



تأثیر تفاوت‌های حسی بر مقبولیت مصرف‌کننده ماست بدون چربی به دست آمده با ترانس گلوتامیناز را بررسی کردند. در این مطالعه ماست بدون چربی غنی شده با شیر خشک بدون چربی به عنوان شاهد (ماست شاهد) استفاده شد. ارزیابی حسی توسط

گروه ارزیاب نشان داد که ماست حاوی TG ویژگیهای حسی متفاوتی با ماست گروه شاهد نشان داد. ماست حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز، سفت تر از ماست کنترل بود. امتیاز نمونه‌های شاهد از امتیاز نمونه‌های حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز بیشتر بود (Daynay و همکاران (۲۰۲۱)، کاهش زمان تخمیر و تولید کفیر کم چرب را مورد بررسی قرار داده و خواص بافتی آن را با افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی، در حین و پس از تخمیر را بر روی کفیر ساخته شده با شیر گاو و بز مورد آزمایش قرار دادند. pH، ویسکوزیته محصول نهایی، میزان جداسازی آب، الگوی پروتئین و سفتی ژل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان ۰/۵ واحد در گرم دوز آنزیم MTGase سطح pH را مستقل از نوع شیر کاهش می‌دهد، اما MTGase بر سینتیک تخمیر تأثیر گذار نیست. مشخصات محصول نهایی نشان داد که هر چه نسبت کارژین شیر مصرفی بیشتر باشد، ویسکوزیته و سفتی ژل کفیر به دلیل تمایل واکنشی بالای MTGase بهتر است (Daynay et al., 2021). در فرآورده‌های تخمیری اسیدی pH شیر پایین‌تر از نقطه‌ی ایزوالکتریک پروتئین‌های شیر می‌باشد. مشکل متلاشی شدن کاپاکازئین‌ها، تجمع میسل‌های کارژین، ته‌نشین شدن آنها و نهایتاً سینرسیس این فرآورده‌ها دور از انتظار نخواهد بود. یکی از روش‌هایی است که توسط آن می‌توان ویسکوزیته فاز آبی را بالا برد استفاده از هیدروکلوئیدها می‌باشد. متداول ترین نقص در ماست آب اندازی می‌باشد و برای برطرف کردن این نقصه، از انواع ماده خشک در جهت کاهش آب اندازی (سینرسیس) استفاده می‌گردد. یکی از رایج‌ترین ماده خشک که در ماست استفاده می‌باشد، شیرخشک بدون چربی می‌باشد و به همین دلیل سبب افزایش دانسیته ساختار ماتریس پروتئین و سفت‌تر شدن بافت می‌شود. در بسیاری از پژوهش‌های انجام شده، که در جهت بهبود بافت ماست است، ماده خشک کل شیر بین ۱۶-۱۵ درصد افزایش می‌دهد. این شکل از غنی‌سازی در صنعت، سبب افزایش هزینه‌های تولید می‌شود. پیشنهاد می‌شود که برای کاهش هزینه‌ها از موادی به جای شیرخشک استفاده گردد که سبب کاهش هزینه‌ها شود و هم‌اینکه ویژگیهای رئولوژیکی را بهبود پیدا کند به شکلی که بر روی ارزش پروتئینی محصول نیز تأثیر سوء نداشته باشد. در این پژوهش، استفاده از صمغ فارسی و آنزیم ترانس گلوتامیناز در تولید ماست همزده در جهت برطرف کردن این نقص بدون افزایش میزان ماده خشک مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. مواد مورد نیاز جهت تهیه تیمارها

شیر خام بدون چربی از کارخانه پگاه تهران، شیرخشک بدون چربی از شرکت راماک ایران، مایه ماست با نام تجاری YF-L811 حاوی لاکتوباسیلوس بولگاریوس و/استرپتوکوکوس ترموفیلوس مورد استفاده از شرکت کریستین هسن دانمارک، آنزیم ترانس گلوتامیناز تهیه شده از میکروب/استرپتوکوکوس لاکتوز، عصاره مخمر، مالتودکسترین، روغن گیاهی و آنزیم ترانس گلوتامیناز (با نام تجاری ACTIV VG از شرکت آجینوموتو فرانسه و صمغ فارسی از شرکت ریحان گام ایران تهیه شد.

۲.۲. روش تهیه نمونه ماست

ابتدا به شیر اسکیم (حاوی ۱.۵ درصد چربی)، میزان ۱/۵ درصد شیرخشک بدون چربی و ۰/۶ درصد پایدارکننده (فدایی نوغانی و همکاران، ۱۳۹۴) اضافه شده تا درصد مواد جامد آن تنظیم گردید سپس در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفته تا پاستوریزه شد؛ پس از آن پودر صمغ فارسی به میزان (۰، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصدوزنی/وزنی) به شیر با دمای ۹۰ درجه اضافه و خوب همزده شده تا یکنواخت گردید (اسماعیل زاده نصیری و همکاران، ۱۳۹۴). و بعد از آن تا دمای ۴۵-۴۲ درجه سلسیوس قرار می‌گیرد تا خنک گردید؛ پس از آن، آنزیم ترانس گلوتامیناز به میزان (۰، ۰/۱ و ۰/۳ گرم بر لیتر) به شیر با دمای ۴۵ درجه سلسیوس اضافه شده و به مدت یک ساعت در داخل انکوباتور در دمای ۴۵ درجه سلسیوس قرار می‌گیرد (فدایی نوغانی و همکاران، ۱۳۹۴). پس از آن برای غیر فعال کردن آنزیم از دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ دقیقه استفاده شده و مجدداً دمای آن را به ۴۵ درجه سلسیوس رسانده و میزان ۳ درصد استارتر اضافه کرده و در داخل انکوباتور در همین دما تا رسیدن به pH معادل ۴/۶ نگهداری گردید. پس از مرحله تخمیر نمونه‌ها خنک شده در داخل لیوانهای پلاستیکی استریل ریخته شده و

درب بندی می گردند و در داخل یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار می گیرند. نمونه ها برای مدت زمان ۱، ۱۰ و ۲۰ روز جهت بررسی آزمونها در دمای یخچال نگهداری شدند.

۳.۲. اندازه گیری pH

اندازه گیری pH مطابق با روش Daynay و همکاران با کمک pH متر صورت گرفت (Daynay et al., 2021).

۴.۲. اندازه گیری میزان سینرسیس ماست

به منظور اندازه گیری میزان سینرسیس ماست، ۳۰ گرم از نمونه های ماست داخل یک فالكون ۵۰ میلی لیتری توزین شده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس با دور ۱۲۵۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ گردید پس از سانتریفوژ، مایع شفاف بالایی جدا و توزین شد. درصد سینرسیس یا آب اندازی ماست مطابق معادله زیر محاسبه گردید (Daynay et al., 2021).

$$\text{درصد سینرسیس (آب اندازی)} = (\text{وزن سرم جداشده}) / (\text{وزن ماست}) \times 100$$

۵.۲. اندازه گیری ویسکوزیته ماست

برای اندازه گیری گرانیوی ماست از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد DV2 استفاده شد. برای این منظور از ظروف بزرگ حاوی ۲۰۰ میلی لیتر ماست استفاده شد. قبل از اندازه گیری گرانیوی ابتدا نمونه به وسیله یک میله شیشه ای کاملاً همگن شده و در حمام آبی جهت رسیدن به دمای مورد نظر (OC 13) قرار گرفت. سپس برای اندازه گیری اسپیندل شماره ۴ و سرعت ۱/۵ دور در دقیقه انتخاب شد. پس از گذشت مدت زمان ۹۰ ثانیه، یعنی پس از پایدار شدن وضعیت اسپیندل، عدد خوانده شده توسط دستگاه به عنوان گرانیوی ماست ثبت شد. این آزمون برای هر نمونه در سه تکرار انجام شد (Daynay et al., 2021).

۵.۲. آنالیز

جهت تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده از آزمونها، از طرح کاملاً تصادفی استفاده و میانگین به دست آمده از انجام ۳ بار تکرار هر آزمون، از طریق آزمون چنددامنه ای دانکن، در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. رسم نمودارها نیز با نرم افزار Excel صورت گرفت.

۳. نتایج

۱.۳. بررسی اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان pH نمونه ماست چکیده همزده در طی زمان نگهداری

در جدول ۱ مقایسه میانگین اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان pH نمونه ماست چکیده همزده در طی زمان نگهداری آمده است. بر اساس نتایج بدست آمده بین تیمارها اختلاف معناداری از نظر آماری وجود دارد ($p < 0.05$). به طوری که با افزایش درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میزان pH افزایش یافته و با افزایش درصد صمغ فارسی نیز میزان pH کاهش یافت که از نظر آماری اختلاف معناداری داشتند ($p < 0.05$). همچنین با گذشت زمان نگهداری میزان pH کاهش معناداری داشت ($p < 0.05$). در نهایت بر اساس نتایج بدست آمده از جدول ۱ می توان گفت که بالاترین pH مربوط به تیمار ۶ (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰٪) و پایین ترین میزان pH مربوط به تیمار ۲ (ترانس گلوتامیناز ۰٪، صمغ فارسی ۱٪) در پایان دوره نگهداری ماست می باشد که اختلاف معناداری با سایر تیمارها داشتند ($p < 0.05$).

جدول ۱. جدول مقایسه میانگین اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان pH نمونه ماست چکیده همزده در طی زمان نگهداری

تیمار	روز صفر	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
-------	---------	----------	-------------	----------------

شاهد	۴/۲۱±۰/۰۰ ^{AcD}	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{Bd}	۳/۸±۰/۰۰ ^{Cd}	۳/۴۶±۰/۰۰ ^{Dd}
T1	۴/۰۹±۰/۰۰ ^{Ad}	۳/۸۸±۰/۰۰ ^{Bd}	۳/۶۸±۰/۰۰ ^{Cd}	۳/۳۴±۰/۰۰ ^{Dd}
T2	۳/۷۵±۰/۰۰ ^{Ae}	۳/۵۴±۰/۰۰ ^{Be}	۳/۳۶±۰/۰۰ ^{Ce}	۳/۰۰±۰/۰۰ ^{De}
T3	۴/۴۳±۰/۰۰ ^{Ac}	۴/۲۲±۰/۰۰ ^{Be}	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{Ce}	۳/۷۸±۰/۰۰ ^{De}
T4	۴/۲۱±۰/۰۰ ^{AcD}	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{Bcd}	۳/۸±۰/۰۰ ^{Ccd}	۳/۴۶±۰/۰۰ ^{Dcd}
T5	۴/۰۸±۰/۰۰ ^{Ad}	۳/۸۷±۰/۰۰ ^{Bd}	۳/۶۷±۰/۰۰ ^{Cd}	۳/۳۳±۰/۰۰ ^{Dd}
T6	۵/۱۸±۰/۰۰ ^{Aa}	۴/۸۷±۰/۰۰ ^{Ba}	۴/۶۲±۰/۰۰ ^{Ca}	۴/۳۳±۰/۰۰ ^{Da}
T7	۴/۸۱±۰/۰۰ ^{Ab}	۴/۶±۰/۰۰ ^{Bb}	۴/۳۶±۰/۰۰ ^{Cb}	۴/۲۳±۰/۰۰ ^{Db}
T8	۴/۶۱±۰/۰۰ ^{Abc}	۴/۴±۰/۰۰ ^{Bbc}	۴/۱۷±۰/۰۰ ^{Cbc}	۳/۹۸±۰/۰۰ ^{Dbc}

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن در ستون است

($p < 0.05$). حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن در ردیف است ($p < 0.05$).

شاهد (ترانس گلوتامیناز ۰٪، صمغ فارسی ۰٪)، T1 (ترانس گلوتامیناز ۰٪، صمغ فارسی ۰/۱٪)، T2 (ترانس گلوتامیناز ۰٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)، T3 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰٪)، T4 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۱٪)، T5 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)، T6 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰٪)، T7 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)، T8 و (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)

۲.۳. بررسی اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان سینرزیس نمونه ماست چکیده همزده در

طی زمان نگهداری

در جدول ۲ مقایسه میانگین اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان سینرزیس نمونه ماست چکیده همزده در طی زمان نگهداری آمده است. بر اساس نتایج بدست آمده بین تیمارها اختلاف معناداری از نظر آماری وجود دارد ($p < 0.05$). به طوری که با افزایش درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میزان سینرزیس کاهش یافته و با افزایش درصد صمغ فارسی نیز میزان سینرزیس کاهش یافت که از نظر آماری اختلاف معناداری داشتند ($p < 0.05$). همچنین با گذشت زمان نگهداری میزان سینرزیس افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$). در نهایت بر اساس نتایج بدست آمده از جدول ۲ می توان گفت که بالاترین سینرزیس مربوط به شاهد (ترانس گلوتامیناز ۰٪، صمغ فارسی ۰٪) و پایین ترین میزان سینرزیس مربوط به تیمار ۸ (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۱٪) در پایان دوره نگهداری ماست می باشد که اختلاف معناداری با سایر تیمارها داشتند ($p < 0.05$).

جدول ۲. جدول مقایسه میانگین اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان سینرزیس نمونه ماست چکیده همزده در

طی زمان نگهداری

تیمار	روز صفر	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
شاهد	۳۰/۳۳±۰/۰۰ ^{Da}	۳۲/۴۸±۰/۰۰ ^{Ca}	۳۴/۳۶±۰/۰۰ ^{Aa}	۳۶/۰۱±۰/۰۰ ^{Aa}
T1	۲۸/۹۹±۰/۰۰ ^{Db}	۳۱/۰۵±۰/۰۰ ^{Cb}	۳۲/۸۵±۰/۰۰ ^{Bb}	۳۴/۴۳±۰/۰۰ ^{Ab}
T2	۲۵/۶۶±۰/۰۰ ^{Dd}	۲۸/۶۸±۰/۰۰ ^{Cd}	۳۰/۳۴±۰/۰۰ ^{Bd}	۳۱/۸±۰/۰۰ ^{Ad}
T3	۲۸/۲۲±۰/۰۰ ^{Db}	۳۱/۲۲±۰/۰۰ ^{Cb}	۳۳/۰۳±۰/۰۰ ^{Bb}	۳۴/۶۲±۰/۰۰ ^{Ab}
T4	۲۴/۶۵±۰/۰۰ ^{De}	۲۶/۰۲±۰/۰۰ ^{Ce}	۲۷/۵۶±۰/۰۰ ^{Be}	۲۸/۸۸±۰/۰۰ ^{Ae}
T5	۲۱/۲±۰/۰۰ ^{Dh}	۲۲/۹۷±۰/۰۰ ^{Ch}	۲۴/۳±۰/۰۰ ^{Bh}	۲۵/۴۷±۰/۰۰ ^{Ah}
T6	۲۶/۷۴±۰/۰۰ ^{Dc}	۲۷/۷۳±۰/۰۰ ^{Cc}	۲۹/۹±۰/۰۰ ^{Bc}	۳۰/۷۵±۰/۰۰ ^{Ac}
T7	۲۳/۳۸±۰/۰۰ ^{Df}	۲۵/۴۳±۰/۰۰ ^{Cf}	۲۶/۹±۰/۰۰ ^{Bf}	۲۸/۲±۰/۰۰ ^{Af}

۲۱/۲±۰/۲۴ ^{Ag}	۲۰/۲۳±۰/۱۶ ^{Bg}	۱۹/۱۲±۰/۱۶ ^{Cg}	۱۸/۹۲±۰/۳۱ ^{Dg}	T8
اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن در ستون است ($p<0/05$). حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن در ردیف است ($p<0/05$).				
شاهد (ترانس گلوتامیناز ۰/۰٪، صمغ فارسی ۰/۰٪)، T1 (ترانس گلوتامیناز ۰/۰٪، صمغ فارسی ۰/۱٪)، T2 (ترانس گلوتامیناز ۰/۰٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)، T3 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۰٪)، T4 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۱٪)، T5 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)، T6 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۰٪)، T7 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۱٪) و T8 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۲٪).				

۳.۳. بررسی اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان ویسکوزیته نمونه ماست چکیده همزده

در طی زمان نگهداری

در جدول ۳ مقایسه میانگین اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان ویسکوزیته نمونه ماست چکیده همزده در طی زمان نگهداری آمده است. بر اساس نتایج بدست آمده بین تیمارها اختلاف معناداری از نظر آماری وجود دارد ($p<0/05$). به طوری که با افزایش درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میزان ویسکوزیته افزایش یافته و با افزایش درصد صمغ فارسی نیز میزان ویسکوزیته افزایش یافت که از نظر آماری اختلاف معناداری داشتند ($p<0/05$). همچنین با گذشت زمان نگهداری میزان ویسکوزیته افزایش معناداری داشت ($p<0/05$). در نهایت بر اساس نتایج بدست آمده از جدول ۳ می توان گفت که بالاترین ویسکوزیته مربوط به تیمار ۸ (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۱٪) و پایین ترین میزان ویسکوزیته مربوط به شاهد (ترانس گلوتامیناز ۰/۰٪، صمغ فارسی ۰/۰٪) در پایان دوره نگهداری ماست می باشد که اختلاف معناداری با سایر تیمارها داشتند ($p<0/05$).

جدول ۳. جدول مقایسه میانگین اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی بر میزان ویسکوزیته نمونه ماست چکیده همزده در

طی زمان نگهداری

تیمار	روز صفر	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
شاهد	۴۸۶۱±۰/۷۴ ^{Ai}	۴۸۶۲±۰/۵ ^{Ai}	۴۵۸۴±۰/۵ ^{Ai}	۴۸۶۱±۰/۶۳ ^{Ai}
T1	۵۰۹۵±۰/۷۴ ^{Dh}	۵۱۸۵±۰/۶۵ ^{Ch}	۵۲۲۶±۰/۶۵ ^{Bh}	۵۳۵۰±۰/۶۷ ^{Ah}
T2	۵۳۰۱±۰/۴۶ ^{Dg}	۵۵۵۴±۰/۳۲ ^{Cg}	۵۵۹۸±۰/۳۲ ^{Bg}	۵۸۴۰±۰/۲۵ ^{Ag}
T3	۵۵۰۴±۰/۷۳ ^{Df}	۵۹۲۵±۰/۶۷ ^{Cf}	۵۹۷۲±۰/۶۷ ^{Bf}	۶۳۲۹±۰/۹۴ ^{Af}
T4	۵۸۲۳±۰/۷۴ ^{De}	۶۲۳۰±۰/۳۲ ^{Ce}	۶۲۸۰±۰/۳۲ ^{Be}	۶۶۵۴±۰/۳۶ ^{Ae}
T5	۶۱۴۱±۰/۵ ^{Dd}	۶۵۳۶±۰/۸ ^{Cd}	۶۵۸۸±۰/۸ ^{Bd}	۶۹۸۰±۰/۷۳ ^{Ad}
T6	۶۲۱۵±۰/۶۳ ^{Dc}	۶۳۹۸±۰/۵۷ ^{Cc}	۶۸۹۴±۰/۵۷ ^{Bc}	۶۸۲۰±۰/۸۴ ^{Ac}
T7	۶۳۳۸±۰/۴۲ ^{Db}	۶۶۱۹±۰/۶۲ ^{Cb}	۶۶۷۱±۰/۶۲ ^{Bb}	۷۰۶۳±۰/۴۱ ^{Ab}
T8	۶۴۶۲±۰/۶۶ ^{Da}	۶۸۴۰±۰/۶۳ ^{Ca}	۶۴۴۹±۰/۶۳ ^{Ba}	۷۳۰۷±۰/۵۲ ^{Aa}

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن در ستون است

($p<0/05$). حروف بزرگ متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن در ردیف است ($p<0/05$).

شاهد (ترانس گلوتامیناز ۰/۰٪، صمغ فارسی ۰/۰٪)، T1 (ترانس گلوتامیناز ۰/۰٪، صمغ فارسی ۰/۱٪)، T2 (ترانس گلوتامیناز ۰/۰٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)، T3 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۰٪)، T4 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۱٪)، T5 (ترانس گلوتامیناز ۰/۳٪، صمغ فارسی ۰/۲٪)، T6 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۰٪)، T7 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۱٪) و T8 (ترانس گلوتامیناز ۰/۴٪، صمغ فارسی ۰/۲٪).

۴. بحث

تراکم یون هیدروژن یونیزه موجود در نمونه، مشخص کننده pH آن است. pH معیاری برای پایان عمل تخمیر می باشد. روند کاهشی برای pH و افزایشی برای اسیدیته در طی دوره نگهداری امری قابل انتظار می باشد. ماست به واسطه رشد لاکتوباسیلوس و تبدیل لاکتوز شیر به اسید لاکتیک، به مرور زمان دارای محیط اسیدی تری شده و pH آن پایین تر آمده و اسیدیته ماست بالاتر خواهد رفت و این امر موجب ترش شدن هر چه بیشتر ماست می گردد به عبارت دیگر کاهش pH و افزایش اسیدیته در طول دوره نگهداری می تواند مربوط به تبدیل لاکتوز به لاکتیک اسید، ترکیب باکتری های استارتر، طول دوره نگهداری و دمای تخمیر باشد. در واقع در طی نگهداری کاتابولیسم لاکتوز توسط باکتری های آغازگر موجب تولید اسید لاکتیک، کاهش pH و افزایش اسیدیته می شود (Ramasubramanian et al., 2008).

با افزایش درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میزان pH افزایش و اسیدیته کاهش یافته و با افزایش درصد صمغ فارسی نیز میزان pH کاهش و اسیدیته افزایش یافت که از نظر آماری اختلاف معناداری داشتند ($p < 0.05$). همچنین با گذشت زمان نگهداری میزان pH کاهش و اسیدیته افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$). بنابر مطالعات انجام شده توسط Mortazavian و همکاران (۲۰۰۶)، pH نمونه های ماست پروبیوتیک طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد کاهش pH می یابد. آن ها گزارش کردند که لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس از طریق تولید اسید لاکتیک باعث کاهش pH و در ماست می شوند (Mortazavian et al., 2006). همچنین تخمیر پروبیوتیک ها نیز در طی دوره نگهداری باعث کاهش پهاش، افزایش اسیدیته و افزایش پتانسیل احیای محصول شده که خود در نهایت عاملی نامطلوب و بازدارنده برای فعالیت بیوشیمیایی پروبیوتیک ها در طی دوره نگهداری می باشد. احتمالاً علت افزایش pH و کاهش اسیدیته ی نمونه های ماست به برقراری پیوندهای کووالانسی توسط آنزیم ترانس گلوتامیناز مربوط می شود با برقراری اتصالات عرضی پپتیدها و اسیدهای آمینه مورد نیاز برای رشد میکروارگانیسمها توسط آنزیم ترانس گلوتامیناز به دام افتاده و از دسترس آنها خارج می گردد همین امر باعث کند شدن فعالیت میکروبی و تا حدودی افزایش pH و کاهش اسیدیته می گردد. در موافقت با نتایج بدست آمده در این تحقیق Aprodu و همکاران در پژوهشی بیان کردند pH نمونه های تیمار شده با آنزیم اندکی بالاتر از نمونه کنترل بود در نتیجه زمان تخمیر در نمونه های حاوی آنزیم به منظور رسیدن به pH نهایی بالاتر بود و این زمان با غلظت آنزیم رابطه مستقیم داشت مطابق با pH اسیدیته آنها نیز تحت تأثیر قرار گرفت (Aprodu et al., 2011).

آب اندازی در ژل عبارت است از جدا شدن فاز آبی از فاز پیوسته یعنی شبکه ژل، این پدیده در پنیرسازی مطلوب و در تولید ماست نامطلوب است. تولید اگزوپلی ساکاریدها، دمای تخمیر، پهاش فرآورده و افزودن فیبرها و پایدارکننده ها از مهمترین عوامل مؤثر بر آب اندازی می باشند. درصد، چربی و ویژگیهای باکتریهای آغازگر میزان ماده خشک بدون چربی، تولید اگزوپلی ساکاریدها افزودن فیبرها و پایدار کننده ها دمای، تخمیر pH فرآورده از مهمترین عوامل مؤثر بر آب اندازی ماست می باشد از راه های حذف و یا کاهش سینرزیس می توان به غنی سازی ماده خشک یا میزان پروتئین با افزودن هیدروکلوئیدها اشاره کرد. اما استفاده بیش از اندازه این پایدار کننده ها می تواند با ایجاد طعم غیر طبیعی و سفت شدن بیش از حد بافت اثر منفی بر ویژگیهای حسی ماست داشته باشد. با افزایش درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میزان سینرزیس کاهش و ویسکوزیته افزایش یافته است و با افزایش درصد صمغ فارسی نیز میزان سینرزیس کاهش و ویسکوزیته افزایش یافت که از نظر آماری اختلاف معناداری داشتند ($p < 0.05$). همچنین با گذشت زمان نگهداری میزان سینرزیس و ویسکوزیته افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$). دنا توره شدن پروتئین ها ممکن است تأثیر عکس و یا مثبت بر میزان ظرفیت نگهداری آب و آب اندازی داشته باشد. یکی دیگر از دلایل احتمالی افزایش میزان آب اندازی در نمونه های مورد مطالعه می تواند به خروج رطوبت در نتیجه پدیده انتشار مربوط باشد. کاهش آب اندازی با افزایش غلظت آنزیم به بهبود ساختار شبکه ی پروتئینی در نتیجه ی فعالیت ترانس گلوتامیناز مربوط می شود. به عبارتی در نتیجه تیمار آنزیمی شبکه پروتئینی با منافذ کوچکتری تشکیل می گردد که در نتیجه آن نفوذ پذیری شبکه پروتئینی کاهش یافته و می تواند آب آزاد بیشتری درون خود نگه دارد (Moon and Hung, 2003) علاوه بر آن ترانس گلوتامیناز می تواند ظرفیت نگهداری آب درون شبکه ژلی ماست را بهبود بخشد، در تایید نتایج این پژوهش فرانس Roberfroid و همکاران ۲۰۰۷ نشان دادند آب اندازی ماست پروبیوتیک حاصل از شیر بز تیمار شده با ترانس گلوتامیناز م در سطح ۲ و ۴ U/g پروتئین بیش از ۴ درصد در مقایسه با نمونه های تیمار نشده کاهش یافت. در طی تخمیر با توجه به افت سریع pH شبکه پروتئینی به صورت نامنظم و غیر یکنواخت تشکیل می شود، در نتیجه پیوندهای آب گریز پروتئینهای سویا در سطح شبکه ژلی قرار گرفته

و در نهایت موجب افزایش آب اندازی در پایان تخمیر می گردد. این در حالی است که طی دوره نگهداری با گذشت زمان فرصت کافی برای بازآرایی شبکه ژلی ماست و افزایش ظرفیت نگهداری آب وجود خواهد داشت همین مساله می تواند یکی از دلایل کاهش آب اندازی ماست در طول دوره نگهداری باشد (Roberfroid et al., 2007)، قربانی و همکاران، در پژوهشی به بررسی تغییرات خواص فیزیکی ماست سویای پروبیوتیک طی ۲۱ روز نگهداری پرداختند. نتایج آنان نشان داد روند کاهش آب اندازی در محصول کاملاً معنی دار است. بیشترین آب اندازی (۶۶/۱۶ درصد) در ابتدا و کمترین آب اندازی (۶۱/۱۲ درصد) در پایان زمان نگهداری مشاهده گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت در راستای این پژوهش به کاهش آب اندازی با گذشت زمان اشاره کردند. همچنین آب اندازی نمونه ها به طور معنی داری در طی دوره نگهداری کاهش یافت. در رابطه با تغییرات سینرزیس در طی دوره نگهداری نتایج متفاوتی گزارش شده است (قربانی و همکاران ۱۳۹۱)

۳. نتیجه گیری

غذا مجموعه ی پیچیده و ویژه ای از مولکولها بوده و شناخت پیشگویی و کنترل رفتار ترکیبات مختلف در یک سیستم، یکی از راههای افزایش کیفیت، ماست افزودن انواع پودرهای پروتئینی به شیر می باشد که در صنعت به طور معمول در حدود ۳٪ از این پودرها به کار میرود هدف بررسی امکان بهبود شاخصهای کیفی ماست با استفاده از صمغ فارسی و آنزیم ترانس گلوتامیناز بود. طبق نتایج میزان pH افزایش و اسیدیته و آب اندازی کاهش و ویسکوزیته ی نمونه ها افزایش یافت. برای اولین بار تأثیر همزمان سطوح مختلف افزودن آنزیم و زمان های مختلف افزودن آنزیم بر ویژگیهای کیفی ماست بررسی شد و فرمولاسیون مناسبی جهت استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ فارسی به دست آمد.

مراجع

۱. قربانی، عاطفه، پوراحمد، رضوان، فالج پور، مسعود. و مظاهری اسدی، مهناز. ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و میکروبی ماست پروبیوتیک سویا طی ۲۱ روز نگهداری. مجله علوم غذایی و تغذیه
2. Aprodu, I., Gurau, G., Ionescu, A. and Banu, I. (2011). The effect of transglutaminase on the reological properties of yogurt. Scientific Study and Research. 12(2): 185-196.
3. Darnay, L., Tóth, A., Csehi, B., Szepessy, A., Horváth, M., Pásztor-Huszár, K., Laczay, P. (2021). The Effect of Microbial Transglutaminase on the Viscosity and Protein Network of Kefir Made from Cow, Goat, or Donkey Milk. Fermentation .7, 214.
4. Garcia-Gomez B., Gomez, A., Romero-rodriguez A., Azquez-oderiz LOderiz Z., Munoz-ferreiro N., Vazquez M. (2019). Sensory quality and consumer acceptance of skim yoghurt produced with transglutaminase at pilot plant scale. International Journal of Dairy Technology, 72(3):388-394.
5. Moon, J. H. and Hong, Y. H. (2003). Electron microscopic property of transglutaminase added milk. Korean Journal Food Science Animal Research. 23 (4): 350-355.
6. Mortazavian AM and Sohrabvandi S. (2006). Probiotic and Probiotic foods, Ata publish; p18: 152-155, 202, 210, 213, 219, 235, 371-372.
7. Ramasubramanian L, Restuccia C, Deeth HJJods. Effect of calcium on the physical properties of stirred probiotic yogurt. 2008;91(11):4164-75.
8. Roberfroid, M. B. (2007). Inulin-type fructans: functional food ingredients. The Journal of Nutrition. 137(11): 2493-2502.
9. Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E. & Vernon-Carter, E. J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. International Dairy Journal, 14, 151-159.

الزامات اخلاقی نگارش مقاله

نویسنده مقاله خانم لیلا ساداتی متعهد می‌شود:

- مقاله ارسالی حاصل کار پژوهشی ایشان (و همکاران) بوده و در مواردی که از دستاوردهای تحقیقاتی دیگران استفاده شده، مطابق ضوابط و رویه معمول، مشخصات منابع مورد استفاده درج شده است.
- مقاله ارسالی (یا ترجمه آن) و مقاله‌ای با همپوشانی قابل توجه با این مقاله قبلاً در هیچ مجله و یا کنفرانسی ارائه نشده و به طور همزمان نیز در حال ارزیابی در مجله یا کنفرانس دیگری نیست.
- همه نویسندگان مقاله از کلیه محتویات علمی و نیز ترتیب قرارگیری نام و مشخصات و وابستگی شغلی خود در مقاله آگاهی و رضایت کامل دارند.
- چنانچه هر زمان خلاف موارد فوق و یا بروز هرگونه تقلب یا تخلف پژوهشی در رابطه با این مقاله اثبات شود، عواقب ناشی از آن متوجه نویسنده مقاله است و دبیرخانه کنفرانس مجاز است با ایشان (و همکاران) مطابق با ضوابط و مقررات رفتار نموده و هیچ‌گونه ادعایی قابل قبول نخواهد بود.

محل امضا  لیلا ساداتی