

اثر افزودن پودر آب‌پنیر بر فعالیت آغازگرها، ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی و حسی ماست تولیدی

لیلا جمشیدی^۱، حمداله مشتاقی^{۲*}، مریم عباس والی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشگاه شهرکرد

۲- دانشیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشگاه شهرکرد

۳- استادیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشگاه شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۸)

چکیده

در این پژوهش، از درصدهای ۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵، ۱/۷۵ و ۲ درصد پودر آب‌پنیر برای تولید ماست استفاده گردید. پس از اضافه نمودن درصدهای پودر آب‌پنیر، آنالیز شیمیایی، حسی و میکروبی نمونه‌های ماست در روزهای اول و چهاردهم نگهداری بررسی گردید. نتایج آنالیز شیمیایی نشان داد که با افزایش نسبت پودر آب‌پنیر، محتوای پروتئین، pH و رطوبت کاهش یافت در حالی که مقدار خاکستر، اسیدیته و قند کل احیاء کننده افزایش نشان دادند. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، بالاترین امتیاز حسی با جایگزینی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصدی پودر آب‌پنیر (نمونه‌های شماره ۲ و ۳) حاصل شد و می‌توان به منظور کاهش هزینه‌های تولید ماست از این نسبت‌ها استفاده کرد. علاوه بر این، با بررسی آنالیز میکروبی باکتری‌های آغازگر ماست نشان داده شد که نمونه‌هایی که از نسبت‌های بالاتر پودر آب‌پنیر تهیه شده بودند، تعداد باکتری‌های استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی نسبت به سایر نمونه‌ها بالاتر بود.

کلید واژگان: آب‌پنیر، ماست، ارزیابی حسی، باکتری‌های آغازگر

* مسئول مکاتبات: hmoshtaghi@yahoo

۱- مقدمه

صنعت لبنیات یکی از مهم‌ترین و عمده‌ترین بخش‌های صنعت غذا بوده و سهم قابل توجهی از پسماندهای مایع را به خود اختصاص داده است. بنابراین هزینه‌های زیادی جهت دفع این پسماندها نیاز می‌باشد. پسماندهای حاصل از صنایع لبنی نقش اساسی در آلودگی‌های سطحی آب‌ها و خاک دارند. این پسماندها دارای ویژگی‌هایی از قبیل مقدار بالای مواد آلی (اسیدهای چرب و لاکتوز)، محدوده pH قابل توجه (۲/۴-۹/۴) و مقدار نسبتاً بالای مواد جامد معلق (۲-۰/۴ گرم در لیتر) می‌باشند [۲]. مقدار تولید سالیانه آب‌پنیر در ایران، حدود ۲ میلیون تن می‌باشد که مقدار ماده خشک آب برابر با حدود ۱۵۰ هزار تن گزارش شده است. در حال حاضر کارخانجات معدودی در کشور اقدام به فرآوری آب‌پنیر می‌کنند. بنابراین سالیانه مقادیر زیادی آب‌پنیر به هدر می‌رود که علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، ماده‌ای با ارزش غذایی بالا نیز دفع می‌گردد. به‌طور کلی ۱۵ درصد پروتئین و ۴۰ تا ۹۰ درصد از ویتامین‌های محلول در آب شیر وارد آب‌پنیر می‌شوند. مقدار ریبوفلاوین و اسید پانتوتیک آن نیز قابل توجه می‌باشد. از نظر لیزین و ترئونین نسبتاً غنی بوده اما اسیدهای آمینه گوگردی و گلیسین آن کم بوده و از این نظر فقیر می‌باشد. به‌طور کلی ۱۱ درصد پروتئین خام، ۱۹۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی متابولیسمی و ۶۵ درصد لاکتوز در این محصول گزارش شده است [۲].

ماست یک فرآورده تخمیری پرمصرف شیر می‌باشد که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و اثرات مثبت بر سلامتی انسان، اهمیت ویژه‌ای در رژیم غذایی پیدا کرده است [۵]. به طوری که ارتقاء و بهبود کیفیت آن مطابق با سلیقه و ذائقه مشتری، از مهم‌ترین عوامل در افزایش مصرف این محصول است [۴]. ماست به وسیله تخمیر لاکتیکی توسط دو باکتری آغازگر ماست، یعنی لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس و استرپتوکوس ترموفیلوس، از شیر به دست می‌آید. این فرآورده غذایی به دلیل ارزش غذایی بالا و اثرات زیست فعال مثبت، توجه ویژه‌ای نزد متخصصان تغذیه پیدا کرده است [۵].

نظر به این که سالانه مقادیر زیادی آب‌پنیر در صنعت پنیرسازی به دست می‌آید و مشکلات فراوانی در ارتباط با دفع آن وجود دارد، باید راه‌کارهایی جهت استفاده از این ضایعات پیشنهاد کرد. با توجه به این که در کشور کارخانجات معدودی اقدام به

فرآوری آب‌پنیر می‌کنند لذا هر چند آمار دقیقی گزارش نشده است، سالیانه مقادیر زیادی آب‌پنیر به هدر می‌رود که علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، سبب هدر رفتن ماده‌ای با ارزش غذایی بالا می‌شود که به راحتی می‌توان از آن در تولید محصولات غذایی و همچنین در جیره دام و طیور استفاده کرد. یکی از کاربردهای احتمالی پودر آب‌پنیر، استفاده از آن در تولید ماست به جای شیر خشک است. هنگام تهیه ماست درصد مواد جامد بدون چربی شیر که به طور عمده شامل لاکتوز، پروتئین و مواد معدنی است استاندارد می‌شود. استانداردهای قانونی، محتوای ماده خشک بدون چربی را ۸/۶-۸/۲٪ تعیین کرده‌اند. به‌طور کلی استاندارد کردن ماده خشک شیر به منظور بهبود قوام و بافت ماست، یکی از مهم‌ترین مراحل تولید ماست است. رایج‌ترین روش برای استاندارد کردن شیر ماست‌سازی در کشور، استفاده از شیر خشک بدون چربی است [۶]. با این حال می‌توان با جایگزین کردن بخشی یا کامل شیر خشک با پودر آب‌پنیر، ضمن حفظ و یا بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی، کاهش هزینه‌های تولید، مشکلات زیست محیطی ناشی از آب‌پنیر تولیدی کارخانجات لبنی را تا حدودی کاهش داد.

طاهریان و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر پودر آب‌پنیر بر رشد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در شیر اسیدوفیلوس بازساخته را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بهترین شرایط گرمخانه-گذاری برای رشد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس دمای ۴۰ درجه سلسیوس، زمان ۵ ساعت و ماده خشک ۱۰ درصد وزنی/حجمی بود. همچنین در پایان دوره نگهداری شیرهای اسیدوفیلوس تولیدی دارای میزان استاندارد پروبیوتیک (۱۰۷ cfu/ml) بودند. افزودن پودر آب‌پنیر سبب ایجاد تغییرات معنی‌داری بر میزان اسیدیته، pH و ویژگی‌های رنگ سنجی شیرهای اسیدوفیلوس تولیدی شد [۷]. در این زمینه مطالعات متعددی انجام گرفته است (شاه، ۲۰۰۰؛ بیرقی طوسی و همکاران، ۲۰۰۶؛ آکالین و همکاران، ۲۰۰۷).

با توجه به این که تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با تأثیر پودر آب‌پنیر بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و همچنین ویژگی‌های حسی ماست صورت نگرفته است، بنابراین هدف از مطالعه حاضر، بررسی امکان جایگزینی بخشی از شیر خشک با پودر آب‌پنیر به منظور استانداردسازی مواد جامد شیر و بررسی

شیر خام از دامداری شهرستان الیگودرز تهیه گردید. پودر شیر خشک بدون چربی و پودر آب پنیر از شرکت آریان لبن اصفهان تهیه شده و ترکیبات شیمیایی آن ها اندازه گیری گردید (جدول ۱). سایر مواد شیمیایی مورد نیاز از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

ویژگی های فیزیکی - شیمیایی و حسی فرآورده و همچنین تاثیر پودر آب پنیر بر فعالیت باکتری های آغازگر ماست بود.

۲- مواد و روش

۲-۱- مواد

Table 1 Skim milk and whey powders compounds

Ash	Laktoz	Fat	Protein	
7%	48%	1%	32%	Skim milk powder
8/3%	80%	1%	11%	Whey powder

گردیده و در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۱۴ روز نگهداری شدند. سپس ویژگی های فیزیکی - شیمیایی، میکروبی و حسی نمونه های ماست در روزهای اول و چهاردهم مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۲- اندازه گیری ویژگی های شیمیایی

محتوای رطوبت، پروتئین، اسیدیت و خاکستر نمونه ها با استفاده از روش استاندارد AOAC اندازه گیری شد (۸). مقدار قند کل نمونه ها با استفاده از روش فهلینگ (۹) و مقدار چربی با استفاده از روش مارشال (۱۹۹۳) اندازه گیری گردید (۱۰). برای اندازه گیری pH ماست، مقدار ۲۰ گرم از ماست هم زده شده با ۱۰ میلی لیتر از آب مقطر مخلوط شده تا به شکل دوغاب در بیاید. سپس pH با استفاده از pH متر اندازه گیری گردید (۱۹).

۲-۳- ویژگی های حسی

ارزیابی حسی نمونه های ماست در روزهای اول و چهاردهم نگهداری انجام گرفت. این آزمون برای ارزیابی رنگ و ظاهر، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی با استفاده از روش هدونیک تست ۹ نقطه ای (۹- خیلی عالی، ۸- عالی، ۷- خیلی خوب، ۶- خوب، ۵- متوسط، ۴- کمی بد، ۳- بد، ۲- خیلی بد، ۱- غیر قابل قبول انجام گرفت (۱۱)).

۲-۴- فعالیت باکتری های آغازگر

آزمون میکروبی مربوط به باکتری های استارتر ماست با استفاده از روش آکالین و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد (۱۲). برای این منظور، یک گرم از هر نمونه ماست با ۹ میلی لیتر آب پیتونه استریل (۱/۱ درصد وزنی - حجمی) رقیق و سپس ورتکس گردید. شمارش استریتوکوکوس ترموفیلوس روی M-17 آگار و بعد از گرمخانه گذاری پلیت ها (کشت به صورت pour

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- تولید ماست

ابتدا چربی شیر خام در ۲/۵ درصد تنظیم گردید. فرمول های مورد نیاز از پودر آب پنیر و شیر خشک به منظور افزایش ماده خشک شیر به حداقل ۱۲ درصد، تهیه شده و پس از افزودن به شیر خام، مخلوط حاصله هم زده شد. فرمول های مربوطه مطابق روش کاکویی و همکاران (۲۰۰۷) با تغییرات مورد نیاز تهیه شد (۶). در این پژوهش، از ۹ فرمول به صورت زیر استفاده شد؛ فرمول ۱: ۱/۷۵ درصد شیر خشک و ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر، فرمول ۲: ۱/۵ درصد شیر خشک و ۰/۵ درصد پودر آب پنیر، فرمول ۳: ۱/۲۵ درصد شیر خشک و ۰/۷۵ درصد پودر آب پنیر، فرمول ۴: ۱ درصد شیر خشک و ۱ درصد پودر آب پنیر فرمول، ۵: ۰/۷۵ درصد شیر خشک و ۱/۲۵ درصد پودر آب پنیر، فرمول ۶: ۰/۵ درصد شیر خشک و ۱/۵ درصد پودر آب پنیر، فرمول ۷: ۰/۲۵ درصد شیر خشک و ۱/۷۵ درصد پودر آب پنیر، فرمول ۸: ۲ درصد پودر آب پنیر، فرمول ۹ (نمونه کنترل): ۲ درصد پودر شیر خشک. پس از تهیه فرمول های فوق و اضافه کردن به شیر، مخلوط حاصله هم زده شده و به مدت ۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سلسیوس پاستوریزه گردید. سپس نمونه ها تا دمای ۴۲ درجه سلسیوس خنک شده و ۲ درصد استارتر ماست (میکرومیلک، ایتالیا)، باکتری های استریتوکوکوس ترموفیلوس (10^8 سلول باکتری در هر گرم) و لاکتوباسیلوس دلبروکی (10^7 سلول باکتری در هر گرم) به آن ها تلقیح شد. شیر تلقیح شده در ظروف پلی - استایرن بسته بندی شده و در دمای ۴۲ درجه سلسیوس به مدت ۲/۵ ساعت گرمخانه گذاری گردید. زمانی که اسیدیت ماست به ۶۰ درجه دورنیک رسید، نمونه های ماست سرد

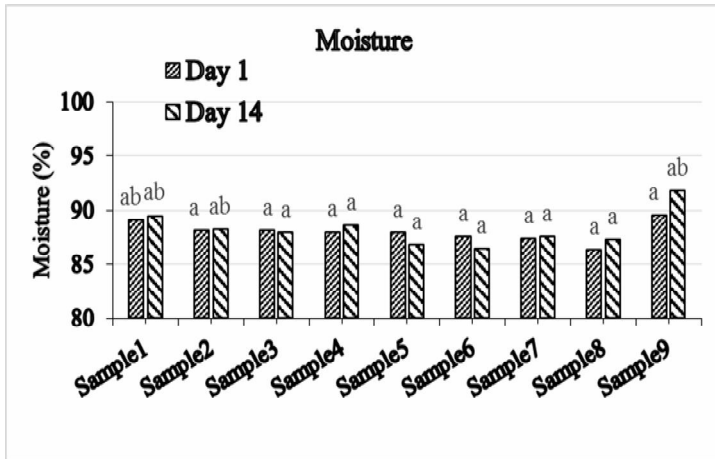


Fig 1 Moisture change of samples at 1 and 14 days of storage.

مقادیر pH و اسیدیته نمونه‌های ماست تهیه شده از نسبت‌های مختلف پودر آب پنیر و شیر خشک در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که از نتایج قابل مشاهده می‌باشد، طی ۱۴ روز نگهداری نمونه‌ها در یخچال، کاهش pH و اسیدیته افزایش نشان داد. به‌طور کلی نگهداری روی اسیدیته و pH نمونه‌های ماست اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت ($P < 0.05$). کاهش pH و یا افزایش اسیدیته نمونه‌های ماست حین نگهداری در یخچال احتمالاً به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید یا مضر در نمونه‌ها می‌باشد که با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی قادر به کاهش pH حین زمان نگهداری می‌باشند. نتایج این پژوهش با یافته‌های کاراژیان و سالاری (۲۰۱۱) و نوری و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد [۱۳ و ۱۴]. علاوه بر این، شدت کاهش pH در نمونه‌های ماست تهیه شده با درصد‌های بالاتر پودر آب پنیر جایگزین شده با شیر خشک بیشتر بود و این حالت احتمالاً به دلیل مقدار بالاتر لاکتوز پودر آب پنیر در مقایسه با شیر خشک می‌باشد که سبب شده است فعالیت میکروارگانیسم‌ها بیشتر شده و در نتیجه لاکتوز بیشتری به اسیدهای آلی تبدیل گردد و pH نمونه‌ها کاهش بیشتری داشته باشد.

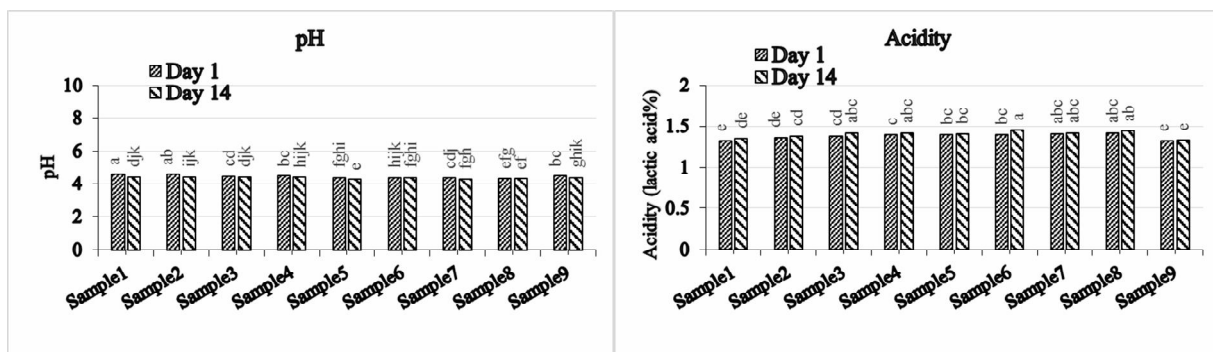


Fig 2 pH and acidity changes of samples at 1 and 14 days of storage.

plate) در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت در شرایط هوای انجام گرفت. MRS آگار نیز برای شمارش لاکتوباسیلوس دلیروکی زیرگونه بولگاریکوس مورد استفاده قرار گرفت. به این صورت که ابتدا pH این محیط کشت روی ۵/۲ تنظیم شده و سپس به صورت بی‌هوای در دمای ۴۲ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت گرمخانه‌گذاری شد. پلیت‌های حاوی ۲۵ تا ۲۵۰ کلنی شمارش شده و به صورت واحد تشکیل کلنی (CFU) بر یک گرم نمونه ثبت گردید.

۲-۲-۵- آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام گرفت. در ضمن تیمارها و آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی

ویژگی‌های شیمیایی (pH، اسیدیته، چربی، پروتئین، خاکستر، قند کل و رطوبت) نمونه‌های ماست در ابتدای تولید و در طی ۱۴ روز نگهداری نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. مطابق نتایج (شکل ۱)، رطوبت نمونه‌هایی که از درصد‌های بالاتر شیر خشک تهیه شده بودند، بالاتر از سایر نمونه‌ها بود ولی اختلاف معنی‌داری بین برخی نمونه‌ها در روز اول و روز چهاردهم آزمایش مشاهده شد ($P < 0.05$). مقدار رطوبت بالاتر این نمونه‌ها می‌تواند به دلیل بالاتر بودن مقدار پروتئین شیر خشک در مقایسه با پودر آب پنیر باشد.

نمونه‌ها با افزایش مقدار پودر شیر خشک، می‌تواند ناشی از مقدار بالای پروتئین شیر خشک استفاده شده در فرمولاسیون ماست‌های تولیدی باشد که سبب شده است نمونه‌های تهیه شده با مقادیر بالاتر شیر خشک، مقدار پروتئین بالاتری نسبت به سایر نمونه‌های تهیه شده با درصد‌های مختلف پودر آب‌پنیر داشته باشد. به‌طور خلاصه می‌توان ذکر نمود که هرچه نسبت شیر خشک در نمونه‌ها بیشتر باشد، مقدار پروتئین ماست تولیدی نیز به مقدار پروتئین نمونه‌کنترل که از ۲ درصد پودر شیر خشک تولید شده است، نزدیک‌تر باشد.

بافت نیمه جامد ماست در نتیجه توسعه شبکه سه‌بعدی پروتئین در طی تخمیر می‌باشد [۱۵]. بنابراین مقدار پروتئین یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی ماست می‌باشد که در تشکیل شبکه و بافت ماست نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. نتایج مقدار پروتئین نمونه‌های ماست در شکل ۳ ارائه شده است. محتوای پروتئین نمونه‌های تهیه شده از درصد‌های بالاتر پودر آب‌پنیر، کمتر از سایر نمونه‌ها بود و با افزایش مقدار شیر خشک، محتوای پروتئین اندازه‌گیری شده نیز بالاتر بود. به طوری که نمونه‌های ۱، ۲، ۳ و ۹ اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار پروتئین نسبت به سایر نمونه‌ها نشان دادند ($P < 0.05$). به‌طور کلی ارتباط مستقیم بین مقدار پروتئین اندازه‌گیری شده در

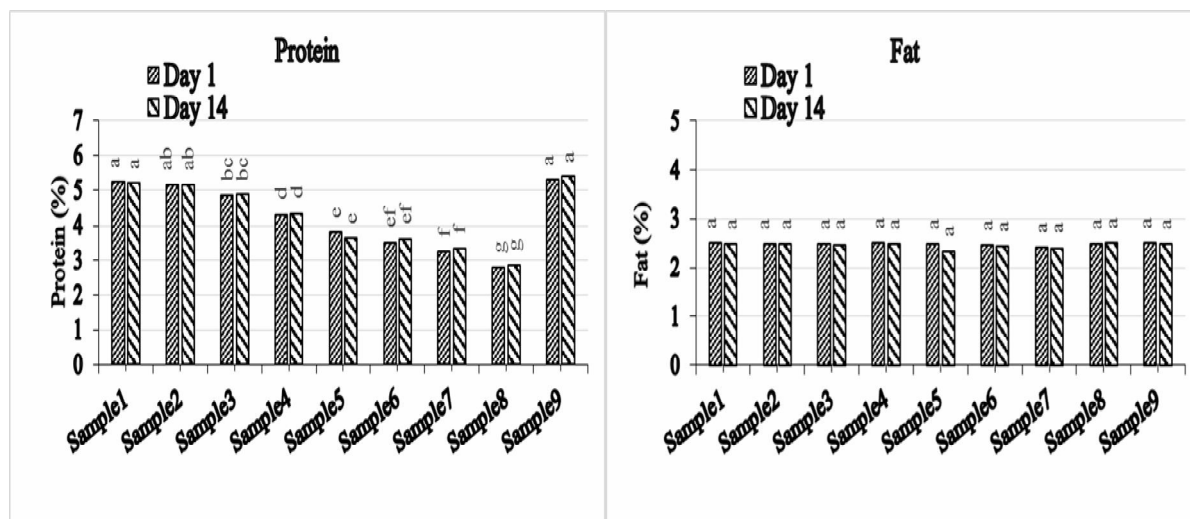


Fig 3 Protein and fat changes of samples at 1 and 14 days of storage.

لاکتوز موجود در پودرها بیشترین تأثیر را دارا بود به طوری که هرچه مقدار لاکتوز بالاتر باشد، مقدار pH پایین‌تر و اسیدیته بالاتر خواهد بود [۱۷].

در شکل ۴، محتوای خاکستر ماست‌های تولیدی از نسبت‌های مختلف پودر آب‌پنیر و شیر خشک بدون چربی آورده شده است. مطابق نتایج، با افزایش نسبت پودر آب‌پنیر، مقدار خاکستر نمونه‌ها نیز بیشتر شده است. آنالیز اولیه پودرهای به کار رفته در تولید ماست‌ها نشان داد که مقدار خاکستر پودر آب‌پنیر بیشتر از شیر خشک بدون چربی بود. بنابراین بالاتر بودن مقدار خاکستر نمونه‌های حاوی مقادیر بالاتر پودر آب‌پنیر می‌تواند نتیجه بیشتر بودن مقدار خاکستر در این پودر باشد.

مقدار چربی نمونه‌های ماست تولیدی در شکل ۳ نشان داده شده است. مطابق انتظار، مقدار چربی نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. این حالت می‌تواند به دلیل مقدار تقریباً برابر چربی در شیر خشک بدون چربی و پودر آب‌پنیر باشد. تحقیقات مختلف نشان بیانگر کاهش مشخص اسیدیته و بهبود خصوصیات بافتی (افزایش ویسکوزیته و کاهش آب‌اندازی) با افزایش درصد چربی می‌باشد [۱۶]. علاوه بر این، شاکر و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که افزایش چربی باعث افزایش ویسکوزیته و کاهش قدرت تولید اسید توسط باکتری‌های آغازگر می‌شود. با این حال، با توجه به اینکه مقدار چربی در پودرهای مورد استفاده تقریباً برابر بود، بنابراین تأثیر چربی روی فعالیت آغازگرهای ماست کمتر بوده و مقدار

در مقایسه با پودر شیر خشک می‌باشد. علاوه بر این، مقدار قند نمونه‌ها در روز ۱۴ نگهداری در یخچال کمتر از روز اول بود. به طور کلی کاهش مقدار قند حین تولید و نگهداری با کاهش مقدار pH و افزایش اسیدیته (به دلیل تجزیه لاکتوز به اسیدهای آلی) متناسب می‌باشد که نشان از روند طبیعی اسیدی شدن ماست در اثر فعالیت دو باکتری *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* بود. نتایج این تحقیق با یافته‌های نوری و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت (۱۴).

۲-۳- ویژگی‌های حسی

یکی از عوامل اساسی پذیرش بسیاری از فرآورده‌ها و کسب رضایت از مصرف آنها، ویژگی‌های حسی این فرآورده‌ها می‌باشد و بررسی و شناخت عوامل مؤثر بر آنها برای رسیدن به خواص حسی مطلوب و همچنین کاهش و یا جلوگیری خواص حسی نامطلوب ضروری خواهد بود [۱۸]. ویژگی‌های حسی ماست مهم‌ترین دلیل محبوبیت این فرآورده نزد مصرف‌کننده‌ها می‌باشد (۱۹). ویژگی‌های حسی (رنگ و ظاهر، رایحه، طعم، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌های ماست تولید شده با استفاده از نسبت‌های مختلف پودرهای آب پنیر و شیر خشک بدون چربی در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. مطابق نتایج (شکل ۶)، امتیاز رنگ و ظاهر نمونه‌های ۱ تا ۴ اختلاف معنی‌داری با نمونه کنترل نشان نداد ($P < 0.05$). بنابراین می‌توان گفت که جایگزینی پودر شیر تهیه شده از شیر خشک با پودر آب پنیر تا غلظت ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر رنگ و ظاهر نمونه‌ها نداشت. علاوه بر این، افزایش بیش از ۱ درصد پودر آب پنیر در نمونه‌ها سبب کاهش امتیاز رنگ و ظاهر گردید که این حالت احتمالاً به دلیل تغییر رنگ حاصل از اضافه شدن پودر آب پنیر بود که سبب ایجاد رنگ جزئی سبز در نمونه‌ها شد. با توجه به این که اکثر مصرف‌کنندگان رنگ سفید ماست را ترجیح می‌دهند، بنابراین امتیازاتی که ارزیاب‌ها به نمونه‌های ۵ تا ۸ داده‌اند، پایین‌تر از سایر نمونه‌ها و کنترل بود. علاوه بر این، از نظر ارزیاب‌ها، نگهداری تأثیر معنی‌داری بر رنگ و ظاهر نمونه‌ها نداشت ($P < 0.05$).

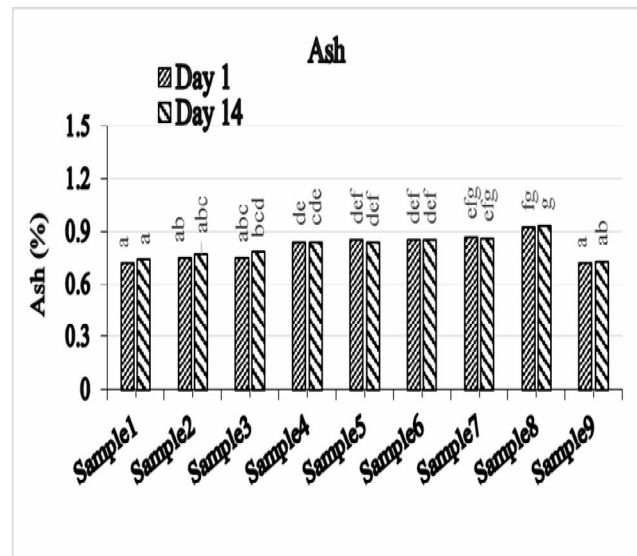


Fig 4 Ash change of samples at 1 and 14 days of storage.

ماست از تخمیر قند شیر یا لاکتوز حاصل می‌شود به طوری که باکتری‌های آغازگر ماست، لاکتوز را به اسید لاکتیک تبدیل کرده و با کاهش pH، بافت ژل ماندی در نتیجه تجمع پروتئین‌های شیر ایجاد می‌شود. به علاوه، به دلیل وجود اسید لاکتیک، ماست مزه تند و ترشی پیدا می‌کند. مقدار قند کل احیاء کننده (عمدتاً لاکتوز) نمونه‌های ماست تهیه شده با نسبت‌های مختلف پودرهای آب پنیر و شیر خشک بدون چربی در روزهای اول و چهاردهم نگهداری در شکل ۵ نشان داده شده است.

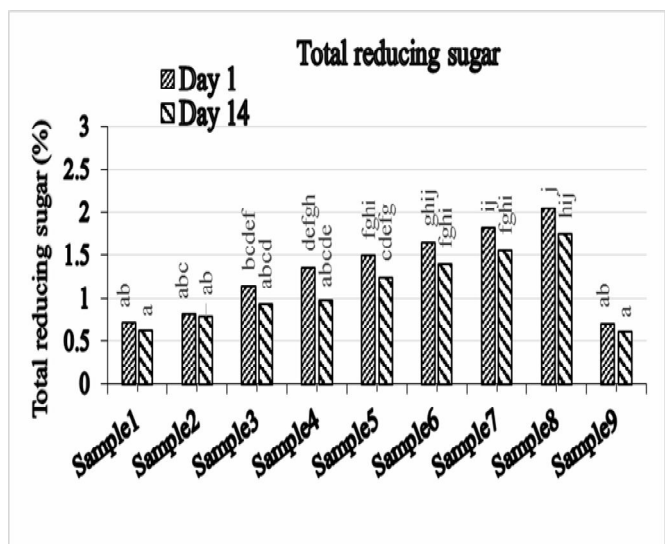


Fig 5 Total reducing sugar change of samples at 1 and 14 days of storage.

مقدار قند نمونه‌ها با افزایش نسبت پودر آب پنیر افزایش نشان می‌دهد که این حالت به دلیل مقدار لاکتوز بالاتر پودر آب پنیر

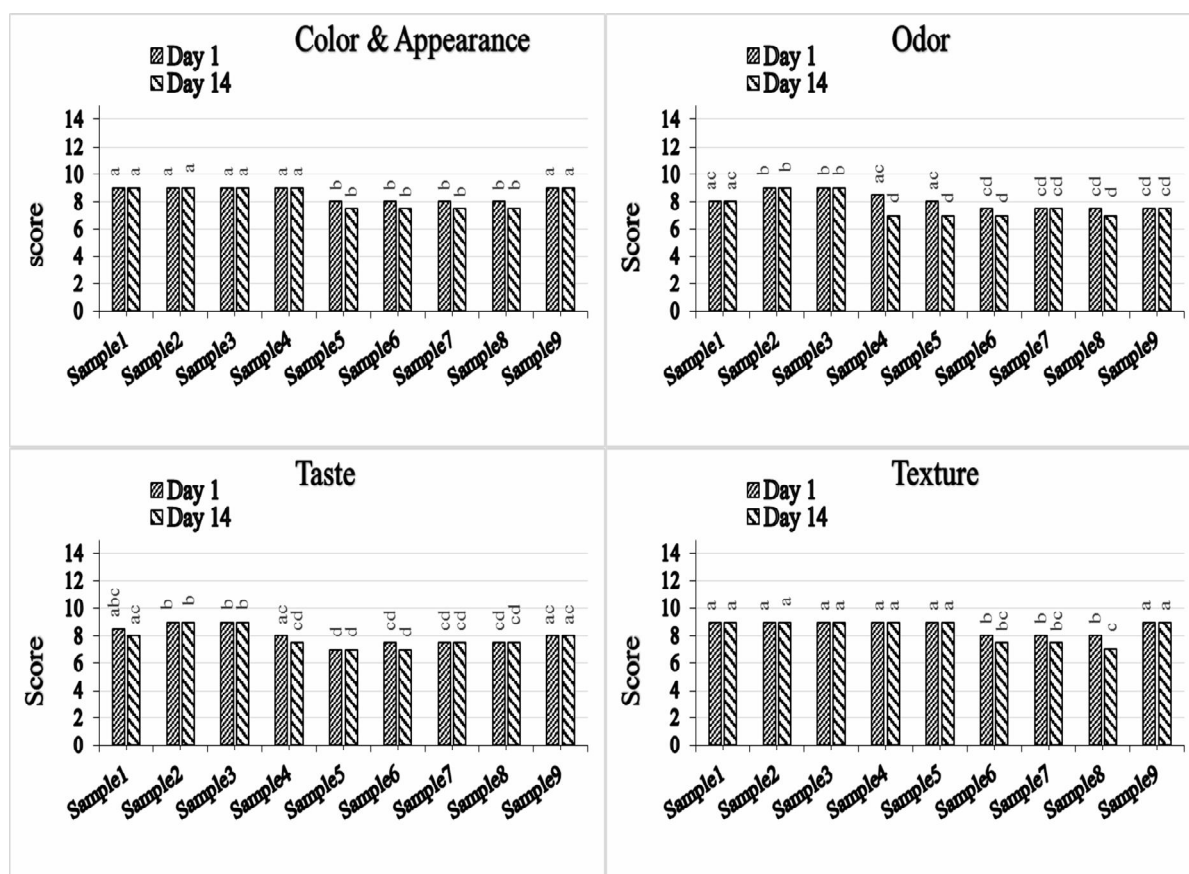


Fig 6 Color and appearance, odor, taste and texture of samples at 1 and 14 days of storage.

پروتئین‌ها نیز صورت گرفت و با تولید پپتیدهای تلخ ریز مولکول، سبب افت امتیازات عطر و طعم از نظر ارزیاب‌ها شدند. امتیازات بافت نمونه‌های ماست شماره ۱ تا ۵ با نمونه‌کنترل تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۶) در حالی‌که این تفاوت در نمونه‌های ۶، ۷ و ۸ نسبت به نمونه‌کنترل معنی‌دار بود. امتیازات بافت بالاتر این نمونه‌ها به دلیل بالاتر بودن مقدار پروتئین بود به طوری‌که هرچه مقدار پروتئین بالاتر باشد، شبکه سه‌بعدی ماست منسجم‌تر و سفت‌تر خواهد بود و به همین دلیل است که ارزیاب‌ها نیز امتیازات بالاتری به این نمونه‌ها اختصاص دادند. پذیرش کلی نمونه‌های ماست نیز در شکل ۷ ارائه شده است. همان‌طور که از نتایج قابل مشاهده است، امتیازات پذیرش کلی نمونه‌های شماره ۱ تا ۴ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. به عبارت دیگر، جایگزینی شیر خشک با حداکثر ۱ درصد پودر آب‌پنیر سبب ایجاد تغییرات نامطلوب در پذیرش کلی نمونه‌ها نگردید در حالی‌که افزایش محتوای پودر آب‌پنیر از ۱ تا ۲ درصد سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری در پذیرش کلی نمونه‌ها شد.

تولید عطر و طعم در فرآورده‌های شیری تخمیری از قبیل ماست، به دلیل واکنش‌های مربوط به متابولیسم اسید لاکتیک، لیپولیز، اکسیداسیون و پروتئولیز می‌باشد که در این واکنش‌ها، میکروارگانیسم‌ها از طریق سیستم‌های آنزیمی خود با متابولیزه کردن پیش‌سازهای مختلف، به ویژه لاکتوز سبب تأمین آرومای این فرآورده‌ها می‌شوند [۲۰]. عطر و طعم نمونه‌های ماست تولیدی دارای روند مشابهی بود (شکل ۶). به طوری‌که نمونه‌های ۲ و ۳ که به ترتیب ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد پودر آب‌پنیر به کار رفته است، بالاترین امتیازات عطر و طعم را به خود اختصاص دادند و با افزایش درصد پودر آب‌پنیر، امتیازات عطر و طعم کاهش یافت. کاهش امتیازات عطر و طعم با افزایش نسبت پودر آب‌پنیر می‌تواند به دلیل افزایش مقدار لاکتوز در این نمونه‌ها باشد به طوری‌که مقدار لاکتوز بیشتری در این نمونه‌ها در دسترس میکروارگانیسم‌ها بوده و بنابراین با تولید اسیدهای آلی بیشتر نسبت به سایر نمونه‌ها سبب مزه‌ترش و اسیدی این نمونه‌ها شدند. علاوه بر این، می‌توان ذکر نمود که فعالیت میکروارگانیسم‌ها در این نمونه‌ها زیاده‌تر بوده و بنابراین در کنار تولید اسیدهای آلی، تجزیه جزئی

بخصوص والین باعث افزایش سرعت رشد استرپتوکوکوس‌ها می‌شوند. شیر حاوی مقادیر بسیار کمی از این آمینواسیدها می‌باشد و بنابراین کوکسی‌ها که دارای فعالیت پروتئولیتیک ضعیفی هستند، به آرامی تولید اسید را ادامه می‌دهند. علاوه بر این، کوکسی‌ها با تولید اسید فرمیک در شرایط بی‌هوازی باعث افزایش سرعت رشد باسیل‌ها می‌شوند [۲۲]. تغییرات بار میکروبی باکتری‌های آغازگر استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی در شکل‌های ۸ نشان داده شده است. تعداد باکتری استرپتوکوکوس ترموفیلوس در تمام نمونه‌ها افزایش نشان داد به طوری‌که با افزایش نسبت پودر آب پنیر در نمونه‌ها، تعداد این باکتری نیز افزایش یافت. آکالین و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزایش تعداد باکتری‌های استرپتوکوکوس ترموفیلوس در ماست حاوی کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌تواند به دلیل حضور نیتروژن آمینی در کنسانتره پروتئینی آب پنیر باشد [۱۲]. همان‌طور که قبلاً بحث شد، استرپتوکوکوس ترموفیلوس دارای فعالیت پروتئولیتیکی پایینی می‌باشد و بنابراین برای افزایش سرعت رشد خود نیاز به اسیدهای آمینه و پپتیدهای ریز مولکول دارد بنابراین زمانی‌که پودر آب پنیر به نمونه‌ها اضافه می‌شود، مقدار پروتئین‌های آب پنیر و همچنین مقدار ترکیبات نیتروژنی از قبیل آمینواسیدهای آزاد در نمونه افزایش یافته که این حالت سبب تسریع رشد این گونه در ماست خواهد شد. ظاهراً به نظر می‌رسد که پروتئین‌های آب پنیر حاوی منابع پپتیدی و آمینواسیدی می‌باشند که به راحتی در دسترس استرپتوکوکوس ترموفیلوس قرار می‌گیرند. علاوه بر این، پروتئین‌های آب پنیر زمانی‌که در مخلوط ماست حرارت می‌بینند، به‌عنوان منبعی از پپتیدها و آمینواسیدها در نظر گرفته می‌شوند. به طوری‌که پروتئین‌های آب پنیر منبع غنی از آمینواسیدهای گوگرددار می‌باشند و بنابراین زمانی‌که در مخلوط ماست حرارت داده می‌شوند، این آمینواسیدها آزاد شده و سبب کاهش پتانسیل اکسیداسیون- احیاء می‌شوند که این حالت برای رشد استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس نیاز می‌باشد [۳۲].

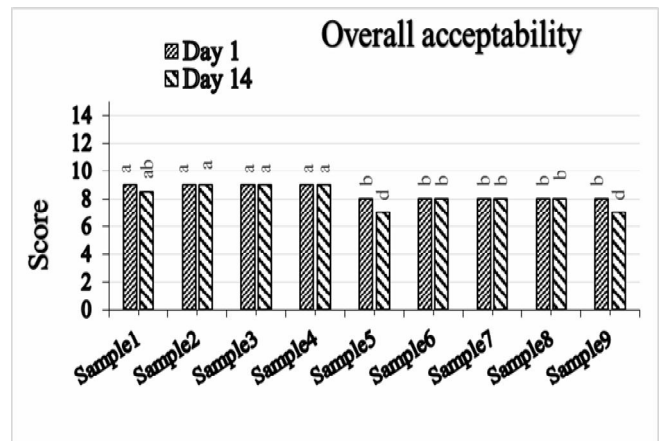


Fig 7 Overall acceptability of samples at 1 and 14 days of storage.

به‌طور کلی با توجه به نتایج آنالیز ویژگی‌های حسی می‌توان نتیجه گرفت که جایگزینی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد شیر خشک با پودر آب پنیر سبب ایجاد تغییر معنی‌داری در تمام ویژگی‌های حسی مورد بررسی نداشت و نمونه‌های تهیه شده از این نسبت پودر آب پنیر و شیر خشک بدون چربی بالاترین امتیازات حسی را به خود اختصاص دادند. بنابراین در صورتی‌که هدف جایگزینی پودر آب پنیر به جای شیر خشک می‌باشد، با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که تنها ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد پودر آب پنیر جایگزین شیر خشک گردد زیرا نسبت‌های بالاتر علاوه بر ایجاد عطر طعم نامناسب به دلیل اسیدیته بالای ناشی از تجزیه لاکتوز، بافت و ظاهر نمونه‌ها نیز دستخوش تغییرات نامطلوبی خواهد شد.

به طور کلی افزودن بیش از ۴ درصد شیر خشک باعث ایجاد طعم پودری در ماست می‌شود بنابراین میزان ۳ تا ۴ درصد از آن برای استفاده در ماست توصیه می‌شود. علاوه بر این، مقدار معمول افزودن پودر آب پنیر به محصولات بر پایه شیر، در حدود ۱ تا ۲ درصد است. افزودن مقادیر بیشتر عطر و طعم نامناسبی در محصولات پدید می‌آورد [۲۱].

۳-۳- تغییرات میکروبی

زمانیکه باکتری‌های ماست یعنی استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس به‌طور همزمان در شیر وجود داشته باشند، نسبت به زمانی‌که تنها یکی از آنها در شیر باشد، دارای رشد سریع‌تری می‌باشند. باسیل‌های پروتئولیتیک با تولید پپتیدهای کوچک و آمینواسیدها،

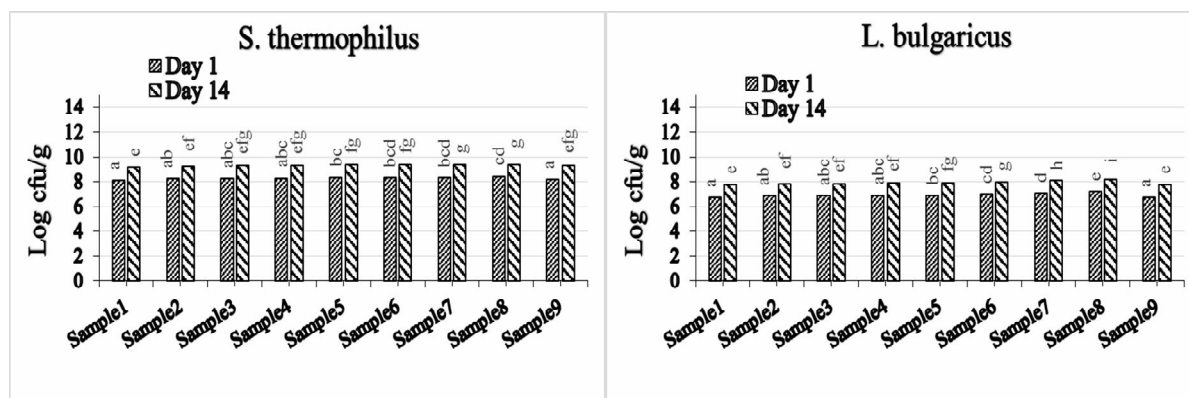


Fig 8 Amounts of *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* at 1 and 14 days of storage.

بخصوص لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس تا روز دوازدهم نگهداری می گردد [۷].

۴- نتیجه گیری کلی

سالیانه مقادیر زیادی آب پنیر در صنعت پنیرسازی به دست می آید که بخش قابل توجهی از آن به هدر می رود که علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، سبب هدر رفتن ماده ای با ارزش غذایی بالا می شود که به راحتی می توان از آن در تولید محصولات غذایی استفاده کرد. هدف از این پژوهش، بررسی امکان جایگزینی بخشی از شیر خشک با پودر آب پنیر به منظور استانداردسازی مواد جامد شیر و بررسی ویژگی های فیزیکی- شیمیایی و حسی فرآورده و همچنین تاثیر پودر آب پنیر بر فعالیت باکتری های آغازگر ماست بود. نتایج بدست آمده نشان داد که جایگزینی بخشی از پودر شیر خشک با پودر آب پنیر سبب بهبود کیفی ویژگی های حسی و همچنین افزایش تعداد باکتری های آغازگر ماست می شود و در عین حال هزینه های تولید ماست را تا حدودی کاهش می دهد.

۵- منابع

- [1] Kosseva, M. R. (2009). Processing of food wastes. *Advances in food and nutrition research*, 58, 57-136.
- [2] Mehri, M., Zareh, A. and Sami, A. 2004. The Effects of Supplementation of Whey Powder on Broiler Performance. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 35 (4), 1007-1013.
- [3] Beiraghi Tousi, Sh., Shakeri, M. and Mortazavi, S. A. 2006. Supplements of whey protein concentrate and casein hydrolyzate on some physicochemical and sensory

تعداد باکتری لاکتوباسیلوس دلبروکی در نمونه های ماست نیز با افزایش زمان نگهداری و همچنین افزایش نسبت پودر آب پنیر در نمونه ها افزایش نشان داد (شکل ۸). تعداد بالاتر این باکتری در نمونه های حاوی نسبت بالاتر پودر آب پنیر می تواند به دلیل مقدار بیشتر لاکتوز در این نمونه ها باشد. به طوری که استرپتوکوکوس ترموفیلوس با تولید اسید فرمیک از لاکتوز در شرایط بی هوازی باعث تحریک رشد این باکتری می شود [۲۲]. بنابراین زمانی که مقدار لاکتوز در محیط بیشتر باشد، مقدار اسید فرمیک بیشتری نیز تولید شده و در نتیجه رشد لاکتوباسیلوس دلبروکی نیز افزایش خواهد یافت. رشد بالاتر این باکتری سبب تولید اسید بیشتر می شود که با نتایج pH و اسیدیته نیز مطابقت دارد به طوری که هرچه نسبت پودر آب پنیر در نمونه ها افزایش می یابد (افزایش مقدار لاکتوز)، تعداد باکتری های آغازگر و در نتیجه تولید اسیدهای آلی نیز بیشتر شده و نمونه های تولیدی دارای مزه ترش بالاتری نسبت به سایر نمونه ها خواهند بود. به طور کلی نسبت وزنی این دو باکتری آغازگر در ماست تقریباً ۱:۱ می باشد اما این نسبت در ماست تغییر خواهد یافت. به طوری که ابتدا استرپتوکوکوس به دلیل تولید فاکتورهای رشد ناشی از فعالیت لاکتوباسیلوس و دیگر موادی که به محیط اضافه می شوند، با سرعت بیشتری رشد می کند. سپس به دلیل تولید اسید رشد کوکسی کاهش می یابد و به طور همزمان رشد لاکتوباسیلوس به دلیل فاکتورهای رشد (دی اکسید کربن و اسید فرمیک) حاصل از فعالیت کوکسی ها تسریع خواهد یافت و در نتیجه نسبت وزنی اولیه این دو باکتری حاصل می شود [۲۲]. علاوه بر این، طاهریان و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که افزودن پودر آب پنیر سبب افزایش تعداد باکتری های لاکتوباسیلوس ها،

- of Food Science and Technology, 3 (2); 11-19.
- [14] Nouri, M., Ezzatpanah, H., Abbasi, S. and Behmadi, H. 2013. Investigating the stability of chemical and physical characteristics of non-fat set yoghurt containing textured milk during the storage time. *Journal of Food Science and Technology*, 40; 57-66.
- [15] Hassan, A. N., Frank, J. F., Schmidt, K. A., and Shalabi, S. I. (1996). Textural properties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. *Journal of Dairy Science*, 79(12), 2098-2103.
- [16] Labropoulos, A. E., Palmer, J. K., and Lopez, A. (1981). Whey protein denaturation of UHT processed milk and its effect on rheology of yogurt. *Journal of texture studies*, 12(3), 365-374.
- [17] Shaker, R. R., Jumah, R. Y., and Abu-Jdayil, B. (2000). Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk. *Journal of Food Engineering*, 44(3), 175-180.
- [18] 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 .
- [19] Mattila-Sandholm, T. and Saarela, M. (2003). *Functional dairy products*. CRC press.
- [20] Güzel-Seydim, Z. B., Seydim, A. C., Greene, A. K., and Bodine, A. B. (2000). Determination of organic acids and volatile flavor substances in kefir during fermentation. *Journal of Food composition and Analysis*, 13(1), 35-43.
- [21] Ein Ali Afjeh, M., Ezzatpanah, H., Mohammadifar, M. A. and Afshar, M. 2015. Effect of lactose, whey protein concentrat and skim milk powder on some rheological and sensory properties of set yoghurt with different somatic cell count. *Journal of Food Science and Technology*, 49.
- [22] Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T., and Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology*. CRC press.
- [23] Shah, N. P. (2000). Effects of milk-derived bioactives: an overview. *British Journal of Nutrition*, 84(S1), 3-10.
- characteristics of yogurt. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 3 (4); 65-74.
- [4] Abdi, S., Mir, N. and Dehghan Niri, M. 2013. Improvement of physical and sensory properties of dairy products using functional valuability of whey proteins, *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7 (5); 897-908.
- [5] Fadaei Noghani, V., Mofidi, A. and Zarei, M. 2014. Effect of Using Microbial Transglutaminase as a Substitute for Part of Milk Protein Concentrate on the Selected Physicochemical and Sensory Properties of Spinach Yoghurt. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 9 (3); 93-100.
- [6] Kakouei, H., Ehsani, M.R. and Mazloomi, M. T. 2007. Evaluation of diacetyl changes and sensory characteristics of yogurts fortified with whey protein concentrate in dry milk substitute. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 4 (2); 31-37.
- [7] Taherian, A. Sadeghi Mahoonak, A. and Mirzaei, H. 2015. Effect of whey powder on the growth of *Lactobacillus acidophilus* in acidophilus milk. *Journal of Advanced Food Technologies*, 3 (9); 43-57.
- [8] AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. The Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed. Arlington, USA.
- [9] James, C.S. 1995. *Analytical Chemistry of Foods*. Champan & Hall.
- [10] Marshall, R. T. (1993). *Standard methods for the examination of dairy products*. 16th ed. American Public Health Association. Washington, DC.
- [11] Lawless, H. T. and Hymann, H. eds (1998). *Sensory Evaluation of Food-Principles and Practices*. Chapman & Hall, New York.
- [12] Akalin, A. S., Gönc, S., Ünal, G., and Fenderya, S. (2007). Effects of Fructooligosaccharide and Whey Protein Concentrate on the Viability of Starter Culture in Reduced - Fat Probiotic Yogurt during Storage. *Journal of Food Science*, 72(7), M222-M227.
- [13] Karajian, H. and Salari, R. 2011. Comparison of physico-chemical properties, rheological and sensory Yogurt made from fresh milk and powdered milk cow. *Journal*

Evaluation of whey powder on starter cultures activity, physico-chemical and sensory properties of yoghurt

Jamshidi, L.¹, Moshtaghi, H.^{2*}, Abbasvali, M.³

1. MSc Student, Department of Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. Assistant Prof, Department of Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Assistant Prof, Department of Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

(Received: 2016/11/14 Accepted:2017/12/19)

In the current study, the percentages of 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.75 and 2% whey powder were used for yoghurt production. The physicochemical, sensory and microbial properties of samples were analyzed at 1 and 14 day of storage at 4°C. Chemical analysis showed that the higher whey powder decreased protein, pH and moisture content, while the amount of ash, acidity and reducing sugar increased. Based on the results of sensory evaluation, the highest sensory scores were obtained by replacing 0.5 and 0.75% whey powder (samples 2 and 3). This ratio can be used to reduce production costs. In addition, the microbial analysis illustrated that the samples were prepared from higher ratios of whey powder, the counts of *S. thermophilus* and *L. delbrueckii* were higher than the other samples.

Keywords: Whey powder, Chemical properties, Sensory evaluation, Starter cultures.

* Corresponding Author E-Mail Address: hmoshtaghi@yahoo