جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی به عنوان جایگزین بخشی از شیر خشک بدون چربی در ماست اسفناج

وجیهه فدائی نوغانی[a]، اعظم مفیدی[b*]، مهدی زارعی[c]

[a] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] دانشیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۴

چکیده

مقدمه: آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTGase) جز آنزیم های ترانسفراز می باشد که می تواند بین اسیدآمینه گلوتامین از یک پروتئین و لایزین از پروتئین دیگر اتصالات عرضی ایجاد کند. پیوندهای کوالانسی ایجاد شده توسط این آنزیم، اثرات منحصر به فردی روی ظرفیت تشکیل ژل، پایداری حرارتی و ظرفیت نگهداری آب در پروتئین ها دارد. در این پژوهش، این آنزیم (با غلظت های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳گرم بر لیتر) به عنوان جایگزین بخشی از شیرخشک بدون چربی در ماست اسفناج به کاربرده شد.

مواد و روش‌ها: تأثیر این آنزیم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی انتخابی (نظیر pH، اسیدیته قابل تیتر، میزان آب اندازی و ویسکوزیته) و خواص حسی (بافت، طعم، بو و پذیرش کلی) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های ماست به مدت پانزده روز در دمای ۴°C نگهداری و متغیرهای مورد نظر در روزهای صفر، پنج، ده و پانزده اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه آماری داده ها نشان داد که افزودن غلظت های مختلف آنزیم ضمن جلوگیری از تغییرات مشخص در pH و اسیدیته، ویسکوزیته (گرانروی) ماست را افزایش داد و باعث کاهش آب اندازی در ماست شد. غلظت ۰/۱گرم بر لیتر توانست خواصی شبیه نمونه تیمار نشده ایجاد کند، البته غلظت بالاتر خواص بهتری را موجب شد ولی از لحاظ اقتصادی توجیهی نداشت، چرا که میزان کمتر آنزیم توانسته بود ماستی مشابه نمونه کنترل ایجاد کند.

نتیجه‌گیری: استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی جایگزین قابل قبولی برای کنسانتره پروتئین شیر در ماست همزده اسفناج است.

واژه‌های کلیدی: *آنزیم ترانس گلوتامیناز، اتصال عرضی، شیرخشک بدون چربی، ماست اسفناج*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: azammofidi@yahoo.com

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

از دیرباز محصولات تخمیری شیر به دلیل خواص مطلوب تغذیه ای، ماندگاری بالا، عطر و طعم منحصر به فرد و خواص درمانی نقش به سزایی در تغذیه خانواده‌ها داشته‌اند (Sandoval-Castilla *et al.*, 2003). از لحاظ ساختاری، ماست به صورت شبکه سه بعدی پروتئینی است که در طی فعالیت باکتری‌های لاکتیکی با به هم پیوستن رسوبات پروتئین کازئینی تشکیل شده است (Everett & Mcleod, 2005).

بر طبق تعریف استاندارد ماست فرآورده منعقد شده‌ای است که از تخمیر اسیدی شیر پاستوریزه به وسیله فعالیت باکتریهای اختصاصی لاکتیک به ویژه *استرپتوکوکوس سالیواریوس* زیر گونه *ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس* به میزان معین و در درجه حرارت و زمان مشخص به دست می‌آید (بی‌نام، ۱۳۸۵). به دلیل بالا بودن پروتئین و کلسیم، یک فرآورده غذایی سالم است و مصرف آن در ایران و سراسر جهان در حال افزایش است (Achanta *et al.*, 2007; Cueva & Aryana, 2008).

آب انداختن یک نقص متداول در ماست است مگر از مواد پایدارکننده مختلف و انواع ماده خشک در جهت کاهش آب اندازی استفاده شود (Ferandez-Garcia *et al.*, 1998; Trachoo & Mistry, 1998). یکی از رایج ترین ماده خشک، شیرخشک بدون چربی است و به دلیل افزایش دانسیته ساختار ماتریس پروتئینی سبب سفت‌تر شدن بافت محصول می‌شود. در بسیاری از پژوهش‌ها، برای بهبود بافت ماست، ماده خشک کل شیر بین ۱۶-۱۵ درصد افزایش داده می شود. این نوع غنی‌سازی در صنعت، هزینه‌های تولید را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد (Amatayakul *et al.*, 2006).

برقراری پیوند های عرضی بین پروتئین‌ها در شیر به عنوان یک روش کاربردی برای رسیدن به بافت مطلوب در ماست پیشنهاد شده است (Ozer *et al.*, 2007). آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی می‌تواند پیوندهای ε-(γ-گلوتامیل)- لیزین را در پروتئین های مختلف به وجود آورد. این آنزیم‌ها می توانند واکنش انتقال گروه آسیل را بین گروه‌های گاما کربوکساید در آمینواسید گلوتامین (به عنوان دهنده آسیل) و گروه ε در اسید آمینه لیزین (به عنوان پذیرنده آسیل) در پروتئین کاتالیز کنند. این واکنش‌های کاتالیز شده توسط آنزیم باعث ایجاد اتصالات عرضی کووالانسی بین پروتئین‌ها، پپتیدها و آمین‌های اولیه مختلف می‌گردند و می‌توانند جهت اصلاح خواص کاربردی در پروتئین‌های غذایی به کار روند (Motoki & Segauro, 1998; Motoki & Kumazawa, 2000). pH بهینه فعالیت این آنزیم بین ۶ و ۷ و دمای بهینه آن ۵۰ °C گزارش شده است (Jaros, 2006).

نظر به اینکه اکثر تحقیقات در خصوص تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر روی ماست قالبی صورت گرفته است، در این تحقیق سعی بر آن است که با توجه به افزایش روز افزون قیمت شیرخشک بدون چربی، این آنزیم به عنوان جایگزینی برای شیرخشک بدون چربی در ماست همزده اسفناج به صنعت غذا معرفی گردد.

مواد و روش ها

- مواد اولیه

شیر پاستوریزه ۳ درصد چربی (شرکت شیر پاستوریزه پگاه خوزستان)، خامه ۳۵ درصد چربی (شرکت شیر پاستوریزه پگاه خوزستان)، شیر خشک بدون چربی (از شرکت OLDENBURGER، کشور آلمان)، پودر MPC[1] با ۶۵ درصد پروتئین (از شرکت پگاه خراسان)، پایدارکننده 20sp (از شرکت LACTOPROT، کشور آلمان)، نمک تصفیه شده (از شرکت تابان، ایران)، کامپاند اسفناج (تولید شده در مجتمع کشت و صنعت خاور پویا، ایران) و استارتر Harmony (از شرکت CHE Hansen، کشور دانمارک) و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (ACTIVA YG) از استرپتوورتیسلیوم (از شرکت AJINOMOTO، کشور فرانسه) که ترکیب آنزیم شامل ترانس گلوتامیناز (۱ درصد)، لاکتوز، عصاره مخمر، مالتودکسترین و روغن گیاهی می‌باشد.

- تهیه نمونه های ماست

برای تهیه نمونه ماست شاهد، پس از استاندارد کردن چربی تا ۵٪ با استفاده از خامه ۳۵٪، برای استاندارد کردن ماده خشک از ۱/۵٪ شیرخشک بدون چربی، ۱/۵٪ پودر

[1] Milk Protein Concentrate

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

کنسانتره پروتئین شیر (MPC) و ۰/۶٪ پایدار کننده استفاده گردید. سپس، شیر در دمای ۶۵°C و با فشار ۱۸۰ بار هموژن شد؛ تا دمای ۹۰°C به مدت ۱۰ دقیقه حرارت دیده و پس از خنک شدن تا دمای ۴۲°C، استارتر به میزان ۳ درصد به آن‌ها اضافه گردید و برای طی مرحله تخمیر در انکوباتور ۴۲°C قرار گرفت؛ پس از رسیدن pH آن به ۴/۶، به آرامی هم زده شد و به آن ۰/۵٪ نمک و اسفناج افزوده شد. سپس، در لیوان‌های پلاستیکی استریل پر و دربندی گردید و به یخچال (۴°C) منتقل شد. برای تهیه نمونه‌های آزمایشی، ۳ غلظت از آنزیم (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ گرم بر لیتر) به عنوان جایگزین ۱٪ از شیر خشک بدون چربی اضافه شد. برای این منظور، پس از مرحله هموژنیزاسیون، شیر تا دمای ۵۰°C خنک گردید؛ آنزیم به آن اضافه و به مدت یک ساعت شیر در همین دما نگه داشته شد، سپس، بقیه مراحل مانند نمونه شاهد انجام پذیرفت. نمونه های ماست در روز های ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ پس از تولید مورد آزمایش قرار گرفتند.

- اندازه‌گیری میزان اسیدیته و pH

جهت انجام این آزمون، از روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ استفاده شد. برای این منظور، نمونه به آرامی همزده شد تا کاملاً یکنواخت گردد. مقدار ۹ گرم نمونه در یک بشر مناسب وزن شد و هم وزن نمونه به آن، آب مقطر عاری از دی اکسیدکربن افزوده گردید. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فنل فتالئین به آن افزوده و با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال عیارسنجی شد.

برای اندازه‌گیری pH، ابتدا pH متر با استفاده از دو بافر با استاندارد pH=۴ و pH=۷ مطابق با دستور سازنده دستگاه تنظیم گردید. نمونه داخل بشر ۳۰ یا ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و الکترود pH متر کاملاً داخل آن قرار داده شد. سپس، pH خوانده و یادداشت گردید.

اندازه گیری میزان آب اندازی

به این منظور، ظرف‌های ۱۰۰ گرمی ماست در دمای ۶°C به مدت دو ساعت بر روی الک‌های استیل با مش ۱۲۰ قرار داده شد و بعد از دو ساعت، میزان سرم جدا شده اندازه‌گیری گردید (Hassan *et al.*, 1996).

- اندازه‌گیری میزان ویسکوزیته (گرانروی)

جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌های ماست از دستگاه بروکفیلد مدل ARTLU III-VD استفاده گردید. ویسکوزیته نمونه هادر دمای ۴°C با استفاده از اسپیندل ULA، سرعت ۴۰RPM و گشت آور ۵۰ پس از ۲۰ ثانیه اندازه گیری شد (Gauche *et al.*, 2009).

- آزمون ارزیابی حسی

ویژگی های حسی نظیر بو، بافت، طعم و پذیرش کلی با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای[1] توسط ۶ نفر ارزیاب آموزش دیده با تکمیل فرم ارزشیابی حسی ارزیابی گردید. نمونه‌ها در دمای ۴°C و در ظروف ۱۰۰ گرمی پلاستیکی سرو شدند. در این آزمون، عدد یک نشان دهنده پایین ترین امتیاز داده شده توسط ارزیاب و عدد پنج بالاترین امتیاز بود (S,anli *et al.*, 2011).

- تجزیه و تحلیل آماری

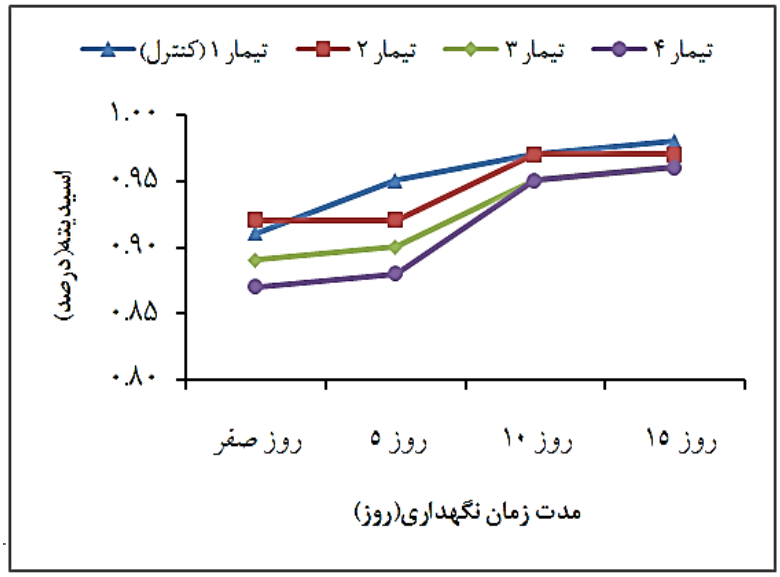
در این تحقیق، از روش آنالیز یک طرفه استفاده شد و مقایسه میانگین عواملی که در مدل معنی دار اعلام شدند، با آزمون LSD انجام گرفت. متغیرهای مستقل شامل غلظت آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و غلظت شیرخشک بدون چربی بود و تمامی آزمایشات در سه تکرار انجام گرفت. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS 20 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

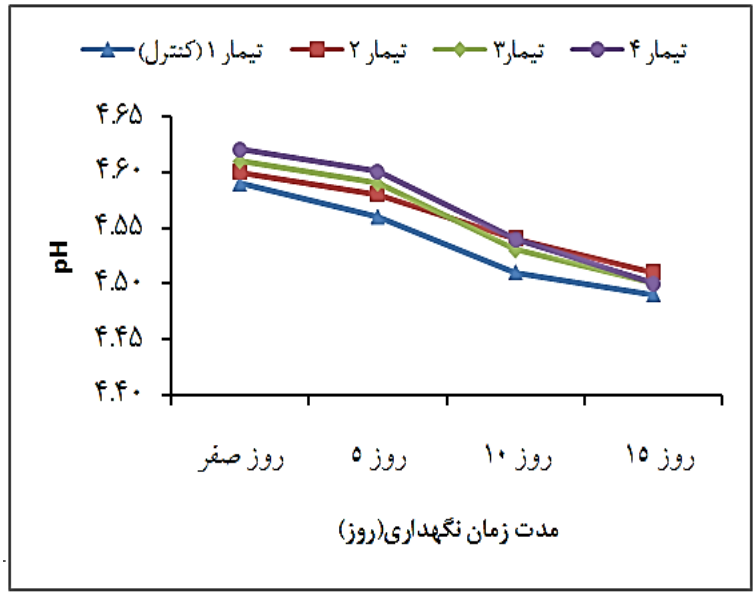
اسیدیته و pH: بر اساس نتایج آماری و نمودارهای ۱ و ۲ در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ۴°C، بین تیمارهای مختلف از نظر اسیدیته قابل تیتر و pH، اختلاف آماری معناداری مشاهده نگردید ($p>0/05$).

آب اندازی: میزان آب اندازی ماست با افزایش میزان آنزیم کاهش یافت (نمودار ۳)؛ اما این کاهش از لحاظ آماری اختلاف چندانی با نمونه شاهد نداشت ($p>0/05$). در این پژوهش که MTGase به عنوان جایگزین بخشی از شیرخشک بدون چربی به کار برده شد، میزان آب اندازی با افزودن هر سه غلظت آنزیم کاهش یافت.

[1] 5-Point Hedonic

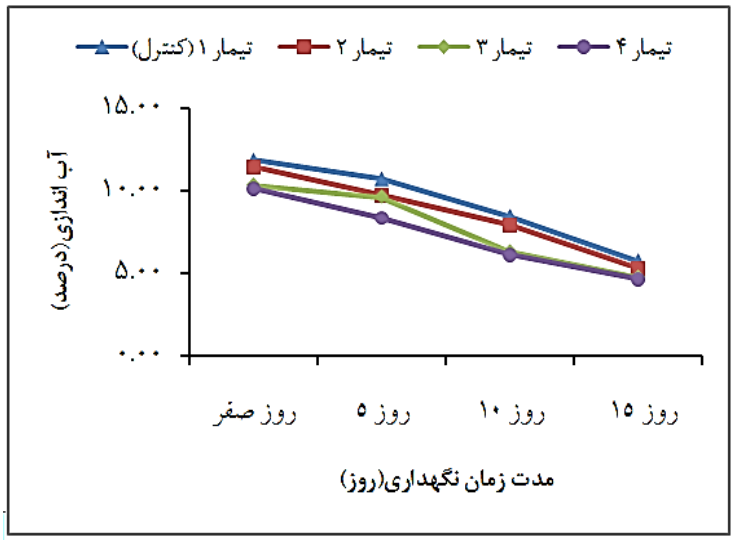


نمودار ۱- تغییرات اسیدیته نمونه‌های ماست اسفناج حاوی مقادیر مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز به عنوان جایگزین بخشی از شیرخشک در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤°C (تیمار ۱ (کنترل): بدون آنزیم، تیمار ۲: حاوی ۰/۱ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ۳: حاوی ۰/۲ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ٤: حاوی ۰/۳ گرم بر لیتر آنزیم)

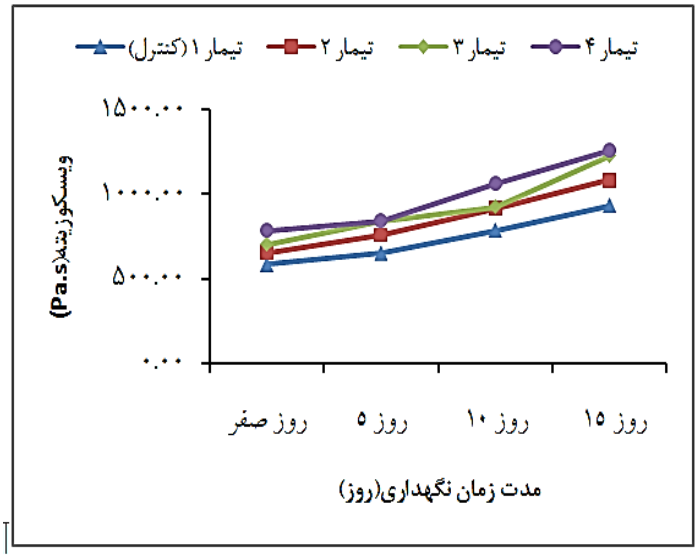


نمودار۲- تغییرات pH نمونه های ماست اسفناج حاوی مقادیر مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز به عنوان جایگزین بخشی از شیرخشک در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤°C (تیمار ۱ (کنترل): بدون آنزیم، تیمار ۲: حاوی ۰/۱ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ۳: حاوی ۰/۲ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ٤: حاوی ۰/۳ گرم بر لیتر آنزیم)

ویسکوزیته (گرانروی): بر اساس نتایج آماری و نمودار ۴، تیمارهای دوم، سوم و چهارم طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ۴°C، تفاوت معناداری را با گروه کنترل نشان دادند (p<۰/۰۵). همچنین، تیمار دوم اختلاف آماری معناداری را با تیمار سوم و چهارم نشان داد (p <۰/۰۵). به طور کلی، نمونه‌های تیمار شده با MTGase نسبت به ماست تیمار نشده به طور قابل توجهی میزان ویسکوزیته بالاتری داشتند. پیش تیمار شیر (۵۰°C به مدت ۱ ساعت) با MTGase، ویسکوزیته حاصل از نمونه‌های ماست اسفناج را در تمام سطوح آنزیم افزایش داد. همچنین، افزایش مقدار آنزیم اضافه شده به شیر منجر به بالاتر رفتن ویسکوزیته ماست‌ها شد.

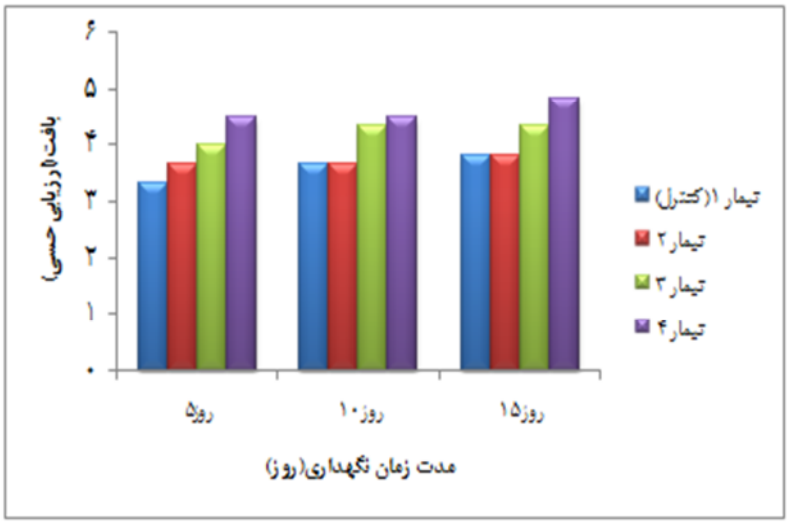


نمودار۳ - تغییرات آب اندازی نمونه های ماست اسفناج حاوی مقادیر مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز به عنوان جایگزین بخشی از شیر خشک در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤°C (تیمار ۱ (کنترل):بدون آنزیم، تیمار ۲: حاوی ۰/۱ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ۳: حاوی ۰/۲ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ٤: حاوی ۰/۳ گرم بر لیتر آنزیم)



نمودار٤ - تغییرات ویسکوزیته نمونه های ماست اسفناج حاوی مقادیر مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز به عنوان جایگزین بخشی از شیرخشک در طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤°C(تیمار ۱ (کنترل):بدون آنزیم، تیمار ۲:حاوی ۰/۱ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ۳: حاوی ۰/۲ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ٤:حاوی ۰/۳ گرم بر لیتر آنزیم)

ارزیابی حسی: به طور کلی، بین تیمارهای مختلف از نظر بو، طعم و پذیرش کلی اختلاف آماری معناداری مشاهده نگردید (p>۰/۰۵)؛ ولی MTGase با تأثیر کمی که بر رشد باکتری‌های استارتر ماست می‌گذارد منجر به پیشرفت کند اسیدیته در حین نگهداری در مقایسه با ماست شاهد می‌شود (Ozer *et al.*, 2007). اتصالات عرضی ایجاد شده توسط MTGase ، ویسکوزیته ماست اسفناج را افزایش و آب اندازی را کاهش می‌دهد؛ لذا، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر بافت نمونه‌های ماست دارد؛ به طوری که همان طور که در نمودار ۵ نشان داده شده است، نمونه ی حاوی بیشترین مقدار آنزیم از لحاظ ارزیابی حسی بافت، تفاوت آماری معنی‌داری با تیمار ۱ و ۲ (به ترتیب تیمار کنترل و تیمار حاوی ۰/۱ گرم بر لیتر آنزیم) داشت (p<۰/۰۵). به طور کلی، نمونه های ماست از نظر پذیرش کلی اختلاف معناداری با نمونه کنترل نداشتند (p>۰/۰۵).



نمودار ۵ - تغییرات بافت نمونه های ماست اسفناج حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز به عنوان جایگزین بخشی از شیرخشک درروزهای ۵، ۱۰و ۱۵ طی نگهداری در دمای ٤°C(تیمار ۱ (کنترل):بدون آنزیم، تیمار ۲:حاوی ۰/۱ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار ۳: حاوی ۰/۲ گرم بر لیتر آنزیم، تیمار٤:حاوی ۰/۳ گرم بر لیتر آنزیم)

بحث

تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر اسیدیته و pH: به طور کلی با افزایش غلظت آنزیم در ماست، پیشرفت اسیدیته قابل تیتر و میزان نزول pH کاهش یافت و در بالاترین غلظت آنزیم اضافه شده به شیر، پیشرفت اسیدیته در ماست در حین نگهداری کندتر شد. یکی از دلایل محکم برای رشد کند استارتر این است که پپتیدهای با وزن مولکولی کم و یا اسید آمینه‌ای که برای رشد *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* مورد نیاز هستند، توسط آنزیم MTGase دچار اتصالات عرضی شده و تا حدودی برای استرپتوکوکوس غیر قابل دسترس می شوند (Ozer *et al*., 2007). نتایج گزارش شده در این پژوهش با سایر گزارشات مطابقت دارد (Faergmand *et al*., 1999 ; S,anli *et al*., 2011). در نتایج دیگر نیز هیچ تفاوت معناداری بین ماست تیمار شده با MTGase و بدون آن از نظر اسیدیته و pH در طول ۱۴ روز نگهداری مشاهده نگردید (Lorenzen & Schlimme, 1998).

تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر آب اندازی: یکی از عوامل مؤثر بر پذیرش مصرف کنندگان ماست، آب اندازی است (Tamim & Robinson, 1999). آب‌اندازی یا جدا شدن آب پنیر (سرم) را می توان به صورت ظهور آب پنیر روی سطح ژل تعریف کرد (مانند ماست قالبی). آب‌اندازی، انقباض ژل است به طوری که منجر به جدا شدن آب پنیر می شود. دلایل شایع برای وقوع آب‌اندازی عبارتند از استفاده از دمای گرمخانه‌گذاری بالا، نسبت زیاد پروتئین‌های آب پنیر به کازئین، محتوای کم مواد جامد و صدمات فیزیکی محصول در حین ذخیره سازی و توزیع (Lucey, 2004). افزایش ماده خشک و یا افزایش محتوای پروتئینی و همچنین، افزودن هیدروکلوئیدهایی مانند ژلاتین و نشاسته، روشهای معمول در جلوگیری از آب اندازی در ماست است. اتصالات عرضی در زنجیره پروتئینی برای ایجاد ثبات در شبکه سه بعدی ژل اسیدی ماست می‌تواند تأثیر برابر و مشابه داشته باشد (Lorenzen & Schlimme, 1998). استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و کاهش در نفوذپذیری ژل و اندازه منافذ آن منجر به ساختار متراکم‌تر و پایدارتر با فضاهای کوچک‌تر در ماست می شود و از این رو، بیشتر آب آزاد در شبکه ژلی ماست به دام می‌افتد (Moon and Hong., 2003). علاوه بر این، MTGase ظرفیت نگهداری آب را در شبکه ژلی ماست بهبود می بخشد و آب اندازی را کاهش می‌دهد (Motoki & Segauro, 1998). در پژوهش حاضر، این کاهش به دلیل ماده خشک بالا در ماست همزده اسفناج از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. البته، مقدار آب اندازی نمونه‌های ماست‌ها طی نگهداری در سرما کمی کاهش می‌یابد؛ ولی این کاهش، مستقل از وجود آنزیم است (Ozer *et al*., 2007). به طور کلی، اتصالات عرضی دائمی Lye (Gla-

γ)-ε ایجاد شده میان پروتئین‌های شیر تحت اثر آنزیم منجر به کاهش در نفوذپذیری ژل می شود (Lauber *et al*., 2000 ; Faergemand *et al*., 1999). همچنین، این آنزیم باعث می‌شود که اندازه منافذ در ژل ماست کاهش یابد (Lorenzen & Schlimme, 1998).

تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ویسکوزیته (گرانروی): به طور کلی، بالاترین مقدار MTGase اضافه شده به شیر، بالاترین ویسکوزیته را در ماست ها ایجاد کرد. عملکرد اصلی این آنزیم، اتصال عرضی پروتئین های شیر به صورت کوالانسی و در نتیجه، تشکیل یک ژل قویتر در ماست است که در ساختار متفاوت می باشد. در واقع، تیمار با MTGase می‌تواند خواص تشکیل ژل در کازئین را توسط اتصالات عرضی بین مولکولی بهبود بخشد (Farnsworth *et al*., 2006). نتایج مشابهی از استحکام ژل نمونه‌های ماست به دست آمده از شیر تیمارشده با MTGase توسط Faergemand و همکاران (۱۹۹۹) گزارش شده است.

تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ارزیابی حسی: خواص حسی از عوامل اساسی پذیرش بسیاری از فرآورده‌ها و کسب رضایت از مصرف آنهاست. با توجه به اهمیت این خواص، بررسی و شناخت عوامل مؤثر بر آن ها به منظور دستیابی به خواص حسی بهینه و جلوگیری از ایجاد خواص حسی نامطلوب ضروری است (Aziznia *et al*., 2008). این آنزیم با تأثیر اندک بر رشد استارتر ماست، باعث اختلاف کم در بو و طعم نمونه‌های تیمارشده با MTGase و نمونه کنترل می شود؛ به طوری که هر چه مقدار مصرف آنزیم افزایش می‌یابد از طعم و بوی محصول کاسته می‌گردد ولی این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. از طرف دیگر، افزایش مقدار آنزیم باعث افزایش بیشتر ویسکوزیته می شود. این تغییرات کم باعث نمی‌شود که تیمارها از نظر پذیرش کلی با نمونه کنترل تفاوت معناداری داشته باشند؛ لذا، می‌توان گفت که MTGase به خوبی توانسته است کمبود شیرخشک بدون چربی را در ماست اسفناج جبران کند.

نتیجه‌گیری

افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTGase) به شیر مورد استفاده برای تولید ماست اسفناج باعث کاهش آب‌اندازی و افزایش ویسکوزیته (گرانروی) می‌شود. اتصالات عرضی پروتئین‌های شیر که در اثر افزودن MTGase ایجاد می‌شود، می تواند جایگزین قابل قبولی برای مواد افزودنی در ماست باشد. نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که استفاده از MTGase جایگزین قابل قبولی برای شیرخشک بدون چربی در ماست همزده اسفناج است. در این رابطه، از میان چند تیمار مورد بررسی در خصوص ارزیابی خواص حسی و فیزیکوشیمیایی ماست اسفناج، میزان ۰/۱ گرم بر لیتر MTGase، مطلوب تشخیص داده شد. افزایش در غلظت آنزیم MTGase اضافه شده به شیر مورد استفاده برای تولید ماست اسفناج باعث کاهش سطح آب اندازی و افزایش ویسکوزیته می شود. البته ، میزان بالاتر آنزیم می تواند اثر مطلوب تری بگذارد ولی با توجه به مسائل اقتصادی و مقایسه تیمارها با نمونه کنترل، نیاز به افزودن میزان بالاتر آنزیم نیست.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله مراتب تشکر و سپاس خود را از شرکت شیر پاستوریزه پگاه خوزستان به ویژه جناب آقای دکتر منصور شاکریان به جهت در اختیار گذاشتن امکانات لازم و حمایت مالی جهت انجام این تحقیق اعلام می‌دارند.

منابع

بی نام. (۱۳۸۵). شیر و فرآورده‌های آن- تعیین اسیدیته و pH. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۵۸۲، چاپ اول.

بی نام. (۱۳۸۵). ماست- ویژگی‌ها و روش آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۶۹۵ ، چاپ چهارم.

Achanta, K., Aryana, K. J. & Boeneke, C. A. (2007). Fat free plain set yogurt fortified with various minerals, LWT, 40, 424-429.

Amatayakul, T., Sherkat, F. & Shah, N. P. (2006). Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. Food hydrocolloids, 20(3), 14-24.

Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A. & Rahimi, J. (2008). Whey protein concentrates and gum tragacanth as fat replacers in non-fat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. Journal of Dairy Science, 91, 2545–2552.

Cueva, O. & Aryana, K. J. (2008). Quality attributes of a heart healthy yogurt, LWT, 8(41), 537-544.

Everett, D. W. & McLeod, R. E. (2005) Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. International Dairy Journal, 15(11), 75-83.

Faergemand, M., Sorensen, M. V., Jorgensen, U., Budolfsen, G. & Qvist, K. B. (1999). Transglutaminase: Effect on instrumental and sensory texture of set style yoghurt. Milchwissenschaft, 54(10), 563–566.

Farnsworth, J. P., Li, J., Hendricks, G. M. & Guo, M. R. (2006). Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. Small Ruminant Research, 65, 113–121.

Fernandez-Garcia, E., McGregor, J. U. & Traylor, S. (1998). The addition of oat fiber and natural alternative sweeteners in the manufacture of plain yogurt. Journal of Dairy Science, 81, 655-663.

Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P. L. M., Ogliari, P. J. & Bordignon-Luiz, M. T. (2009). Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. LWT - Food Science and Technology, 42, 239-243.

Hassan, A. N., Frank, J. F., Schmidt, K. A. & Shalabi, S. I. (1996). Textural properties of yogurt made with encapsulated non ropy lactic cultures. Journal of Dairy Science, 79, 2098-2103.

Jaros, T. (2006). transglutaminase in dairy products, chemistry, physics and applications. Journal of food science, 37, 113-155.

Lauber, S., Klostermeyer, H. & Henle, T. (2000). Influence of irreversiblecasein crosslinking on the gel strength of yoghurt. Czech Journal of Food Sciences, 18, 69–71.

Lorenzen, P. C. & Schlimme, E. (1998). Properties and potential fields of applicationof transglutaminasepreparations in dairying. International Dairy Federation, 332, 47-53.

Lucey, J. A. (2004). Cultured dairy products: an overview of theirgelation and texture properties. International Journal Dairy Technol., 57, 77–84.

Moon, J. H. & Hong, Y. H. (2003). Electron microscopic property of transglutaminase added milk. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 23(4), 350–355.

Motoki, M. & Kumazawa, Y. (2000).Recent Research Trends in Transglutaminase. Technology for Food Processing. Food Science and Technology Research, 6, 151-160.

Motoki, M. & Seguro, K. (1998).Transglutaminase and its use for food processing. Trends in Food Science and Technology, 9, 204-210.

Ozer, B., Kirmaci, H., Oztekin, S., Hayaloglu, A. & Atamer, M. (2007). Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. International Dairy Journal, 17, 199–207.

S¸anli, T., Sezgin, E., Devecim, O., S¸enel, E. & Benli, M. (2011).Effect of using transglutaminase on physical, chemical and sensory properties of set-type yoghurt. Food Hydrocolloids, 25, 1477-1481.

Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E. & Vernon-Carter, E. J. (2003). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. International Dairy Journal, 14, 151-159.

Tamime, A. Y. & Robinson, R. K. (1999). Yoghurt. Science and technology. London: UK: Wood head Publishing.

Trachoo, N. & Mistry, V. V. (1998). Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. Journal of Dairy Science, 81, 3163-3171.