از تعیین ضخامت به وسیله کولیس در جایگاه مخصوص روی دستگاه قرار داده شد. با روشن کردن دستگاه، پروب استوانه‌ای شکل با قطر معین ($1/27$ سانتی‌متر) و با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر ثانیه به داخل نمونه به میزان ۵۰ درصد نفوذ کرد. سپس دستگاه با رسم یک منحنی میزان نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به داخل نان را نشان داد. هرچه نان به سمت بیاتی پیش رفته باشد، این عدد بیش‌تر است. سپس به کمک فرمول زیر میزان بیاتی نان محاسبه گردید (۱۴).

$$S = F/DT$$

به منظور بررسی بهتر داده‌ها، تیمارهای مورد نظر با علائم اختصاری زیر نشان داده شده است:

S = حداکثر تنش برشی (بر حسب گرم بر سانتی‌متر مربع)

F = نیرویی که اعمال می‌شود (بر حسب گرم)

D = قطر پروب (بر حسب سانتی‌متر)

T = ضخامت نمونه (بر حسب سانتی‌متر) [۳]

W = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم

B = آرد جو بدون پوشینه

$WB20$ = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو و ۸۰ درصد آرد گندم

$WB35$ = نمونه حاوی ۳۵ درصد آرد جو و ۶۵ درصد آرد گندم

- WB50 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو و ۵۰ درصد آرد گندم
- W-0 = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم - فاقد MTG
- WB20-0 = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو و ۸۰ درصد آرد گندم - فاقد MTG
- WB35-0 = نمونه حاوی ۳۵ درصد آرد جو و ۶۵ درصد آرد گندم - فاقد MTG
- WB50-0 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو و ۵۰ درصد آرد گندم - فاقد MTG
- W-0.5 = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم به همراه ۰/۵ درصد MTG
- WB20-0.5 = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۸۰ درصد آرد گندم به همراه ۰/۵ درصد MTG
- WB35-0.5 = نمونه حاوی ۳۵ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۶۵ درصد آرد گندم به همراه ۰/۵ درصد MTG
- WB50-0.5 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۵۰ درصد آرد گندم به همراه ۰/۵ درصد MTG
- W-1 = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد MTG
- WB20-1 = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۸۰ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد MTG
- WB35-1 = نمونه حاوی ۳۵ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۶۵ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد MTG
- WB50-1 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۵۰ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد MTG
- W-1.5 = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵ درصد MTG
- WB20-1.5 = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۸۰ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵ درصد MTG
- WB35-1.5 = نمونه حاوی ۳۵ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۶۵ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵ درصد MTG
- WB50-1.5 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۵۰ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵ درصد MTG
- W-2 = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم به همراه ۲ درصد MTG
- WB20-2 = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۸۰ درصد آرد گندم به همراه ۲ درصد MTG
- WB50-2 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۵۰ درصد آرد گندم به همراه ۲ درصد MTG
- WS-1 = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد MTG و ۳ درصد SPI
- WS-1.5 = نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵ درصد MTG و ۳ درصد SPI
- WBS20-1 = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۸۰ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد SPI و ۳ درصد MTG
- WBS20-1.5 = نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۸۰ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵ درصد SPI و ۳ درصد MTG

WBS35-1 = نمونه حاوی ۳۵ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۶۵ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد
MTG و ۳ درصد SPI

WBS35-1.5 = نمونه حاوی ۳۵ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۶۵ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵
درصد MTG و ۳ درصد SPI

WBS50-1 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۵۰ درصد آرد گندم به همراه ۱ درصد
MTG و ۳ درصد SPI

WBS50-1.5 = نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه و ۵۰ درصد آرد گندم به همراه ۱/۵
درصد MTG و ۳ درصد SPI

روش آماری تحلیل داده‌ها: در این پژوهش، تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی و تمامی آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (دانکن) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی گندم، جو و آرد: نتایج آزمون‌های فیزیکی گندم، جو بدون پوشینه و آرد به دست آمده از آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که وزن هکتولتر گندم به طور معنی‌داری بیشتر از جو بدون پوشینه و سختی رقم جو بدون پوشینه به طور معنی‌داری بیشتر از گندم مورد مطالعه بوده است. وزن هزاردانه جو به طور معنی‌داری بیشتر از گندم است، ولی چگالی نسبی آن‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. نتایج رنگ‌سنجی آردها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ویژگی‌های رنگی گندم و جو بدون پوشینه وجود نداشت، در واقع تیرگی آرد گندم به دلیل وجود مقدار زیادی سبوس در آن است. نتایج اندازه‌گیری ابعاد نشان داد که ضخامت دانه‌های گندم و جو با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند ولی طول جو بدون پوشینه بیشتر از گندم است.

جدول ۱- نتایج آزمون‌های فیزیکی دانه‌های گندم و جو بدون پوشینه.

گندم	جو بدون پوشینه	ویژگی
0.77 ± 0.17^a	0.70 ± 0.05^a	طول (سانتی‌متر)
0.31 ± 0.04^b	0.25 ± 0.02^b	عرض (سانتی‌متر)
0.31^a	0.33 ± 0.05^a	ضخامت (سانتی‌متر)
$31/65 \pm 0.14^b$	$34/76 \pm 0.84^a$	وزن هزار دانه (گرم)
$84/42 \pm 0.056^a$	$75/52 \pm 0.07^b$	وزن هکتولیتتر (کیلوگرم برهکتولیتتر)
0.17^a	0.22^a	چگالی نسبی
$15/07 \pm 0.15^b$	$22/51 \pm 0.03^a$	سختی دانه (گرم بر میلی‌متر مربع)
$87/2 \pm 0.7^a$	$88/10 \pm 0.21^a$	L*
$1/56 \pm 0.02^a$	$1/70 \pm 0.13^a$	a*
$11/87 \pm 0.04^a$	$12/75 \pm 0.17^a$	b*

حروف غیرمشترک در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح ۵ درصد است.

ویژگی‌های شیمیایی آرد: نتایج آزمون‌های شیمیایی برای گندم و جو بدون پوشینه در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که درصد فیبر و پروتئین موجود در جو بدون پوشینه به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گندم می‌باشد که این نشان‌دهنده مطلوب‌تر بودن ویژگی‌های تغذیه‌ای جو بدون پوشینه مورد مطالعه در این پژوهش است [۴]. میزان خاکستر دانه‌های جو بدون پوشینه و گندم برابر می‌باشد. بررسی بر روی جو پوشینه‌دار نشان داده که میزان خاکستر آن به مراتب بالاتر از این مقدار است و بنابراین به‌نظر می‌رسد که استفاده از جو بدون پوشینه (به‌جای جو پوشینه‌دار) در فرمولاسیون نان تغییر چندانی در میزان خاکستر نان حاصل ایجاد نکند. بالا بودن میزان خاکستر آرد گندم نیز به‌دلیل وجود مقدار زیاد سبوس در آن می‌باشد. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای گلوتن و شاخص گلوتن نشان‌دهنده نبود گلوتن در خمیر به‌دست آمده از آرد جو بدون پوشینه است که می‌تواند یکی از دلایل خاصیت نانوائی ضعیف این غله باشد. نتایج عدد فالینگ بیانگر این است که گندم و جو از نظر فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز در حد مطلوب جهت تولید نان تخمیری می‌باشند.

جدول ۲- نتایج آزمون‌های شیمیایی آرد گندم و جو بدون پوشینه.

ویژگی	آرد گندم	آرد جو بدون پوشینه
رطوبت (درصد)	۵/۵۲ ± ۰/۰۸ ^b	۶/۸۷ ± ۰/۰۸ ^a
خاکستر (درصد)	۱/۹ ± ۰/۰۷ ^a	۱/۹ ± ۰/۰۶ ^a
پروتئین (درصد)	۱۴/۷۵ ± ۰/۱۴ ^b	۱۵/۲ ± ۰/۱۴ ^a
گلوتن مرطوب (درصد)	۳۷ ± ۰/۷	-
شاخص گلوتن (درصد)	۵۰ ± ۰/۷	-
عدد فالینگ (ثانیه)	۳۶۸ ± ۵/۶۵ ^a	۳۲۱/۵ ± ۲/۱۲ ^b
فیبر (درصد)	۱/۹ ± ۰/۰۳ ^b	۲/۸ ± ۰/۱۲ ^a

حروف غیرمشترک در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح ۵ درصد است.

اثر **MTG** و **SPI** بر حجم و ویژه نان: افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر حجم نان اثر قابل ملاحظه‌ای داشت، با توجه به نتایج جدول ۳، تیمارهای **W-0**، **W-0.5**، **WB20-0**، **WB20-0.5** دارای بیش‌ترین میزان حجم بودند. افزایش حجم نان‌ها را می‌توان به عمل آنزیم، در تبدیل گلوتن ضعیف به قوی نسبت داد [۱۰، ۱۱]. طبق نظر جرارد و همکاران [۱۲]، این آنزیم می‌تواند اثرات مطلوبی بر تولید نان داشته باشد و همانند بهبوددهنده‌ها و اکسیدکننده‌ها عمل کند. نکته جالب توجه در این پژوهش این بود که افزودن آنزیم تا ۲ درصد اثر منفی بر کیفیت نان داشت، که این پدیده را می‌توان به اتصالات عرضی شدیدتر و بیش‌تر، در نتیجه بافتی سفت‌تر، نسبت داد. این اتصالات، در حد مطلوب مناسب است ولی در صورتی که میزان آن‌ها بیش از حد شود، مانع از افزایش حجم نان می‌گردد و در واقع به بافت نان اجازه باز شدن و پف کردن نمی‌دهد. در نان‌های **WB20** و **W**، با افزودن **MTG** حجم نان‌ها کاهش یافت، که این پدیده را می‌توان به تشکیل اتصالات عرضی بین پروتئین‌ها نسبت داد. در واقع آرد گندم مورد استفاده در این پژوهش از نوع بسیار قوی با گلوتن و شاخص گلوتن بالا بود و این آنزیم با قوی‌تر کردن شبکه گلوتنی و ایجاد اتصالات بیش‌تر بین پروتئین‌ها، ایجاد شبکه پروتئینی قوی می‌کند، که مانع از باز شدن و حجیم شدن نان می‌شود در نتیجه حجم نان کاهش می‌یابد. اگر آرد نانوائی دارای میزان پروتئین زیاد و قوی باشد، اثر آنزیم بر حجم آن معکوس می‌شود و در واقع آنزیم **MTG** برای آرد با کیفیت پروتئینی پائین مفید است. در نان‌های **WB35** و **WB50**، با افزایش درصد آنزیم، حجم نان افزایش می‌یابد ولی این افزایش به لحاظ آماری

معنی دار نیست. نان‌های یاد شده که با ۱/۵ درصد MTG و ۳ درصد SPI تیمار شده بودند حجم بیش‌تری نسبت به نمونه‌های فاقد SPI داشتند. SPI با ایجاد اتصالات عرضی و فراهم آوردن سوبسترا برای MTG شبکه گسترده‌ای از پروتئین‌ها را ایجاد می‌کند و باعث نگه داشتن گاز بیش‌تر درون بافت نان و در نتیجه افزایش حجم نان می‌شود. در فاکتور حجم ویژه، که از تقسیم فاکتور حجم بر وزن حاصل می‌شود، هیچ‌یک از نان‌ها با یکدیگر تفاوت معناداری نداشتند.

اثر MTG و SPI بر ویژگی‌های رنگ‌سنجی نان: نتایج رنگ‌سنجی در جدول ۴ نشان می‌دهد که افزودن آنزیم MTG بر روی رنگ پوسته و مغز نان اثر به‌سزایی دارد. مغز نان W در نمونه‌های حاوی MTG تیره‌تر از نمونه‌های بدون آنزیم بود. نان گندم دارای شبکه قوی گلوتمی می‌باشد که این شبکه در اثر افزودن MTG، قوی‌تر می‌شود و بافت نان فشرده و ساختار فیزیکی آن تغییر می‌کند. در واقع فشرده شدن بافت نان بر انعکاس نور اثر می‌گذارد و رنگ، تیره‌تر به‌نظر می‌رسد. رنگ مغز نان WB20 در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. مغز نان WB35 و WB50، در نمونه‌های تیمار شده با MTG روشن‌تر از نمونه‌های فاقد آنزیم می‌باشد. نان‌های WB35 و WB50 به‌دلیل رقیق شدن گلوتم نسبت به نان w و نان WB20، اتصالات پروتئینی قوی ندارند و اتصالاتی که در اثر عملکرد MTG به‌وجود می‌آید به‌اندازه‌ای نیست که بافت را زیاد فشرده کند، بلکه در اثر عملکرد آنزیمی، بافت نان پوک‌تر و متخلخل‌تر و رنگ نان‌ها روشن‌تر می‌شود. پوسته تمام نان‌ها در نمونه‌های تیمار شده با آنزیم روشن‌تر از نمونه‌های بدون آنزیم می‌باشد.

این پدیده را می‌توان این‌گونه تفسیر نمود که آنزیم MTG با ایجاد اتصالات عرضی بین اسید آمینه‌های لایزین و گلوتامین، باعث کاهش میزان لایزین قابل دسترس، و در نتیجه کاهش واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد می‌شود و به این ترتیب رنگ نان‌های تیمار شده با آنزیم کاهش می‌یابد [۹]. جرارد و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که رنگ پوسته نان‌های تیمار شده با آنزیم MTG روشن‌تر از نمونه‌های شاهد بودند و این پدیده را می‌توان به کاهش شدت واکنش‌های مایلارد در اثر تیمار با آنزیم MTG نسبت داد. همچنین آزاد شدن ترکیبات آمینی در هنگام ایجاد اتصالات عرضی توسط آنزیم MTG [۴]، می‌تواند در واکنش‌های مایلارد شرکت کند و در ویژگی‌های رنگی تغییراتی را ایجاد نماید. همچنین اتصالات ایجاد شده توسط MTG می‌تواند بر ساختار فیزیکی نان اثر گذاشته و رنگ نان را تغییر دهد [۱۲].

کیانا پورمحمدی و همکاران

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین حجم و حجم ویژه نان.

حجم ویژه (میلی لیتر بر گرم)	حجم (میلی لیتر)	ویژگی	MTG
۱/۵۱ ^a	۶۰/۶ ^a	W	(شاهد)
۱/۵ ^a	۶۰/۹ ^a	WB20	
۱/۰۵ ^a	۴۴/۲۵ ^c	WB35	
۱/۲۵ ^a	۵۲/۱۵ ^c	WB50	
۱/۵۰ ^a	۶۰/۲۵ ^a	W	۰/۵ درصد
۱/۴۵ ^a	۶۰/۱۵ ^a	WB20	
۱/۲۱ ^a	۴۹/۱۵ ^c	WB35	
۱/۲۴ ^a	۵۰/۸ ^c	WB50	
۱/۳۲ ^a	۵۴/۶ ^c	W	۱ درصد
۱/۳۷ ^a	۵۵/۸ ^c	WB20	
۱/۳۱ ^a	۵۳/۲۵ ^c	WB35	
۱/۳۲ ^a	۵۳/۴ ^c	WB50	
۱/۳۷ ^a	۵۴/۸ ^c	W	۱/۵ درصد
۱/۳۳ ^a	۵۵/۳ ^c	WB20	
۱/۳۷ ^a	۵۵/۳۵ ^c	WB35	
۱/۳۲ ^a	۵۴/۱ ^c	WB50	
۱/۲۴ ^a	۵۱/۴ ^c	W	۲ درصد
۱/۳۴ ^a	۵۳/۱ ^c	WB20	
۱/۴۴ ^a	۵۰/۱ ^c	WB35	
۱/۳۱ ^a	۵۳/۲۵ ^c	WB50	
۱/۳۳ ^a	۵۳/۳ ^c	W	۱+SPI درصد
۱/۳۵ ^a	۵۴/۱ ^c	WB20	
۱/۴۲ ^a	۵۷/۳۵ ^c	WB35	
۱/۴۱ ^a	۵۶/۴ ^c	WB50	
۱/۲۶ ^a	۵۱/۱ ^c	W	۱/۵+SPI درصد
۱/۳۲ ^a	۵۳/۳۵ ^c	WB20	
۱/۴۶ ^a	۵۹ ^b	WB35	
۱/۴۶ ^a	۵۹/۰۵ ^b	WB50	

حروف غیرمشترک در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری در سطح ۵ درصد است.

اثر **SPI** و **MTG** بر سفتی بافت نان (بیاتی): نتایج به دست آمده از بیاتی نان در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در روز اول، نان **WB50-2**، دارای بیشترین و نانهای **WB35-1**، **WB35-1.5**، **WSB-1.5**، **W-0** و **WB20-0** دارای کمترین میزان سفتی بوده‌اند. در روز دوم نیز، نان **W-2** دارای بیشترین میزان سفتی و نان **W-0** دارای کمترین میزان سفتی بودند. در روز سوم، نانهای **WB20-2**، **WB50-2** و **WB20-1.5** دارای بیشترین و نان **W-0** دارای کمترین میزان سفتی بوده‌اند. در روز چهارم، نان **WB50-0** دارای بیشترین میزان سفتی و نانهای **W-0** و **WBS50-1.5** دارای کمترین میزان سفتی بودند. به طور کلی در تمامی نان‌ها، نمونه‌های حاوی ۲ درصد **MTG** و نمونه‌های نان **W** و **WB20** حاوی **MTG** دارای بیشترین میزان سفتی و نانهای **WB35** و **WB50** حاوی **MTG** دارای کمترین میزان سفتی بودند.

از جدول بیاتی، می‌توان نتیجه گرفت که در نمونه‌های حاوی **WB35** و **WB50**، با افزایش درصد **MTG** تا سطح ۱/۵ درصد، از میزان بیاتی نان‌ها کاسته می‌شود. آنزیم یاد شده تا این میزان باعث افزایش نرمی و قابلیت جویدن نان‌ها می‌شود. این آنزیم با ایجاد اتصالات عرضی و تشکیل شبکه گلوتهنی قوی و افزایش قدرت گلوتهن باعث به دام انداختن آب درون بافت نان شده و در واقع جذب آب گلوتهن را افزایش و آب قابل دسترس نشاسته را کم می‌کند، در نتیجه رتر و گراداسیون را کاهش می‌دهد. بنابراین با افزودن آنزیم **MTG** ظرفیت جذب و نگهداری آب (**WHC**) افزایش می‌یابد [۴ و ۱۲].

در تمام نمونه‌ها، با افزایش درصد آنزیم تا ۲ درصد، سفتی بافت نان‌ها افزایش یافت. این پدیده را می‌توان به ایجاد اتصالات عرضی شدیدتر و قوی‌تر بین پروتئین‌ها نسبت داد [۱۳]. با ایجاد اتصالات قوی‌تر، بافت نان سفت‌تر و متراکم‌تر می‌شود و نیروی بیش‌تری برای فشردن بافت نان توسط دستگاه اینستران مورد نیاز می‌باشد. بنابراین میزان افزودن آنزیم به فرمولاسیون را باید تا حد امکان کنترل نمود. همچنین در نان‌های گندم و نمونه‌های حاوی ۸۰ درصد آرد گندم، با افزایش درصد آنزیم، میزان سفتی بافت افزایش یافت یعنی نان‌های تیمار شده با آنزیم، سفت‌تر از نمونه‌های شاهد بودند، به دلیل این‌که آنزیم، بر آردهای قوی اثر معکوس دارد و با قوی‌تر نمودن آن باعث کاهش کیفیت و افزایش سختی بافت نان‌ها می‌شود، بنابراین نان‌های **W** و **۲۰**، بدون تیمار با آنزیم، دارای بافتی نرم‌تر بودند.

کیانا پورمحمدی و همکاران

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین رنگ سنجی نان.

رنگ پوسته L*	رنگ سطح مقطع L*	ویژگی	MTG
۵۴/۲۹ ^a	۶۶/۲۳ ^a	W	(شاهد)
۴۷/۳۱ ^d	۶۱/۲۴ ^d	WB20	
۴۷/۲۵ ^d	۴۷/۲۵ ^f	WB35	
۴۴/۱۱ ^e	۵۹/۱۹ ^d	WB50	
۵۶/۰۳ ^c	۶۶/۱۸ ^a	W	۰/۵ درصد
۴۷/۲۹ ^d	۶۲/۰۷ ^d	WB20	
۵۹/۱۲ ^b	۶۲/۱۷ ^d	WB35	
۴۰/۰۳ ^a	۵۳/۳۸ ^c	WB50	
۵۴/۱۹ ^c	۶۴/۲۷ ^c	W	۱ درصد
۵۹/۱۵ ^b	۶۲/۳۵ ^d	WB20	
۵۹/۰۲ ^b	۶۳/۰۹ ^c	WB35	
۵۵/۴۳ ^c	۶۵ ^b	WB50	
۶۳/۲۱ ^a	۶۱/۲۲ ^d	W	۱/۵ درصد
۵۳/۴۷ ^c	۶۲/۲۸ ^d	WB20	
۶۱/۱۶ ^a	۶۱/۴۰ ^d	WB35	
۶۳/۲۵ ^a	۶۵/۲۵ ^e	WB50	
۶۴/۲۸ ^a	۶۲/۳۸ ^d	W	۲ درصد
۵۶/۲۵ ^c	۶۳/۱۰ ^c	WB20	
۶۰/۲۲ ^a	۶۲/۰۶ ^d	WB35	
۶۲/۴۳ ^a	۶۵/۳۲ ^d	WB50	
۶۵/۲۵ ^a	۵۹/۲۲ ^d	W	۱+SPI درصد
۵۷/۳ ^{bc}	۶۱/۱۹ ^d	WB20	
۶۲/۰۱ ^a	۶۲/۰۴ ^d	WB35	
۶۵/۱۱ ^b	۶۴/۴۳ ^c	WB50	
۶۵/۱۲ ^a	۵۸/۲۲ ^d	W	۱/۵+SPI درصد
۵۹/۲۴ ^b	۶۳/۱۴ ^c	WB20	
۶۵/۱۲ ^a	۶۴/۳۰ ^c	WB35	
۶۰/۴۳ ^b	۶۷/۲۷ ^a	WB50	

حروف غیرمشترک در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری در سطح ۵ درصد است.

L*= brightness

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین بیاتی نان‌ها.

روز چهارم	روز سوم	روز دوم	روز اول	دوره نگهداری (ساعت)	
				MTG	
۶۰۲/۵ ^g	۵۵۲/۵ ^h	۴۶۷/۵ ^l	۴۰۲/۵ ^k	W	(شاهد)
۷۰۱ ^e	۷۳۲/۵ ^d	۵۴۱ ^j	۴۳۱ ^k	WB20	
۷۷۱ ^d	۷۱۱ ^d	۵۴۱ ^j	۵۰۲/۵ ⁱ	WB35	
۸۹۲/۵ ^a	۸۰۶ ^b	۷۴۲/۵ ^c	۷۰۶ ^d	WB50	
۸۰۱/۵ ^c	۷۶۱ ^c	۷۴۰/۵ ^c	۷۰۱ ^d	W	۰/۵ درصد
۷۷۱ ^d	۷۴۱ ^d	۵۶۱/۵ ⁱ	۵۳۲ ⁱ	WB20	
۷۷۱/۵ ^d	۶۰۱ ^g	۵۰۱ ^k	۴۸۱ ^j	WB35	
۷۳۱ ^e	۷۲۴ ^d	۶۴۱ ^f	۶۶۱ ^e	WB50	
۸۰۱ ^c	۷۸۱ ^c	۷۸۱ ^b	۷۲۱ ^c	W	۱ درصد
۷۶۰/۵ ^d	۸۳۱ ^b	۶۰۱/۵ ^g	۵۴۱ ⁱ	WB20	
۷۰۱ ^e	۷۰۱ ^d	۵۰۱ ^k	۴۴۱ ^k	WB35	
۷۳۶ ^e	۷۲۱ ^d	۶۶۱ ^e	۶۶۱ ^e	WB50	
۸۱۲/۵ ^c	۸۴۱/۵ ^c	۷۶۱ ^b	۶۷۸ ^e	W	۱/۵ درصد
۷۳۱ ^e	۸۹۱/۵ ^a	۵۳۲/۵ ^j	۵۱۳/۵ ⁱ	WB20	
۷۰۳ ^e	۸۲۱ ^d	۵۱۱ ^k	۴۲۱ ^k	WB35	
۶۶۱/۵ ^f	۶۴۱ ^f	۵۸۱ ^h	۵۶۱ ^h	WB50	
۸۵۲/۵ ^b	۷۸۱ ^b	۸۱۱ ^a	۷۵۱ ^b	W	۲ درصد
۸۲۰/۵ ^c	۸۸۰/۵ ^a	۶۰۱/۵ ^g	۶۰۱ ^g	WB20	
۸۵۲/۵ ^b	۷۰۱ ^b	۶۱۱ ^g	۵۰۳/۵ ⁱ	WB35	
۸۵۱ ^b	۸۷۱/۵ ^a	۷۷۱ ^b	۷۷۱ ^a	WB50	
۸۰۱/۵ ^c	۷۸۱ ^c	۷۸۱ ^b	۶۰۱ ^g	W	۱+SPI درصد
۷۷۱/۵ ^d	۸۰۲/۵ ^b	۶۰۲/۵ ^g	۵۲۱/۵ ⁱ	WB20	
۷۲۱ ^e	۶۵۱ ^f	۵۱۱ ^k	۴۱۱/۵ ^k	WB35	
۷۰۱ ^e	۶۸۱/۵ ^e	۵۶۱/۵ ⁱ	۵۴۱ ⁱ	WB50	
۷۸۱ ^d	۷۶۱ ^c	۷۰۱/۵ ^d	۶۲۰ ^f	W	۱/۵+SPI درصد
۷۱۶ ^e	۸۱۰/۵ ^b	۶۰۱ ^g	۵۳۱ ⁱ	WB20	
۷۱۱/۵ ^e	۶۱۳/۵ ^g	۵۰۶ ^k	۴۰۱/۵ ^k	WB35	
۶۵۲ ^f	۶۳۱ ^f	۵۰۱ ^k	۵۶۱ ^h	WB50	

حروف غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح ۵ درصد است.

نتیجه گیری

استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و اثرات آن در تولید نان حاوی نسبت‌های مختلف آرد پژوهش جو بدون پوشینه در دنیا مورد پژوهش قرار نگرفته است. بنابراین انتظار می‌رود با استفاده از نتایج این، بتوان فراورده‌هایی با ویژگی‌های ارگانولپتیک و تغذیه‌ای مناسب تولید نمود. در آردهای ضعیف (اختلاط حاوی ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه)، افزودن آنزیم تا سطح ۱/۵ درصد، باعث افزایش حجم نان می‌شود ولی افزودن MTG به نان گندم و نان حاوی ۲۰ درصد آرد جو، باعث کاهش حجم آن‌ها می‌شود. در تمام نمونه‌های نان با افزودن ۲ درصد MTG حجم نان کاهش می‌یابد و بافت نان سفت‌تر می‌شود. به علاوه، نان‌های حاوی آنزیم، دارای رنگ پوسته روشن‌تری نسبت به نمونه‌های فاقد آنزیم می‌باشند. به‌طور کلی، به کمک MTG می‌توان کیفیت نان حاوی ۳۵ و ۵۰ درصد آرد جو بدون پوشینه را بهبود بخشید و مقادیر بیش‌تری از آرد جو بدون پوشینه را در فرمولاسیون نان حجیم استفاده نمود و از ویژگی‌های منحصر به فرد تغذیه‌ای آن به‌عنوان غذا فراسودمند^۱ بهره‌مند شد.

منابع

- ۱- فروزان تبار م. ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی خمیر و نان حاصل از مخلوط آرد گندم و ترتیکاله. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۲- ابوتراب، ن. ۱۳۸۶. بررسی خواص و ترکیب آرد بلوط و امکان بهبود کیفیت نان حاصل از آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۳- تقیان‌دینانی، س. ۱۳۸۸. بهبود کیفیت و به تعویق انداختن بیاتی نان سنگک با استفاده از بعضی بهبوددهنده‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۵ ص.
4. Bhatti R.S. 1999. The Potential of Hull-less Barley. *Cereal Chemistry*, 76 (5), 589-599.
5. Grando, S. 2002. Barley, Importance, Uses and Local Knowledge. ICARDA, Aleppo, Syria. ISBN: 92, 9127-173-0.
6. Kuraishi, C., Yamazaki, K., and Susa, Y. 2001. Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Reviews International*, 17 (2), 221-246.
7. Motoki M, and Seguro K. 1998. Transglutaminase and its use for food processing. *Trends in Food Science and Technology*, 9, 204-210.

8. AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN.
9. Aalami, M., and Leelavathi, K. 2008. Effect of microbial transglutaminase on spaghetti quality. *Journal of Food Science*, 73, 306-312.
10. Koxsel, H., Sivri, D., Ng, P.K.W., and Steffe, J.F. 2001. Effects of Transglutaminase Enzyme on fundamental Rheological Properties of Sound and Bug-Damaged Wheat Flour Doughs. *Cereal Chemistry*, 78 (1), 26-30.
11. Larre, C., Denery-Papini, S., Popineau, Y., Deshayes, G., Desserre, C., and Lefebvre, J. 2000. Biochemical analysis and rheological properties of gluten modified by transglutaminase. *Cereal Chemistry*, 77 (1), 32-38.
12. Gerrard, J.A., Fayle, S.E., Brown, P.A., Sutton, K.H., Simmons, L., and Rasiah, I. 1998. Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. *Journal of Food Science*, 63 (3), 472-475.
13. Collar, C., Bolland, C., and Angioloni, A. 2005. Significance of microbial transglutaminase on the sensory, mechanical and crumb grain pattern of enzyme supplemented fresh pan breads. *Journal of Food Engineering*, 70, 479-488.
14. Katina, K., Salonenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forsell, P., and Autio, K. 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fiber wheat bread. *Lebensm-Wiss. U- Technology, (LWT)*, 39, 479-491.
15. Marco, C., and Rosell, C.M. 2008. Effect of different protein isolates and transglutaminase on rice flour properties. *Journal of Food Engineering*, 84, 132-139.
16. Matheis, G., and Whitaker, J.R.A. 1987. Review: Enzymatic cross-linking of proteins applicable to foods. *Journal of Food Biochemistry*, 11, 309-327.

Effects of microbial transglutaminase on the quality of wheat bread supplemented with hull-less barley flour

*K. Pourmohammadi¹, M. Aalami², M. Shahedi³
and A.R. Sadeghi Mahoonak²

¹M.Sc. Student, Dept. of Food and Science Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Assistant Prof., Dept. of Food and Science Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³Professor, Dept. of Food and Science Technology, Isfahan Industrial University

Received: 2011-01; Accepted: 2011-06

Abstract

The impact of microbial transglutaminase (MTG) on the quality of wheat bread supplemented with 20, 35 and 50% of hull-less barley flour was investigated. The MTG was added at five different levels (0, 0.5%, 1%, 1.5% and 2%; W/W). To increase the concentration of lysyl residues and possibly enhance the extent of cross-linking of protein matrix by MTG, a commercial soy protein isolate (SPI) was added at a level of 3% (w/w) in combination with MTG. Bread samples were evaluated in terms of loaf volume, specific volume, color characteristics, and rate of staling during 72 h. High cross-linking effect of MTG on wheat proteins significantly decreased the loaf volume of wheat breads. Though substitution of wheat flour by hull-less barley flour decreased the loaf volume, but increasing levels of MTG at higher substitution levels (35 and 50%) could increase the loaf volume due to dilution effect of barley flour on wheat gluten proteins. Moreover the addition of SPI along with MTG had improving effects on the bread loaf volume and in all the samples MTG, decreased the degree of color. The values obtained for staling of MTG treated barley breads after 72h were lower than those of their respective contents. The results showed the ability of MTG in the formation of cross-links between barley, wheat, and soy proteins. Therefore, MTG can be used to improve the quality of hull-less barley breads.

Keywords: Microbial transglutaminase (MTG); Bread quality; Hull-less barley; staling

* Corresponding Author; Email: kianapourmohammadi@yahoo.com

