

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله



ویژگی و کاربردهای آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی در صنایع لبنی

سعید فلاحي^۱، علی اسلامی میاندهی^۳ و سمیه باقی پور^۲

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور، مسئول فنی شرکت شیر پاستوریزه پگاه گیلان

۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات مازندران، مسئول فنی شیر پاستوریزه پگاه گیلان

۳ - کارشناس ارشد شیمی تجزیه از دانشگاه شهید بهشتی، کارشناس تولید شرکت شیر پاستوریزه پگاه گیلان

E-mail: saeedfallahi28@yahoo.com

چکیده

آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (EC 2.3.3.13)، جزء آنزیم های ترانسفراز می باشد که واکنش انتقال آسیل، بین گاما کربوکسی آمید اسید آمینه گلوتامین و آمین های نوع اول از جمله گروه اپسیلون آمین لیزین در پروتئین ها را کلتالیز می کند و در نتیجه پیوندهای عرضی کوالانسی درون و بین مولکولی موجب تشکیل پلیمرهایی با وزن مولکولی بالا می شود و چنین پیوندهایی می توانند ساختار و عملکرد پروتئین ها را اصلاح کنند. در نتیجه هدف از این روش بررسی کاربردهای آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی صنعت لبنیات، در تولید ماست می باشد که موجب افزایش استحکام ژل، ویسکوزیته و کاهش سینرزیس می شود ترانس گلوتامیناز آنزیمی است که علاوه بر افت pH در طول تخمیر، غنی سازی پروتئین و تیمار حرارتی شیر ماست سازی نیز بر واکنش آن موثر است. در این تحقیق برای تعیین سینرزیس، تقریباً ۳۰ گرم از نمونه ماست در لوله های سانتریفیوژ توزین و در سانتریفیوژ یخچال دار به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ °C سانتریفیوژ گردید. سرم جدا شده از نمونه، توزین و سپس درصد سینرزیس، غلظت و اثر متقابل غلظت آنزیم و زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است که pH و دمای بهینه فعالیت این آنزیم به ترتیب ۶ تا ۷ °C و ۵۰ °C می باشد. نتایج نشاندهنده تأثیر مقادیر مختلف غلظت و اثر متقابل آنزیم و زمان نگهداری بر میزان سینرزیس معنی دار ($p \leq 0.05$) می باشد. ترانس گلوتامیناز با برقراری اتصالات عرضی بین زنجیره های پروتئین موجب کاهش اندازه ذرات شبکه پروتئینی و توزیع یکنواخت پروتئین ها در محصول و در نهایت منجر به کاهش سینرزیس گردید. با بکارگیری این آنزیم در مصرف محصولات لبنی کم چرب یا بدون چربی، مخصوصاً ماست بدون چربی ضمن آنکه باعث حفظ کیفیت بافت محصول می شود، بدلیل کاهش مصرف چربی می تواند نقش مهمی در سلامت داشته باشد.

کلمات کلیدی: آنزیم ترانس گلوتامیناز، سینرزیس، تیمار حرارتی

مقدمه

آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (EC 2.3.3.13)، جزء آنزیم های ترانسفراز می باشد که واکنش انتقال آسیل، بین گاما کربوکسی آمید اسید آمیرع گلوتامین و آمین های نوع اول از جمله گروه اپسیلون آمین لیزین در پروتئین ها را کاتالیز می کند و در نتیجه پیوندهای عرضی کوالانسی درون و بین مولکولی موجب تشکیل پلیمرهایی با وزن مولکولی بالا می شود و چنین پیوندهایی می توانند ساختار و عملکرد پروتئین ها را اصلاح کنند. آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی یک آنزیم مونومری با وزن مولکولی ۴۰۰۰۰ دالتون و ۳۳۱ اسید آمینه در یک زنجیره پلی پپتیدی است pH و دمای بهینه فعالیت آن به ترتیب ۶ تا ۷ و ۵۰°C می باشد. MTG ساخته شده در بدن انسان و خرگوش دارای وزن مولکولی ۹۰ کیلو دالتون می باشد و تعداد ۷۳۰ اسید آمینه در ساختمان آن بکار رفته است، در حالیکه MTG حاصل از کپک *Physarum polycephalum* دارای وزن مولکولی ۷۷۰۰۰ دالتون و pH ایزوالکتریک معادل ۶/۱ می باشد. دلیل این که در MTG های مختلف توالی و نوع اسید های آمینه با هم متفاوت است، بار الکتریکی، و در نتیجه pH ایزوالکتریک آنها نیز با هم متفاوت خواهد بود. MTG های مختلف ساختار هر زنجیره ی پروتئینی دارای ۴ تا خوردگی می باشد و کل تاخوردگی ها در مولکول به ۸۱۸ عدد می رسد. در آنزیم MTG اسید آمینه سیستئین وجود دارد که برای فعالیت کاتالیتیکی آن ضروری است MTG حاصل از کبد حاصل از میکروارگانیسم ها، برخلاف MTG حاصل از کبد خوک که آنزیمی وابسته به کلسیم است، غیر وابسته به یون کلسیم می باشد. MTG فرایند آسیل ترانسفراز را کاتالیز می کند و باند های کوالانسی بین پروتئین ها ایجاد می نماید. این پیوند ها شامل اتصالات عرضی بین لایزین از یک پروتئین و گلوتامین از پروتئین دیگر می باشد. پیوند حاصل، مشابه سایر پیوند های دی پپتید است و با ایجاد این پیوند هیچ کاهشی در ارزش تغذیه ای پروتئین حاصل بوجود نمی آید [۱،۲]. MTG نقش مهمی در دامیناسیون و تثبیت آمین ها دارد. همچنین باعث تشکیل مشتقات N و N بیس گلوتامیل بین پروتئین ها و پپتید ها می شود. MTG آنزیمی هتروجینوس است، و پیوند هایی که بین پروتئین ها ایجاد می کند باعث تولید ژل مقاوم، افزایش پایداری حرارتی و ظرفیت نگهداری آب می شود. MTG در فشار های بالای مورد استفاده در فرایند های مواد غذایی بدون تغییر باقی می ماند و همچنین باعث بهبود حلالیت، امولسیفیکاسیون، کف کردن و ویژگی های عملکردی دیگر فرآورده های غذایی می شود. طی ده سال گذشته، روش های آنزیمی در اصلاح پروتئین ها از روش های ارجح بر روشهای شیمیایی می باشد. در روش های شیمیایی به دلیل استفاده از مواد شیمیایی مانند اسید و باز، امکان اینکه آیا گونه مواد غذایی از درجه مواد غذایی خارج شوند و غیرقابل مصرف برای انسان شوند، وجود دارد ولی در روشهای آنزیمی تولید مواد سمی ناشی از روشهای شیمیایی به حداقل می رسد. در دو دهه ی اخیر تمایل به مصرف محصولات لبنی کم چرب یا بدون چربی، مخصوصا ماست بدون چربی، به دلیل تاثیرات سوء ناشی از چربی اضافی بر سلامتی انسان، به طور چشمگیری افزایش یافته است. مصرف کنندگان محصولات کم چربی را با کیفیت مشابه با محصولات پر چرب می طلبند. افزایش میزان کل مواد جامد بدون چربی شیر و یا افزودن صمغ های طبیعی یا سنتتیک به عنوان پایدار کننده به شیر، روش های معمول و متعارفی هستند که جهت بهبود بافت ماست کم چرب و کاهش سینریزیس به کار گرفته شده اند. مقادیر مورد نیاز از این افزودنی ها برای رسیدن به میزان مواد جامد مشابه با ماست پرچرب، می تواند موجب بروز طعم نامطلوب، تولید بیش از حد اسید در طول دوره نگهداری و ایجاد بافت شنی در ماست شود [۳،۴]. لذا بررسی روشهای جایگزین جهت دستیابی به بافت مطلوب در ماست کم چرب در سال های اخیر بسیار مورد توجه واقع شده است. پایداری شبکه سه بعدی ژل ماست با برقراری اتصالات عرضی بین زنجیره های پروتئینی توسط آنزیم ترانس گلوتامیناز از روش های نوین و موثر در جلوگیری از مشکلات رایج در تولید فرآورده های لبنی می باشد. بیشترین کاربرد ترانس گلوتامیناز در صنعت لبنیات، در تولید ماست می باشد که موجب افزایش استحکام ژل، ویسکوزیته و کاهش سینریزیس می شود. ترانس گلوتامیناز آنزیمی است که علاوه بر افت pH در طول تخمیر، غنی سازی پروتئین و تیمار حرارتی شیر ماست سازی نیز بر واکنش آن موثر

است. در میان پروتئین های شیر، کازئینات سدیم بهترین سوبسترا برای ترانس گلوتامیناز میکروبی است. در حالی که پروتئین های سرمی مگر آنکه دناتوره شوند، سوبسترای ضعیفی هستند [۵،۶].

کاربرد MTG در فرآورده های دریایی:

ایجاد اتصالات مختلف در ژلاتین پوست ماهی بوسیله MTG روی حلالیت و خصوصیات مکانیکی آن موثر است. آزمایشات مربوطه بوسیله فیلم های شیمیایی تغییر یافته با ۱ اتیل ۳ کربودیمید (EDC) انجام می شود. در اثر افزودن این آنزیم، حلالیت فیلم ها در pH ۳ و ۶ از ۱۰۰٪ به ۳۰٪ کاهش یافته و اتصالات و باندهای پروتئینی در ژلاتین پوست ماهی افزایش پیدا می کند. این امر منجر به بهبود استحکام بافت فرآورده های ماهی می گردد. استفاده از MTG در صنایع غذایی با تولید فرآورده های سوریمی (خمیر ماهی) و کوماباکو (کیک ماهی) در ژاپن آغاز شد. MTG نقش مفید خود را در مرحله تشکیل یا بستن ژل از پروتئین ماهی ایفا می کند و باعث افزایش الاستیسیته و استحکام بافت می شود. بعد از عمل پختن و بخار دادن، آنزیم MTG کاملاً دناتوره و غیر فعال می شود و در غذا باقی نمی ماند. تغییرات ناشی از استرلیزاسیون یا انجماد را می توان تا حدودی با کمک این آنزیم کنترل نمود.

کاربرد MTG در فرآورده های گوشتی:

MTG پروتئین های گوشت را که شامل اکتین و میوزین است به یکدیگر پیوند داده و پلیمر هایی را ایجاد می کند و در نتیجه محصولی با شبکه یکدست و یکنواخت از پروتئین بدست آمده و بافت محصول بهبود می یابد. برای مثال، ژل حاصل از سوسیس مرغ ضعیف می باشد، ولی با به کار گیری MTG می توان سوسیس مرغ با کیفیت مشابه با سوسیس خوک بدست آورد. MTG ویژگی های فیزیکی نظیر استحکام و الاستیته ی بافت سوسیس را بهبود می بخشد. افزودن مقدار زیادی MTG باعث افزایش سفتی و کاهش الاستیسیته ی بافت محصول می شود. در صورت استفاده ی صحیح از این آنزیم، سوسیس های تولید شده، به دماهای بالا و انجماد مقاوم می شوند. MTG همچنین در تجدید ساختمان گوشت شرکت نموده، و با ایجاد پروتئین های جدید با ویژگی های عملکردی منحصر به فرد، بافت های تخریب شده را ترمیم می کند. در کل MTG بوسیله تجمع و رسوب پروتئین های میوفیبریلار، به باند های پروتئینی استحکام می بخشد [۷].

کاربرد MTG در تولید پاستا و اسپاگتی:

برای بررسی اثر MTG بر ویژگی های رئولوژیکی نودل، آزمایشات زیادی انجام شده است. این آزمایشات بر روی دو نوع آرد گندم قوی و ضعیف انجام گرفت. مقدار MTG اضافه شده به هر دو گندم (۲۰-۵ gr/kg) بود. نتایج نشان داد خصوصیات بافتی (کشش، سختی، و...) نودل خشک و نمک زده با افزودن این آنزیم بهبود می یابد. نتایج حاصل از آزمون میکروسکوپ الکترونی نشان داد خصوصیات فیزیکی نودل خشک با تشکیل اتصالات (گلوتامین-لایزین) بهبود یافته و قدرت نودل تازه افزایش می یابد با وجود مقادیر کم لیزین در پروتئین گلوتن، برهم کنش اتصالات پروتئینی که به وسیله MTG کاتالیز می شود باعث تغییر مثبت در ویژگی های رئولوژیکی، ساختار و دیگر پارامترهای کیفی محصول می گردد. آرد گندم با قدرت گلوتن پایین نسبت به آرد گندم قوی به MTG بیشتری نیاز دارند. MTG باعث تشکیل شبکه سه بعدی در گلوتن گندم شده ویژگی ویسکوالاستیسیته آن را افزایش می دهد. پاستای تیمار شده با MTG دارای انرژی پخت بالاتر و سختی بیشتری نسبت به انواع تیمار نشده می باشد. سخت شدن بافت نودل باعث عدم خروج نشاسته از آن و در نتیجه کاهش ضایعات پخت می شود و در کل، کیفیت پخت محصولات تیمار شده با این آنزیم افزایش می یابد. به علاوه در اثر افزودن این آنزیم، افزایش عمر انبار مانی محصولات نودل و پاستا به وضوح مشاهده می گردد.

کاربرد MTG در نان:

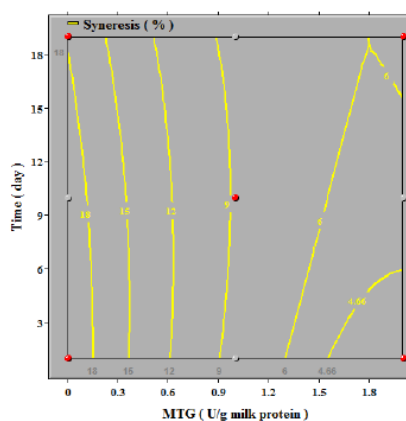
حضور MTG در خمیر نان باعث کاهش اجزای پروتئین های آلبومین و گلوبین و افزایش مقادیر گلیادین می شود. زیر واحدهای گلوتمین با وزن مولکولی بالا (HMW-GS) بوسیله MTG به یکدیگر اتصال پیدا می کنند. به دلیل اینکه می دهد و این عمل، اثر مفیدی بر کیفیت محصول دارد. اثرات مفید MTG به دلیل اتصال زیر واحدهای گلوتمین با وزن مولکولی بالا می باشد. MTG با داشتن خاصیت اتصال پروتئینی باعث ترمیم دانه های گندم آسیب دیده نیز می گردد. در اثر افزودن MTG کیفیت نان تهیه شده با آرد ضعیف، نسبت به نان تهیه شد با آرد قوی، بیشتر بهبود می یابد. در واقع اثرات بهبود دهندگی برای آردهای قوی نسبت به آرد های ضعیف کمتر می باشد. در سطوح بالاتر، افزودن MTG اثرات زیان آوری بر روی هر دو نوع آرد گندم دارد، بنابراین ضروری است که اپتیمم مقدار آنزیم تخمین زده شود تا بیشترین حجم نان و کمترین مقدار سختی در مغز نان ایجاد شود. با استفاده از MTG افزایش کیفیت نان حتی در زمان های کوتاه (۹۰') سطوح پایین تر آنزیم ایجاد می شود. تشکیل اتصالات کووالانسی به وسیله MTG در زمان اینکوباسیون کوتاه نشان می دهد که مقدار کمی از آنزیم می تواند در فرمول پخت شرکت نموده، و باعث کاهش هزینه ی استفاده از MTG در صنعت نانوايي شود.

کاربرد MTG در فرآورده های لبنی:

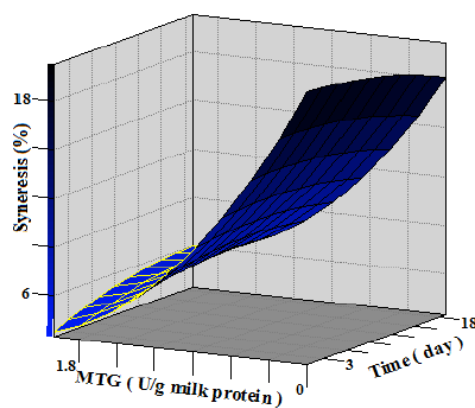
کازئین، سوسپنژای بسیار مناسبی برای فعالیت MTG ولی پروتئین های سرم شیر (آب پنیر) سوسپنژای ضعیفی برای این آنزیم هستند. پایداری خامه ای شدن ژل های تولید شده در حضور آنزیم MTG در دمای °C ۵۵ به مدت ۶۰ دقیقه به همراه عوامل احیاء کننده مثل دی تیوتریتول، سوسپانسیون ها و امولسیون هایی مانند کازئینات سدیم یا شیر بدون چربی، بدلیل تشکیل باندهای متنوع در پروتئین های شیر بهبود می یابد. MTG همچنین سینرسیس را در ماست کاهش، و استحکام ژل حاصل از این نوع ماست افزایش می یابد. بعد از رسیدن به بیشترین استحکام، قدرت شکستن ماست به تدریج کاهش می یابد. تشکیل باند (Glu-lys) از تشکیل شبکه ی نامناسب در ژل جلوگیری می کند. وقتی MTG به شیر اضافه می شود، باند های α و β کازئین کاهش و باندهای با وزن مولکولی بالا افزایش می یابند. به علاوه در حضور MTG باندهای k کازئین و پروتئین های آب پنیر که وزن مولکولی کمی نسبت به α و β کازئین دارند، ظاهر نشدند. بنابراین β کازئین اتصال اصلی در شیر تیمار شده با MTG می باشد. پروتئین های حاوی MTG ویژگی های ژله ای شدن و امولسیون کنندگی مناسبی از خود نشان می دهند. در تولید ماست به کمک MTG می توان از شیری با ماده خشک کمتر استفاده نمود و ماستی با بافت مستحکم تر بدست آورد. MTG باعث افزایش استحکام بافت، بهبود ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در ماست می شود. در مورد ماست دلمه ای، استحکام ژل با افزایش مقدار آنزیم تا حدی افزایش و سپس کاهش می یابد. در ماست هم زده نیز، با افزایش MTG ویسکوزیته افزایش می یابد.

استفاده از MTG در ماست:

برای تعیین سینرسیس، تقریباً ۳۰ گرم از نمونه ماست در لوله های سانتیفریوژ توزین شد و در سانتیفریوژ یخچال دار به مدت ۱۰ دقیقه در دمای °C ۴ سانتیفریوژ گردید. سرم جدا شده از نمونه، توزین گردید و درصد سینرسیس محاسبه شد. نتایج نشان داد که تاثیر مقادیر مختلف غلظت آنزیم و اثر متقابل غلظت آنزیم و زمان نگهداری بر میزان سینرسیس معنی دار ($p \leq 0.05$) بود. ترانس گلوتامیناز با برقراری اتصالات عرضی بین زنجیره های پروتئین موجب کاهش اندازه ذرات شبکه پروتئینی و توزیع یکنواخت پروتئین ها در محصول شده و در نهایت منجر به کاهش سینرسیس می شود. شانلی و همکاران گزارش کردند در نمونه های ماست تیمار شده با ترانس گلوتامیناز، توزیع پروتئین ها یکنواخت تر و منظم تر بوده و تداخل کمتر در شبکه پروتئینی مشاهده می شود که احتمالاً مربوط به اتصالات عرضی کاتالیز شده توسط ترانس گلوتامیناز بین پروتئین های شیر باشد که در نهایت موجب کاهش سینرسیس می شود. فارنس و همکاران کاهش سینرسیس را در نمونه های ماست تیمار شده با ترانس گلوتامیناز نسبت به نمونه های شاهد گزارش کردند. همچنین فارگیمند و کویت نشان دادند که افزایش استحکام ژل ماست تیمار شده با ترانس گلوتامیناز مربوط به کاهش اندازه ذرات و توزیع منظم شبکه پروتئینی می باشد که متعاقب آن، سینرسیس کاهش می یابد.



ب

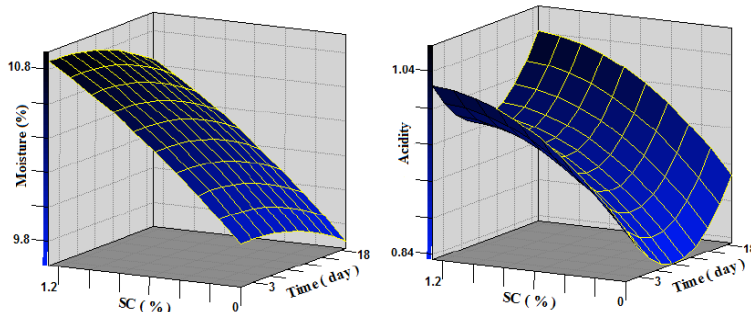


الف

شکل ۱: نمودار کنتور پلات سینریزیس

همان طوری که از نمودار کنتور پلات سینریزیس مشخص است. در مقادیر کمتر از ۱/۲ واحد آنزیم، تغییرات سینریزیس با گذشت زمان در طی دوران نگهداری دارای روند نسبتاً ثابت بوده و تغییر معنی داری نکرده است و آنچه مهم است مقدار آنزیم می باشد که با افزایش آنزیم، میزان سینریزیس نمونه های ماست کاهش می یابد. ولی با افزایش مقدار آنزیم به بیش از ۱/۲ واحد تاثیر زمان نگهداری آشکار می شود و سینریزیس با گذشت زمان افزایش می یابد. زیرا آنزیم در طول نگهداری پس از مدتی در شبکه تشکیل شده به دام می افتد و نمی تواند فعالیت کند، در نتیجه با گذشت زمان سینریزیس به تدریج افزایش می یابد. در طی نگهداری لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس حتی در دمای یخچال هم فعال هستند و با تخمیر لاکتوز، اسید لاکتیک تولید می کنند و اسیدیته را افزایش و pH را کاهش می دهند. آنزیم ترانس گلوتامیناز تاثیر معنی داری بر ویژگی های شیمیایی نمونه ها نداشت. افزایش میزان کازئینات سدیم، موجب افزایش درصد رطوبت در نمونه ها گردید. در حقیقت پروتئین افزوده شده باعث تشدید ظرفیت باند کردن آب در ماتریکس کازئین شده که در نتیجه آن میزان رطوبت نمونه ها افزایش یافته است. همچنین میزان رطوبت نمونه ها با گذشت زمان کاهش یافت.

$$\begin{aligned} \text{Acidity} &= 0.9068 + 0.2196\text{SC} - 0.0166\text{Time} - 0.0901\text{SC}^2 + 0.0009\text{Time}^2 \\ \text{pH} &= 4.6902 - 0.0604\text{Time} + 0.0021\text{Time}^2 \\ \text{Moisture} &= 9.9085 + 1.0250\text{SC} + 0.0045\text{Time} - 0.1928\text{SC}^2 - 0.0009\text{Time}^2 \end{aligned}$$



شکل ۲: مدل تجربی به دست آمده توسط روش سطح پاسخ

با توجه به مدل تجربی به دست آمده توسط روش سطح پاسخ ارتباط بین متغیرهای مورد مطالعه مناسب تشخیص داده شد. بر اساس نتایج حاصله افزایش غلظت آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی تاثیر معنی داری بر خواص شیمیایی ماست نداشت اما موجب کاهش درصد سینترزیس نمونه های ماست گردید. لذا می توان از آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی با موفقیت در تهیه ماست همزده بدون چرب پروبیوتیک بهره برد. با توجه به شاخص های مورد مطالعه، شرایط بهینه در ۱/۴۲ و حد آنزیم در گرم پروتئین شیر، ۰/۴۷ درصد کازئینات سدیم و ۱۵ روز نگهداری بیشتری مطلوبیت را بدست داد.

استفاده از MTG در پنیر UF:

در بررسی دیگری بر روی پنیر UF، تاثیر افزودن MTG همزمان با رنین در دو مدت زمان انکوباسیون ۳۰ و ۶۰ دقیقه در درجه حرارت ۳۸°C بر روی ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی پنیر فراپالایشی طی رو زهای ۱، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ مورد مطالعه قرار گرفت. آنزیم ترانس گلوتامیناز در سه غلظت ۱۵، ۳۰ و ۴۵ واحد به ازای هر لیتر شیر مورد استفاده قرار گرفت. MTG طی روزهای اول رسیدن سبب افزایش سطح پروتئین و تنش در نقطه گسیختگی پنیر شد. نسبت رطوبت به پروتئین نیز در تیمارهای مخت لف نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. با گذشت زمان افزایش میزان رطوبت، کاهش سطح پروتئین، کاهش تنش در نقطه گسیختگی و در نتیجه کاهش نمونه های تیمار شده مشاهده شد. افزایش مدت زمان انکوباسیون از ۳۰ دقیقه به ۶۰ دقیقه سبب تاثیر بیشتر آنزیم بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی پنیر شد. افزودن MTG در غلظت ۱۵ به ازای هر لیتر شیر در زمان انکوباسیون ۳۰ و ۶۰ دقیقه سبب ایجاد بافتی مستحکم با پذیرش کلی بالای پنیر فراپالایشی شد. غلظت های بالای آنزیم در هر دو زمان انکوباسیون سبب افزایش بیش از حد سفتی و کاهش پذیرش کلی شد.

نتیجه گیری:

واکنش های آنزیمی و استفاده از آنزیم برای بهبود خصوصیات عملکردی و بافتی مواد غذایی از راه های ایمن، بدون ایجاد مواد جهش زا و مواد شیمیایی مضر می باشد. از این رو در سال های اخیر محققین بر روی بهبود خصوصیات عملکردی پروتئین های غذایی با استفاده از آنزیم ها، متمرکز شده اند. آنزیم MTG با ایجاد اتصالات پروتئینی قوی، می توان د منجر به تشکیل پروتئین های جدید با ویژگی های تغذیه ای منحصر به فردی شود. این آنزیم با بهبود حلالیت، امولسیفیکاسیون، کف کردن و ویژگی های عملکردی دیگر، در بهبود کیفیت بسیاری از محصولات غذایی از جمله فراورده های لبنی، گوشت، غلات و غیره نقش عمده ای دارد.



و می تواند در تولید غذاهای فراسودمند نیز مفید واقع شود. از آن جایی که این آنزیم منشا میکروبی دارد، می توان به نقش مفید میکروارگانیسم ها در صنعت غذا پی برد و بستر مناسبی به منظور استخراج این آنزیم از میکروارگانیسم ها فراهم نمود.

منابع:

- [1] Lorenzen, P.C. Neve, H. Mautner, A. Schlimme, E., 2002 "Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt", International Journal of Dairy Technology, vol. 55, pp. 152–157.
- [2] Bonisch, M.P. Huss, M. Lauber, S. Kulozik, U., 2007 "Yoghurt gel formation by means of enzymatic protein cross-linking during microbial fermentation", Food Hydrocolloids, vol. 21, pp. 585–595.
- [3] Jaros, D. Partschfeld, C. Henle, T. Rohm, H., 2006 "Transglutaminase in dairy products: chemistry, physics, applications", Journal of Texture Studies, vol. 37, pp. 113–155.
- [4] Aalami M, Leelavathi K. 2008. ' Effect of transglutaminase on spaghetti quality. Journal of food science. 73: 223-230.
- [5] Hardeepsingh G, Anderson A. 2004. 'Functionality of rice flour modified with Transglutaminase. Journal of Cereal science. 39:120-128
- [6] Cristina M. 2002. 'Effect of Transglutaminase on protein Electrophoretic Pattern of Rice. Journal of cereal Chemistry. 85: 59-64.
- [7] Jaros T. 2006. 'Transglutaminase in dairy products, chemistry, physics and applications. Journal of food science. 37:113-155.
- [8] Ching-Yu tsao. 2006. ' Use of soy protein and transglutaminase as Binder in low sodium restructured meats. Journal of food science. 67: 3502-3506

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله