مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ویژگی‌های بافت، قابلیت‌پذیرش و شمارش باکتری‌های آغازگر ماست هم‌زدهٔ کم‌چرب حاوی آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و صمغ فارسی

مرتضی آریامنش[۱]، حسین جوینده[۲*]، محمد حجتی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۲- استاد گروه علوم وصنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۹

کلمات کلیدی:

سفتی،

قوام،

پذیرش‌کلی،

LAB،

دورهٔ نگهداری

DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72.

* مسئول مکاتبات:

hosjooy@asnrukh.ac.ir

چکیده

امروزه تمایل به مصرف مواد غذایی سالم‌تر، از جمله ماست کم‌چرب، تولیدکنندگان را به استفاده از جایگزین‌های مناسب چربی ترغیب نموده است تا علاوه بر ایجاد قوام و بافتی مطلوب، محصولی با خواص حسی قابل قبول به بازار عرضه کنند. در این پژوهش سعی گردید تا با کمک تیمار آنزیمی ترانس‌گلوتامیناز میکروبی (MTG) و استفاده از صمغ فارسی (PG) به عنوان یک صمغ بومی بتوان ویژگی‌های بافتی و حسی ماست هم‌زدهٔ کم‌چرب را بهبود بخشید. به علاوه تأثیر متغیّرهای مذکور بر شمارش باکتری‌های آغازگر طی مدت ۱۴ روز نگهداری نیز بررسی شد. برای این منظور، نمونه‌های ماست هم‌زدهٔ کم‌چرب با استفاده از سطوح ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد (w/v) صمغ PG و سطوح ۰ و ۰/۰۱۵ درصد (w/v) آنزیم MTG تولید شدند و تا زمان انجام آزمون‌ها در یخچال نگهداری شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت صمغ، سفتی و قوام نمونه‌های ماست تولیدی به‌طور قابل توجهی کاهش یافت درحالی که تیمار آنزیمی سبب افزایش پارامترهای بافت شد ($p< ۰/۰۱$). به‌علاوه، هر دو متغیر آنزیم و صمغ هرچند سبب بهبود امتیاز پذیرش کلی شدند، اما تأثیر منفی بر شمارش باکتری‌های آغازگر ماست داشتند. همچنین، با افزایش زمان نگهداری، سفتی و قوام ماست افزایش و قابلیت پذیرش محصول و شمارش باکتری‌های آغازگر ماست کاهش معنی‌داری یافت ($p< ۰/۰۰۱$). در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که با به‌کارگیری تیمار آنزیمی ترانس‌گلوتامیناز (۰/۰۱۵٪) و افزودن صمغ فارسی (به‌خصوص ۰/۲٪)، می‌توان ماست کم‌چرب هم‌زده‌ای با خصوصیات بافتی و حسی مطلوب حاوی شمارش مناسب باکتری‌های آغازگر ماست تولید نمود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

۱-مقدمه

ماست یکی از پرطرفدارترین محصولات لبنی است که در نتیجهٔ تخمیر لاکتیکی شیر توسط باکتری های لاکتیک اسید گرمادوست *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس سالیواریس* زیرگونه *ترموفیلوس* تهیه می‌شود. تولید ماست و محصولات لبنی مشابه، همواره با مشکلاتی نظیر عیوب در بافت، ساختار، قوام و سینرسیس (آب اندازی) همراه بوده است [۱]. سینرسیس یا آب اندازی فرآیندی است که به علت بازآرایی شبکه کازئینی در نتیجهٔ افزایش تعداد برهم‌کنش‌ها یا اتصالات میان میسل‌های کازئین اتفاق می‌افتد. در نتیجه شبکه تمایل به جمع شدن و دفع مایع بینابینی پیدا می‌کند و ظهور آب پنیر در سطح ژل اتفاق می‌افتد [۲]. سه راه متداول بهبود بافت ماست عبارتند از: افزایش مادهٔ خشک شیر مانند افزودن پودر کازئین شیر، کنترل شرایط تخمیر مانند استارتر مورد استفاده یا کنترل دما و زمان گرمخانه‌گذاری، و افزودن ترکیبات قوام دهنده یا هیدروکلوئیدها. در مورد محصولات کم‌چرب، مشکل بافت ماست دوچندان می‌شود چرا که کاهش چربی سبب تولید ماستی با شبکه کازئینی متراکم می‌گردد که علاوه بر سفتی بیش از حد ژل، سبب افزایش سینرزیس محصول طی مدت نگهداری می‌شود [۳]. بنابراین با توجه به اهمیت مصرف فرآورده‌های غذایی کم‌چرب، تحقیقات وسیعی جهت تولید محصولی کم‌چرب مشابه نوع پرچرب آن انجام شده است. در دهۀ اخیر، استفاده از آنزیم ترانس‌گلوتامیناز میکروبی (MTG) و صمغ‌هایی مانند صمغ فارسی (PG) در تولید محصولات کم‌چرب لبنی مورد توجه قرار گرفته است [۴-۹].

صمغ‌ها یکی از انواع مهم هیدروکلوئیدها هستند که علاوه بر خواص تغلیظ‌کنندگی و تولید ژل مناسب، گاهی اوقات از خواص امولسیفایری نیز برخوردارند. به علاوه، صمغ‌ها منابع مهمی از فیبرهای رژیمی هستند [۱۰]. بادام کوهی با نام علمی *Amygdalus scoparia* Spach درخت یا درختچه‌ای از خانوادهٔ گل‌سرخیان[1] است. از تنه و شاخه‌های این درخت نوعی صمغ تراوش می‌شود که آن را صمغ فارسی، زدو یا صمغ شیرازی می‌نامند. این صمغ با رنگ‌های سفید، زرد روشن تا نارنجی و قرمز یافت می‌شود [۱۱]. نتایج محققین نشان داده است که صمغ فارسی با بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کاهش سینرسیس و نیز عدم تأثیر نامطلوب بر خواص حسی ماست همزده، می‌تواند در تولید این محصول به‌کار رود [۱۲].

آنزیم ترانس‌گلوتامیناز جزء آنزیم های ترانسفراز می‌باشد که واکنش انتقال آسیل، بین گاما-کربوکسی آمید اسیدآمینه گلوتامین و آمین‌های نوع اول در پروتئین‌ها را کاتالیز می‌کند و در نتیجه پیوندهای عرضی کووالانسی درون و بین مولکولی موجب تشکیل پلی‌مرهایی با وزن مولکولی بالا می‌شود [۱۳]. چنین پیوندهایی می‌توانند ساختار و عملکرد پروتئین‌ها را اصلاح کنند. پلیمریزاسیون و انعقاد (ژل شدن) پروتئین غذایی با آنزیم ترانس‌گلوتامیناز، ممکن است کیفیت بسیاری از غذاها را بوسیلهٔ اصلاح خواص فیزیکوشیمیایی، از جمله میزان چسبندگی، انعقاد (ژل شدن)، امولسیون‌سازی و ریزساختار تحت تأثیر قرار دهد [۱۴].

در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های مناسب جهت دستیابی به بافت مطلوب در ماست کم‌چرب بسیار مورد توجه واقع شده است. پایداری شبکه سه بعدی ژل ماست با برقراری اتصالات عرضی بین زنجیره‌های پروتئینی توسط آنزیم ترانس‌گلوتامیناز از روش‌های نوین و موثر در جلوگیری از مشکلات رایج در تولید فرآورده‌های لبنی می‌باشد. در میان پروتئین‌های شیر، کازئینات سدیم بهترین سوبسترا برای ترانس‌گلوتامیناز میکروبی است. پروتئین‌های سرمی نیز در صورت دناتوراسیون، سوبسترای مناسبی برای این آنزیم هستند [۱۵]. بیشترین کاربرد ترانس‌گلوتامیناز در

1-*Rosacea*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

صنعت لبنیات، در تولید ماست می‌باشد که موجب افزایش استحکام ژل، ویسکوزیته و کاهش سینرزیس می‌شود. ترانس‌گلوتامیناز با برقراری اتصالات عرضی بین زنجیره‌های پروتئین موجب کاهش اندازه ذرات شبکه پروتئینی و توزیع یکنواخت پروتئین‌ها در محصول شده و در نهایت منجر به کاهش سینرزیس می‌شود. در نمونه‌های ماست تیمار شده با ترانس‌گلوتامیناز، توزیع پروتئین‌ها یکنواخت‌تر و منظم‌تر بوده و تخلخل کمتر در شبکه پروتئین مشاهده می‌شود که احتمالا مربوط به اتصالات عرضی کاتالیز شده توسط ترانس‌گلوتامیناز بین پروتئین‌های شیر باشد که در نهایت موجب کاهش سینرزیس می‌شود [۳]. همچنین مطالعات نشان می‌دهد افزایش استحکام ژل ماست تیمار شده با ترانس‌گلوتامیناز مربوط به کاهش اندازه ذرات و توزیع منظم شبکه پروتئینی می‌باشد که متعاقب آن، سینرزیس کاهش می‌یابد [۱۳].

تاکنون تحقیقات مختلفی در زمینه تولید ماست کم-چرب با استفاده از انواع هیدروکلوئیدها و آنزیم MTG انجام شده است. گوچی و همکاران [۱٦] اثر ترانس‌گلوتامیناز را بر ویژگی‌های فیزیکی ماست تهیه شده از مخلوط شیر و آب پنیر ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که با تیمار آنزیمی قوام ماست افزایش می‌یابد و طبق نتایج بافتی و رئولوژیکی، آنزیم تغییرات فیزیکی ناشی از افزودن آب پنیر به ماست را جبران کرده است. مؤیدزاده و همکاران [۱۷] تأثیر آنزیم ترانس‌گلوتامیناز بر پروتئولیز و خواص رئولوژیکی ماست بدون چربی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که آنزیم ترانس‌گلوتامیناز موجب افزایش میزان ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در شبکه ژل ماست می‌گردد و بنابراین می‌توان از آن با موفقیت در تهیه ماست هم‌زدهٔ بدون چربی استفاده کرد. صابونی و همکاران [۱۸] دریافتند که نمونه‌های کفیر حاوی ۱۵۰ppm ترانس‌گلوتامیناز و ۰/۲ درصد صمغ زانتان دارای بیشترین تعداد باکتری پروبیوتیک بوده و با افزایش مقادیر صمغ و آنزیم، ویسکوزیته نمونه ها افزایش و سینرزیس به طور معنی داری کاهش یافت. ناطقی [۱۹] امکان تولید ماست هم‌زده کم چرب با استفاده از صمغ زدو را بررسی کرد و به این نتیجه رسید که استفاده از صمغ زدو تا سطح ۰/٤ درصد موجب بهبود ویژگی‌های حسی و کیفی ماست کم چرب می‌شود. بیرمی سریزکانی و همکاران [۹] تأثیر آنزیم ترانسگلوتامیناز میکروبی و صمغ فارسی بر ویژگی‌های نوشیدنی کفیر سنتی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از ترانسگلوتامیناز میکروبی و صمغ فارسی می‌تواند باعث بهبود خواص کیفی کفیر شود. ترابی و همکاران [۲۰] نیز در بررسی ویژگی‌های پنیر فراپالودهٔ سین‌بیوتیک گزارش کردند که نمونهٔ پنیر سین‌بیوتیک (تیمار شده با آنزیم ترانس‌گلوتامیناز میکروبی و حاوی اینولین)، از خواص بافتی و حسی بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد غیرپروبیوتیک و پروبیوتیک برخوردار بود. هرچند تحقیقات معدودی در زمینهٔ استفادهٔ همزمان صمغ PG و آنزیم MTG در محصولات لبنی مانند کفیر انجام شده است، اما تاکنون تحقیقی در این زمینه در مورد ماست صورت نپذیرفته است. لذا، این تحقیق به منظور بررسی تأثیر همزمان MTG و صمغ فارسی بر خواص بافتی، حسی و شمارش باکتری‌های آغازگر ماست طی مدت زمان ۱٤ روز نگهداری در دمای یخچال انجام شد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

نمونه‌های ماست کم‌چرب با استفاده از شیر پاستوریزهٔ کم-چرب (۱/۵ درصد چربی) تولید شدند. آنزیم ترانس-گلوتامیناز میکروبی (MTG) با میانگین فعالیت ۱۰۰ واحد در هر گرم، تولید شده در شرکت فرانسوی آجینتوموتو[2] خریداری شد. پودر شیر پس‌چرخ از شرکت پگاه خراسان

2- Ajintomoto

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

خریداری شد. کشت آغازگر ماست (YF-L ۸۱۱) حاوی باکتری‌های *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* از نوع DVS ساخت شرکت کریستین هانسن دانمارک خریداری شد و در دمای ۱۸- °C نگهداری شد. برای تولید نمونه‌های ماست، از بخش محلول در آب صمغ فارسی استفاده شد. صمغ فارسی از بازار محلی شیراز خریداری و پس از شستشو، به‌خوبی پودر شد. سپس صمغ پودر شده با مش ۶۰ الک گردید تا ذرات یکنواختی به دست آید. پودر PG با هم زدن به مدت ۳۰ دقیقه به طور پیوسته به آب مقطر در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد اضافه شد و یک شب در دمای اتاق نگهداری شد تا هیدراتاسیون کامل انجام شود. برای جداسازی بخش‌های محلول و نامحلول، سوسپانسیون به مدت ۱۵ دقیقه با نیروی g ۱۴۰۰۰ سانتریفیوژ (HK236، Hermle، آلمان) شد و مایع رویی جدا شد و در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد خشک شد. PG خشک شده پودر و سپس آسیاب شد و تا زمان استفاده در کیسه‌های پلی‌اتیلن در یخچال نگهداری گردید [۹].

۲-۲- روش تولید نمونه‌های ماست هم‌زده

نمونه‌های ماست هم‌زده در کارخانه لبنی پگاه خوزستان مطابق روش یدملت و همکاران [۱۲] با کمی تغییرات تولید شدند. به منظور تولید نمونه‌های ماست، ابتدا مقدار ۲ درصد پودر شیر خشک بدون چربی جهت افزایش ماده خشک به شیر کم‌چرب (حاوی ۱/۵ درصد چربی) اضافه شد. سپس شیر در دمای ۹۰ °C به مدت ۱۵ دقیقه تحت فرایند حرارتی قرار گرفت. در نمونه‌های حاوی صمغ فارسی، پودر صمغ فارسی با نسبت‌های مختلف (بر حسب مقدار وزن هیدروکلوئید در صد گرم نمونه) در سه سطح ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد (w/v) به شیر اضافه و خوب همزده شد تا یکنواخت گردد. پس از فرایند حرارتی و هنگام خنک کردن شیر، صمغ فارسی در دمای ۶۵ °C به آن اضافه شد و سپس دمای شیر ضمن هم‌زدن به‌تدریج به دمای تلقیح (۴۵ °C) سرد گردید. در نمونه‌های حاوی آنزیم ترانس‌گلوتامیناز، پس از رساندن دمای شیر به ۴۵ °C، آنزیم در دو سطح ۰ و ۰/۰۱۵ درصد (w/v) به شیر اضافه شد. به منظور فعالیت آنزیم، نمونه‌ها در همان دما به مدت ۱ ساعت در انکوباتور گرمخانه‌گذاری شدند. سپس جهت غیرفعال‌سازی آنزیم، نمونه‌ها در دمای ۸۰ °C به مدت ۱ دقیقه در حمام آب گرم (بن ماری) پاستوریزه شدند [۲۱]. در ادامه، آغازگر ماست مطابق دستورالعمل شرکت سازنده به شیر اضافه شد و نمونه‌های شیر تلقیح شده در دمای ۴۲ °C به مدت ۳ ساعت گرمخانه گذاری شدند. پس از رسیدن pH به ۴/۶، نمونه‌های ماست به یخچال با دمای ۷ °C منتقل شدند. در روز پس از تولید، لخته‌های تهیه شده به‌آرمی هم‌زده شدند و در ظروف کوچک ۹۰ سی‌سی درب‌دار تقسیم گردیدند. سپس ظروف جهت انجام آزمون‌ها به یخچال منتقل و نگهداری شدند. تمامی آزمون‌ها ۱ و ۱۴ روز پس از تولید در سه تکرار انجام شدند. شایان ذکر است که سطوح صمغ فارسی و آنزیم ترانس‌گلوتامیناز بر اساس آزمون‌های مقدماتی تعیین شدند. نمونه فاقد آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و هیدروکلوئید صمغ فارسی به‌عنوان ماست شاهد در نظر گرفته شد و با سایر نمونه‌های ماست کم‌چرب هم‌زده از نظر ویژگی‌های بافتی، حسی و تعداد باکتری‌های آغازگر ماست طی ۱۴ روز نگهداری سرد محصول مقایسه گردید.

۳-۲- آزمون‌ها

۱-۳-۲- آزمون بافت

جهت بررسی تأثیر افزودن آنزیم و صمغ فارسی بر بافت ماست، از دستگاه سنجش بافت[3] TA.XT.PLUS (Micro stable system، ساخت انگلستان) استفاده شد. پروب مورد استفاده دارای قطر ۳۶ میلی‌متر و ارتفاع ۳/۵ میلی‌متر بود. نفوذ پروب تا عمق نمونه‌ها به میزان ۱۰ میلی‌متر، سرعت پروب قبل و هنگام تست ۱ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت آن پس از تست ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه تعیین شد. پارامترهای بافتی

3- analyzer

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

شامل سفتی (بیشترین نیروی فشردگی لازم در فرو رفتن پروب به نمونه (گرم نیرو)) و قوام (سطح زیر نمودار در طی مرحله فرو رفتن پروب(گرم نیرو بر ثانیه))، اندازه‌گیری شد [۲۲].

۲-۳-۲- آزمون حسی

به منظور ارزیابی حسی نمونه‌های ماست از تعداد ۲۰ نفر ارزیاب و از روش آزمون هدونیک (ترجیحی) ۹ نقطه‌ای استفاده شد. در این بررسی، ویژگی قابلیت پذیرش کلی محصول نهایی، ۱ و ۱٤ روز پس از تولید ارزیابی گردید [۲۳].

۳-۳-۲- شمارش باکتری‌های آغازگر ماست

برای شمارش تعداد باکتری‌های لاکتیک اسید در نمونه ها از محیط کشت MRS آگار استفاده گردید. به منظور رقیق سازی مرحله‌ای، از محلول پپتون واتر استفاده شد. به این ترتیب که برای تهیه رقت ۰/۱، مقدار یک گرم نمونه درون ۹ میلی لیتر محلول حل شده و به خوبی هم‌زده شد. به همین ترتیب رقت‌های بعدی با انتقال یک میلی لیتر از هر رقت به ۹ میلی لیتر محلول پپتون واتر تهیه شد. رقت‌های مختلف روی محیط کشت MRS آگار کشت گردید و شمارش باکتری‌های لاکتیک اسید در شرایط هوازی پس از ۷۲ ساعت گرم‌خانه گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انجام شد. پلیت‌های حاوی ۳۰۰-۳۰ کلنی شمارش شده و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد باکتری‌های لاکتیک اسید در هر تیمار گزارش گردید [۲٤].

٤-۲- آنالیز آماری

در این مطالعه، تأثیر صمغ فارسی (در ۳ سطح) و آنزیم ترانس‌گلوتامیناز (در ۲ سطح) بر کیفیت نمونه‌های ماست هم‌زدهٔ کم‌چرب بررسی شد. بنابراین در این تحقیق تعداد ٦ تیمار ماست (۳×۲) تولید شد. هر تیمار در ۳ تکرار تولید گردید و ویژگی‌های مورد بررسی طی زمان نگهداری ۱ و ۱٤ روز پس از تولید ارزیابی شد. برای بررسی اثر متغیرها (صمغ، آنزیم و زمان نگهداری)، از طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل و برای مقایسه میانگین تیمارها، از آنالیز یک طرفه واریانس[4] استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ انجام شد و میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- ارزیابی بافت نمونه‌های ماست

شکل‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب میزان سفتی و قوام نمونه‌های ماست را تحت تأثیر غلظت‌های مختلف صمغ و تیمار آنزیمی طی مدت نگهداری سرد نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت صمغ، سفتی و قوام نمونه‌های ماست تولیدی به‌طور قابل توجهی کاهش یافت، درحالی که تیمار آنزیمی سبب افزایش سفتی و قوام نمونه‌ها شد ($p< ۰/۰۱$). مطابق شکل‌های ۱ و ۲، مقدار سفتی و قوام ماست فاقد صمغ PG با افزایش مقدار آن به ۰/۲ درصد از g ۱۷۰/۱٦ و g.s ۱۲٦۰/۱ به‌ترتیب به g ۱٥٤/٦۹ و g.s ۱۱۹۸/۳ کاهش یافت. در مقابل، میانگین مقادیر سفتی و قوام ماست فاقد آنزیم در نتیجه تیمار آنزیمی MTG به‌ترتیب از g ۱٥٤/۳۳ و g.s ۱۱۸۷/۹ به g ۱۷۰/۹۱و g.s ۱۲۷۳/۲ افزایش یافت.

4- One way analysis of variance

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

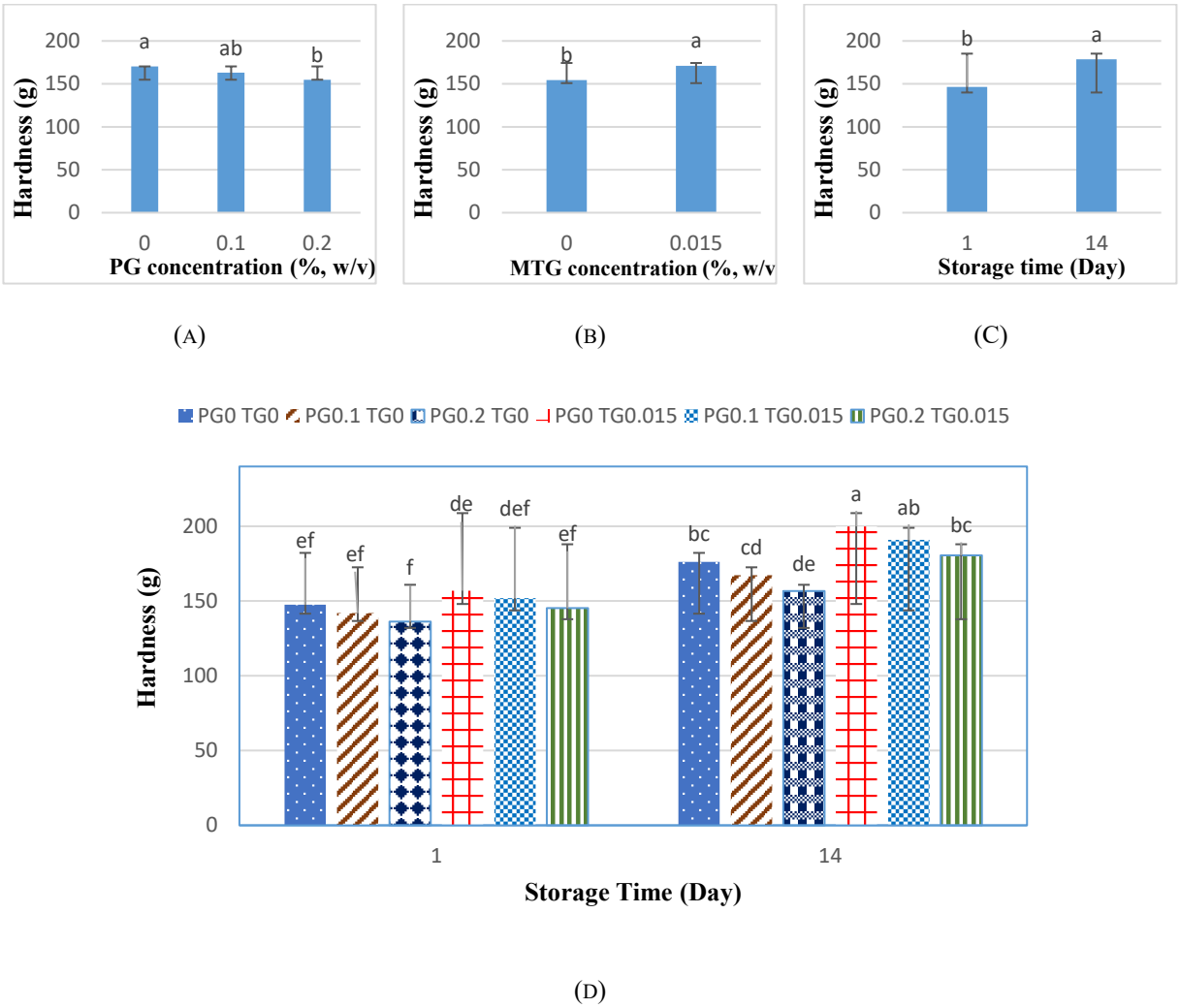


Figure 1- The influence of Persian gum (PG), microbial transglutaminase (MTG) enzyme, storage time, and the interaction effect of PG and MTG (i.e., treatments) on the hardness of low-fat yogurt samples ($p<0.05$) and their standard deviations.

سفتی بافت ماست، به شدت تحت تأثیر میزان ماده خشک آن، میزان چربی و به خصوص پروتئین قرار دارد. افزایش میزان ماده خشک و پروتئین، با افزایش میزان اتصالات عرضی در شبکه ژلی ماست، موجب توسعهٔ شبکه سه بعدی کازئینی و تشکیل ساختار ژلی مستحکم‌تر می‌شود، در حالی‌که در ماستی با میزان چربی بالا، افزایش فعل و انفعال گویچه‌های چربی با شبکه ژلی ماست، موجب باز شدن شبکه ژلی و افزایش نرمی بافت می‌گردد [۳]. افزودن هیدروکلوئید نیز به نمونه‌های ماست، به علت قرارگیری پلی‌ساکاریدهای تشکیل دهنده هیدروکلوئید در میان میسل-های کازئین، موجب ایجاد تداخل در تشکیل شبکه سه بعدی پروتئین شده که در نهایت ساختار میکروسکوپی درشت‌تر و بازتری ایجاد می‌نماید و در نتیجه منجر به کاهش سفتی بافت حاصل می‌گردد [٤]. در واقع، با افزایش غلظت صمغ و افزایش برهمکنش میان هیدروکلوئید-پروتئین، تغییراتی در آرایش شبکه ژلی ایجاد می‌شود که منجر به ایجاد بافت نرم‌تر خواهد شد. کاهش سفتی و قوام ماست در نتیجهٔ افزودن صمغ در محصولات غذایی مختلف به‌ویژه فرآورده‌های لبنی توسط سایر محققین گزارش شده است [۱۲، ۲۵].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

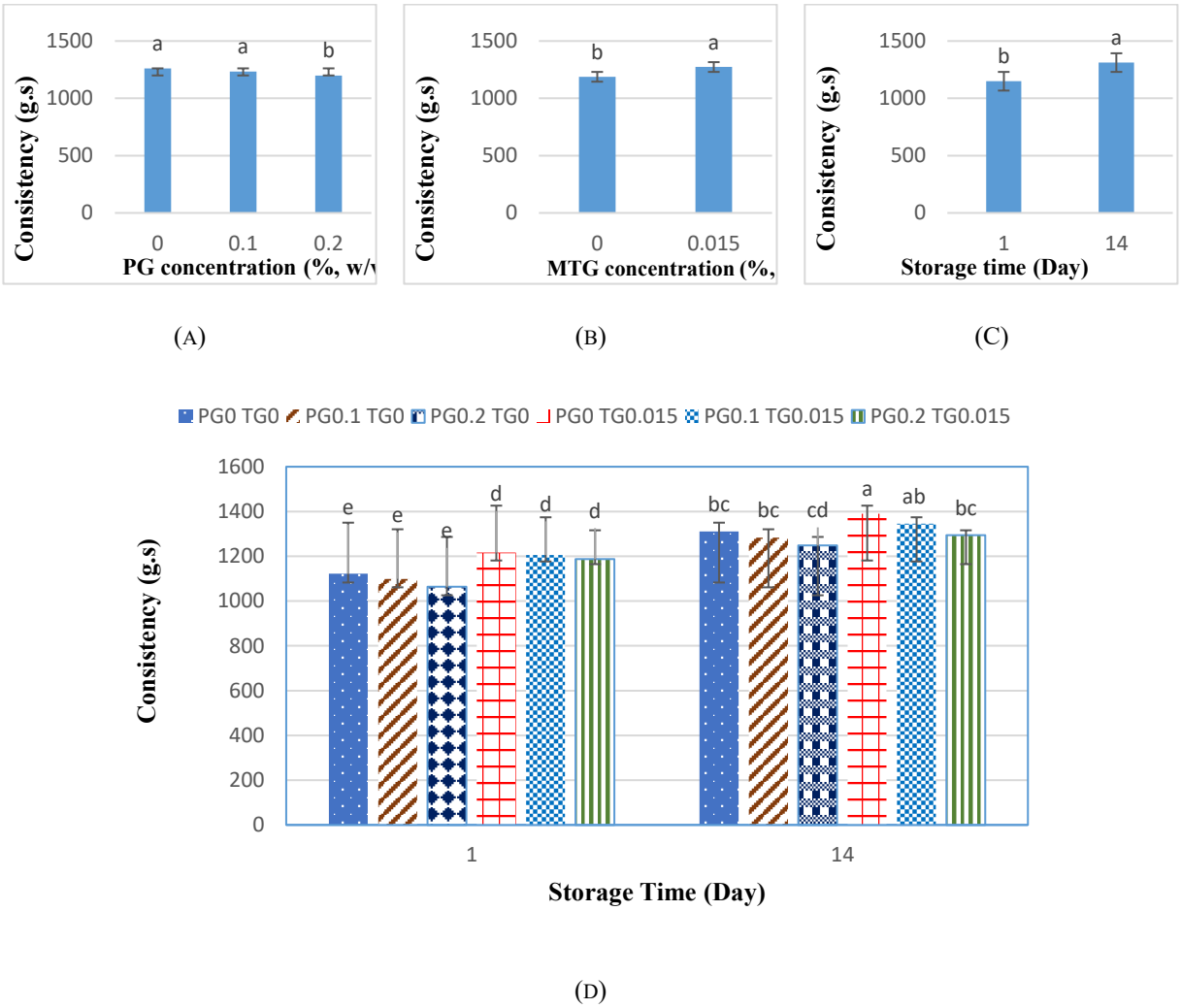


Figure 2- The influence of Persian gum (PG), microbial transglutaminase (MTG) enzyme, storage time, and the interaction effect of PG and MTG (i.e., treatments) on the consistency of low-fat yogurt samples ($p<0.05$) and their standard deviations.

ثابت شده است که افزودن MTG به سوبستراهای پروتئینی غنی از اسیدهای آمینه گلوتامین، لیزین، ژلاتین و میوزین باعث تشکیل پیوندهای عرضی شده و متعاقب آن سفتی و قوام بافت فرآورده افزایش می‌یابد. بر اساس تحقیقات انجام شده مشخص شده است که تیمار سرد آنزیمی با MTG قبل از تخمیر [۲۲] یا تیمار آنزیمی همزمان با تخمیر شیر و تبدیل آن به ماست [٦] سبب افزایش سفتی و قوام محصول می‌شود. افزایش استحکام و قوام بافت تحت تأثیر تیمار آنزیمی در سایر محصولات مختلف لبنی مانند ماست چکیده [۲۱]، پنیر سفید سنتی [٥]، پنیر فرآپالوده [۲٤ و ۲٦]، کفیر [۹] و بستنی [۲۷] و فرآورده‌های غیرلبنی مانند ماست سویا [۸]، پنیر سویا [۲۸]، کیک بدون گلوتن [۲۹] و فیلم‌های خوراکی [۳۰] گزارش شده است.

نتایج آنالیز داده‌ها مشخص نمود که با افزایش زمان نگهداری، سفتی و قوام ماست افزایش معنی‌داری یافت. میانگین مقادیر سفتی و قوام ماست در ابتدای زمان نگهداری به‌ترتیب ۱٤٦/٦۲ g و ۱۱٤۹/۲ g.s تعیین شد که در انتهای مدت نگهداری به ۱۷۸/٦۲ g و ۱۳۱۱/۹ g.s افزایش یافت. افزایش سفتی و قوام ماست طی مدت نگهداری به تغییر آرایش و اتصال پروتئین‌ها نسبت داده شده است [۳۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

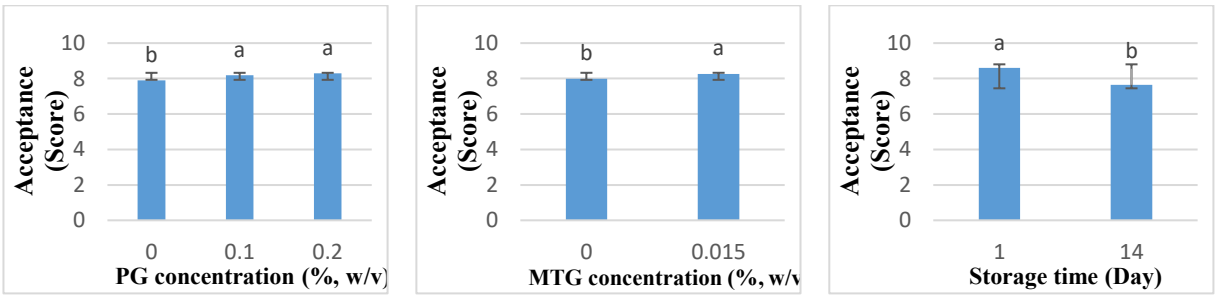
[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

مطابق نمودار D-۱ و D-۲، هرچند اختلاف معنی‌داری از نظر سفتی و قوام طی دوره نگهداری میان نمونهٔ ماست شاهد با نمونه‌های حاوی ۰/۱ و ۰/۲ درصد صمغ مشاهده نشد، اما در نمونه‌های حاوی آنزیم این اختلافات معنی‌دار گردید. بیشترین مقدار سفتی (۱۹۹/۹۲ g) و قوام (۱۳۹۰/۳ g.s) در نمونهٔ ماست کم‌چرب حاوی آنزیم و فاقد صمغ در انتهای زمان نگهداری مشاهده شد. پایین‌ترین میزان سفتی (۱۳۶/۲۶ g) و قوام (۱۰۶۴/۰ g.s) نیز در نمونهٔ فاقد آنزیم و حاوی بیشترین مقدار صمغ در ابتدای دورهٔ نگهداری مشاهده گردید.

۳-۲- ارزیابی حسی نمونه‌های ماست

خواص حسی یکی از مهمترین عوامل مؤثر در قابلیت پذیرش مصرف‌کنندگان مواد غذایی است. با توجه به اهمیت این ویژگی، ارزیابی آن به‌منظور به‌دست آوردن بهترین فرمولاسیون یا روش تولید ضروری است [۳]. برخی از پژوهشگرانی که در این زمینه کار کرده‌اند عنوان داشته‌اند که در غیبت یا حضور کمرنگ چربی، کیفیت طعم فرآورده‌های لبنی به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد و این امر از عوامل تعیین‌کننده در کاهش پذیرش این محصولات می‌باشد [۱۲ و ۳۲].

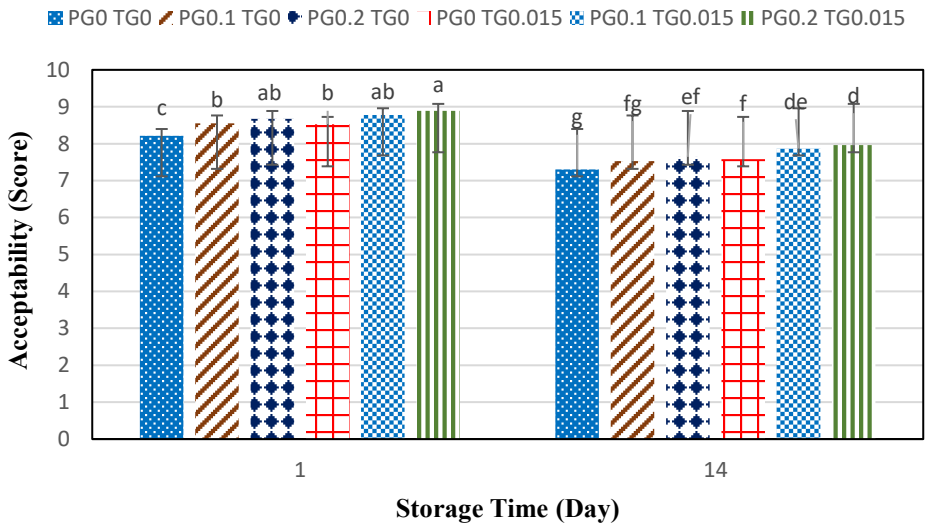
نتایج قابلیت پذیرش محصول توسط ارزیابان در شکل ۳ نشان داده شده است. مطابق نمودارهای ارائه شده در این شکل، متغیرهای مورد آزمون اثر معنی‌داری بر کیفیت حسی نمونه‌های ماست داشته است. مطابق شکل ۳، افزودن صمغ و تیمار آنزیمی ترانس‌گلوتامیناز سبب افزایش کیفیت حسی نمونه‌های ماست شد، در حالی‌که زمان نگهداری اثر منفی بر قابلیت پذیرش محصول داشت ($p<۰/۰۰۱$). میزان قابلیت پذیرش امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های ماست حاوی ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد صمغ فارسی به‌ترتیب ۷/۹۱، ۸/۱۸ و ۸/۲۹ تعیین شد (A-۳). همچنین، مقدار امتیاز حسی نمونه‌های ماست بدون آنزیم MTG و حاوی آن نیز به‌ترتیب ۷/۹۹ و ۸/۲۷ تعیین شد (B-۳). همان‌گونه که در بالا اشاره شد، از میان ویژگی‌های حسی، ارزیابان نمرات بیشتری به رنگ و بافت نمونه‌های حاوی صمغ PG و آنزیم MTG دادند، درحالی‌که اختلاف معنی‌داری از نظر ویژگی‌های رایحه و طعم محصول مشاهده نکردند (داده‌ها نشان داده نشده است). قبلاً اشاره شد که با افزایش غلظت صمغ PG و آنزیم MTG، سینرزیس کاهش و رنگ محصول افزایش می‌یابد. ارزیابان نیز براساس همین دو ویژگی طعم و رنگ، بالاترین نمره را به نمونهٔ تیمار شده با آنزیم و حاوی بیشترین غلظت صمغ دادند (نمودار D-۳).



(A) (B) (C)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]



(D)

Figure 3- The influence of Persian gum (PG), microbial transglutaminase (MTG) enzyme, storage time, and the interaction effect of PG and MTG (i.e., treatments) on the acceptability of low-fat yogurt samples ($p<0.05$) and their standard deviations.

گفته می‌شود که کاهش چربی در محصولات لبنی معمولاً کاهش قوام و خامه‌ای بودن آنها را به همراه دارد (ارشیا و همکاران، ۲۰۱۱). همین امر باعث کاهش رضایت مصرف‌کنندگان از مطلوبیت بافت دسرهای کم‌چرب می‌گردد. در مطابقت با نتایج این تحقیق، ارسیا و همکاران [۳۳] بهبود چشمگیر دو پارامتر بافتی یادشده را در اثر استفاده از جایگزین چربی در فرمولاسیون دسرهای لبنی کم‌چرب گزارش کردند. تارگا و کاستل [۳۲] نیز به یافته‌های مشابهی در این زمینه دست یافتند. بهبود ویژگی‌های بافت و روشنایی محصول در نتیجهٔ تیمار آنزیمی با MTG توسط سایر محققین نیز گزارش شده است [۷، ۸، ۲٤].

نتایج آنالیز داده‌ها مشخص نمود که با افزایش زمان نگهداری، امتیاز پذیرش کلی ماست کاهش معنی‌داری می‌یابد. میانگین امتیاز حسی ماست در ابتدای زمان نگهداری ۸/٦۰ تعیین شد که در انتهای مدت نگهداری به ۷/٦۵ کاهش یافت. کاهش کیفیت حسی ماست طی مدت نگهداری به دلیل تغییرات فیزیکوشیمیایی رخ داده در محصول به‌ویژه افزایش اسیدیته، تغییر رنگ و کاهش آروما در آن است [۳]. کاهش پذیرش کلی ماست طی مدت نگهداری توسط بسیاری از محققین گزارش شده است [۱۸، ۲۱، ۲۳].

۳-۳- شمارش باکتری‌های آغازگر

بر اساس نتایج آنالیزهای آماری، تمامی متغیّرهای این تحقیق اثر منفی معنی‌داری بر بقای باکتری‌های آغازگر داشتند. (شکل ٤). افزودن صمغ PG ($p<۰/۰۵$)، آنزیم MTG ($p<۰/۰۱$) و زمان نگهداری ($p<۰/۰۰۱$) سبب کاهش قابل توجه تعداد باکتری‌های آغازگر گردید. مطابق شکل ٤-A، میزان باکتری‌های آغازگر نمونه‌های ماست حاوی ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد صمغ فارسی به‌ترتیب ۷/۷٦، ۷/۵۹ و ۷/٤۷ Log CFU/g تعیین شد. همچنین، میانگین شمارش باکتری‌های آغازگر در نمونه‌های ماست فاقد آنزیم ۷/۷۲ Log CFU/g و در نمونه‌های حاوی آنزیم ۷/٤۹ Log CFU/g تعیین شد (٤-B). کاهش باکتری‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

آغازگر در نتیجهٔ تیمار آنزیمی و افزودن صمغ به‌دلیل کاهش آب در دسترس جهت فعالیت باکتری‌های ماست می‌باشد [۳]. نتایج مشاهده شده در مورد کاهش اسیدیتهٔ ماست در نتیجهٔ افزایش غلظت صمغ فارسی نیز مؤید همین مطلب است که در حضور صمغ فارسی، میزان رشد باکتری‌های ماست کاهش می‌یابد. برخی محققین عنوان نموده‌اند که افزودن ترکیبات پلی‌ساکاریدی مانند اینولین سبب افزایش بقای باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) می‌شود و دلیل آن را به قابلیت LABها در استفاده از این ترکیبات نسبت داده‌اند [۸ و ۳۴]. بنابراین یکی از دلایل کاهش باکتری‌های ماست هنگام افزودن صمغ فارسی می‌تواند به دلیل عدم توانایی میکروب‌های ماست در استفاده از صمغ فارسی باشد. در نتایجی مشابه با تأثیر آنزیم بر باکتری‌های ماست، ترابی و همکاران [۲۴] کاهش باکتری‌های LAB را در نتیجهٔ تیمار آنزیمی گزارش کردند. آنزیم MTGase هیچ‌گونه اثر سمّی بر LAB ندارد، اما ممکن است دلیل این کاهش، تأخیر در رشد این باکتری‌ها باشد؛ زیرا پپتیدهای با وزن مولکولی پایین و همچنین اسیدهای آمینه مورد نیاز رشد LAB با آنزیم ترانس‌گلوتامیناز تشکیل پیوندهای عرضی داده و درنتیجه از دسترس این باکتری‌ها خارج می‌شوند [۲۴].

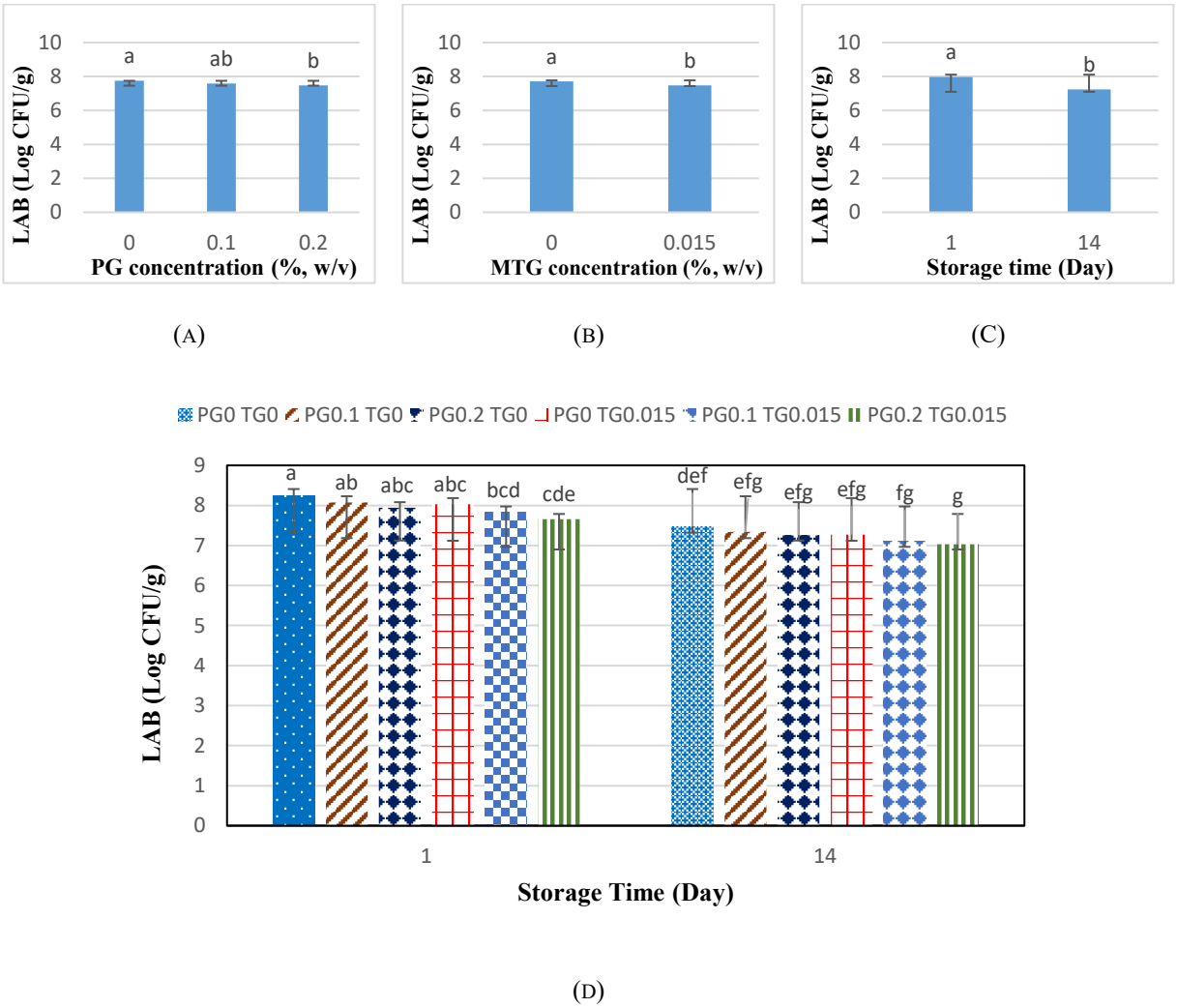


Figure 4- The influence of Persian gum (PG), microbial transglutaminase (MTG) enzyme, storage time, and the interaction effect of PG and MTG (i.e., treatments) on the count of starter bacteria of low-fat yogurt samples ($p<0.05$) and their standard deviations.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

همان‌طور که اشاره شد، زمان نگهداری تأثیر منفی معنی‌داری بر تعداد باکتری‌های LAB داشت (p<۰/۰۰۱) و با گذشت زمان نگهداری، شمارش باکتری‌های آغازگر ماست به طور قابل توجهی کاهش یافت (شکل ٤-C). کاهش تعداد باکتری‌های LAB در طی مدت نگهداری سرد در ماست و سایر محصولات لبنی توسط بسیاری از محققان گزارش شده است [۲۱، ۲۳، ۳۵]. دلیل این کاهش عمدتاً به کاهش ترکیبات شیر و افزایش اسیدیته نسبت داده است. میانگین تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در ابتدای زمان نگهداری ۷/۹٦ Log CFU/g تعیین شد که پس از ١٤ روز نگهداری نمونه‌های ماست در یخچال به ۷/۲۵ Log CFU/g کاهش یافت. مطابق شکل ٤-D، بیشترین میزان LAB با Log ۸/۲۵ CFU/g در نمونهٔ شاهد کم‌چرب در روز اول نگهداری و کمترین تعداد باکتری اسید با ۷/۰۳ Log CFU/g در پایان دورهٔ نگهداری مشخص شد.

٤- نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی گردید تا با استفاده از تیمار آنزیمی ترانس‌گلوتامیناز میکروبی (MTG) ساختار شبکه سه‌بعدی کازئینی را به‌نحوی تغییر داد که ماست تولیدی از کیفیت بافت و خواص حسی مطلوبی برخوردار شود. استفاده از روش آنزیمی به دلیل بالا بودن کارایی واکنش و کاهش خطر تشکیل ترکیبات سمی، در مقایسه با روش‌های فیزیکی یا شیمیایی مزایای بیشتری داشته و می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر و مفید به‌کار برده شود. برای این منظور برای تولید نمونه‌های کم‌چرب ماست از مقدار ۰/۰۱۵٪ (w/v) آنزیم MTG (تقریباً معادل ۰/۵ واحد به‌ازای هر گرم پروتئین شیر) استفاده شد. از طرفی، در این تحقیق تأثیر افزودن صمغ فارسی (PG) بر ویژگی‌های ماست کم‌چرب هم‌زده به عنوان یک صمغ بومی در مقادیر ۰، ۰/۱ و ۰/۲٪ (w/v) بررسی شد. یکی از اهداف استفاده از هیدروکلوئیدها همانند صمغ PG، بهبود بافت محصولات کم‌چرب و نزدیک کردن ویژگی‌های بافتی آن به فرآورده‌های مشابه پرچرب است. قیمت مناسب هیدروکلوئیدهای بومی از دیگر عوامل تأثیرگذار در استفاده از آن‌ها در صنعت غذا می‌باشد. قیمت هر کیلو صمغ فارسی در بازار ایران در مقایسه با هیدروکلوئیدها یا صمغ‌های تجاری مانند زانتان یا گوار بسیار کمتر است. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن صمغ و آنزیم اثر متفاوتی بر مقادیر سفتی و قوام ماست داشت. افزودن صمغ سبب کاهش قابل توجه این پارامترها شد، درحالی که تیمار آنزیمی تأثیر معکوسی داشت و سفتی و قوام را به‌ترتیب حدود ۱۱ و ۷ درصد افزایش داد. با این وجود، براساس نتایج حسی مشخص شد که ارزیابان نمره‌های بیشتری به نمونه‌های حاوی آنزیم داده‌اند و دلیل آن را بافتی یکنواخت‌تر و منسجم‌تر عنوان کرده بودند. باوجود آن که آنالیز دستگاهی افزایش سفتی را در نتیجه تیمار آنزیمی نشان داد، اما به‌دلیل محبوس شدن یکدست آب در شبکهٔ کازئینی توسط MTG، این نمونه‌های ماست از بافت یکنواخت‌تری برخوردار بودند و به دلیل احساس دهانی بهتر، مورد استقبال ارزیابان قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار آنزیمی MTG و به‌کارگیری صمغ PG سبب بهبود ویژگی‌های بافتی محصول شد، به‌نحوی که ارزیابان بیشترین امتیاز بافت را به نمونهٔ حاوی آنزیم و بیشترین مقدار صمغ (۰/۲ درصد) دادند. به‌علاوه، هرچند امتیاز میانگین پذیرش کلی نمونه‌های ماست با گذشت زمان نگهداری بیش از ۱۰ درصد کاهش یافت، اما تمامی نمونه‌های ماست کم‌چرب در پایان ١٤ روز نگهداری از امتیازهای قابل قبولی (بالاتر از ۷، خوشایند) برخوردار بودند. همچنین در میان متغیرهای مورد بررسی، افزودن آنزیم کمترین تأثیر و زمان نگهداری بیشترین تأثیر را بر کاهش تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک داشتند. به‌طور میانگین، استفاده از میزان ۰/۲ درصد صمغ (w/v)، تیمار آنزیمی (۰/۰۱۵٪ w/v) و زمان نگهداری به‌ترتیب سبب کاهش تقریباً ۳/۷، ۳/۰، و ۹/۸ درصدی شمارش باکتریایی شد. با این وجود، تمامی نمونه‌های ماست از شمارش بالای باکتری‌های اسید لاکتیک (Log CFU/g ۷<) که برای سلامتی مفیدند برخوردار بودند. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که با به‌کارگیری تیمار

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

آنزیمی (۰/۰۱۵٪) و افزودن صمغ (به‌خصوص ۰/۲٪)، می‌توان ماست کم‌چربی با خصوصیات بافتی، حسی و شمارش مناسب باکتری‌های اسید لاکتیک تولید نمود.

۵- قدردانی

مقاله حاضر بخشی از نتایج پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد می‌باشد و نویسندگان مراتب قدردانی خود را از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اعلام می‌دارند.

۶-منابع

[1] El-Sayed, E., El-Gawad, I.A., Murad, H., and Salah, S. (2002). Utilization of laboratory produced xanthan gum in the manufacture of yogurt and soy yogurt. European Food Research and Technology, 215: 298-304.

[2] Hutkins, R.W. (2006). Microbiology and Technology of Fermented Foods. Blackwell publishing, Oxford, pp 113-114.

[3] Jooyandeh, H. (2022). Application of Enzymes in Dairy Products. 1st ed., Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University Press. (In Persian)

[4] Jooyandeh, H., Goudarzi, M., Rostamabadi, H., and Hojjati, M. (2017). Effect of Persian and almond gums as fat replacers on the physicochemical, rheological, and microstructural attributes of low- fat Iranian White cheese. Food Science and Nutrition, 5: 669-677.

[5] Danesh, E., Goudarzi, M., and Jooyandeh, H. (2018). Transglutaminase mediated incorporation of whey protein as fat replacer into the formulation of reduced fat Iranian white cheese: physicochemical, rheological and microstructural characterization. Journal of Food Measurement and Characterization, 12(4): 2416-2425.

[6] Jooyandeh, H., Mortazavi, S.A., Farhang, P. and Samavati, V. (2015). Physicochemical Properties of Set Style Yoghurt as Effect by Microbial Transglutaminase and Milk Solids Contents. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 4(11S): 59-67.

[7] Jooyandeh, H., Saffari Samani, S., Alizadeh Behbahani, B., and Noshad, M. (2022). Effect of transglutaminase and buffalo milk incorporation on textural parameters and starter cultures viability of strained yogurt. Journal of Food and Bioprocess Engineering, 5(2): 195-202.

[8] Ababaf, Kh., Jooyandeh, H., and Nasehi, B. (2020). Effect of transglutaminase enzyme treatment on the physicochemical and microbial properties of synbiotic soy yogurt. Journal of Food Researches, 30(3): 189-201. (In Persian)

[9] Beirami-Serizkani, F., Hojjati, M., and Jooyandeh, H. (2021). The effect of microbial transglutaminase enzyme and Persian gum on the characteristics of traditional kefir drink. International Dairy Journal, 112: 104843.

[10] Osano, J. (2010). Emulsifying properties of a novel polysaccharide extracted from the seeds of Basil (Ocimum basilicum L). Thesis, MSC of Technology in Food Technology, Massey University, Palmerston North, New Zealand, chapter 5.

[11] Rostamabadi, H., Jooyandeh, H., and Hojjati, M. (2017). Optimization of physicochemical, sensorial and color properties of ultrafiltrated low-fat Iranian white cheese containing fat replacers by Response Surface Methodology. Journal of Food Science and Technology (Iran), 14(63): 91-106. (In Persian)

[12] Yademellat, M., Jooyandeh, H., and Hojjati, M. (2018). Comparison of some physiochemical and sensory properties of low-fat stirred yogurt containing Persian and Balangu-Shirazi gums. Journal of Food Science and Technology (Iran), 14(72): 313-326. (In Persian)

[13] Jaros, D., Partschefeld, C., Henle, T., and Rohm, H., (2006). Transglutaminase in dairy products: chemistry, physics, applications. Journal of Texture Studies, 37: 113–155.

[14] Tseng, C. S., and Lai, H. M. (2002). Physicochemical properties of wheat flour dough modified by microbial transglutaminase. Journal of Food Science, 67(2): 750-755.

[15] Hardeepsingh, G. and Anderson, A. (2004). Functionality of rice flour modified with Transglutaminase. Journal of Cereal Science, 39: 120-128.

[16] Gauche, C., Tomazi, T., and Barreto, P.L.M., (2009). Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. LWT, 42: 239–243.

[17] Moayedzadeh, S., Khosrowshahi, A., and Zomorodi, Sh. (2015). Effect of transglutaminase on proteolysis and rheological properties of nonfat yoghurt. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 11(4): 325-336.

[18] Sabooni, P., Pourahmad, R., and Mahdavi Adeli, H.Z. (2018). Improvment of viability of probiotic bacteria , organoleptic qualities and physical characteristics in kefir using transglutaminase and xanthan. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment., 17(2): 141–148.

[19] Nateghi, L. (2019). An Investigation about Possibility the Manufacture of Low-Fat Stirred

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

Yoghurt Using Zedo Gum. Food Engineering Research, 18(67): 29-42.
[20] Torabi, F., Jooyandeh, H., Noshad, M. and Barzegar, H. (2020). Texture, color and sensory characteristics of synbiotic ultrafiltrated white cheese treated with microbial transglutaminase enzyme during storage period. Journal of Food Science and Technology (Iran), 17(98):135-145. (In Persian)
[21] Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., and Saffari Samani, E. (2022). Impact of Transglutaminase Enzyme on some Characteristics of Strained Yoghurt Prepared from Cow and Buffalo Milk Mixture. Food Processing and Preservation Journal, 14(2): 17-34. (In Persian)
[22] Jooyandeh, H., Mahmoodi, R., Samavati, V., and Hojjati, M. (2015). Effect of cold enzymatic treatment of milk by transglutaminase on textural properties of yogurt. Journal of Food Science and Technology (Iran), 13(1): 91-99. (In Persian)
[23] Jooyandeh, H., and Alizadeh Behbahani, B. (2024). Development of a probiotic low-fat set yogurt containing concentrated sweet pepper extract. Food Science and Nutrition, 60(3): 1136-1143.
[24] Torabi, F., Jooyandeh, H., and Noshad, M. (2021). Evaluation of physicochemical, rheological, microstructural, and microbial characteristics of synbiotic ultrafiltrated white cheese treated with transglutaminase. Journal of Food Processing and Preservation, 45(7): (e15572) 1-11.
[25] Bohamid, A. Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B. and Barzegar, H. (2023). Impact of Transglutaminase Enzyme and Carrageenan Gum on Physicochemical, Color and Total Acceptability of Low Fat Ultrafiltrated Cheese. Food Processing and Preservation Journal, 15(3): 1-16. (In Persian)
[26] Danesh, E., Jooyandeh, H., Samavati, V., and Goudarzi, M. (2017). Effect of enzymatic transglutaminase treatment on textural and sensory properties of low-fat UF-Feta cheese incorporated with whey proteins using response surface optimization. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 13(2): 282-294. (In Persian)
[27] Danesh, E., Goudarzi, M., and Jooyandeh, H. (2017). Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced fat ice cream. Journal of Dairy Science, 100: 5206–5211.
[28] Jooyandeh, H., Mehrnia, M.A., Hojjati, M., and Alizadeh Behbahani, B. (2023). Evaluation of effect of ultrasound and transglutaminase enzyme treatments on yield, physicochemical properties and microstructure of soy cheese. Innovative Food Technologies, 10(2): 119-133. (In Persian)
[29] Saeidi, Z., Nasehi, B., and Jooyandeh, H. (2018). Optimization of gluten-free cake formulation enriched with pomegranate seed powder and transglutaminase enzyme. Journal of Food Science and Technology, 55(8): 3110–3118.
[30] Kouravand, F., Jooyandeh, H., Barzegar, H., and Hojjati M. (2020). Mechanical, barrier and structural properties of whey protein isolate-based films treated by microbial transglutaminase. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 9(5): 960-964.
[31] Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., and Rahimi, J. (2008). Whey Protein Concentrate and Gum Tragacanth as Fat Replacers in Nonfat Yogurt: Chemical, Physical, and Microstructural Properties. Journal of Dairy Science, 91(7): 2545-2552.
[32] Tárrega, A. & Costell, E. (2006). Effect of inulin addition on rheological and sensory properties of fat-free starch-based dairy desserts. International Dairy Journal, 16(9): 1104-1112.
[33] Arcia, P.L., Costell, E. and Tárrega, A. (2011). Inulin blend as prebiotic and fat replacer in dairy desserts: optimization by response surface methodology. Journal of Dairy Science, 94(5): 2192-2200.
[34] Akın, M.B., Akın, M.S. and Kırmacı, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food chemistry, 104(1): 93-99.
[35] Jooyandeh, H., Momenzadeh, S., Alizadeh Behbahani, B. and Barzegar, H. (2023). Effect of *Malva neglecta* and lactulose on survival of *Lactobacillus fermentum* and textural properties of symbiotic stirred yogurt. Journal of Food Science and Technology, 60: 1136–1143.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Textural properties, acceptability and count of starter cultures of low-fat stirred yogurt containing transglutaminase and Persian gum

Morteza Aryamanesh[1], Hossein Jooyandeh•[2], Mohammad Hojjati[2]

1. MSC Student, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/9/2

Accepted:2024/10/30

Keywords:

Hardness,

Consistency,

Total acceptance,

LAB,

Storage period

DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72.

*Corresponding Author E-

hosjooy@asnrukh.ac.ir

ABSTRACT

Today, the desire to consume healthier foods, including low-fat yogurt, has encouraged manufacturers to use suitable fat substitutes in order to provide a product in the market with an acceptable sensory properties in addition to creating a desirable consistency and texture. In this research, it was aimed to improve the textural and sensory characteristics of low-fat yogurt with the help of microbial transglutaminase (MTG) enzyme treatment and the use of Persian gum (PG) as a native gum. In addition, the effect of the mentioned variables on the number of starter bacteria during 14 days of storage was also investigated. For this purpose, low-fat yogurt samples using levels of 0, 0.1 and 0.2% (w/v) of PG gum and levels of 0 and 0.015% (w/v) of MTG enzyme were produced and kept in the refrigerator until the tests. The results of this research showed that with the increase in gum concentration, the firmness and consistency of the produced yogurt samples decreased significantly, while the enzyme treatment increased the texture parameters ($p<0.01$). In addition, both enzyme and gum variables improved the overall acceptance score, but they had a negative effect on the count of yogurt starter bacteria. Also, with the increase in storage time, the firmness and consistency of yogurt samples increased and the acceptability of the product and the count of yogurt starter bacteria decreased significantly ($p<0.001$). In total, the results of this research showed that by using transglutaminase enzyme treatment (0.015%) and adding Persian gum (especially 0.2%), a low-fat stirred yogurt with desirable textural and sensory properties containing appropriate count of yogurt starter bacteria could be produced.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-09]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.165.72]