بررسی اثرات استفاده از آنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز بر ویژگیهای کیفی آرد نان تست به روش سطح پاسخ

مانیا صالحی فر[۱]، مهسا شفیع سلطانی[۲*]، مریم هاشمی[۳]

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، واحد شهرقدس ،دانشگاه آزاد اسلامی
۳- عضو هیئت علمی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، بخش بیوتکنولوژی میکروبی و ایمنی زیستی.

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۰)

چکیده

نان، عمده ترین گروه غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی در رژیم غذایی جامعه ایرانی، خصوصا"در مورد اقشار کم درآمد است. این مساله، لزوم توجه به کیفیت نان و جلوگیری از ضایع شدن آن را ضروری می‌سازد. یکی از عمده ترین عوامل تاثیرگذار بر کیفیت نان، کیفیت گلوتن آرد آن می‌باشد و متاسفانه اغلب گندم‌های تولید شده در ایران از کیفیت گلوتن مناسبی برخوردار نمی باشند و همین مساله می‌تواند سبب کاهش کیفیت نان شود. در این تحقیق جهت اصلاح ویژگی رئولوژیکی خمیر و بهبود کیفیت نان از ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز استفاده گردید و اثر ترکیب این دو آنزیم، به عنوان متغیرهای مستقل با استفاده از طرح مرکب مرکزی برخصوصیات رئولوژیکی خمیر با دستگاه آلوئوگراف بررسی شد سپس حجم مخصوص و سایر ویژگیهای حسی نان تست تهیه شده از آردهای تیمار شده با ترکیبات مختلف آنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز حاصل از طرح آزمایشی مرکب مرکزی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بعد از تجزیه و تحلیل آماری به روش سطح پاسخ نشان داد افزودن آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز به خمیر سبب افزایش فشار، کشش خمیر، اندیس تورم و انرژی در آلوئو گراف و افزایش حجم مخصوص، بهبود بافت و ویژگی پوسته و تناسب شکل نان و به طور کلی افزایش امتیاز کلی در ارزیابی حسی در مقایسه با خمیر و نان شاهد می شود.

کلید واژگان: آرد، گلوکز اکسیداز، زایلاناز، نان تست، سطح پاسخ

* مسئول مکاتبات: Soltani89@ymail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

۱-مقدمه

اغلب گندمهای تولید شده در ایران به دلیل نوع خاک و شرایط جغرافیایی کشور، دارای کیفیت پایین گلوتن می‌باشند به گونه ای که شبکه گلوتنی در خمیر حاصل از آنها توانایی نگهداری گازهای تولیدی در اثر فعالیت مخمرها را ندارد و در زمان تخمیرسبب از هم گسسته شدن خمیر می‌شود و گازهای تولیدی در اثر فعالیت مخمرها به جای آنکه صرف افزایش راندمان و تردی و افزایش حجم خمیر شوند به هدر خواهد رفت [۲،۱]. در چنین مواردی به منظور اصلاح ویژگی رئولوژیکی خمیر نان می توان از ترکیب مناسبی از آنزیمهای خانواده گلوکز اکسیدازها و زایلانازها استفاده نمود گلوکز اکسیدازها سبب اکسیداسیون گلوکز و آب و تبدیل آنها به اسید گلوکونیک و پراکسید هیدروژن با استفاده از اکسیژن اتمسفری می‌شوند[۳-۱]. یه طور معمول ۵۰ میلی گرم گلوکز در ۱۰۰ گرم ماده خشک گندم موجود می باشد که میزان آن بسته به درصد پوست گیری دانه گندم تغییر خواهد کرد و با افزایش درصد سبوس گیری میزان آن کاهش خواهد یافت بنا براین هر قدر از مغز دانه گندم به سمت لایه های بیرونی گندم نزدیک تر شویم میزان گلوکز افزایش خواهد یافت. در زمان تشکیل خمیر میزان گلوکز تحت تاثیر فعالیت آنزیمهای آمیلازی تغییر خواهد کرد و هرقدر میزان فعالیت این آنزیمها بیشتر باشد میزان قند گلوکز نیز افزایش خواهد یافت [۱۰ و۳].

اکسیژن فعال در پراکسید هیدروژن حاصل از اکسیداسیون گلوکز و آب ، سبب تبدیل باندهای سولفیدریل به دی سولفید و تقویت شبکه گلوتنی شده، استحکام خمیر را افزایش می دهد و سبب کاهش چسبندگی خمیر و افزایش جذب آب خواهد شد[۳-۱]. اما علاوه بر استحکام و قوی شدن شبکه گلوتنی برای نگهداری بهتر و بیشتر گازها لازم است شبکه گلوتنی از نرمی و کشش مناسبی نیز برخوردار باشد تا توازن مناسب بین الاستیسیته و کشش در خمیر برقرار شود برای نیل به این هدف لازم است در کنار گلوکز اکسیداز از آنزیمهای خانواده زایلاناز نیز استفاده نمود زایلانازها سبب هیدرولیز قند زایلان می شوند. قند زایلان، دومین و مهمترین پلی ساکارید دیواره سلولی گیاهان است و از ترکیب واحدهای بتا ۱ به ٤ زایلوپیرانوزیل ساخته می شود. آرابینوزایلانها ۲-۳ درصد از وزن خشک آرد گندم را شامل می شوند و هرچه به سمت لایه های بیرونی گندم نزدیک تر شویم و یا به عبارتی هرچه درصد سبوس گیری کاهش یابد میزان این قندها افزایش می یابد. زایلانها می‌توانند با شبکه گلوتنی اتصال برقرار کنند و در نتیجه خواص ویسکوالاستیک گلوتن را مختل کنند. همچنین آنها بر سر جذب آب با گلوتن رقابت کرده و مانع جذب آب توسط شبکه گلوتنی و در نتیجه مانع از تورم کافی شبکه گلوتنی می-شوند. از این رو هیدرولیز زایلانها ، رفتار گلوتن و ویژگیهای ویسکو الاستیک و کشش آن را بهبود داده و سبب نرمی خمیر و افزایش جذب آب شبکه گلوتنی می‌گردند که این مساله خود می‌تواند سبب افزایش راندمان خمیر و افزایش حجم نان حاصل شود . زایلانازها از نظر ژنتیکی زنجیرهای تکی گلیکوپروتئین هستند وزن آنها از ٦ تا ٨ کیلودالتون است. در pH٤/٥ الی ٦/٥، دمای ٦٠-٤٠ درجه سانتی‌گراد فعال هستند ولی این مقدار در بین زایلانازهای استخراج شده از منابع گوناگون متفاوت است .مهمترین آنزیم برای تجزیه زایلانها اِندو ۱و٤ بتا زایلانازاست که می تواند به طور تصادفی به ساختار آرابینوزایلان حمله کند و سبب کاهش پلیمرشدن شود و تاثیر قوی روی ساختارآرابینوزایلان و عملکرد آن داشته باشد. زایلاناز با کمک به شکستن پلی ساکاریدهای خمیر می-تواند برای بهبود ویژگی رئولوژی خمیر، حجم مخصوص نان و نرمی مغز نان استفاده شوند. البته لازم است توجه شود که چون زایلانها در آردهای مختلف متفاوت هستند تاثیر زایلاناز نیز در آردهای مختلف متفاوت است [۲،٤،۱].

بنابراین هریک از آنزیمهای مذکور خواصی منحصر به خود را در خمیر ایجاد می‌کنند. به منظور برطرف نمودن عیوب آرد تولیدی در کشور و جبران نواقص ناشی از کاربرد هر یک از آنزیمها به تنهایی به کمک ترکیب آنزیم های مذکور می توان به مخلوطی دست یافت که بتواند در جهت رفع نواقص و کمبود آردهای داخلی و متعاقب آن تولید خمیری مناسب برای نانها نتیجه بخش واقع شود.از جمله ضرورتها و مزیتهای دیگر استفاده از آنزیمها، می توان به ماهیت پروتئینی آنها اشاره نمود. این مساله سبب می‌شود آنزیمها در طی پخت دناتوره شده و باقی مانده ای در محصول نهایی از خود باقی نگذارند. از طرفی به دلیل عملکرد اختصاصی آنزیمها از تولید محصولات ناخواسته در طی واکنش جلوگیری می‌شود. نکته قابل تامل دیگر احتمال ایجاد اختلالات گوارشی، پوکی استخوان و....در نتیجه استفاده از افزودنیهای شیمیایی به عنوان بهبود دهنده آرد می باشد در حالی که آنزیمها با توجه به مقادیر کم مورد استفاده، عارضه ای در بدن ایجاد نخواهند کرد [۵].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

در این پژوهش جهت بررسی تاثیر همزمان ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز بر ویژگی کیفی خمیر و نان از روش آماری سطح پاسخ استفاده شد. روش سطح- پاسخ مجموعه ای از تکنیک های ریاضی و آماری است که جهت توسعه و بهینه کردن فرایندهایی به کار می رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تأثیر قرار می‌گیرد و هدف، توصیف رابطه بین پاسخ و متغیّرهای مستقل توسط مدل‌های ریاضی و بهینه سازی این پاسخ می‌باشد. این تکنیک، اثر متغیّرهای مستقل بر فرایندها را به تنهایی یا در تلفیق با سایر متغیّرها مشخص می‌نماید. روش سطح- پاسخ در مقایسه با روش‌های کلاسیک آماری یا روش‌های بهینه سازی که یک متغیری می‌باشند، مزایای متعددی دارد. نخست، روش سطح- پاسخ مقدار زیادی اطلاعات را از تعداد کمی آزمایش ارائه می‌دهد. در حقیقت، روش‌های کلاسیک زمان بر بوده و تعداد زیادی آزمایش برای بیان رفتار سیستم مورد نیاز می‌باشند. در ثانی، در روش سطح- پاسخ می‌توان اثر بر هم کنش بین پارامترهای مستقل بر پاسخ را بررسی کرد. بویژه در مواقعی که در سیستم سینرژیسم موجود باشد، روش سطح- پاسخ را می‌توان به خوبی مورد استفاده قرار داد. به علاوه، مدل تجربی که پاسخ را به متغیرهای مستقل مرتبط می سازد، برای کسب اطلاعات در مورد فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرد [٦].

به طور کلی هدف از این تحقیق بررسی تاثیر ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز با استفاده از طرح مرکب مرکزی بر ویژگیهای کیفی خمیر و نان تست و نیز به دست آوردن بهترین میزان از هر یک از آنزیمهای مذکور با استفاده از بهینه سازی فرایند به روش سطح- پاسخ می‌باشد.

۲- مواد و روشها

آرد مخصوص نان حجیم از شرکت تولیدی آرد تک کرج با ۷٤ درصد استخراج، تهیه و ویژگیهای شیمیایی آن شامل رطوبت مطابق روش استاندارد ملی شماره ۲۷۰۵، پروتئین مطابق روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۸٦۳، عدد گلوتن با استفاده از دستگاه گلوتن شوی شرکت پرتن[1] سوئد مطابق روش AACC[2] شماره ۰۲-۱۲-۳۸، کیفیت گلوتن با استفاده از دستگاه سانتریفوژ شرکت پرتن سوئد مطابق روش AACC شماره ۰۲-۱۲-۳۸، خاکستر مطابق روش استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳، اسیدیته مطابق روش استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ و عدد فالینگ با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر ساخت شرکت اینفراکونت[3] مجارستان و مطابق روش AACC شماره ۰۳-۸۱-٥٦، تعیین شد [۷و۸].

آنزیم زایلاناز با فعالیت آنزیمی U/g ۲۰۰۰۰ و آنزیم گلوکز اکسیداز با فعالیت آنزیمی U/g۱۰۰۰۰ از شرکت میلبو[4] ایتالیا تهیه شد. منشاء آنزیم زایلاناز و گلوکزاکسیداز قارچ آسپرژیلوس[5] بوده است. در این تحقیق حداقل، حداکثر و میانگین محدوده پیشنهاد شده توسط شرکت سازنده آنزیمها مورد استفاده قرار گرفت. محدوده در نظر گرفته شده برای سطوح آنزیم گلوکز اکسیداز حداقل ۱۰ و حداکثر ۵۰، برای آنزیم زایلاناز حداقل ۱۰ و حداکثر ۳۰ بوده است. به منظور تعیین غلظت های بهینه آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز، از روش سطح پاسخ وطرح مرکب مرکزی استفاده شد. دامنه متغیرهای مستقل و سطوح مورد بررسی آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. پس از افزودن ترکیبات مختلف آنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز به آردها (بر اساس مقادیر تعیین شده توسط نرم افزار)، ویژگیهای رئولوژیکی خمیر آنها با استفاده از دستگاه آلوئوگراف ساخت شرکت برابندر[6] آلمان مطابق روش AACC شماره ۰۲-۳۰-٥٤ انجام شد.ویژگیهای کیفی نانهای تست حاصل با استفاده از روش اندازه گیری حجم مخصوص به طریق جایگزینی حجم با دانه مطابق روش AACC شماره ۰۱-٥۰-٥٥ انجام شد [۸]، ارزیابی حسی نانها توسط ٦ نفر ارزیاب آموزش دیده یک ساعت پس از پخت انجام گرفت و ویژگیهای خارجی نان از قبیل حجم، رنگ پوسته، یکنواختی شکل، یکنواختی پخت، ویژگی پوسته نان و مشخصات داخلی نان از قبیل حفره و دانه ای بودن مغز نان، رنگ مغز نان، بو و طعم و بافت نان مورد ارزیابی قرار گرفتند ارزیابی حسی ویژگیهای عمومی نان مطابق روش ماتز انجام شد [۹].

ویژگیهای کیفی خمیر و نان فاقد آنزیم (نمونه شاهد) در کنار تیمارهای مذکور (آردهای دارای مقادیر متفاوت آنزیمها مطابق طرح مرکب مرکزی) اندازه گیری شد و نتایج آنها با نتایج خمیر و نانهای حاوی مقادیر متفاوت آنزیمها مقایسه شد.

1. Perten
2. American Association Of Cereal Chemistry
3. Infracont
4 . Millbo
5. Aspergillus
6. Brabender

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

نانهای تست با استفاده از دستگاه پخت نان به روش تمام اتوماتیک ساخت شرکت سینبو[7] ترکیه مدل ٤٧٠٥ و مطابق فرمول ذیل تهیه شدند [١٠]. قبل از تهیه نانها مقادیر متفاوت آنزیمها (مطابق طرح مرکب مرکزی) به آردها افزوده شدند.
آرد ١٠٠ گرم- آب ٥٥میلی لیتر- نمک ٢گرم- مخمر ٢گرم- روغن ٦ گرم- شکر ٢ گرم.

جدول ١ مقادیر متفاوت آنزیمها ی گلوکزاکسیداز و زایلاناز مطابق طرح مرکب مرکزی

ردیف	گلوکزاکسیداز (ppm)	زایلاناز (ppm)
١	٦	٢٠
٢	١٠	١٠
٣	١٠	٣٠
٤	٣٠	٢٠
٥	٣٠	٢٠
٦	٣٠	٢٠
٧	٣٠	٨
٨	٣٠	٢٠
٩	٣٠	٢٠
١٠	٣٠	٣٢
١١	٥٠	٣٠
١٢	٥٠	١٠
١٣	٥٣	٢٠

٢-٢- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشها به استثناء ارزیابی حسی در سه تکرار انجام گرفت و نتایج ارائه شده میانگین سه تکرار می باشند. طراحی آزمایشها و ارزیابی داده ها به روش آماری سطح پاسخ و با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت ٨ و طرح مرکب مرکزی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده ها نیز به روش آنالیز واریانس صورت گرفت و از سطح اطمینان ٩٥ درصد استفاده شد.

٣- نتایج و بحث

٣-١- ویژگیهای شیمیایی آردها

ویژگیهای شیمیایی آرد مورد استفاده در جدول ٢ نشان داده شده است.

٣-٢- نتایج حاصل از آزمونهای انجام شده

برروی خمیر

نتایج حاصل از دستگاه آلوئو گراف در جدول ٣ و معادله سطح پاسخ هر پارامتر در جدول ٤ نشان داده شده است.

٣-٢-١- فشار وارد بر خمیر

نتایج به دست آمده نشان داد میزان فشار وارد بر خمیر از آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز تاثیر می‌پذیرد. این روند در شکل رویه پاسخ (شکل١)، به خوبی مشهود است. همان طور که در شکل١، مشخص است بین اثر آنزیم گلوکز اکسیداز و میزان فشار وارد برخمیر یک رابطه مثبت (مستقیم) وجود دارد دلیل افزایش فشار وارد بر خمیر تحت تاثیر افزایش میزان آنزیم گلوکزاکسیداز را می‌توان به تشکیل شدن پیوندهای دی سولفیدی بین و درون پلی پپتیدهای خمیر نسبت داد، تشکیل این پیوندهای کووالانسی سبب افزایش مقاومت خمیر می‌گردد و در نتیجه سبب می شود فشار وارد بر خمیر افزایش یابد [١١].همچنین می‌توان به انعقاد اکسیدی آرابینوزایلانهای محلول در آب تحت تاثیر این آنزیم اشاره نمود که سبب قوی شدن خمیر و در نتیجه افزایش فشار وارد بر آن می گردد. انعقاد اکسیدی، از طریق اکسید شدن فرولیک اسید آرابینوزایلانها و ایجاد اتصالات عرضی بین آنها ایجاد می‌گردد [١٢]. نتایج این تحقیق در مورد تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی فشار وارد بر خمیر با تحقیقات انجام شده توسط روسل [8] در سال ٢٠٠٣ و بونت[9] در سال ٢٠٠٦، مطابقت دارد [١١و٣].
مطابق نمودار١، بین اثر آنزیم زایلاناز و فشار وارد بر خمیر یک رابطه منفی یا معکوس وجود دارد. دلیل این مساله نرم شدن خمیر تحت تاثیر آنزیم زایلاناز می‌باشد که سبب کاهش فشار وارد بر خمیر می‌گردد [١٣]. نرم شدن خمیر تحت تاثیر آنزیم زایلاناز ناشی از هیدرولیز پنتوزانهای محلول در آب و شکسته شدن اسکلت آرابینوزایلان و کاهش طول زنجیر پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای و آزاد شدن آب تحت تاثیر فعالیت این آنزیم می باشد [١٣]. نتایج این پژوهش در مورد نرم شدن خمیر و کاهش فشار، تحت تاثیر آنزیم زایلاناز با تحقیقات انجام شده توسط کورتین و دلکور [10] در سال ٢٠٠٢ مطابقت دارد [١٣].

7. Sinbo

8. Rosell
9. Bonet
10. Cortin and Delcour

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

جدول۲ ویژگیهای شیمیایی آرد شاهد

پروتئین (درصد)	گلوتن مرطوب (درصد)	ایندکس گلوتن (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکسترکل (درصد)	pH	عدد فالینگ(ثانیه)
۱۰	۲۷	۷۰	۱۳/۲	۰/۵۸۰	٦	۳۵۰

جدول ۳ نتایج حاصل از دستگاه آلوئوگراف در ارتباط با مقادیر متفاوت آنزیمهای گلوکز اکسیداز (Go) و زایلاناز (X)
(مورد شماره ١٤ مربوط به نمونه آرد شاهد می باشد)

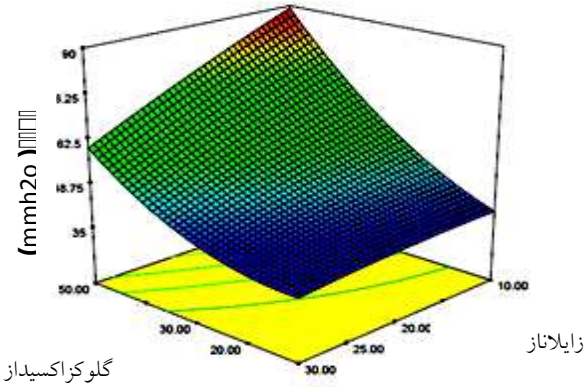
تورم خمیر	نسبت فشار بر کشش	انرژی وارد بر خمیر(kj)	کشش (mm)	فشار (mm)	X (ppm)	G (ppm)	شماره
۱۹/۱	۰/۵۲	۷۱	۷٤	۳۸/۵	۲۰	٦	۱
۱۹	۰/٦۹	٦۷/۵	٦۱	٤۲	۱۰	۱۰	۲
۱۹	۰/٤۸	٦۰	٦۷	۳۲	۳۰	۱۰	۳
۱۵/٦	۱/۱٦	۸۸	٤۹	۵۷	۲۰	۳۰	٤
۱٦/٦	۰/۸۵	۷٤	۵۵	٤۷	۲۰	۳۰	۵
۱۵/۲	۰/۹٤	۸۲	۵۰	٤۷	۲۰	۳۰	٦
۱۳/٦۵	۱/٤۲	٦۷	۳۷	۵۳	۸	۳۰	۷
۱۵/۷	۰/۹۸	۸٤	۵۳	۵۲	۲۰	۳۰	۸
۱٦	۰/۹۲	۷۵	۵٤	۵۰	۲۰	۳۰	۹
۱٤/۸	۱/۰٦	٦۸	٤٤/۵	٤٦	۳۲	۳۰	۱۰
۱۳/۹	۱/٤۸	۷۷/۵	۳۹	۵۸	۳۰	۵۰	۱۱
۱۳/۹۵	۲/٤۲	۱۲۰	۳۹/۵	۹٤	۱۰	۵۰	۱۲
۱۲/۳	۲/٦	۹۲	۳۰/۵	۷۹	۲۰	۵۳	۱۳
۱۷/۹	۰/٦٦	٦۰	٦۵	٤۰/۵	۰	۰	١٤

جدول ٤ معادله های سطح پاسخ برای پارامترهای دستگاه آلوئوگراف در نتیجه افزودن مقادیر متفاوت آنزیمها (X و GO نشان دهنده آنزیمهای زایلاناز و گلوکزاکسیداز میباشند).

پارامترهای آلوئوگراف	مدل کد شده
= فشار وارد بر خمیر	۵۰/۵۸+۱۸/۵GO+٦/۲۸GO^{۲}-۸/۱۳X-۰/ ۷۹ X^{۲}- ٦/۵ GOX
= کشش خمیر	۵۱/۳۳-۱٤/۸۲ GO+۳/۰۷ GO^{۲}+۲/۰۲ X-۵/۲ X^{۲}-۱/٦۳ GOX
= درصد تورم خمیر	۱۵/۵۹-۲/٦۷ GO+۰/٦٦ GO^{۲}+۰/۱۹ X-۰/۳۸ X^{۲}-۰/۰۱۲ GOX
= میزان انرژی لازم برای تغییرشکل خمیر	۷۹/٦٤+۱۳/۹۳ GO+٤/۵٦ GO^{۲}-۷/٤۵ X-٦/۱۲ X^{۲}-۸/۷۵ GOX
= نسبت فشار بر کشش	۱/۰۱+۰/۷٦ GO-۰/۲۳ GO^{۲}-۰/۱۸ X+۰/۳ X^{۲}+۰/۰۵۷ GOX

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

نکته قابل توجه دیگر این است که بیشترین فشار وارد بر خمیر در بالاترین سطح آنزیم گلوکزاکسیداز و پایین ترین سطح زایلاناز حاصل شده است (شکل ۱) بنابراین بهترین ترکیب آنزیمی برای این پاسخ ۵۰ ppm آنزیم گلوکزاکسیداز و ۱۰ ppm آنزیم زایلاناز می باشد. همچنین مقایسه نمونه شاهد با تیمارهای دارای ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز (جدول۳) نشان می‌دهد افزودن ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز به خمیرسبب افزایش فشار وارد بر خمیر شده است که حاکی از قوی تر شدن خمیر تحت تاثیر ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز است و با توجه به نوع محصول تولیدی که نان تست می باشد قوی شدن خمیر ویژگی مطلوبی است البته به شرط آنکه قوی شدن خمیر در حدی باشد که مانع از بالا آمدن خمیر در اثر قوی شدن بیش از حد نشود برای این منظور لازم است علاوه بر قوی شدن، خمیر از خاصیت کشسانی مناسبی نیز برخوردار باشد لذا برای تعیین بهترین میزان ترکیب آنزیمها لازم است با استفاده از نرم افزار سطح پاسخ ، همان طور که در بخش ٤-١ توضیح داده شده است اهداف بهینه سازی برای تمامی پاسخها مشخص شود تا بتوان به بهترین نتیجه کیفی خمیر و نان دست یافت.



شکل ۱ تاثیرآنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلانازبا میزان فشاروارد بر خمیر

۳-۲-۲- کشش خمیر

میزان کشش خمیر به صورت خطی از هر دو آنزیم گلوکز اکسیداز و زایلاناز تأثیر می‌پذیرد. همان طور که در شکل۲ مشخص است بین افزودن آنزیم گلوکز اکسیداز و میزان کشش خمیر یک رابطه منفی (معکوس) وجود دارد ولی بین آنزیم زایلاناز با کشش خمیر یک رابطه مثبت یا مستقیم وجود دارد. اگرچه افزودن آنزیم زایلاناز در سطوح بالای آنزیم گلوکزاکسیداز تاثیر قابل توجهی بر کشش خمیرنداشته است.

دلیل کاهش کشش خمیر تحت تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز را می توان به تشکیل پیوندهای دی سولفیدی بین دو سیستئین و پیوند عرضی دی تیروزین نسبت داد که منجر به ایجاد پیوند کوالانسی پروتئین ها ، قوی شدن خمیر و کاهش کشش خمیر می‌گردند [١٤]. نتایج این تحقیق در مورد تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی کشش خمیر با تحقیقات انجام شده توسط پریمومارتین در سال ۲۰۰۳، روسل در سال ۲۰۰۳ و بونت در سال ۲۰۰٦ مطابقت دارد [۱۵و۱۱ و۳].

همان طور که از نمودار۲، مشخص است بین اثر آنزیم زایلاناز و کشش خمیر یک رابطه مثبت یا مستقیم وجود دارد.

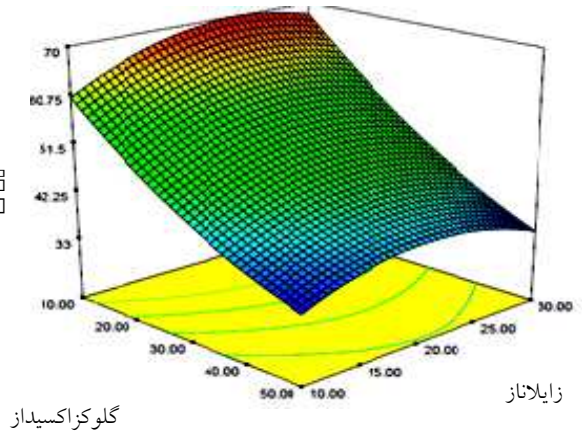
دلیل این مساله کاهش مقاومت خمیر تحت تاثیر آنزیم زایلاناز می باشد. به طور کلی آنزیمهای خانواده زایلاناز سبب ساختار بهتر گلوتن و افزایش الاستیسیته و کشش خمیر می‌شوند. وانگ در سال ٢٠٠٤، دلیل این امر را به این صورت بیان کردند که وجود آرابینوزایلانهای محلول و نا محلول در آب سبب ایجاد پیوند با شبکه گلوتن می‌شوند و به این ترتیب سبب کاهش انعطاف پذیری و افزایش مقاومت به کشش شبکه گلوتن می‌شوند ولی استفاده از زایلانازها سبب هیدرولیز این پلی ساکاریدها می‌شود و در نتیجه انعطاف پذیری گلوتن و خمیر را افزایش می‌دهند [١٦]. نتایج این تحقیق در مورد افزایش کشش خمیر تحت تاثیر آنزیم زایلاناز با نتایج به دست آمده از آیلین [11] در سال ۲۰۰۸، مطابقت دارد [۱۷].

مقایسه میزان کشش نمونه شاهد با کشش خمیر در تیمارهای حاوی ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز (جدول۳) نشان می دهد افزودن ترکیب دو آنزیم گلوکز اکسیداز و زایلاناز سبب کاهش میزان کشش خمیر می‌شود. تنها تیمار حاوی ٦ ppm آنزیم گلوکزاکسیداز و ۲۰ ppm آنزیم زایلاناز از کشش بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار است که دلیل آن کم بودن میزان آنزیم گلوکزاکسیداز در مقابل آنزیم زایلاناز می باشد و می‌توان گفت در صورت استفاده از آنزیم گلوکزاکسیداز به تنهایی در اثر اکسیداسیون بین زایلانها و گلوتن پیوندهایی تشکیل می گردد که این پیوندها سبب کاهش انعطاف پذیری شبکه گلوتنی خواهد شد ولی در

11. Ilin

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

صورت استفاده از آنزیم زایلاناز در کنار آنزیم گلوکز اکسیداز پیوندهای تشکیل شده در اثر عمل اکسیداسیون شکسته خواهد شد و انعطاف پذیری خمیر افزایش می یابد [۱۶]. برای به دست آوردن خمیری مناسب برای نان تست لازم است خمیر از کشش خوبی برخوردار باشد برای رسیدن به این هدف همان طور که در شکل ۲ مشخص است بهترین ترکیب آنزیمی ۱۰ ppm آنزیم گلوکزاکسیداز و ۳۰ ppm آنزیم زایلاناز می باشد.



شکل ۲ تاثیر آنزیمهای گلوکزاکسیدازوزایلانازبا میزان کشش خمیر

۳-۲-۳- تورم

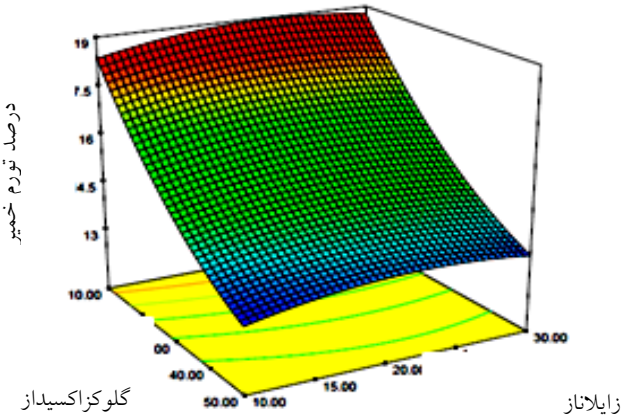
میزان تورم خمیر به صورت خطی از آنزیم گلوکز اکسیداز تأثیر می پذیرد ولی تغییر در میزان آنزیم زایلاناز تفاوت معنی داری بر روی این پارامتر ندارد ($p>0/05$) براساس نمودار۳، بین اثر آنزیم گلوکز اکسیداز و تورم خمیر یک رابطه عکس وجود دارد، به این

ترتیب که افزایش آنزیم گلوکزاکسیداز، سبب کاهش تورم خمیر می‌شود. با توجه به اینکه اندیس تورم یا بادکردگی خمیر ضریبی از میزان کشش خمیر می‌باشد ومحاسبه این اندیس توسط دستگاه آلوئوگراف مطابق رابطه ($G= ۲/۲۲۶ L$) محاسبه می‌گردد، مشخص میشود که ارتباط مستقیمی بین کشش خمیر(L) با میزان تورم خمیر(G) برقرار است و هرقدر کشش خمیر بیشتر باشد ضریب تورم خمیر نیز افزایش خواهد یافت [۱۸].

با توجه به آنکه با افزایش فعالیت آنزیم گلوکز اکسیداز، کشش خمیر کاهش می‌یابد بنابراین با افزایش غلظت این آنزیم، اندیس تورم نیز کاهش خواهد یافت. هر قدرفعالیت آنزیم گلوکز اکسیداز افزایش یابد در اثر اکسیدکنندگی زیاد، گلوتن الاستیسیته خود را از دست می دهد، بیش از حد سفت شده و اجازه بالا آمدن و تورم را به خمیر نمی دهد [۵].

نتایج این تحقیق در مورد تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز برروی اندیس تورم خمیر با تحقیقات انجام شده توسط پریمومارتین در سال ۲۰۰۳، روسل در سال ۲۰۰۳ و بونت در سال ۲۰۰۶ مطابقت دارد [۱۵و۱۱و۳].

مقایسه نمونه شاهد با سایر تیمارها (جدول ۳)، نشان داد افزودن ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز در تمامی تیمارهایی که در آنها میزان آنزیم گلوکزاکسیداز بیشتراز آنزیم زایلاناز استفاده شده میزان تورم خمیر نسبت به نمونه شاهد کمتر بوده است. بهترین ترکیب آنزیمی برای داشتن خمیری با درصد تورم بالا همان طور که در شکل ۳ مشخص است بهترین ترکیب آنزیمی ۱۰ ppm آنزیم گلوکزاکسیداز و ۳۰ ppmآنزیم زایلاناز می باشد.



شکل۳ تاثیر آنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز با درصد تورم خمیر

۳-۲-٤- انرژی لازم برای تغییر شکل دادن خمیر

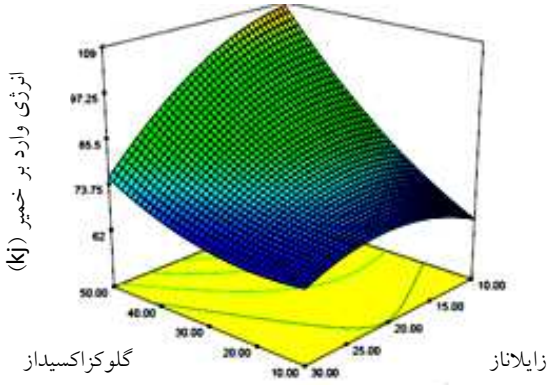
نتایج نشان داد میزان انرژی وارد بر خمیر به صورت خطی از تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز تأثیر می پذیرد. این روند در شکل رویه پاسخ (شکل٤)، مشهود است. به عبارتی دیگر بین اثر آنزیم گلوکز اکسیداز و میزان انرژی وارد بر خمیر یک رابطه مثبت (مستقیم) وجود دارد.دلیل افزایش میزان انرژی لازم برای تغییر شکل دادن خمیر تحت تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز را می توان به قوی تر شدن خمیر تحت تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز نسبت داد زیرا هرقدر که قدرت خمیر بالاتر باشد برای تغییر شکل دادن آن نیاز است از انرژی بیشتری استفاده شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[۱۶و ۳و۱۹و۱۳]. نتایج این تحقیق در مورد تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز برروی میزان انرژی وارد بر خمیر با تحقیقات انجام شده توسط روسل در سال ۲۰۰۳ و بونت در سال ۲۰۰۶ مطابقت دارد [۱۱و۳].

در مورد آنزیم زایلاناز همان طور که در شکل ٤ مشاهده می-شود ، رابطه معکوسی بین اثر این آنزیم و میزان انرژی لازم برای تغییر شکل دادن خمیر وجود دارد. دلیل این مساله نرم شدن خمیر تحت تاثیر آنزیم زایلاناز به دلیل دپلیمریزاسیون آرابینوزایلانها تحت تاثیر این آنزیم می باشد که افزایش آن می تواند منجر به کاهش میزان فشار لازم برای تغییر شکل دادن خمیر شود.

مقایسه نمونه شاهد با سایر تیمارها (جدول ۳) نشان می دهد که میزان انرژی لازم برای تغییر شکل دادن خمیر در نمونه شاهد نسبت به تیمارهایی که دارای ترکیب آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز هستند کمتر است که دلیل این مساله قوی تر شدن خمیرتحت تاثیر ترکیب دو آنزیم گلوکز اکسیداز و زایلاناز می باشد.دلیل قوی شدن خمیر تحت تاثیر ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز، تبدیل آرابینوزایلانهای نا محلول به محلول تحت تاثیر زایلاناز و اتصال آرابینوزایلانهای محلول توسط گلوکزاکسیدازها و در نهایت تشکیل ژل الاستیکی محکم تحت تاثیر ترکیب دو آنزیم است که سبب قوی شدن خمیر می گردد [۵]. همان طور که درشکل ٤ مشاهده می‌گردد میزان انرژی وارد بر خمیر در مقادیر بالای آنزیم گلوکزاکسیداز و مقادیر کم آنزیم زایلاناز افزایش می‌یابد. افزایش انرژی وارد بر خمیر حاکی از قوی تر شدن خمیر می باشد و قوی بودن خمیر برای نان تست خصوصیتی مطلوب است به شرط آنکه قوی شدن سبب کاهش کشش خمیر نشود که برای رسیدن به این هدف یعنی داشتن خمیری قوی با کشش مناسب می توان از روش بهینه سازی استفاده نمود تا بهترین ترکیب آنزیمها مشخص شود (بخش ٤-۱). بهترین ترکیب آنزیمها برای به دست آمدن بالاترین میزان انرژی وارد بر خمیر همان طور که از شکل ٤ مشخص است ۵۰ ppm آنزیم گلوکز اکسیداز و ۱۰ ppm آنزیم زایلاناز می باشد.



شکل ٤-تاثیر آنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز با میزان انرژی وارد بر خمیر

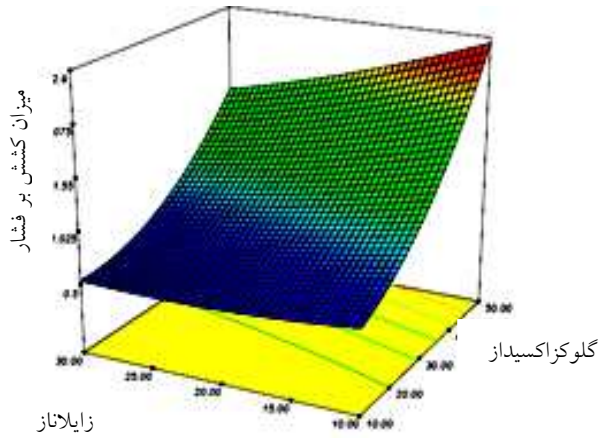
۳-۲-۵- نسبت فشار برکشش خمیر

با توجه به معنی دار بودن اثرات خطی آنزیم گلوکز اکسیداز ($p < ۰/۰۱$) و آنزیم زایلاناز ($p < ۰/۰۵$) بر روی نسبت فشار بر کشش، همان طور که درنمودار ۵، مشخص است تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی نسبت فشار بر کشش به طور مستقیم و تاثیر آنزیم زایلاناز به صورت معکوس می‌باشد.

افزایش آنزیم گلوکز اکسیداز سبب افزایش فشار لازم جهت باد کردن خمیر خواهد شدافزایش آنزیم زایلاناز سبب افزایش کشش خمیرخواهد شد. بنابراین هرچه میزان آنزیم گلوکز اکسیداز بیشترشود به دلیل افزایش فشار لازم برای بادکردن خمیر، نسبت فشار بر کشش بیشتر و هرچه میزان آنزیم زایلاناز افزایش یابد به دلیل افزایش میزان کشش نسبت فشار بر کشش کاهش خواهد یافت. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات انجام شده توسط آیلین در سال ۲۰۰۸ و تحقیقات انجام شده توسط روسل در سال ۲۰۰۳ و بونت در سال ۲۰۰۶ مطابقت دارد [۱۱و۱۷و۳]. مطابق نمودار۵، میزان این نسبت در مقادیر بالای آنزیم گلوکز اکسیداز و مقادیر پایین آنزیم زایلاناز افزایش می-یابد.

مقایسه نمونه شاهد با سایر تیمارها در جدول ۳، نشان می دهد در تیمارهایی که نسبت آنزیم گلوکزاکسیداز از آنزیم زایلاناز بیشتر است نسبت فشار بر کشش نیر نسبت به نمونه شاهد بالاتر است ولی در تیمارهایی که در آنها از میزان بیشتری آنزیم زایلاناز نسبت به گلوکز اکسیداز استفاده شده نسبت فشار بر کشش نیز کمتر می باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]



شکل۵ تاثیر آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز بر میزان کشش بر فشار

۳-۳- نتایج آزمونهای انجام شده بر روی نان تست

۳-۳-۱- آزمون حجم مخصوص نان

مقایسه نمونه نان تهیه شده از آرد شاهد و نمونه نانهای تهیه شده از آردهای دارای ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز در جدول ۵ نشان می‌دهد تمامی تیمارهای دارای ترکیب دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز نسبت به نان شاهد از حجم مخصوص بالاتری برخوردار می‌باشند (جدول۵). دلیل آن وجود هر دو آنزیم گلوکزاکسیداز و زایلاناز می باشد زیرا شبکه گلوتنی به دلیل قابلیت کشش پذیری و الاستیسیته خود می تواند گازهای ناشی از فعالیت میکروارگانیسمها را در خود محبوس و نگهداری کند و در صورت نداشتن کشش و الاستیسیته مناسب گازهای حاصل از فعالیت مخمرها هدر رفته و خمیر توانایی نگهداری گازهای ناشی از تخمیر را در خود نخواهد داشت. استفاده از هردو آنزیم گلوکز اکسیداز و زایلاناز سبب بهبود ویژگی ویسکو الاستیکی گلوتن می گردد به این ترتیب که گلوکز اکسیداز سبب افزایش الاستیسیته گلوتن و آنزیم زایلاناز سبب بهبود ویژگی کشش شبکه گلوتنی می گردند و در نتیجه در کنار یکدیگر سبب بهبود ویژگیهای رئولوژیکی خمیر می گردند و قابلیت نگهداری گازهای دی اکسید کربن در خمیر افزایش می یابد و در نهایت سبب بهبود حجم نان خواهند شد [۱۰]. نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده ها نشان داد میزان استفاده از هریک از آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز تاثیری بر روی حجم مخصوص نخواهد داشت و مدل آماری درمورد این آزمون در سطح ۵ درصد معنی دار نبود.

نتیجه این تحقیق در مورد تاثیر متقابل این دو آنزیم در بهبود حجم نان با تحقیقات انجام شده توسط پریمومارتین در سال ۲۰۰۳ مطابقت دارد [۱۵].

۳-۳-۲- نتایج ارزیابی حسی

بعد از افزودن ترکیب آنزیمهای گلوکز اکسیداز وزایلاناز ویژگیهایی چون حجم نان ، تناسب شکل نان، ویژگی پوسته و حفره و دانه ای بودن مغز نان و بافت نان نسبت به نمونه آرد شاهد (نان بدون آنزیم) بهبود یافت (جدول۵). اما از بین کلیه ویژگیهای ذکر شده تنها ویژگی پوسته نان، حفره و دانه ای بودن مغز نان و بافت نان با تغییر میزان آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز تغییر کردند و در مورد سایر ویژگیها تغییر میزان هر یک از آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد ایجاد نکرد.در جدول ٦ معادله های سطح پاسخ ارزیابی حسی نانها نشان داده شده است. در ذیل شرح مختصری در مورد نحوه تاثیر آنزیمهای زایلاناز و گلوکز اکسیداز بر روی ویژگیهای پوسته نان ، حفره و دانه ای بودن مغز نان و بافت نان داده خواهد.

جدول ۵ نتایج حاصل از ارزیابی حسی و حجم مخصوص نانها در ارتباط با مقادیر متفاوت آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز(Go و X نشان دهنده گلوکزاکسیداز و زایلاناز میباشند و عدد کنار آنها نشان دهنده مقادیر متفاوت آنزیمها میباشد).

	G6X20	G10X10	G10X30	G30X20	G30X8	G30X32	G50X30	G50X10	G53X20	G0X0
حجم	۷	۷/۹۲	۷/۰۵	۷/۹	۸/۸	۷/۰۸	٦/۹۲	۹	٦/۹	٤/۱
تناسب شکل	۱/۵۸	۱/۱۷	۱/۱۷	۱/۵	۱/۵۵	۱/۹۲	۲/۳	۲/٦۳	۱/۰۸	۰/۸۳
ویژگی پوسته	۲/۳	۲/۵	۲/۳	۱/۷	۱/۷۵	۲	۱/۷	۱/۹	۰/۰۹۷	۱/٦
حفره‌ودانه‌ای-مغز	۷/۱۷	۸/۰۲	۷/۱۳	۷/۱٤	۸	۷/۳۳	٦/۳۵	۹	۸/۲۵	۷/۱
بافت	۷/۹	۱۳	۸/۹	۱۰	۱۲/٤	۱۱	۷/۳	۱۳	۱۰	٤/۸
امتیاز کلی	۷۳/۵	۷۸/۳	۷۲/۹	۷۲/۱	۷۷/٦	۷۷/٤	۷۰	۸٤	۷۲/٦	٤۹/۳
حجم مخصوص	۳/٦	۳	۳/۵	۳/۰۷	۳/۲۳	۳/۳۳	۳/۳	۳/۲	۳/۰٤	۱/۹

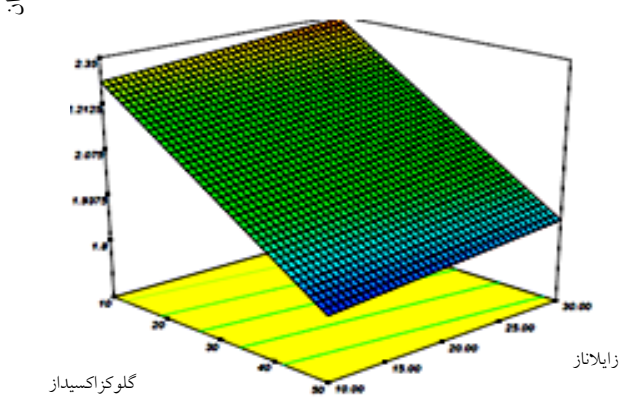
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

جدول٦ معادله های سطح پاسخ ارزیابی حسی در نتیجه افزودن مقادیر متفاوت آنزیمها (X و GO نشان دهنده آنزیمهای زایلاناز و گلوکزاکسیداز میباشند).

پارامترها	مدل کد شده
ویژگی پوسته	۲/۰۸–۰/۲٤GO+۰/۰۳۲ X
حفره و دانه ای بودن مغز نان	۷/۱۸+ ۰/ ۲۵ GO+۰/۳ $GO^{۲}$–۰/٦۲ X+۰/۲٤ $X^{۲}$–۰/٤ GOX
بافت	۱۰/۰۲+ ۰/۱۲ GO+۰/۷ $GO^{۲}$–۱/٦۸ X+۱/۱۷ $X^{۲}$–۰/٤ GOX
امتیاز کلی	۷۲/۲٦+۰/۲۵ GO+۰/۵۸ $GO^{۲}$–۲/۸۲ X–۳/۵٦ $X^{۲}$–۲/۱٦ GOX

۳-۳-۲-۱- ویژگی پوسته نان

نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده ها (شکل٦) نشان داد تاثیر آنزیم زایلاناز برروی این ویژگی معنی دار نیست و تنها وجود آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی ویژگی پوسته اثر گذار است. بین اثر آنزیم گلوکز اکسیدازو ویژگی پوسته نان یک رابطه معکوس وجود دارد به این ترتیب که افزایش آنزیم گلوکز اکسیداز سبب کاهش کیفی ویژگی پوسته خواهد شد. تاثیر منفی افزایش آنزیم گلوکز اکسیداز برروی این ویژگی می تواند تاثیر اکسیدکنندگی این آنزیم باشد که هر قدر اثر اکسیدکنندگی برروی خمیر افزایش یابد سبب خشک شدن سطح خمیر و پوسته پوسته شدن سطح نان و کاهش مقبولیت ظاهر پوسته نان خواهد شد [۲۰]. بهترین میزان آنزیم برای بهبود ویژگی پوسته نان ۱۰ ppm آنزیم گلوکز اکسیداز می باشد و آنزیم زایلاناز نیز تاثیر معنی داری بر روی این متغیر ندارد.

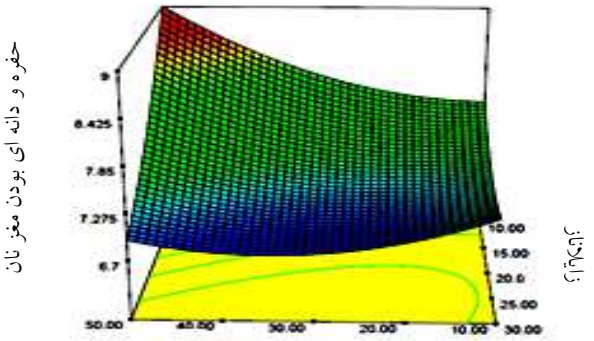


شکل ٦ تاثیر آنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز بر ویژگی پوسته نان

۳-۳-۲-۲-حفره و دانه ای بودن مغز نان

نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده ها (شکل۷) نشان داد آنزیم گلوکز اکسیداز برروی این ویژگی معنی دار نیست (P>/05) و تنها آنزیم زایلاناز بر روی ویژگی پوسته اثر گذار است (P<0/05). بین اثر آنزیم زایلاناز و ویژگی حفره و دانه ای بودن مغز نان یک رابطه معکوس وجود دارد به این ترتیب که افزایش آنزیم زایلاناز سبب کاهش کیفی این ویژگی خواهد شد . یکی از دلایل عمده تشکیل حفره های درشت در بافت داخلی نان تولید گازهای زیاد در حین تخمیر توسط مخمر می باشد که سبب می شود هر یک از خلل و فرج ریز با خلل و فرج همجوار خود پیوند برقرار کند و تبدیل به خلل و فرج درشت تر شود که این مساله در موارد حاد سبب تشکیل حفره های درشتی در بافت داخلی نان خواهد شد [۱۰].

شاه [۱۲] و همکاران در طی تحقیقات خود در سال ۲۰۰٦، توضیح دادند که خمیر دارای آنزیم زایلاناز در طی تخمیر قندهای قابل تخمیر آزاد می کنند و این مساله سبب افزایش تولید گاز دی اکسید کربن توسط مخمر خواهد شد و افزایش میزان استفاده از این آنزیم می تواند سبب تولید بیش از حد گاز دی اکسید کربن و تشکیل خلل و فرج بزرگ در نان شود [۲۱]. بهترین میزان آنزیم برای این ویژگی ۱۰ ppmآنزیم زایلاناز است و آنزیم گلوکزاکسیداز نیز تاثیر معنی داری بر روی این ویژگی ندارد.



شکل ۷ تاثیر آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز با حفره و دانه ای بودن مغز نان

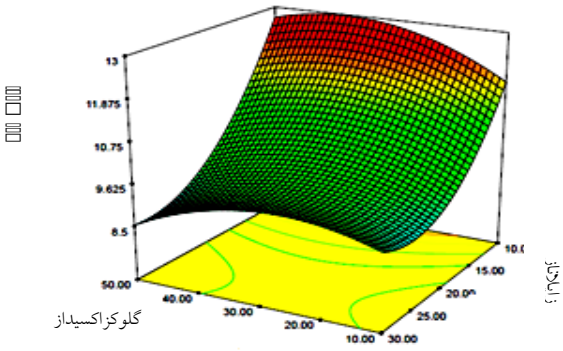
12. Shah

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

۳-۳-۲-٤- بافت نان

افزودن آنزیم زایلاناز و گلوکز اکسیداز مطابق (شکل۸) سبب بهبود بافت نان شد. دلیل بهبود بافت در اثر استفاده ازترکیب دو آنزیم گلوکز اکسیداز و زایلاناز بهبود ویژگی رئولوژیکی گلوتن تحت تاثیر این دو آنزیم است .به این ترتیب که آنزیم زایلاناز می تواند دیواره سلولی پلی ساکاریدهای گندم را حل و سبب بهبود عملکرد گلوتن شود و در نتیجه بهبود بافت نان شود [۲۲].

آنزیم گلوکز اکسیداز نیز می تواند با کمک به افزایش جذب آب توسط خمیر ، از خمیری شدن بافت نان جلوگیری کند و با قوی تر کردن شبکه گلوتنی کمک به جذب آب اضافی موجود در خمیر خواهد کرد. بهترین ترکیب آنزیمی برای بهبود بافت نان ۵۰ ppm آنزیم گلوکز اکسیداز و ppm۱۰ زایلاناز می باشد.



شکل۸ تاثیرآنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز بر بافت نان

٤- بهینه سازی

تکنیک بهینه سازی عددی به منظور بهینه کردن متغیرهای فرایند به کار برده شد. در تکنیک مذکور، فضای پاسخ با استفاده از مدل های ایجاد شده و به منظور یافتن بهترین شرایطی که اهداف بهینه سازی مورد نظر را برآورده می کنند، جستجو می‌شود [٦] بدین منظور اهداف بهینه سازی برای تمامی پاسخها اعم از میزان فشار، کشش، انرژی وارد برخمیر، نسبت فشار برکشش و تورم خمیردر حد حداکثر مشخص شد زیرا محصول مورد تحقیق نان تست می باشد و لازم است خمیر آن از نظر ویژگیهای رئولوژی دارای هم مقاومت بالا و هم کشش بالایی باشد . بعد از تعیین اهداف ، نتایج به دست آمده از فرایند بهینه سازی نشان داد با افزودن میزان ۳۵ ppm آنزیم گلوکزاکسیداز و ۱۵ ppm آنزیم زایلاناز می توان به بهترین نتیجه کیفی خمیر و نان دست یافت.

۵- نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان دادند استفاده از ترکیبی از آنزیمهای گلوکز اکسیداز و زایلاناز می‌تواند نقش موثری در جهت بهبود ویژگیهای رئولوژیکی خمیر و بهبود ویژگیهای کیفی نان ایفا کند. افزودن ترکیب این دو آنزیم می تواند سبب افزایش فشار و انرژی وارد بر خمیر و افزایش نسبت فشار بر کشش خمیر شوند که حاکی ازقوی تر شدن خمیر نسبت به خمیر حاصل از نمونه آرد شاهد، تحت تاثیر ترکیب این دو آنزیم می‌باشد. همچنین بعد از افزودن ترکیب آنزیمهای گلوکز اکسیداز وزایلاناز شاهد بهبود ویژگیهای حجم نان، تناسب شکل نان، ویژگی پوسته و حفره و دانه ای بودن مغز نان قابلیت جویدن و بافت نان نسبت به نمونه آرد شاهد خواهیم بود. با استفاده از ترکیب این دو آنزیم می توان با هزینه ای اندک نواقص و کمبودهای آرد ضعیف را برطرف و جبران کرد. با استفاده از روش اپتیمم سازی مشخص شد با افزودن ۳۵ppm آنزیم گلوکزاکسیداز و ۱۵ ppm آنزیم زایلاناز می توان به بهترین نتیجه کیفی خمیر و نان دست یافت.

٦- منابع

[1] Pant V. 2006.Recent Developments in the use of enzymes in bakery products. Karnataka : University of Mysore , MSc thesis

[2] Popper L.2008.Enzymes best friends of flours the millers little helpers.Muhlen Chemie GmbH.

[3] Bonet A,Rosell C.M , Caballero P.A ,Gomez M, Munuera I, Liuch M.A. .2006. Glucose oxidase effect on dough rheology and bread quality : a study from macroscopic to molecular level. Food Chem,99:408-415.

[4] Jiang Z, Li X, Yang S , Tan S. 2004 . Improvement of the bread making quality of wheat flour by the hyperthermophilic xylanase B from Thermotoga maritima. Food Res Int,38: 37-43.

[5] Almeida EL , Chang YK . 2012.Effect of the addition of enzymes on the quality of frozen pre baked French bread substituted with whole wheat flour. Food Sci Tech, 49 : 64-72.

[6] Myers RH and Montgomery DC.2002.Response surface methodology:

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

process and product optimization using designed experiments. 2 nd Ed. Wiley pub Inc, New york. pp 51-83.

[7] Institute of standards and Industrial Research of Iran , Wheat flour specifications and test methods. ISIRI no 103. 5th revision , karaj : ISIRI ,2012[in Persian].

[8] AACC.2012.Aproved methods of the American Association of Cereal Chemists.Minneapolis.MN:AACC.

[9] Matz AS. 1960. Bakery Technology and engineering the Avi pub co Westport . Connecticut.

[10] Rajabzadeh N .2001 Bread Technology. 4nd ed.Tehran : Tehran university.

[11] Rosell CM, Wang J,Ajas, Bean S,Lookhart G.2003.Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase.Cereal Chem ; 80:52-55.

[12] Crowe NL , Rasper VF. 1988.The ability of chlorine and chlorine related oxidants to induce oxidative gelation in wheat flour pentosans. Jou Cereal Sci,7:283-294.

[13] Courtin CW,Delcour JA .2001.Relative activity of endoxylanases toward water extractable and water unextractable arabinoxylan. Jour of Cereal Sci,33:301-312

[14] Rasiah IA,Sutton KH,Low FL,Lin HM,Gerrard JA .2005. Crosslinking of wheat dough
proteins by glucose oxidase and resulting effects on bread and croissants.Food Chem,89: 325-332.

[15] Primo Martin C,Wang M,Lichtendonk WJ,Pliijter J, Hamer R .2005 . An explanation for the combined effect of xylanase-glucose oxidase in dough system. Jou Sci Food and Agri,85:1186-1196.

[16] Wang M ,Vliet TV,Hamer RJ .2004. How gluten properties are affected by pentosans .Jou Cereal Sci, 39: 395- 402.

[17] Ilin H.Using . 2008. enzymes to improve frozen dough bread quality. Kensas Manhattan: University of Kansas state , MSc thesis.

[18] Institute of standards and Industrial Research of Iran ,Physical characteristics of doughs- Determination of rheological properties using alveograoh. ISIRI no11545. 1th revision , karaj : ISIRI ,2008 [in Persian].

[19] Gujral HS , Rosell CM .2004. Improvement of the bread making quality of rice flour by glucoseoxidase. Food Res Int,37: 75-81.

[20] Payan R .2008.Introduction To Technology of Cereal Products. 4nd ed. Tehran: nopardazan .

[21] Shah AR,Shah RK,Madamwar D. 2006. Improvement of the quality of whole wheat bread by
supplementation of xylanase from Aspergillus Foetidus. Bio Tech ,97:
2047-2053.

[22] Matthews N. Xylanases as improvers, 2006. On line .Available at ://www.Campden co.uk.news /octo6a.htm/. Accessed October, 2006.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

Evaluation of the effect of using glucose oxidase and xylanase enzymes on Toast bread flours characteristics.

Salehifar, M. [1], Shafisoltani, M. [2 *], Hashemi, M. [3]

1. Assistant prof, Dep of Food Science and Technology, Shahr -e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. M.SC of food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad university
3. Assistant Prof of Microbial Biotechnology and Biosafety Department, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Karaj, Iran.

(Received: 89/10/23 Accepted: 90/9/20)

Bread is the basic food group and it is one of the best sources of protein and energy especially for low income people. So it is important to pay attention to the characteristics that affect bread quality.
One of the main factors affecting the quality of bread is the quality of gluten. Low quality of gluten in flour will make problems in bread industry. One solution to these problems is using the combination of glucose oxidase and xylanase enzymes. In this research, central composite design has been used to evaluate the effects of these enzymes as independent parameters on rheological characteristics of dough measured by Alveograph. The specific volume and sensory evaluation of bread has been determined after bread baking. Results showed that adding these enzymes lead to increase pressure and energy of dough and decrease in dough strength. After baking, results indicated increase in specific volume and total score in sensory evaluation of the breads in compare with the bread containing only α- amylase enzyme. In this research 35 ppm of glucose oxidase and 15 ppm of xylanase were selected as the best treatment after optimizing results by response surface method.

Keywords: Wheat flour, Glucose oxidase, Xylanase, Toast bread, Response surface method

*Corresponding Author E-mail Address: soltani89@ymail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]