

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

بررسی تولید محصولات لبنی تخمیری با استفاده از گونه های باکتری بومی اسید لاکتیک جدا شده از
فراورده های لبنی سنتی

دانشجو : مرضیه سبحانی

استاد راهنما :

دکتر حمید رضا صمدلوئی

بهمن ۱۳۹۴

تقدیم به:

روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم و به
مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر.
خداوندا به ما توفیق تلاش در شکست، صبر در نومیدی، رفتن بی همراه، جهاد بی سلاح، کار بی پاداش،
فداکاری در سکوت، دین بی دنیا، مذهب بی عوام، عظمت بی نام، خدمت بی نان، ایمان بی ریا، خوبی
بی نمود، گستاخی بی خامی، مناعت بی غرور، عشق بی هوس، تنهایی در انبوه جمعیت و دوست داشتن
بی آنکه دوستت بدارند، را عنایت فرما.

سپاسگزاری

حمد و سپاس بیکران ، آفریدگاری که عنایتی عطا فرمود تا این پژوهش را با موفقیت به اتمام برسانم و برای پیمودن این مسیر تمامی مشکلات را بر من هموار ساخت. پس از حمد و سپاس فراوان به درگاه قادر متعال بر خود لازم می دانم از همه افرادی که به نحوی مرا در انجام این کار یاری نمودن قدردانی نمایم . ابتدا مراتب تقدیر و تشکر خود را تقدیم به استاد راهنمای خود جناب آقای دکتر حمید رضا صمدلوئی می نمایم که در این راه مرا صمیمانه راهنمایی و مساعدت نمود. همچنین از آقایان دکتر جهان بین ودکتر رجایی که همواره از نظرات ارزشمند ایشان بهرمنند شده ام قدردانی می نمایم. از آقای مهندس فخاری رئیس محترم شرکت پردیس فجرقم سپاسگزارم. از دوستان خوبم که طی دو سال صمیمانه من را یاری نمودند نیز متشکرم

تعهدنامه

اینجانب مرضیه سبحانی دانشجوی دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده‌ی پایان‌نامه‌ی بررسی تولید محصولات لبنی تخمیری با استفاده از گونه‌های باکتری بومی اسید لاکتیک جدا شده از فراورده‌های لبنی سنتی تحت راهنمایی آقای دکتر حمید رضا صمدلوئی متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورداستفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه‌ی اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه‌ی حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

در این تحقیق ابتدا با استفاده از باکتری های اسید لاکتیک جدا شده از محصولات لبنی آمل که شامل ماست، پنیر، دوغ و همچنین باکتری های پروبیوتیک (جدا شده از ماست و دوغ محلی)، ماست تهیه شد و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس نمونه ها توسط گروه های ارزیاب حسی مورد ارزیابی قرار گرفت و نمونه هایی که بیشترین پذیرش را داشتند انتخاب شدند که شامل دو گونه از باکتری های جدا شده از ماست و یک گونه باکتری جدا شده از ماست پروبیوتیک بود. ماست تهیه شده از باکتری های بومی با ماست تهیه شده از آغازگرهای تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد مورد مقایسه قرار گرفت و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آنها بررسی شد. نتایج حاصل از آزمون رئولوژیکی به طور واضح، یک رفتار رقیق شونده با برش را نشان داد. ویسکوزیته هر دو نمونه در طی ۲۰ روز نگهداری تفاوت معنی داری داشت. بافت ماست حاصل از آغازگر بومی پس از بیست روز نگهداری سفتی بیش تری نسبت به ماست تجاری از خود نشان داد. در طی دوره نگهداری نمونه ها، pH ماست تجاری کاهش و اسیدیته آن افزایش پیدا کرد. اما در ماست با آغازگر بومی pH و اسیدیته آن تغییر چندانی نشان نداد. تغییرات چربی از روز اول تا روز دهم در سطح ۵٪ معنی دار بود. در ماست حاصل از آغازگر بومی میزان آب اندازی کمتر و ظرفیت نگهداری آب در آن بیشتر بود. همچنین هیچ گونه آلودگی میکروبی (اشرشیاکلی، کلی فرم، کپک و مخمر) در طی بیست روز نگهداری در نمونه ها مشاهده نشد. ماست حاصل از آغازگر های بومی در مقایسه با ماست تجاری، پذیرش حسی بالاتری را در بین گروه های ارزیاب حسی داشت.

واژه ها کلیدی: ماست تجاری، ماست با آغاز گر بومی، خصوصیات شیمیایی، خصوصیات ارگانولپتیکی،

خصوصیات فیزیکی

فهرست مطالب

مقدمه	۱
فصل اول	
کلیات	۳
۱-تعریف	۴
۱-۱-کلیاتی در ارتباط با شیر	۴
۲-۱-ترکیبات شیر گاو	۵
۱-۲-۱- آب	۵
۲-۲-۱- چربی	۵
۳-۲-۱- پروتئین	۵
۴-۲-۱- لاکتوز	۵
۵-۲-۱- خاکستر	۶
۶-۲-۱- سایر ترکیبات شیر	۶
۳-۱-خواص فیزیکی شیر سالم	۶
۱-۳-۱- pH	۶
۲-۳-۱- نقطه انجماد	۷
۳-۳-۱- وزن مخصوص	۷
۴-۳-۱- اسیدیته	۸
۴-۱- پروتئین شیر	۸
۱-۴-۱- کازئین	۸
۲-۴-۱- رسوب کازئین	۱۱
۳-۴-۱- رسوب دهی به وسیله اسید	۱۱
۵-۱-آغازگرهای کشت	۱۲
۱-۵-۱- ارگانیسم های آغازگر	۱۲
۲-۵-۱- خصوصیات یک آغازگرکشت	۱۳
۳-۵-۱- انواع آغازگرهای کشت	۱۳
۴-۵-۱- تهیه آغازگر	۱۴

۱۵	۶-۱ ماست
۱۶	۱-۶-۱ خصوصیات شیر مصرفی در تولید ماست
۱۶	۲-۶-۱ تقسیم بندی ماست
۱۶	۳-۶-۱ مایه ماست استارتر (آغازگر) در تولید ماست
۱۸	۴-۶-۱ عوامل موثر در فعالیت باکتریها
۱۹	۷-۱ مایه کشت تجاری
۲۱	۸-۱ ساخت ماست هم زده
۲۲	۹-۱ ساخت ماست بهم نزده
۲۳	۱۰-۱ ماست چکیده
۲۳	۱-۱۰-۱ ماست نوشیدنی
۲۴	۱۱-۱ ماست با عمر زیاد
۲۴	۱۲-۱ لاکتوباسیلوس
۲۶	۱۳-۱ پروبیوتیک ها
۲۶	۱۴-۱ پربیوتیک ها
۲۸	۱۵-۱ وظایف اسید لاکتیک باکتری ها
۲۸	۱-۱۵-۱ پروتئولیز:
۲۸	۲-۱۵-۱ باکتریوسین ها:

فصل دوم

پیشینه تحقیق

فصل سوم

مواد و روشها

۳- مواد و روشها

۳-۱- مواد بکار رفته

۳-۱-۱- آغازگرهای مصرفی

۳-۱-۱-۱- آغازگر های سنتی :

۳-۱-۱-۲- روش تهیه مایه کشت اولیه :

۳-۱-۲- آغازگر تجاری :

۳-۱-۳- شیر پاستوریزه

۳-۱-۴- شیر خشک :

۳-۲- روش ها

۳-۳	آزمون های شیمیایی	۴۴
۳-۳-۱	اندازه گیری pH :	۴۴
۳-۳-۲	اندازه گیری اسیدیته :	۴۴
۳-۳-۳	اندازه گیری چربی ماست با روش ژریر :	۴۵
۳-۳-۴	اندازه گیری ماده خشک ماست :	۴۵
۳-۴	آزمایشات فیزیکی	۴۷
۳-۴-۱	ویژگی های بافتی :	۴۷
۳-۴-۲	میزان آب اندازی ماست :	۴۸
۳-۴-۳	اندازه گیری ویسکوزیته :	۴۸
۳-۴-۴	اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب :	۴۹
۳-۵	آزمایشات میکروبی	۵۰
۳-۵-۱	کلی فرم	۵۰
۳-۵-۲	شمارش تعداد احتمالی اشرشیا کلی (روش سه لوله ای M.P.N)	۵۱
۳-۵-۳	کپک و مخمر	۵۱
۳-۷	ویژگی ها حسی	۵۲
۳-۷-۱	ویژگی های ارزیابی حسی	۵۲
۳-۷-۲	ارزیابی حسی برای نمونه اصلی از روش هدوینگ	۵۳
۳-۸	طرح آماری	۵۴
فصل چهارم		
نتایج و بحث		
۴-۵	نتایج و بحث	۵۷
۴-۱	تغییرات pH ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی	۵۷
۴-۲	تغییرات اسیدیته ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی	۵۹
۴-۳	تغییرات جذب آب در ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی	۶۰
۴-۴	بررسی نتایج آزمون حسی ماست های تولید شده با ۱۲ گونه آغازگر بومی	۶۲
۴-۵	مقایسه تغییرات pH ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری	۶۴
۴-۶	مقایسه تغییرات اسیدیته ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری	۶۶
۴-۷	تغییرات ماده خشک ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری	۶۸
۴-۸	بررسی تغییرات چربی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز	۶۹
۴-۹	بررسی میزان آب اندازی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز	۷۰

۷۲.....	۴-۱۰ بررسی ظرفیت جذب آب در ماست با آغازگر بومی و ماست با آغازگر تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری
۷۴.....	۴-۱۱ بررسی تغییرات بافت در ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری
۷۵.....	۴-۱۲ بررسی تغییرات ویسکوزیته ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری
۷۸.....	۴-۱۳ بررسی میزان آلودگی میکروبی در ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز
۷۸.....	۴-۱۴ ارزیابی حسی
۸۰.....	۴-۱۵ نتیجه گیری
۸۲.....	۴-۱۶ پیشنهادات و کارهای آینده
۸۵.....	منابع

فهرست شکل ها

- ۱-۱- مراحل کشت میکروارگانسیم های لاکتیکی ۱۸
- ۱-۳- اندازه گیری pH به وسیله pH متر ۴۴
- ۲-۳- اندازه گیری چربی ماست ۴۵
- ۳-۳- اندازه گیری ماده خشک با استفاده از آون با دمای 102°C ۴۶
- ۳-۴- دستگاه اندازه گیری بافت ۴۷
- ۳-۵- میزان آب اندازی ماست ۴۸
- ۳-۶- دستگاه اندازه گیری ویسکوزیته ۴۹
- ۳-۷- ظرفیت نگهداری آب ماست ۵۰
- ۴-۱- تغییرات pH ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی ۵۸
- ۴-۲- تغییرات اسیدیته ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی ۵۹
- ۴-۳- تغییرات جذب آب در ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی ۶۱
- ۴-۴-۱- تغییرات طعم ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی ۶۲
- ۴-۴-۲- تغییرات بافت دهانی ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی ۶۳
- ۴-۴-۳- تغییرات بافت غیر دهانی ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی ۶۳
- ۴-۴-۴- تغییرات ظاهرماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی ۶۴
- ۴-۴-۵- امتیاز کلی داده شده به ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی ۶۴
- ۴-۵-۱- تغییرات pH ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری ۶۵
- ۴-۶-۲- تغییرات اسیدیته (بر حسب درجه دورنیک) ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری ۶۷
- ۴-۷-۲- ماده خشک ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز ۶۸
- ۴-۸-۱- چربی ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز نگهداری ۷۰
- ۴-۹-۲- آب اندازی ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز نگهداری ۷۲
- ۴-۱۰-۲- ظرفیت نگهداری آب ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز ۷۳
- ۴-۱۱-۲- بررسی تغییرات بافت ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز نگهداری ۷۴
- ۴-۱۲-۱- نمونه ویسکوزیته ماست بومی در روز اول ۷۶
- ۴-۱۲-۲- نمونه ویسکوزیته ماست بومی در روز دهم ۷۶
- ۴-۱۲-۳- نمونه ویسکوزیته ماست بومی در روز بیستم ۷۶
- ۴-۱۲-۴- نمونه ویسکوزیته ماست تجاری روز اول ۷۷
- ۴-۱۲-۵- نمونه ویسکوزیته ماست تجاری در روز دهم ۷۷
- ۴-۱۲-۶- نمونه ویسکوزیته ماست تجاری روز بیستم ۷۷

۱۴-۴ ارزیابی حسی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری ۷۹

فهرست جدول ها

جدول ۱-۱	استارتر مورد استفاده در تولید شیر ترش (شیر تخمیر شده) و ماست	۱۷
جدول ۱-۳	شاخص های حسی و سطوح ارزیابی آن ها	۵۳
جدول ۲-۳	امتیازها و ضرایب شاخص های حسی	۵۳
جدول ۱-۴	تعیین ۱۲ گونه باکتری جدا شده از محصولات لبنی	۵۶
جدول ۲-۴	تغییرات pH ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی	۵۸
جدول ۳-۴	تغییرات اسیدیته ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی	۶۰
جدول ۴-۴	تغییرات جذب آب در ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی	۶۱
جدول شماره ۴-۵	مقایسه تغییرات PH ماست با آغازگر بومی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری	۶۶
جدول شماره ۴-۶	مقایسه تغییرات اسیدیته ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی با ماست تجاری	۶۷
جدول شماره ۴-۷	تغییرات ماده خشک ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری	۶۹
جدول شماره ۴-۸	بررسی تغییرات چربی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری	۷۰
جدول شماره ۴-۹	بررسی میزان آب اندازی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری	۷۲
جدول شماره ۴-۱۰	بررسی ظرفیت اندازه گیری آب در ماست با آغازگر بومی و ماست با آغازگر تجاری	۷۳
جدول شماره ۴-۱۱	بررسی تغییرات بافت در ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری	۷۵
جدول شماره ۴-۱۲	بررسی تغییرات ویسکوزیته ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری	۷۸
جدول شماره ۴-۱۳	بررسی تغییرات ظاهر دونه ماست در طی ۲۰ روز	۷۹
جدول شماره ۴-۱۴	تغییرات بافت ماست بومی و تجاری طی ۲۰ روز نگهداری	۸۰
جدول شماره ۴-۱۵	تغییرات طعم ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری طی ۲۰ روز	۸۰
جدول شماره ۴-۱۶	بررسی تغییرات بوی دو نمونه ماست طی ۲۰ روز نگهداری	۸۰

مقدمه

مصرف شیر و فراورده های آن در جهان به سرعت رو به افزایش است و با توجه به افزایش جمعیت و تغییر الگوی مصرف و اهمیت شیر و فراورده های آن در تغذیه انسان ، تولید آن نیز روند افزایشی داشته است.

ماست یک فراورده لبنی تخمیری است که در سراسر جهان مورد توجه می باشد. ماست محصولی سلامت بخش شناخته شده چون حاوی درصد بالایی از پروتئین و کلسیم می باشد. این فراورده با درصدهای چربی مختلفی ساخته می شود. بطور معمول ماست با استفاده از استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس به عنوان کشت آغازگر، تولید می شود. این ارگانیسم ها برخی خواص سلامت بخشی را دارا می باشند.

با توجه به اهمیت محصولات تخمیری تولیدی از اسید لاکتیک باکتری ها و ایجاد طعم مناسبی که توسط این گونه باکتری ها در فراورده های لبنی ایجاد می شود در این تحقیق بر آن هستیم که این گونه های تجاری مهم از فراورده های سنتی جداسازی شود و به شیر افزوده شده میزان تغییرات pH ، تغییرات اسیدیته، میزان چربی، بافت و ویژگی های ارگانولپتیکی آن با گونه های صنعتی و محصولات ناشی از آن مقایسه می شود.

فصل اول

کلیات

۱- تعریف

شیر ارزش غذایی بالایی دارد، نه تنها برای نوزاد پستانداران و مصرف انسانی، بلکه هم چنین برای میکروارگانیسم ها نیز محیط مناسبی است. شیر خام که در درجه حرارت اتاق نگهداری می شود، تمایل به فساد میکروبی دارد [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

فرآوری محصولات کشاورزی و دامی با اهداف مختلفی صورت می گیرد. ۱- افزایش مدت زمان نگهداری ۲- بهبود طعم و عطر ۳- تغییر اندازه و کیفیت ۴- تغییرات ظاهری ۵- ایجاد تنوع غذایی ۶- حذف مواد مضر و غیره ... به عنوان نمونه زمان ماندگاری شیر پاستوریزه در شرایط سرد در حد چند روز می باشد، در حالیکه فراورده های استریل شده و محصولات تخمیری را می توان به مدت طولانی نگهداری کرد. شیر خام در برخی از افراد ممکن است عوارضی مانند عدم تحمل لاکتوز را ایجاد کند، در حالی که با تبدیل آن به ماست مشکل این افراد برطرف می گردد. رفع این مشکل در نتیجه تبدیل لاکتوز به اسیدلاکتیک می باشد. تغییر اندازه گلبول های چربی در هموژنیزاسیون، منجر به بهبود کیفیت شیر نوشیدنی می گردد. شیربه دلیل دارا بودن ترکیبات خاص، تنها ماده شناخته شده در طبیعت است که می توانند به طور متعادل تمام نیازهای بدن را تأمین کند. به همین دلیل است که شیر را غذایی کامل می نامند نقش شیر و فراورده های شیری در سلامت جامعه به حدی است که امروز مصرف سرانه شیر و فراورده های آن به عنوان یکی از شاخص های توسعه فرهنگی یک کشور در نظر گرفته می شود. در کشور عزیز ما نیز واحد های تولید و عمل آوری شیر و فراورده های آن با سرعت روز افزون در حال توسعه و گسترش می باشد [رشیدی، ۱۳۸۵].

۱-۱- کلیاتی در ارتباط با شیر

به تراوش های غدد پستانی حیوانات پستاندار، معمولاً گاو شیر گفته می شود. شیر باید عاری از کلستریم یا آغوز باشد. در روزهای اول شیردهی ترکیبی زرد رنگ به نام کلستروم تراوش می شود که میزان چربی و پروتئین آن بالاتر از شیر است و همچنین در صورتیکه دام مبتلا به امراضی نظیر ورم پستان باشد به ترشحات حاصل از دوشش، شیر اطلاق نخواهد شد.

۱-۲- ترکیبات شیر گاو

۱-۲-۱ آب

شیر حاوی مقدار زیادی آب است. متوسط مقدار آب در شیر ۸۷ درصد است. شیر در حقیقت یک کنسانتره غذایی است که می تواند تمام نیازهای نوزاد شیرخوار را تأمین کند. به همین جهت میزان مواد جامد شیر از سایر مواد غذایی بیشتر است. آب در شیر محیطی است که سایر ترکیبات (مواد جامد) در آن به صورت محلول یا سوسپانسیون پراکنده می باشند [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۲-۲ چربی

چربی نسبت به سایر ترکیبات شیر بیشتر دستخوش تغییر می شود. مقدار متوسط آن $\frac{3}{5}$ تا $\frac{3}{7}$ درصد می باشد. ۹۸ تا ۹۹ درصد چربی شیر را تری گلیسرید ها تشکیل می دهند. تری گلیسریدها دارای ترکیبات ویژه ای می باشند که این ترکیبات باعث شده است که محصولات چرب شیر از طعم ملایم، بافت نرم و مرغوبیت بالایی برخوردار باشند. ۱ تا ۲ درصد باقی مانده چربی شیر را ترکیباتی نظیر فسفولیپید ها، استرول ها، کاروتنوئیدها، ویتامین های محلول در چربی (K,E,D,A) و به مقدار ناچیز اسید های چرب آزاد تشکیل می دهند [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۲-۳ پروتئین

پروتئین های شیر به دو بخش اصلی کازئین و پروتئین های آب پنیر تقسیم می شوند. متوسط میزان پروتئین شیر $\frac{3}{5}$ درصد می باشد. کازئین که پروتئین اصلی شیر است حدود ۸۰ درصد از کل پروتئین های شیر را تشکیل می دهد و ۲۰ درصد باقیمانده پروتئین های آب پنیر (پروتئین های سرمی) می باشد [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۲-۴ لاکتوز

لاکتوز مهمترین کربوهیدرات شیر است و به علت بالا بودن میزان آن شاید بتوان گفت تنها کربوهیدرات شیر می باشد. مقدار لاکتوز در شیر طبیعی بین $\frac{4}{4}$ تا $\frac{5}{2}$ درصد (متوسط $\frac{4}{8}$ درصد) متغیر است که این میزان ۵۰ تا ۵۲ درصد از کل ماده جامد شیر پس چرخ را شامل می شود. در شیر انسان مقدار

لاکتوز بیشتر از شیر گاو است به همین دلیل برای تغذیه نوزاد انسان با شیر گاو به آن شیرین کننده می افزایند. همانگونه که گفته شد لاکتوز تنها قند شیر نیست و علاوه بر لاکتوز، شیر حاوی گلوکز (حدود ۷ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر شیر) و مقادیر کمی از الیگوساکارید ها ، گلیکوپروتئین ها ، و گلیکواسفنگولپیدها می باشد [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۲-۵- خاکستر

خاکستر شیر بیانگر میزان کل مواد معدنی شیر می باشد و متوسط خاکستر در شیر طبیعی حدود ۰/۷ درصد است. در شرایط غیر طبیعی درصد خاکستر بالاتر می رود. خاکستر شیر در واقع نشانگر میزان کل مواد معدنی شیر است. مواد معدنی شیر به دو دسته ترکیبات اصلی و عناصر کمیاب تقسیم می شوند [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۲-۶- سایر ترکیبات شیر

علاوه بر ترکیبات اصلی، شیر حاوی ترکیبات دیگری نیز می باشد. این ترکیبات به مقدار کمتری در شیر یافت می شوند ولی دارای اهمیت زیادی هستند. از جمله این مواد می توان به ویتامین ها و آنزیم ها اشاره نمود همچنین وجود ترکیبات ازته غیر پروتئینی و بعضی از گازها در شیر قابل ذکر است. مقدار کلی ترکیبات ازته غیر پروتئینی در شیر حدود ۲۵ تا ۳۰ میلی گرم در هر ۱۰۰ میلی لیتر شیر می باشد . که حدود ۵ تا ۶ درصد از کل نیتروژن شیر را شامل می شود. شیر پس از دوشش حاوی مقادیری از گازهای اکسیژن، نیتروژن، دی اکسید کربن به صورت محلول می باشد [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۳-۱- خواص فیزیکی شیر سالم

شیر سالم دارای خواص فیزیکی است که مهمترین آن عبارتند از: ۱- pH شیر ۲- نقطه انجماد ۳- وزن مخصوص ۴- اسیدیته

۱-۳-۱- pH

pH نقش مهمی در تعیین سلامت شیر دارد. pH شیر سالم در ۲۰ درجه سانتی گراد ۶/۵-۶/۷ است. در صورت افزایش اسیدآمینه لیزین در شیر pH افزایش می یابد. زیرا اسیدآمینه لیزین دارای دو عامل

آمینی و یک عامل کربوکسیلی بوده و pH شیر را به سمت قلیایی سوق می دهد. از شیری که دارای مقدار زیادی لیزین است نمی توان در پنیر سازی سنتی استفاده کرد زیرا مقدار پروتئین های محلول در آب آن افزایش می یابد. هنگام افزایش میزان اسیدلاکتیک در شیر pH آن کاهش می یابد. بنابراین pH شیر بیانگر تازگی یا کهنگی شیر است [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۳-۲- نقطه انجماد

نقطه انجماد درجه حرارتی است که در آن شیر منجمد می شود. نقطه انجماد شیر ۰/۵۲- الی ۰/۵۳ - درجه سانتی گراد است. به علت وجود لاکتوز و نمکهای محلول در شیر نقطه انجماد شیر پایین تر از آب است. همچنین با افزایش میزان مواد محلول در شیر نقطه انجماد شیر کاهش می یابد. افزون آب به شیر موجب افزایش نقطه انجماد گشته و به صفر نزدیک تر می شود. دقیق ترین و مطمئن ترین روش برای پی بردن به تقلبات شیر تعیین نقطه انجماد است. نقطه انجماد با فشار اسمزی یا غظت و تراکم ذرات محلول در آن ارتباط دارد. افزودن آب به شیر باعث کاهش فشار اسمزی می شود و این امر باعث تغییر نقطه انجماد می گردد. زیرا تغییر نقطه انجماد وابسته به مقدار آبی است که به شیر اضافه می شود و از طریق نقطه انجماد می توان مقدار آب اضافه شده به شیر را محاسبه نمود. در شیر UHT به روش مستقیم بخار آب مستقیماً بداخل شیر نفوذ می کند و این آب در مراحل بعدی از شیر گرفته می شود [میر نظامی ضیابری، ۱۳۸۲].

۱-۳-۳- وزن مخصوص

وزن مخصوص شیر ۱/۰۲۸ - ۱/۰۳۳ گرم بر سانتی متر مکعب است. وزن مخصوص شیر به عواملی همچون نوع امولسیون و بخشهای مختلف کلوئیدی و مواد محلول در شیر بستگی دارد. چربی (خامه) باعث کاهش وزن مخصوص شیر می شود. ولی پروتئین، لاکتوز و مواد معدنی باعث افزایش وزن مخصوص آن می شوند. همچنین افزودن آب به شیر موجب کاهش وزن مخصوص می شود. و اگر دام با علوفه تازه تغذیه شود وزن مخصوص شیر کاهش خواهد یافت. می توان با تعیین وزن مخصوص به تقلبات شیر پی برد و این می تواند فاکتوری برای ارزیابی کیفی شیر باشد [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۳-۴ اسیدیته

اسیدیته شیر سالم باید ۱۶-۱۷ درجه دورنیک یا ۶-۸ اندیس سوکسهل هنکل باشد. در صورتی که اسیدیته بیش از ۱۶ درجه دورنیک باشد کارخانه ها شیر را دریافت نمی کنند [احسانی، ۱۳۶۸].

۱-۴-۴ پروتئین شیر

یکی از پر مصرف ترین پروتئین ها در رژیم غذایی انسان پروتئین شیر می باشد. سابقه طولانی وجود این پروتئین در رژیم غذایی انسان به علت این است که فراکسیون های اصلی پروتئین ها آن به آسانی استخراج می شوند که از این نظر مورد توجه دانشمندان بیوشیمی قرار دارد. به همین دلیل پروتئین های شیر شناخته شده ترین پروتئین های غذایی بوده ولی بسیاری از خواص انحصاری پروتئین های شیر هنوز ناشناخته باقی مانده است. شیر دارای مقادیر زیادی پروتئین می باشد ولی مقدار بیشتر آنها در شیر کم است. به طور کلی پروتئین های شیر را به دو دسته اصلی کازئین ها و پروتئین های محلول سرم شیر (پروتئین های سرمی) یا پروتئین های آب پنیر (وی پروتئین ها) تقسیم می نمایند. رسوبی که پس از اسید کردن شیر پس چرخ تا pH ۴/۶ در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد ایجاد می شود کازئین است. کازئین ها حدود ۸۰ درصد از پروتئین های شیر را شامل می شوند بخشی که بعد از رسوب کازئین در شیر باقی می ماند، پروتئین های سرمی نامیده می شود که حدود ۲۰ درصد از پروتئین های شیر را تشکیل می دهد. شیر گاو حدود ۳/۵٪ پروتئین دارد که شامل ۲/۹ درصد کازئین و ۰/۶ درصد پروتئین های سرمی می باشد [میر نظامی ضیابری، ۱۳۸۲].

۱-۴-۱-۱ کازئین

میزان کازئین در شیر حدود ۲۶ گرم در هر کیلو گرم است و ۷۶ تا ۸۶ درصد از کل پروتئین های شیر را کازئین شامل می شود. کازئین دارای چهار فراکسیون اصلی است که عبارتند از: آلفا اس یک - کازئین، آلفا اس دو کازئین، بتا کازئین و کاپا کازئین. تمامی فراکسیون های کازئین در pH ۴/۶ از شیر رسوب می کنند. سایر کازئین ها در اثر فرایندهای تبدیلی بعدی نظیر فسفوریلاسیون، گلیکولیزاسیون

یا پروتئولیز محدود، از فراکسیون های اصلی مشتق می شوند. بخش کربوکسیل انتهایی بتا - کازئین گاما کازئین است که در اثر پروتئولیز از آن جدا می شود. پروتئوزپتون قسمت نیتروژن انتهایی بتا - کازئین است. پروتئاز شیر (پلاسمین) باعث تجزیه بتا - کازئین به این دو بخش می شود. گاما کازئین به صورت پیوسته با میسل کازئین باقی مانده و به همراه آن در pH ۴/۶ رسوب می نماید. پروتئوزپتون آب دوست بوده و وارد آب پنیر می شود و در دسته پروتئین های سرمی قرار می گیرد. پروتئوزپتون نسبت به حرارت بسیار پایدار است. کازئین ها حاوی گروه های فسفات هستند که به اسید آمینه سرین استری شده اند. البته ممکن است مشتقات بتا - کازئین دارای فسفات نباشد. گروه های فسفات باعث پیوستگی کازئین و ساختمان میسل آنها می شوند. کلسیم متناسب با میزان فسفات به کازئین متصل می شود. کازئین ها دارای مقادیر زیادی اسید آمینه پرولین هستند که در بین زنجیرهای پلی پپتیدی آنها توزیع شده است. اسید آمینه پرولین باعث ایجاد یک ساختمان خمیده در زنجیره پروتئینی می شود و این امر مانع می شود ساختمان آلفا - هلیکس پایدار و منظم ایجاد شود. اکثر کازئین ها دارای ساختمان ثانویه هستند و تنها ۱۸٪ آنها بدون ساختمان ثانویه می باشند. کازئین دارای ۱۴٪ ساختمان ماریچی، ۲۷٪ ساختمان بتا و ۴۱٪ ساختمان خمیده است. آلفا اس یک - کازئین دارای دو منطقه هیدروفوب در ملکول خود می باشد. تمامی اسید های آمینه پرولین در این دو منطقه قرار دارند و توسط یک منطقه قطبی که حاوی گروه های فسفات است از هم جدا می شوند در آلفا اس دو - کازئین، غلظت بار منفی در قسمت نیتروژن انتهایی و غلظت بار مثبت در قسمت کربن انتهایی بیشتر می باشد. این پروتئین از نظر حساسیت به ترسیب در حضور کلسیم، شبیه آلفا اس یک عمل می کند. دی مر آلفا اس دو - کازئین توسط پیوند دی سولفیدی تشکیل شده است. بتا - کازئین به علت اینکه دارای یک قسمت نیتروژن انتهایی با بارالکتریکی زیاد و یک قسمت کربن انتهایی هیدروفوب می باشد شبیه شوینده عمل می کند. حساسیت بتاکازئین به رسوب دادن در حضور کلسیم از دو کازئین قطبی کمتر است و پیوستگی آن وابسته به حرارت می باشد پیوند هیدروفوب عاملی است که باعث پیوستگی بتا کازئین می شود به گونه ای که اگر نباشد پیوستگی کازئین از بین می رود. حلالیت بتا - کازئین در آب با دمای پایین از

تمامی کازئین ها بیشتر است نقطه ایزوالکتریک بتا - کازئین ها حدود ۵/۲ می باشد که از نقطه ایزوالکتریک آلفا اس یک کازین بالاتر است. این مسئله در تشکیل ژل های اسیدی مهم می باشد. مونومرهای کاپا کازئین توسط پیوندهای دی سولفید به یکدیگر متصل شده و تشکیل پلی مر می دهند. پلی مرها توسط پیوندهای غیر کووالانس به یکدیگر متصل شده و پلی مرهای بزرگتر را تولید می کنند. این پلی مرها بسیار پایدار بوده و با تغییر در قدرت یونی یا دما، تجزیه نمی شوند. کاپا - کازئین مقاومت زیادی به ترسیب در حضور کلسیم دارد و کازئین های آلفا اس و بتا را در برابر کلسیم محافظت می کند. این توانایی تا زمانی است که اسیدهای آمینه ۱۰۵ (فنیل آلانین) و ۱۰۶ (متیونین) توسط آنزیم رنین شکسته نشده باشد. آلفا - اس دو کازئین بیشترین حساسیت را به کلسیم دارد. پس از آن به ترتیب آلفا - اس یک، بتا و در نهایت کاپا- کازئین قرار می گیرد. کاپا - کازئین این توانایی را دارد که سیستم کازئینی را در برابر ترسیب توسط کلسیم محافظت کند. تنها فرایند حرارتی بالا باعث می شود که کازئین با پروتئین سرمی رسوب کند. کاپا - کازئین این توانایی را دارد که در غلظت های بالای کلسیم به صورت محلول باقی بماند. ملکول کاپا- کازئین دارای ۱۶۹ اسید آمینه است و نقش مهمی در انعقاد رنینی دارد. بدین ترتیب که توسط آنزیم رنین (کیموزین) از محل باند پپتیدی بین دو اسید آمینه ۱۰۵ (فنیل آلانین) و ۱۰۶ (متیونین) ، تجزیه می شود و هیدرولیز پیوند مذکور باعث تشکیل یک قسمت آبگریز به نام پاراکاپا کازئین (اسیدآمینه ۱ تا ۱۰۵) و یک قسمت آب دوست (اسیدهای آمینه ۱۰۶ تا ۱۶۹) می شود. قسمت آبدوست، گلیکوماکروپپتید یا کازئینو ماکروپپتید نامیده می شود. کازئینو ماکروپپتید نام بهتری است زیرا بیشتر گونه های کاپا - کازئین، دارای قند نمی باشند. بین مقدار کاپا کازئین و اندازه میسل رابطه معکوسی وجود دارد. یعنی در میسل های کوچکتر مقدار کاپا - کازئین بیشتری وجود دارد و همچنین افزایش میزان کاپا - کازئین باعث کاهش میزان آلفا اس یک، آلفا اس دو و بتا می شود. در ساخت میسل های مصنوعی کاپا - کازئین حتما باید حضور داشته باشد زیرا در غیر این صورت میسل مصنوعی ساخته نمی شود. و این خود نشان دهنده ی اهمیت کاپا - کازئین در پایداری میسل است. در اثر هیدرولیز آنزیمی کازئینو ماکرو پپتید محلول بوده و از میسل

خارج می شود ولی پارا کاپا - کازئین رسوب می نماید. کاپا کازئین باید حتما در سطح یا نزدیک به سطح میسل باشد تا کازئینو ماکروپپتید بتواند به راحتی توسط آنزیم رنین جدا شود [فاطمی، ۱۳۷۸].

۱-۴-۲- رسوب کازئین

ساختار پیچیده و طبیعت ملکول کازئین باعث توانایی آن در رسوب دهی شده است. رسوب دهی می تواند به وسیله عامل های مختلفی انجام پذیرد تفاوت های زیادی بین رسوب کازئین به شکل میسلی و شکل غیر میسلی مثل کازئینات سدیم وجود دارد [فرهودی، ۱۳۷۷].

۱-۴-۳ رسوب دهی به وسیله اسید

با افزودن اسید به صورت دستی و یا تولید توسط باکتری ها می توان pH شیر را تغییر داد. این تغییر pH باعث تغییر رفتار میسل کازئین می شود. در ابتدا کلوئید کلسیم هیدروفسفات که در میسل کازئین به صورت محلول قرار دارد به شکل کلسیم یونیزه در آمده و وارد ساختمان میسل می شود و اتصال های قوی در داخل کلسیم ایجاد می کند. در مرحله بعد pH به نقطه ایزوالکتریک کازئین نزدیک می شود سپس میسل ها شروع به رشد کرده و در نهایت این فرایند باعث ایجاد یک لخته می شود. محصولی که در این مرحله تولید می شود به مقدار pH نهایی شیر بستگی دارد. لخته ایجاد شده ممکن است حاوی کازئین به فرم نمک یا کازئین در نقطه ایزوالکتریک یا هر دو باشد. در نقطه ایزوالکتریک اجزاء متشکله کازئین، وابسته به انواع دیگر یون های حاضر در محلول می باشد و نقطه ایزوالکتریک این اجزاء در محلول های نمکی pH برابر ۵/۰۳ تا ۵/۰۱ است که مشابه با شرایط حاکم در شیر است. محدوده ای که کازئین در آن رسوب می کند pH برابر ۴/۹ تا ۴/۵ است. ولی بهترین pH برای رسوب کازئین ۴/۷ است. اگر به لخته کازئین (رسوب کرده در نقطه ایزوالکتریک) مقدار زیادی هیدروکسید سدیم اضافه شود، مجدداً به صورت کازئینات سدیم در آمده و قسمتی نیز به صورت یون تجزیه می شود. محدوده pH ۴/۵ - ۳/۹ که رسوب کازئین در آن قرار دارد همان محدوده pH فراورده های تخمیری است. تولید کازئین از شیر بدون چربی با اضافه کردن اسید سولفریک یا اسید کلریدریک در pH = ۴/۶ انجام می پذیرد [فرهودی، ۱۳۷۷].

۱-۵- آغازگرهای کشت

توسعه ترشی و طعم در محصولات کشت شده لبنی مثل پنیر، کره لاکتیک و ماست با افزودن باکتری منتخب به شکل آغازگر کشت به شیر، خامه یا شیر پس چرخ کرده حاصل می شود. مهمترین کار یک آغازگر توسعه کنترل شده خواص ترشی (اسیدیته) و طعم است. آغازگرها همچنین رشد باکتریهای نامطبوع را به هم می زنند.

۱-۵-۱- ارگانسیم های آغازگر

مهمترین باکتریها در آغازگرهای کشت استرپتوکوک لاکتیک بخصوص استرپتوکوکوس لاکتیس^۱ و استرپتوکوکوس کرموریس^۲ هستند که لاکتوز را به اسید لاکتیک تخمیر می کنند. این ارگانسیم ها هموفرمانتاتیو^۳ هستند و فقط لاکتوز را تخمیر می کنند. باکتری استرپتوکوکوس ترموفیلوس^۴ که دمای بیشتری برای رشد نیاز دارد، در ساخت پنیرهایی که نقطه پخت آنها بیشتر است مثل پنیر امثال و همچنین ماست، استفاده می شود. دی استیل لاکتیس به گروهی از باکتریها تعلق دارد که تولید ترکیبات معطر و همچنین اسیدلاکتیک می کند. باکتریهای لاکتوباسیلوس لاکتیس، لاکتوباسیلوس هلوتیکوس^۵ و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس^۶ نیز ممکن است در این گروه جای بگیرند. این ارگانسیم ها هتروفرمانتاتیو^۷ هستند و قادر به تخمیر اسید سیتریک در شیر می باشند، همچنین لاکتوز را به ترکیبات فرار معطر مثل دی استیل، استالدئید و اسید استیک تبدیل می کند. گروه لویکونوستوک^۸ مثلا (لویکونوستوک دکسترانیکوم^۹ و لئکونوستوک سیترووریوم^{۱۰}) نیز برای توسعه طعم در ساخت پاره ای از محصولات شیر قابل کشت استفاده می شود [ام. دی. رنکن و همکاران ۱۳۹۱].

¹ Lactobacillus lactis

² Streptococcus cremoris

³ homofermentative

⁴ S. thermophilus

⁵ Lactobacillus. helveticus

⁶ Lactobacillus.bulgaricus

⁷ heterofermentative

⁸ Leuconostoc

⁹ Leuconostoc. dextranicum

¹⁰ Leuconostoc. citrovorum

۱-۵-۲- خصوصیات یک آغازگر کشت

خصوصیات یک آغازگر کشت به شرح زیر می باشد:

- ۱- باید حاوی باکتری فقط از نوع لازم باشد.
- ۲- باید سریعاً تولید اسید کند آن هم با یک میزان ثابت
- ۳- باید طعم کامل اسید، تولید کند و اگر لازم باشد عطر. نباید تولید بوهای بد و گاز کند مگر مورد آخر که در بعضی پنیرها لازم است (که تولید گاز شود) مثل پنیر سوئیسی
- ۴- باید قادر باشد تحت شرایط ساخت محصولات خاص رشد کند
- ۵- باید مقاومت بالائی در مقابله با حمله باکتریوفاژ^{۱۱} نشان دهد.

۱-۵-۳- انواع آغازگرهای کشت

از آغازگر می توان به سه روش استفاده کرد:

- ۱-آغازگر تک نژاده- که فقط از یک نژاد از باکتری مثلاً استرپتوکوکوس کروموریس یا استرپتوکوکوس لاکتیس می باشد.
- ۲-آغازگر چند نژاد مشخص- که مخلوط مشخصی از دو یا چند نژاد باکتری اسیدلاکتیک و باکتری تولید کننده طعم است.
- ۳-آغازگر از نژاد مخلوط - که مخلوطی از نسبت های ناشناخته دو یا چند نژاد از گونه های مختلف است. در معرض حمله بودن باکتری توسط باکتریوفاژ بخصوص در پنیر سازی منجر به استفاده از لاقل دو نژاد از باکتری شده است. چون اگر یک نژاد مورد حمله باکتریوفاژ قرار گیرد، باکتریهای دیگر تولید کننده اسید می توانند ادامه دهند. در پنیرسازی مسئله باکتریوفاژ می تواند با عوض کردن و چرخاندن آغازگرها کاهش یابد [میرنظامی ضیابری، ۱۳۸۲].

¹¹Bacteriophage

۱-۵-۴- تهیه آغازگر

شیری که برای تهیه آغازگر کشت استفاده می شود باید محیط مناسبی را برای رشد داشته باشد بنابراین اطمینان از عدم وجود عوامل محدود کننده از گامهائی است که باید برداشته شود. از این رو بیشتر تهیه کنندگان امروزه از پودر شیر پس چرخ استفاده می کنند که فیلتر شده است و خالی از آنتی بیوتیک ها است. پودر به مقداری که ۱۲٪ مواد جامد داشته باشد بازیابی می شود و ۸۵ تا ۹۵ درجه سانتی گراد حرارت می بیند آن هم به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه تا باکتریوفاژ و باکتریهای گیاهی نابود شود. محیط های قابل انتخاب دیگر نیز برای تهیه آغازگر کشت نیز در دسترس است که اینها شامل محیط محدود کننده باکتریوفاژ است که با بهم زدن ترکیبات خاصی (شلات^{۱۲}) در کلسیم که لازم برای احیای باکتریوفاژ است، از آن امنیت حاصل می شود و همچنین محیط خنثی که دامنه افت pH در تولید اسیدلاکتیک را کاهش می دهد تا تعداد بیشتری از باکتریها توسعه یابد. روش سنتی تهیه آغازگر در دو یا چند مرحله انجام می شود. آغازگر کشت که یا به صورت منجمد و یا خشک منجمد فروخته می شود، در ابتدا از آن (محیط) کشت مادر تهیه می شود که در یک بطری شیشه ای (تقریباً ۱۰۰ میلی لیتر) که اول در اتوکلاو^{۱۳} استریل شده است، رشد می کند. سپس سه چهارم بطری با شیر بازیابی شده پر می شود و در ۹۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت حرارت می بیند بعد از آن برای انکوباسیون^{۱۴} تا دمای (مثلاً ۲۱ درجه سانتی گراد برای پنیر و ۴۳ درجه سانتیگراد برای ماست) خنک می شود. سپس آغازگر (جهت تلقیح باکتری) به شیر زده می شود و بطری گرم نگه داشته می شود (جهت انکوباسیون) تا اسیددیده درست حاصل شود که معمولاً ۰/۷ تا ۰/۹ است. قبل از استفاده برای به حداقل رساندن فعالیت (باکتریائی)، دمای آن را تا دمای ۱۰ تا ۱۵ درجه خنک می کنند. قسمتی از این (محیط) کشت مادر می تواند برای یک کشت مادر دیگر برای روز بعد بکار رود. سپس از کشت مادر برای باروری^{۱۵} آغازگر استفاده می شود اگر چه یک کشت میانه یا متوسط در کارخانه های بزرگتر تهیه می شود.

¹²chelate

¹³autoclave

¹⁴incubation

¹⁵inoculate

آغازگر در ظروف مخصوص طراحی شده رشد می کند که دارای تسهیلات حرارتی و خنک سازی شیر، مخلوط کردن، کنترل دما و عملیات بدون آلودگی آسپیک^{۱۶} است. این خیلی مهم است که انتقال کشت ها دور از آلودگی انجام شود تا از آلودگی توسط باکتریوفاژ و باکتری های نامطبوع پرهیز شود.

این روش تهیه آغازگر بسیار وقت گیر است و پیشرفت در زمینه ساخت و تولید آغازگر در دهه ۱۹۶۰ منجر به استفاده گسترده آغازگرهای غلیظ شد که می توانند مستقیماً به آغازگر برای باروری آن افزوده شود. این آغازگرهای غلیظ می توانند یا به صورت منجمد خشک شده یا به صورت (منجمد توسط نیتروژن مایع) تهیه شوند. اگرچه خیلی گرانتر از کشت هائی است که برای افزودن و باروری مستقیم آغازگر استفاده می شوند و در حال حاضر بطور گسترده استفاده نمی شود^{۱۷}. دی.رنکن و همکاران، [۱۳۹۱].

۱-۶- ماست

ماست یک محصول کشت شده از شیر است که خواص طعم و بافت خود را مدیون مخلوطی از استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در شیر آماده شده است. فرایند تخمیر در اصل وسیله ای برای زیاد کردن عمر نگهداری شیر بود چون pH پایین ماست محدود کننده رشد باکتریهای نامطبوع بود. اگرچه ماست این روزها به خاطر خواص جذب ارگانولپتیک خود به مصرف می رسد. از این رو در سالهای اخیر خواص معتبر درمانی ماست طی تحقیقات علمی روشده است. ساخت ماست در انگلیس تحت پوشش مقررات و قانون خاصی نیست. اما در سال ۱۹۸۳ فدراسیون تجارت لبنیات یک کد عملیاتی منتشر نمود که حاوی استانداردهای ترکیبی و جزئیاتی از محتویات مجاز بود. مثلاً این که مقرر می داشت که ماست بسیار کم چربی ۸/۵٪ جامدات غیر چرب و از صفر تا ۰/۵ درصد چربی دارد و برای ماست کم چربی مقدار درصد چربی ۰/۵ تا ۲٪ می باشد. بیشتر ماستی که در انگلیس تولید می شود از نوع همزده است که به طور عمده ساخته می شود بعد با میوه مخلوط شده و بسته

^{۱۶}aseptic

بندی می شود. ماست ست^{۱۷} که در ظروف خرده فروشی بسته بندی می شود بعد آن را گرما می دهند به طور وسیعی در قاره اروپا ساخته می شود اما در انگلیس چندان رایج نیست. در سالهای اخیر ماست در انواع قابل نوشیدن (دوغ) با عمر طولانی و چکیده در دسترس قرار گرفته است [ام.دی.رنکن و همکاران، ۱۳۹۱].

۱-۶-۱- خصوصیات شیر مصرفی در تولید ماست

برای تولید ماست در کارخانه های شیر کامل و شیر کم چرب استفاده می شود. که باید دارای خصوصیات زیر باشند:

۱- فاقد اسیدلاکتیک ۲- عاری از آنتی بیوتیک ۳- فاقد بو و طعم نامطبوع ۴- میزان ارگانسیم های موجود در شیر باید حداقل باشد ۵- میزان کازئین و آلبومین در شیر نباید از حد مجاز تجاوز کند.

۱-۶-۲- تقسیم بندی ماست

ماست های تولیدی بر حسب مراحل تولید به دو گروه تقسیم بندی می شود:

الف- ماست بهم زده - در تولید این نوع ماست باید مایه ماست به شیر که در تانک مخصوص نگهداری شده افزوده شود.

ب - ماست بهم نزده - شیر پاستوریزه شده را پس از خنک کردن در درجه حرارت $38-45^{\circ}\text{C}$ بلافاصله مایه زنی و بسته بندی می کنند سپس آنرا به گرمخانه انتقال می دهند تا مراحل تخمیر انجام شود.

۱-۶-۳- مایه ماست استارتر (آغازگر) در تولید ماست

در تولید شیر ترش (شیر تخمیر شده) و ماست از باکتریهای به عنوان استارتر یا آغازگر استفاده می شوند. با افزودن این باکتریها به شیر و فراهم نمودن شرایط و کنترل رشد آنها، شیر ترش (شیر تخمیر شده) یا ماست بدست می آید. جدول ۱-۱ استارترهای مورد استفاده در تولید شیر ترش (شیر تخمیر شده) و ماست را نشان می دهد.

¹⁷ Set yoghurt

جدول ۱-۱ استارتر مورد استفاده در تولید شیر ترش (شیر تخمیر شده) و ماست

نام باکتری	درجه حرارت مناسب رشد °C	محصول نهایی واکنش
الف - مایه (شیر تخمیر شده) استرپتوکوکوس لاکتیس استرپتوکوکوس دی اسیدولاکتیس استرپتوکوکوس کرموریس لیکونستوک	۲۰-۳۱ ۲۰-۳۰ ۲۰-۳۰ ۲۰-۲۵	اسیدلاکتیک اسیدلاکتیک - دی استیل و گاز کربنیک اسیدلاکتیک اسیدلاکتیک - گاز کربنیک
ب- مایه ماست لاکتوباسیلوس بولگاریکوس استرپتوکوکوس ترموفیلوس	۴۰-۴۵ ۳۰-۴۰	اسیدلاکتیک - استالدئید اسیدلاکتیک

در تولید ماست از دو نوع میکروارگانیسم مفید (استارتر) استفاده می شود. لاکتوباسیلوس بولگاریکوس که در درجه حرارت ۴۰-۴۵ °C رشد و نمو کرده و لاکتوز شیر را به اسید لاکتیک و استالدئید تبدیل می کنند. استرپتوکوکوس ترموفیلوس در درجه حرارت ۳۸-۴۰ °C رشد می کنند و لاکتوز شیر را فقط به اسید لاکتیک تبدیل می کند. مایه ماست (استارتر) بصورت منجمد شده یا لیوفیلزه به کارخانه های صنایع لبنیات عرضه می شود. در تولید ماست میزان افزودن استارتر به شیر ۲/۵ - ۳ درصد است. مدت تخمیر برای تبدیل شیر به ماست ۲/۵ ساعت و حرارت لازم برای رشد آغازگر ۴۲ درجه سانتی گراد می باشد. نسبت استرپتوکوکوس ترموفیلوس به لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در مایه ماست یک به یک و یا دو به سه است.

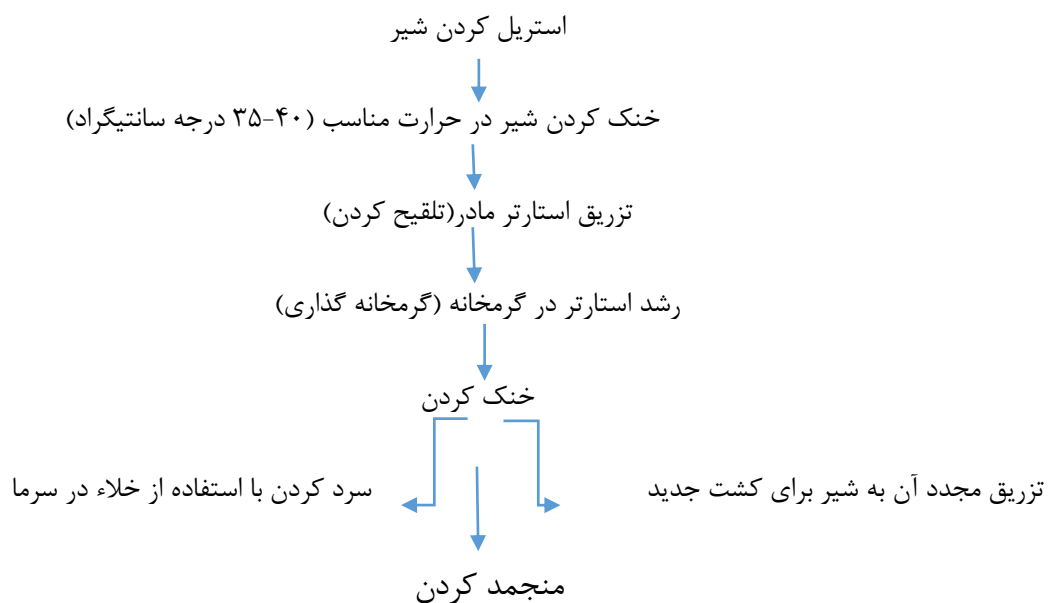
استارتر باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته شیر می شود. لاکتوباسیلوس بولگاریکوس پروتئین را تجزیه می کند و اسید آمینه والین آزاد می شود. والین برای رشد استرپتوکوکوس ترموفیلوس لازم است. استرپتوکوکوس بعد از رشد در مقایسه با لاکتوباسیلوس اسیدلاکتیک کمتری تولید می کند.

درضمن لاکتوباسیلوس بولگاریکوس مهمترین باکتری مولد مواد معطر در ماست به شمار می آید. این باکتری چربی شیر را به اسیدچرب و گلیسرول هیدرولیز می نماید. به عنوان مثال اسید کاپرئیک و اسید کاپریک آزاد شده به مواد معطر آستالدئید تبدیل می شود [فرهنودی، ۱۳۷۷].

۱-۶-۴- عوامل موثر در فعالیت باکتریها

به طور کلی عوامل متعددی در فعالیت باکتریها موثر هستند که عبارتند از: ۱- ترکیبات شیمیایی شیر ۲- میزان افزودن آغازگر (استارتر) ۳- درجه حرارت شیر و مدت افزودن آغازگر ۴- مدت خنک کردن شیر. موادی مانند اسید فولیک، اسید آمینه آزاد که در شیر وجود دارد رشد میکروارگانیسم های لاکتیکی را تسریع می کند همچنین عناصر جزئی مانند لاکتینین^{۱۸} باعث فعالیت آغازگر می شود.

شکل ۱-۱ مراحل کشت میکروارگانیسم های لاکتیکی (استارتر) را نشان می دهد.



شکل ۱-۱-۱ مراحل کشت میکروارگانیسم های لاکتیکی

استارتر (آغازگر) را بعد از کشت می توان به سه طریق نگهداری نمود:

۱- تزریق مجدد برای کشت جدید

۲- سرد کردن استارتر در خلاء توسط سرما

۳- نگهداری بصورت انجماد

۱-۷- مایه کشت تجاری^{۱۹}

مایه کشت تجاری به سه شکل مختلف در بازار عرضه می شود که عبارتند از:

۱- مایه کشت تجاری محلول

۲- مایه کشت تجاری بصورت منجمد شده

۳- مایه کشت تجاری انجماد خشک (لیوفیلیزه) [میر نظامی ضیابری، ۱۳۸۲].

باکتری های ماست، استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس در شیر

به طور مشترک بهتر از انفرادی رشد می کنند [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

ماست تازه حاوی ۱۰^۹ میکروارگانیسم در هر گرم است [جی، ۲۰۰۳].

دو باکتری مذکور محصولاتی را تولید می کنند که هم در ایجاد عطر و طعم و هم در سلامتی نقش دارند.

۱ - اسیدلاکتیک: هر دو باکتری از گلوکز اسید لاکتیک تولید می کنند

۲- استالدهید: به مقدار کمی این ترکیب برای ایجاد آروما در ماست ضروری است. بیشتر این ترکیبات توسط لاکتو باسیل ها تشکیل می شوند.

¹⁹ Commercial culture

۳_ دی استیل: استرپتوکوکوس ترموفیلوس و به مقدار کم تر لاکتوباسیلوس بولگاریکوس دی استیل تولید می کنند [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

۴- اسید فولیک: ماست اسیدفولیک بیشتری نسبت به شیر دارد. استرپتوکوکوس ترموفیلوس به عنوان عامل ایجاد کننده اسید فولیک شناسایی شده است، ولی محدوده تولید به نژاد باکتری بستگی دارد. این مقدار هم چنین لاکتوباسیلوس بولگاریکوس بکار رفته نیز بستگی دارد [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶]. علاوه بر اسید فولیک غلظت ویتامین های نیاسین و اسید فولیک نیز افزایش می یابد [تیموری، ۱۳۸۵].

۵- اگزوپلی ساکاریدها: تولید اگزوپلی ساکارید توسط هر دو باکتری مذکور در ایجاد بافت نرم و سیکوز ماست نقش دارد. این مواد ژل ماست را قوام داده و تمایل به آب اندازی را کاهش می دهد [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

اصلی ترین مونومر یافت شده گلوکز، گالاکتوز و رامنوز است [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

پروتئین های موجود در ماست تا اندازه ای هضم شده و خودشان را به راحتی در بدن اتولیز می کنند. تریپتوفان یک اسید آمینه ضروری در ماست می باشد که بر روی سیستم عصبی تاثیر گذار است [اتس و کاگیندی، ۲۰۰۳].

همچنین ماست یک محصولی نیرو بخش به حساب می آید. ماست با استفاده کربوهیدراتها، چربی ها و پروتئین ها به منظور رشد، نگهداری و فعالیت سلولی کمک می کند [لوکاس، ۲۰۰۳].

ارزش بالای تغذیه ای و سلامت بخش ماست، متعدد می باشد بنابراین مصرف آن برای نوزادان نارس، کودکان، زنان حامله، بیماران و افراد پیر و مبتلایان به بیماری عدم تحمل لاکتوز توصیه می شود. در بیمارستان های روسیه، بیماران در خلال ماندن در بیمارستان، هر روز با ماست پذیرائی می شوند که امری عادی و مرسوم می باشد. مخصوصاً تازه مادرها، به خوردن ماست تشویق می شوند [لوکاس، ۲۰۰۳].

۱-۸- ساخت ماست هم زده

ساخت ماست هم زده در برگیرنده شش مرحله اصلی است :

۱- آماده سازی شیر ۲- هموژنیزاسیون ۳- اعمال گرما ۴- تخمیر ۵- بسته بندی

آماده سازی شیر شامل استاندارد کردن چربی و محتوی مواد جامد غیرچرب شیر و افزودن تثبیت کننده ها است حال هر جاکه می خواهد استفاده شود. درصد چربی برای ساخت ماست معمولاً بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد است. اگر چه بعضی از انواع بسیار کم چربی آن (تقریباً ۰/۱ درصد چربی) ساخته می شود، از سوی دیگر ماستهای غلیظ و خامه ای حاوی بین ۳ تا ۱۰٪ چربی ساخته می باشند. محتوی مواد جامد غیرچربی شیر معمولاً به ۱/۵ تا ۳ رسانده می شود (یا با تبخیر یا با افزودن پودر شیر چرخ کرده) تا غلظت و پایداری ماست (دلمه اش) افزایش یابد. در این مرحله تثبیت کننده ها (مثل ژلاتین، پکتین، نشاسته های اصلاح شده) نیز می توانند افزوده شوند تا به حفظ آب^{۲۰} کمک کرده و غلظت را افزایش دهند و تمایل به آبدهی^{۲۱} را کاهش دهند. (همگرفت = جدا شدن آب). مرحله هموژنیزاسیون در ۵۵ درجه سانتی گراد در فشاری حدود ۳۰۰psi انجام می شود. هموژنیزه کردن نه تنها در کاهش اندازه گلبولهای چربی موثر است که سفت و خامه ای شدن آن را تعویق می اندازد بلکه سبب تغییرات در ساختمان میسل های^{۲۲} کازئین می شود که خواص حفظ آب آن را بهبود می دهد. احتمالاً مهمترین عملکرد در مرحله پیش تخمیر، کاربرد حرارت است که نه تنها شیر را پاستوریزه می کند بلکه باعث تغییر حالت پروتئین آب شیر و شکل گیری ترکیباتی بین بتا لاکتوگلوبولین^{۲۳} و کاپا کازئین^{۲۴} می شود. این تغییرات بازهم به مقدار زیادی خواص حفظ آب پروتئین های شیر را افزایش داده و غلظت محصول نهائی را بالا برد ریسک آبدهی را کاهش می دهد. کاربرد حرارت شامل نگهداشتن شیر در ۹۰ تا ۹۵ درجه سانتی گراد تقریباً به مدت ۵ دقیقه در فرایندهای با جریان مواج است و یا در ۸۵ درجه به مدت

²⁰ Water-binding

²¹ Syneresis

²² Micelle

²³ B-Lactoglobulin

²⁴ K-Casein

۳۰ دقیقه در فرایند های مقطعی است و بعد از کاربرد حرارت زیاد شیر تا دمای ۴۳-۴۵ درجه سانتی گراد خنک می شود و به مخازن تخمیر پمپاژ می شود. در اینجا به شیر عامل کشت لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس زده می شود. مقدار زدن عامل کشت ۲٪ است و آغازگر کشت به همان روش آغازگرهای کشت پنیر آماده می شود. نسبت استرپتوکوکوس بولگاریکوس به استرپتوکوکوس ترموفیلوس بین ۱:۲ و ۱:۱ است. شیر به مدت ۳ تا ۴ ساعت در مرحله نهائی تخمیر گرم نگه داشته می شود. سپس ماست تا دمای ۱۵ درجه سانتی گراد خنک می شود تا توسعه بیشتر اسید به تعویق افتد. بعضی از مخازن ماست مزیت خنک کردن یکجا را دارند اما معمولا ماست در مبدل های حرارتی لوله ای و صفحه ای خنک می شوند. ساختمان ماست در این مرحله بسیار مستعد و حساس به بریدن است بنابراین دستگاه طوری طراحی شده است که همزدن به آرامی در مخزن تخمیر انجام می شود و در مرحله خروج حداقل بریدگی دیده می شود. بعد از خنک کردن ماست در ظروف های پلاستیکی پر می شود (۱۲۵ یا ۱۵۰ گرمی) و در آنها توسط حرارت با فویل بسته می شود و به انبارهای خنک انتقال می یابند که دمای آنها ۴ تا ۸/۵ درجه سانتی گراد است. ماست همزده باید فرم غلیظ و نرم داشته باشد. عمر نگهداری واقعی بستگی زیادی به نوع مواد بسته بندی مورد استفاده دارد و همچنین به بهداشت عمومی محتویات و خود فرایند ساخت [ام.دی.رنکن، ۱۳۹۱].

۹-۱- ساخت ماست بهم نزده

در درجه اول با افزودن چربی، کازئین، شیر خشک، ژلاتین شیر استاندارد می شود. سپس شیر استاندارد شده بوسیله هموژنیزاتور با درجه حرارت 70°C و فشار ۲۰۰ بار هموژن می شود. هموژنیزاسیون شیر به بهبود بافت ماست، پایداری و قوام خوب ماست کمک می کند. سپس به وسیله پاستوریزاتور صفحه ای در درجه حرارت 85°C به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه می شود. پس از پاستوریزه نمودن شیر آن را در دمای ۴۰-۴۵ درجه سانتی گراد خنک کرده و سپس به آن ۱/۵-۲ درصد استارتر (آغازگر) افزوده می شود. مایه ماست در شیر پاستوریزه شده و هموژنیزه شده تزریق می شود. سپس جهت تخمیر

لاکتیکی و تولید ماست آنرا به گرمخانه منتقل می کنند . ماست تولید شده برای خنک کردن به سردخانه انتقال می یابد .

پاستوریزاسیون شیر که در درجه حرارت ۸۵-۹۰ درجه سانتی گراد و مدت ۱۰-۱۵ دقیقه انجام می شود اهداف زیر را به دنبال خواهد داشت که عبارتند از:

۱- از بین بردن میکروارگانیسم های بیماری زا ۲- افزایش قوام ماست ۳- کاهش جدا شدن سرم در ماست تولید شده.

۱-۱۰- ماست چکیده

با گرفتن مقداری آب از ماست ساخته می شود این کار با ریختن در کیسه یا با استفاده از یک جدا کننده سانتریفوژ انجام می شود . این ماست تقریباً حاوی ۲۵٪ جامدات کل و ۱۰٪ چربی است و در کشورهای اروپای غربی و خاورمیانه رایج است.

۱-۱۰-۱ ماست نوشیدنی

این ماست یک نوشابه کم غلظت است که با مخلوط کردن ماست با آب میوه و شکر درست می شود و معمولاً حاوی چربی کمی است. وقتی تخمیر کامل می شود، دلمه با هم زدن بریده می شود و آب میوه، شکر و تثبیت کننده (مثلاً پکتین) اضافه می شود. تثبیت کننده در جلوگیری از انبوه شدن پروتئین طی مرحله بعد یعنی کاربرد حرارت مهم است که ممکن است سبب پیدایش مزه گس بودن در دهان شود و سبب نشت پروتئین هنگام انبار کردن شود. پخش شدن خوب تثبیت کننده با هموژنیزاسیون قابل اطمینان می شود . این ماست بعداً حرارت دیده و بسته بندی می شود. آن را می توان یا پاستوریزه نمود و در ظرف پر نمود تا محصولی با عمر زیاد برای نگهداری بمدت چندین ماه بدست آید [ام.دی. رنکن، ۱۳۹۱].

۱-۱۱- ماست با عمر زیاد

ماست تازه عمری از ۲ تا ۳ هفته در ۴ درجه سانتی گراد دارد اما می توان عمر آن را زیاد کرد اگر پاستوریزه شود. این امر با یکی از این ۳ روش حاصل می شود.

۱- پاستوریزه کردن ماست در مبدلهای حرارتی با سطوح خراشیده (مثلا ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ ثانیه و متعاقب آن پرکردن به صورت داغ.

۲- پاستوریزه کردن مثل شماره ۱ با خنک کردن و پر کردن بهداشتی.

۳- پاستوریزه کردن در ظرف یعنی ماست ابتدا در ظرف پر می شود و ظرفها در اطاق پاستوریزه کردن در دمای ۷۵ تا ۸۰ درجه به مدت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه نگهداری می شوند. تمام این انواع کاربرد حرارت چشم به این دارد که در محصول نهائی مخمر یا کپک وجود نداشته باشد. این ارگانیسم ها قادرند در pH اسیدی ماست رشد کند و منجر به توسعه بوی بد، تولید گاز و آبدهی (جداشدن آب) شوند [ام.دی.رنکن، ۱۳۹۱].

۱-۱۲- لاکتوباسیلوس

لاکتوباسیلوسها میله ای و معمولا بلند و باریک بوده و اکثر گونه های آن زنجیره تشکیل می دهند. این باکتریها میکروآئروفیل (تعدادی بی هوازی مطلق هستند)، کاتالاز منفی و گرم مثبت می باشند و با تخمیر قندها، عمدتا اسیدلاکتیک تولید می کنند. انواع هموفرمنتاتیو با تخمیر قندها عمدتا اسیدلاکتیک و مقدار کمتری اسید استیک، دی اکسید کربن و به مقدار ناچیزی محصولات دیگر تولید می کنند. انواع هتروفرمنتاتیو علاوه بر اسید لاکتیک مقدار زیادی ترکیبات فرار از جمله الکلها را نیز تولید می کنند. لاکتوباسیلوسهای هموفرمنتاتیو که دمای اپتیمم آنها ۳۷ °C یا بالاتر است، شامل لاکتوباسیلوس بولگاریکوس، لاکتوباسیلوس هلوتیکوس، لاکتوباسیلوس لاکتیس، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس^{۲۵}،

²⁵ Lactobacillus. acidophilus

لاکتوباسیلوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی^{۲۶} هستند. لاکتوباسیلوس فرمنتوم^{۲۷} عمده ترین لاکتوباسیلوس هتروفرمنتاتیو است که در دماهای بالاتر به خوبی رشد می کند. لاکتوباسیلوسهای هموفرمنتاتیو با دمای اپتیمم رشد پایین تر، عبارت اند از: لاکتوباسیلوس کازئی^{۲۸}، لاکتوباسیلوس پلانتاروم^{۲۹} و لاکتوباسیلوس لیشمائی^{۳۰} و گونه های هتروفرمنتاتیو شامل لاکتوباسیلوس برویس^{۳۱}، لاکتوباسیلوس بوچنری^{۳۲}، لاکتوباسیلوس پاستوریانوس^{۳۳}، لاکتوباسیلوس هیلگاردی^{۳۴} و لاکتوباسیلوس تریکودس^{۳۵} می باشند. تمام گونه هایی که در بالا ذکر شدند به جز لاکتوباسیلوس دلبروکی ، لاکتوباسیلوس لیشمائی، لاکتوباسیلوس هیلگاردی، لاکتوباسیلوس تریکودس و بعضی از نژادهای لاکتوباسیلوس برویس لاکتوز را تخمیر کرده و اسیدلاکتیک تولید می کنند و به همین دلیل در صنایع شیر دارای اهمیت اند. منشا اصلی لاکتوباسیلوس ها، سطح گیاهان، کودها و فراورده های لبنی است .

لاکتوباسیلوس ها به دلیل داشتن خصوصیات زیر در مواد غذایی دارای اهمیت اند :

- ۱- توانایی تخمیر قندها به همراه تولید مقدار زیادی اسید لاکتیک این امکان را به وجود آورده است که از این میکروارگانیسم ها در تولید فراورده های لبنی و سبزیهای تخمیری و نیز تولید صنعتی اسید لاکتیک استفاده شود. البته این خاصیت موجب فساد بعضی از فراورده ها از جمله آبجو نیز می شود.
- ۲- خاصیت تولید گاز و سایر مواد فرار توسط گونه های هتروفرمنتاتیو، گاهی اوقات موجب کاهش کیفیت ماده غذایی می شود. مانند لاکتوباسیلوس فرمنتوم در پنیر سوئیسی و لاکتوباسیلوس هیلگاردی یا لاکتوباسیلوس تریکودس در نوشیدنیها که باعث کاهش کیفیت این فراورده ها می شوند.

²⁶ *Lactobacillus. delbrueckii*

²⁷ *Lactobacillus. fermentum*

²⁸ *Lactobacillus. casei*

²⁹ *Lactobacillus. plantarum*

³⁰ *Lactobacillus. leichmannii*

³¹ *Lactobacillus. brevis*

³² *Lactobacillus. buchneri*

³³ *Lactobacillus. pastorianus*

³⁴ *Lactobacillus. hilgardii*

³⁵ *Lactobacillus. trichodes*

۳- به علت ناتوانی سنتز اکثر ویتامین های مورد نیازشان، قادر نیستند به خوبی در مواد غذایی فقیر از نظر ویتامین رشد کنند. لاکتوباسیلوس ها برای رشد به ویتامین های B و اسیدهای آمینه نیاز دارند به همین دلیل رشد آنها در غذاهای غیر غنی با ممانعت روبرو خواهد شد.

۴- مقاومت حرارتی یا خواص ترمودوریک اکثر لاکتوباسیلوسها موجب شده است که بتوانند شرایط پاستوریزاسیون یا سایر فرایندهای حرارتی را تحمل کنند. از جمله می توان لاکتوباسیلوس های تولید کننده دلمه در تولید پنیر سوئیس و پنیر های مشابه را نام برد.

گونه هایی از لاکتوباسیلوسهای متفاوت با انواع قبلی یافت شده اند که روی گوشتهای نگهداری شده در یخچال رشد می کنند، اما فقط تعدادی کمی از این گونه ها نامگذاری شده اند [فریزیر و همکاران ۱۳۸۴].

۱-۱۳- پروبیوتیک ها

۱- این باکتریها باعث حفظ باکتریهای مفید و سازگاری که در یک مجرای هاضمه سالم وجود دارند می شوند.

۲- این باکتریها کمک به هضم و جذب مواد مغذی می نمایند.

۳- باعث بهبود حذف مواد زائد می شوند.

دو گروه عمده از باکتریها به عنوان پروبیوتیک ها در نظر گرفته می شوند شامل لاکتوباسیلوس ها (لاکتوبتسیلوس بولگاریکوس و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس) و بیفیدوباکتریها (بیفیدوباکتریوم بیفیدوم و بیفیدوباکتریوم اینفنتیس) می باشند [ویلیم و همکاران، ۱۳۸۴].

۱-۱۴- پربیوتیک ها

بر خلاف پروبیوتیک ها که میکروارگانیسم های زنده می باشند، پربیوتیک ها کربوهیدرات های غیر قابل هضم می باشند. پروبیوتیک ها باعث تحریک رشد و فعالیت باکتریهای مفید و سودمند فلور روده ای

می شوند. سه دسته از پروبیوتیک های مهم شامل فروکتو الیگوساکاریدهای کوتاه زنجیره (SCFOS)، اینولین و الیگوفروکتوز می باشند [ویلیم و همکاران، ۱۳۸۴].

تقریباً همه محصولات تخمیری ناشی از شیر بر پایه فعالیت های اسید لاکتیک باکتری ها می باشد. طبیعت محصولات تهیه شده از شیر، به نوع شیر، دما، شرایط تخمیر شیر و عملکردهای تکنولوژیکی بعدی آن بستگی دارد [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

رشد میکروبی یا به صورت طبیعی و یا تلقیحی، تغییرات شیمیایی بافتی را بوجود می آورد، هم چنین تخمیر باعث ایجاد مواد غذایی جدید، دلپذیر و با عطر و طعم مناسب می شود [پرسکات و همکاران، ۲۰۰۲].

در تولید محصولات لبنی علاوه بر باکتری های لاکتیکی، کپک ها و مخمرها نیز ممکن است نقش داشته باشد. در طول رشد باکتری ها در شیر بزرگترین منبع انرژی لاکتوز است که تبدیل به اسید لاکتیک و سایر محصولات می شود [والسترا و همکاران ۲۰۰۶].

این نوع تخمیر عمدتاً بوسیله باکتری های هموفرمنتاتیو خانواده لاکتوباسیلان صورت می گیرد. این تخمیر اساس تولید فرآورده هایی نظیر ماست یا پنیر می باشد [نجفی و نخچیان، ۱۳۸۲].

سویه دیگری از متابولیک بعضی از باکتری های لاکتیکی، توانایی شان در متابولیز اسید سیتریک است. که آن را به دی استیل که ماده ایجاد کننده طعم مهمی در محصولات لبنی است تخمیر می کنند.

از ۱۲ نوع اسید لاکتیک باکتری های موجود ۴ نوع از ارگانیزم ها در تخمیر محصولات لبنی بکار می روند که به نام های لاکتوکوکسی، لویکونوستک، استرپتوکوکوس و لاکتو باسیلوس ها می باشد.

باکتری های لاکتیکی مورد استفاده در تخمیر فرآورده های لبنی براساس بهینه رشدشان به ۲ گروه تقسیم می شوند. دمای بهینه رشد باکتری های لاکتیکی مزوفیل بین 30°C - 20°C است و ترموفیل ها بهینه رشدی بین 45°C - 30°C دارند [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

۱-۱۵- وظایف اسید لاکتیک باکتری ها

۱-۱۵-۱- پروتئولیز:

مهمترین خصوصیت این باکتری‌ها در شیر توانایی آن‌ها در تولید اسید در شیر و تبدیل پروتئین شیر به اجزای ایجاد کننده طعم است [پرسکات و همکاران، ۲۰۰۲].

در طول رسیدن پنیر پروتئولیز اولین گام بیوشیمیایی به سمت ایجاد طعم و بافت مطلوب است. لاکتوکسی‌ها با دارا بودن سیستم آنزیمی دیگر مثل کیموزین، مسئول تبدیل کازئین به پپتیدها و اسیدآمینها هستند. این اسیدآمینها پیشرو ترکیبات عطری مختلفی هستند. این ترکیبات در انواع زیادی شیر یافت می‌شود. چندین آنزیم که قادر به تبدیل این اسیدآمینها هستند در لاکتوکوکوس لاکتیس پیدا شده‌اند [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

۱-۱۵-۲- باکتریوسین‌ها:

استفاده از باکتریوسین برای نگهداری مواد غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. باکتریوسین‌ها پروتئین‌های باکتریایی هستند که عموماً رنج هدف‌گیری کمی دارند و تنها علیه باکتری‌های نزدیک به خود فعال‌اند [پرسکات و همکاران، ۲۰۰۲].

معروف‌ترین باکتریوسینی که توسط باکتری‌های لاکتیکی تولید می‌شود نایسین است که توسط لاکتوکوکوس لاکتیس تولید می‌شود [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

این ماده محدوده وسیعی از فعالیت را دارد و بر اشکال اولیه اسپوری و باکتری‌های گرم مثبت موثر بوده و تأثیری بر قارچ‌ها و باکتری‌های گرم منفی ندارد [مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۵].

برای مثال در مقابل کلستریدیوم‌ها، باسیلوس‌ها، استافیلوکوکوس، لیستریا و انتروکوکوس فکالیس فعال است [پرسکات و همکاران، ۲۰۰۲؛ والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

از نایسین در فرآورده‌های لبنی و پنیرهای پروسس، شیر تلغیظ شده، شیر پاستوریزه استفاده می‌شود. [مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۵].

نایسین در پنیرهای نیمه سخت بر علیه کلستریدیوم تیروبوتریکوم که تولید گاز می کنند نیز فعال است. در کنار نایسین، آنتی بیوتیک های دیگری نیز توسط باکتری های لاکتیکی تولید می شود مثل لاکتیسین ۴۸۱ و لاکتوسین s که بوسیله لاکتوکوکوس لاکتیس تولید می شود [والسترا و همکاران، ۲۰۰۶].

پروتئین های موجود در ماست تا اندازه ای هضم شده و خودشان را به راحتی در بدن اتولیز می کنند. تریپتوفان یک اسید آمینه ضروری در ماست می باشد که بر روی سیستم عصبی تاثیر گذار است [تس و کاگیندی، ۲۰۰۳].

به طور کلی، ماست به دلیل اسیدیته بالا و pH پایین، محیط مناسبی برای حفظ و انتقال پروبیوتیک ها به بدن نیست. در مقابل، پنیر و سایر فراورده های لبنی با pH بالاتر می توانند از نقطه نظر یاد شده موثرتر باشند. این موضوع در مورد بیفیدوباکتریوم ها از اهمیت زیادی برخوردار است. با این وجود، همه گیر بودن مصرف ماست، این فراورده را به مهم ترین و مرسوم ترین فراورده لبنی تبدیل کرده است [ویسینگ، ۲۰۰۱].

فصل دوم

پیشینه تحقیق

تیلوری اوزکان و همکاران (۲۰۱۵) ماست ساخته شده از شیر حرارت دیده در مقادیر مختلف pH را مورد بررسی قرار دادند. ابتدا شیر بدون چربی با pH های ۶/۲، ۶/۷ و ۷/۲ در دمای ۸۵ درجه سانتی گراد برای ۳۰ دقیقه حرارت داده شد، سپس ۳٪ استارتر در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد تلقیح شده و پس از آن به انکوباتور با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد منتقل، تا pH به ۴/۶ برسد سپس ژل تشکیل شده با استفاده از پارامترهای رئولوژیک و دینامیکی اندازه گیری شد. در طی عملیات حرارتی شیر با pH ۶/۲، ۶/۷ و ۷/۲ به ترتیب ۸۵، ۷۲ و ۱۱٪ از پروتئین های آب پنیر دناتوره و با کازئین تشکیل باند داد. شیر با مقدار pH بالاتر، سرعت تخمیر کمتری نسبت به نمونه ایی با pH پایین تر داشت. همچنین شیر حرارت دیده با مقدار pH پایین زمان تخمیر کوتاه تر دارد و سریع تر به pH ۴/۶ می رسد. در فرایند ژل اسیدی، پروتئین آب پنیر محلول باقی مانده و جدا نمی شود بنابراین تا زمانی که pH شیر به نقطه ایزوالکتریک کازئین نزدیک نشده ژل نمی تواند تشکیل شود. دناتوره شدن پروتئین های آب پنیر در طول عملیات حرارتی تا حد زیادی تحت تاثیر روند ژل قرار دارد. دناتوره شدن پروتئین آب پنیر روی سختی، ویسکوزیته، جداسدن آب و ساختار ژله ایی شیر تأثیر می گذارد. pH شیر در طول عملیات حرارتی بالا، به طور قابل توجهی بر روی خواص ذرات و رفتار پروتئین در طول تخمیر ماست اثر می گذارد. عملیات حرارتی بالا بر روی شیر باعث دناتوره شدن قابل توجهی از پروتئین آب پنیر می شود و این امر بر روی ثبات، استحکام و کاهش آب اندازی ماست تأثیر می گذارد و باعث بهبود این ویژگی ها در مقایسه با ماست های ساخته شده از شیر حرارت ندیده می شود.

تریزی و همکاران (۲۰۱۵) اثر باکتری های اسیدلاکتیک بومی را به عنوان آغازگر در تولید پنیر سرکه سفید و پنیر نرم تازه مورد بررسی قرار دادند. به منظور تولید این دو نوع پنیر، باکتری های بومی اسیدلاکتیک با ویژگی های سودمند را در مقیاس کوچک صنعتی تحت شرایط کنترل شده بکار بردند. باکتری اسیدلاکتیک انتخاب شده برای تهیه پنیر سرکه سفید مخلوطی از آغازگر ها شامل لاکتوکوکوس لاکتیس متعلق به ZGBP5-9 انتروکوک فاسیوم ZGPR1-54 و لاکتوباسیلوس پلانترایوم ZGPR2-25 و برای تهیه پنیر نرم از مخلوط باکتری های لاکتوباسیلوس لاکتیس BGAL1-4، لاکتوباسیلوس برویس

BGG07-28 و لاکتوباسیلوس پلانتاریوم BGG07-29 استفاده شد. در بین نمونه های طبیعی جداسازی شده از باکتری های اسیدلاکتیک، گونه های برجسته با تحمل مقادیر بالای نمک و CO_2 ، و همچنین گونه هایی که توانایی تولید دی استیل، ال ارژنین و هیدرولیز اسکوالن، را دارند مشاهده و سپس از این نمونه ها برای تهیه مخلوط استارتر کالچر استفاده شد. ارزیابی حسی نشان داد که پنیر به دست آمده توسط تلقیح با باکتری های اسید لاکتیک بومی مشابه پنیر سنتی می باشد و بیشترین نمره را دریافت کرد. تعداد سلول های زنده اسیدلاکتیک باکتری های باقی مانده در هر دو نوع پنیر بالا بود بیش از cfu 10^6 g می باشد. تجزیه و تحلیل ها نشان داد که انتخاب کشت مخلوط در پنیر یک الگوی منحصر به فردی را نسبت به تک گونه ها دارد.

مانی لوپز و همکاران (۲۰۱۴) در این مطالعه قابلیت ذخیره سازی و زنده مانی مخلوط باکتری های اسید لاکتیک افزوده شده به ماست پروبیوتیک و شیر تخمیری را مورد بررسی قرار دادند. در حال حاضر صنایع غذایی در حال توسعه ماست پروبیوتیک می باشد با این حال اطلاعات کمی در مورد تاثیر سوبه های پروبیوتیک بر روی خواص فیزیکوشیمیایی وحسی ماست و شیر تخمیر شده وجود دارد. در این تحقیق شش ماست پروبیوتیک و شیر تخمیر شده و یک ماست به عنوان شاهد انتخاب شد، سپس خواص فیزیکوشیمیایی آن ها مورد بررسی قرار گرفت. این خواص شامل (pH، اسیدیته قابل تیتراسیون، بافت، رنگ و آب اندازی) می باشد. زنده مانی باکتری های آغازگر (لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس) و پروبیوتیک ها (لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس کازئی، لاکتوباسیلوس رئوتری^{۳۶}) در طول تخمیر و ذخیره سازی در دمای ۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳۵ روز مورد بررسی قرار گرفت. در طول ذخیره سازی pH از ۰/۱۷ به ۰/۱۵ کاهش و اسیدیته قابل تیتراسیون از ۰/۰۹ به ۰/۲۹ افزایش یافت.

³⁶ Lactobacillus. Reteri

باکتری های استرپتوکوکوس ترموفیلوس، لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس و لاکتوباسیلوس رئوتری تنها در استحکام و سفتی بافت ماست با هم تفاوت دارند. در میان ماست های آزمایش شده و نمونه شاهد، تفاوت در چسبندگی وجود دارد. میزان آب اندازی در محدوده ۴۵ تا ۵۸٪ است. در طول ذخیره سازی تغییری در رنگ مشاهده نشد. تعداد استرپتوکوکوس ترموفیلوس در طول ذخیره سازی از ۳/۵ به ۱/۸ و تعداد لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس در ماست پروبیوتیک از ۳۰٪ به ۵۰٪ جمعیت اولیه کاهش یافت. باکتری های پروبیوتیک در طول ذخیره سازی از بین رفتند اگرچه سه پروبیوتیک باقی مانده در شیر تخمیر شده بعد از سه هفته در حدود $\geq 10^7$ cfu/ml شمارش شد. مدت زمان زنده ماندن باکتری های پروبیوتیک در ماست متفاوت بود، لاکتوباسیلوس دلبروکی هفت روز و لاکتوباسیلوس رئوتری برای ۱۴ روز زنده ماندند. ارزیابی حسی ماست و شیر تخمیر شده نشان داد که شیر حاوی لاکتوباسیلوس کازئی بیشتر مورد پذیرش قرار دارد و زنده ماندن لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در طول نگهداری در یخچال از لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس رئوتری بیشتر می باشد.

زاوان چاروا و همکاران (۲۰۱۳) این مطالعه نشان می دهد که عمر مفید ماست گوسفندی را با انتخاب نوع استارتر تا ۹۰ روز در دمای ۵ درجه سانتی گراد می توان افزایش داد. ماست بلغاری از شیر گوسفندی که به صورت یک محصول خانگی تهیه شده، چند روز بیشتر مدت ماندگاری ندارد. امروزه در شرایط صنعتی، ماست با ماندگاری ۲۰ روز تولید می شود. با این وجود، تولیدکنندگان صادرکنندگان علاقه مند هستند که ماست با شیر گوسفندی با مدت ماندگاری بالاتری را تولید کنند. در این مطالعه ماست با سه استارتر تهیه شد و برای پیگیری کیفیت، آن را طی سه ماه در دمای ۵ درجه سانتی گراد ذخیره سازی کردند. هر سه استارتر مقدار کمی اسید تولید می کنند. نمونه ماست تازه تولید شده دارای pH ۴/۳۹ - ۴/۱۷ است که به تدریج کاهش می یابد و پس از ۲۴ ساعت نگهداری در یخچال pH به ۴/۴۹-۴/۶ می رسد. اما پس از ۹۰ روز pH هنوز هم در محدوده ۴/۱۲ - ۴/۳ که محدوده قابل قبول است، قرار دارد. تعداد سلول های زنده باقی مانده استرپتوکوکوس ترموفیلوس و

لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس بالاتر از آستانه بحرانی قرار دارد، به ترتیب ۱۰۶ cfu.ml و ۱۰۸ برای مجموع ۹۰ روز می باشد. با انتخاب آغازگر، تجمع پروتئولیز باقی مانده در محصول اندک بوده و تنها در طول ماه اول ذخیره سازی مشاهده شد. با انتخاب سویه ضعیف لاکتوباسیلوس بولگاریکوس به تولید اسید کم و پروتئولیز محدود دست یافتند. آزمون حسی هیچ تغییر نامطلوبی در عطر و طعم نمونه ماست پس از ۹۰ روز را نشان نداد در نتیجه با انتخاب آغازگر مناسب می تواند یک محصول با کیفیت و مدت ماندگاری بالاتر تولید کرد.

زارا و همکاران (۲۰۱۱) خصوصیات فیزیکی و حسی ماست را که با ارد عدس تهیه شده را مورد بررسی قرار دادند. ماده خشک شیر پس چرخ با ۹/۵٪ محتوی ماده جامد با پودر عدس به میزان ۱-۳٪ w/v و پودر شیر پس چرخ تنظیم شد. سپس آغازگرهای استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس به آن تلقیح شد. پس از تشکیل بافت، ماست در دمای ۴-۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۸ روز در یخچال نگهداری شد. pH نمونه ها در طی ۲۸ روز از ۴/۵ به ۴/۱ کاهش یافت. آب اندازی در طول زمان و با افزایش ماده خشک کاهش یافت، هرچند استفاده از ۳٪ ارد عدس آب اندازی پایین تری را در طی ۲۸ روز نشان داد. نمونه هایی که با ۱-۲٪ پودر عدس تهیه شده دارای ماده خشک بالا تر و خصوصیات حسی بهتری نسبت به نمونه های تهیه شده با ۱-۲٪ پودر شیر پس چرخ (به عنوان ماده خشک) می باشد.

عبدی و همکاران (۱۳۹۱) ماست متداول ترین و با ارزش ترین فرآورده تخمیری شیر می باشد که به لحاظ خواص تغذیه ای (ارزش غذایی برابر با شیر) و هم چنین هضم آسان در رژیم غذایی از جایگاه ویژه ای برخوردار است. در تولید ماست بررسی خواصی نظیر خواص رئولوژیکی که عمدتاً عبارت از ویسکوزیته، سفتی، بافت و ظاهر آن و خاصیت سینرسیس که در واقع همان خاصیت آب انداختن ماست می باشد بسیار ضروری است. این خواص خود وابسته به چند عامل مهم از جمله میزان مواد جامد ماست، میزان چربی، میزان پروتئین های موجود، نوع و نسبت پروتئین ها، نوع و غلظت ثبات دهنده ها

و یا قوام دهنده های مورد استفاده و شرایط فرایندی نظیر عملیات حرارتی می باشد. لذا ترکیب اجزاء شیر مورد استفاده برای تولید ماست یکی از مهم ترین پارامترهاست. برای تولید ماست کم چرب، استفاده از شیر کم چربی مشکلاتی در کیفیت محصول ایجاد می کند. چرا که بطور سنتی چربی شیر یک منبع بسیار خوب جهت بخشیدن طعم عالی و شکل مناسب به ماست است. به همین جهت با پایین رفتن میزان چربی، مشکلات عدیده ای ظهور می کند. کاهش میزان چربی منجر به کاهش ویسکوزیته و سفتی ماست و به طور کلی سبب نامناسب شدن بافت ماست و افزایش میزان آب انداختن این فراورده می شود و هم چنین کاهش میزان چربی سبب افزایش نسبت کازئین به پروتئین های آب پنیر در شیر شده که این امر علاوه بر مشکلات فوق الذکر سبب گسترش دیر هنگام اسیدیته و در نتیجه انعقاد دیرتر شیر می شود، ضمن آنکه پس از انعقاد، ماست کم چرب زودتر ترش می شود. برعکس افزایش میزان چربی کیفیت محصول را از نظر نکات یاد شده بسیار بهبود می بخشد. برای مثال افزایش میزان از ۰/۳۷ به حدود ۴٪ در حالی که میزان پروتئین ثابت است سبب افزایش مدول الاستیسیته و ویسکوزیته ظاهری می شود.

دونکور و همکاران (۲۰۰۷) اثر اسیدی شدن محیط روی زنده مانی و فعالیت پروتئولیتیکی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، بیفیدوباکتریوم لاکتیس و لاکتوباسیلوس پاراکازئی در حضور لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در ماست در pH های مختلف و طی ۲۸ روز انبارداری مورد ارزیابی قرار دادند. سویه های لاکتوباسیلوس در طی انبارداری زنده ماندن در حالیکه شمارش سلولی بیفیدوباکترها در پایان زمان انبارداری یک واحد لگاریتمی کاهش یافت. درمقایسه با ماست شاهد، حضور ارگانیزم های پروبیوتیک پروتئولیز را به طور معنی داری افزایش داد.

ربی و شاه (۲۰۱۱) ماست به عنوان یک حامل باکتری های پروبیوتیک برای مزایای سلامت بخشی مورد استفاده قرار می گیرد. سطح توصیه شده $< 10^6$ سلول زنده / گرم در محصول است. ارزیابی زنده ماندن باکتری های پروبیوتیک در آماده سازی محصول بسیار مهم است. پروبیوتیک ها میکروارگانیزم

های غیر بیماریزا هستند و زمانی که به مقدار کافی در محصول وجود داشته باشند دارای خواص سلامت بخش بر روی میزبان هستند و قادر به جلوگیری و یا بهبود برخی بیماری ها می باشند. اسید لاکتیک تولید شده توسط تخمیر لاکتوز بر ویژگی های پروتئین شیر اثر گذاشته و به ماست بافت و طعم می دهد. با در نظر گرفتن مواد مغذی غنی از پروتئین، کلسیم، ریبوفلاوین، ویتامین B₆، ویتامین B₁₂، در ماست، ماست دارای مزایای تغذیه ای بیش از شیر است. ماست سابقه طولانی در درمان انواع بیماری های دستگاه گوارش و اسهال دارد. در سالهایی اخیر ماست به عنوان یک وسیله برای انتقال باکتریهای پروبیوتیک استفاده شده است. به منظور به دست آوردن خواص سلامت بخشی از محصولات پروبیوتیک، اخیراً تمایل به استفاده از ۵ تا ۶ گونه مختلف ارگانیسم های پروبیوتیک به همراه دو نوع باکتری استارتر استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس، بیفیدوباکتریوم بیفیدوم، بیفیدوباکتریوم بروی و بیفیدوباکتریوم لانگوم^{۳۷} و بیفیدوباکتریوم انیمالیس^{۳۸} در ترکیب با دیگر باکتری های اسید لاکتیک برای تولید شیر تخمیری استفاده می شود. بیفیدوباکتریوم لانگوم و بیفیدوباکتریوم انیمالیس در ترکیب با دیگر باکتری های اسید لاکتیک برای تولید شیر تخمیری استفاده می شود. بیفیدوباکتریوم انیمالیس زیرگونه لاکتیس B₁₂ پس از عبور از دستگاه گوارش زنده باقی مانده و قادر به پیوستن به دیوار روده را دارد. این باکتری همچنین به عنوان یک نژاد مناسب به عنوان یک مکمل استفاده می شود. زیرا هیچ گونه تغییری در عطر، طعم و مزه، ظاهر غذاهایی که در آن ها استفاده می شود تا زمان مصرف ندارد. سطح توصیه شده برای باکتری های پروبیوتیک 10^6 ufu/gr از یک محصول است.

مرتضوی وسهراب وند (۲۰۰۶) : انواع پروبیوتیک ها امروزه توجه بسیاری از محققین را به خود معطوف ساخته است. به ترکیبی از پروبیوتیک و پری بایوتیک، سین بایوتیک گفته می شود. عملکرد کم پروبیوتیک ها در محصولات شیری مانند ماست و دسرهای منجمد ناشی از تجمع اسید لاکتیک و اسید

³⁷ B.Longum

³⁸ B.animalis

استیک، pH کم، حضور پراکسید هیدروژن و ظرفیت اکسیژن می باشد. ریزپوشانی^{۳۹} روشی است که باعث بهبود کارایی میکروارگانیزم ها در محصولات شیری و دستگاه گوارش می شود؛ بر این اساس آزاد شدن مواد ریزپوشانی شده با سرعت کنترل شده حائز اهمیت می باشد. آزاد سازی کنترل شده بدین معنی است که باکتریها بر اثر مواجهه با شرایط نامساعد از بین نروهند رفت؛ ریزپوشانی یک روش فیزیکوشیمیایی و یا مکانیکی است که در آن ذرات دارای مواد فعال، جهت حفاظت توسط یک لایه از مواد دیگر پوشش داده می شوند. انتخاب مواد پوششی متفاوت معمولاً به ویژگی های سلامتی زایی میکروکپسول و روش پوشش دهی استفاده شده وابسته است. برای ریزپوشانی پروبیوتیک ها در صنایع غذایی و لبنی، عموماً از ماتریکس های حفره دار استفاده می شود که معمولاً هسته شامل فاز آبی و روغنی و حاوی ترکیبات موثر خواهد بود. برخی از اثرات مفید سلامتی در محصولات پروبیوتیکی شامل خواص ضد سرطانی و ضد جهش زایی، تحریک، تقویت و تنظیم سیستم ایمنی بدن در برابر حساسیت ها، استرس و مسمومیت ها، کاهش کلسترول خون، خواص ضد عفونی، بهبود ناسازگاری لاکتوز و افزایش ارزش تغذیه ای می باشد.

هانگ دانگ و همکاران (۲۰۰۴) لاکتوباسیلوس ها به تنهایی شامل ۸۰ جنس می باشند، که شامل گونه هایی با تنوع وسیعی از خصوصیت های فنوتیپی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی است. ناهمگونی این گروه، به دلیل وجود ۳۲ تا ۵۵ درصد مجموع بازهای G-C در DNA گونه های این جنس است، که این مقدار، دوبرابر میزان معمول و قابل قبول برای طبقه بندی یک جنس تک است. لاکتوباسیل ها، گرم مثبت، میکروآئروفیل به شکل میله های بلند، باریک و گاهی خمیده تا کوتاه هستند و بیشتر به شکل باسیل های کوچک تر کورینه فرم یا کوکوباسیل مشاهده می شوند. لاکتوباسیل ها به سه زیر جنس ترموباکتریوم، استرپتوباکتریوم و بتا باکتریوم تقسیم می شوند. جنس لاکتوباسیلوس شامل گونه هایی می باشند که می توانند در هر سه گروه قرار گیرند و این موضوع در حقیقت اساس طبقه بندی این سه

⁴⁰ Microencapsulation

گروه است. لاکتوباسیل ها بخش مهمی از گروه بزرگ باکتری های تولید کننده اسید لاکتیک هستند و از اجزای اصلی فلور میکروبی محصولات لبنی، کشت آغازگر محصولات لبنی تخمیری و انواع غذاهای تخمیری دیگر مانند سوسیس و کالباس شناخته می شوند. این باکتری ها در طعم فرآورده های غذایی دخالت دارند و به شکل پروبیوتیک های غذایی استفاده می شوند.

استیلی و همکاران (۲۰۰۳) رشد و متابولیسم چند گونه پروبیوتیک لاکتوباسیلی و بیفیدوباکتر انیمالیس را درون شیر فرا دما مورد بررسی قرار داده پس از ۲۴ ساعت از زمان تلقیح، سویه های باکتریایی pH محیط را از ۶/۷ تا ۳/۹ الی ۴/۴ کاهش دادند و شمارش سلولی تمام سویه ها پس از ۱۶-۶ ساعت تلقیح بیش از ۸ واحد لگاریتمی cfu/ml بود. مشاهد شد که پس از ۴۸ ساعت از زمان تلقیح میزان اسیدلاکتیک و استیک تولید شده بسته به ترکیب سویه های مورد استفاده به ترتیب ۱۴۰۰-۶۵۰۰ و ۶۹۰۰- میلی گرم در کیلوگرم بود.

بونزر و همکاران (۲۰۰۲) تاثیر میزان چربی و نوع باکتری آغازگر را بر روی خصوصیات کلی ماست تهیه شده از شیر میش مورد بررسی قرار دادند، آنها مشاهده کردند که نوع استارتر روی خصوصیات نظیر pH، اسیدیته، میزان دی استیل، استالدهید و اسید چرب آزاد و همچنین خصوصیات حسی و سفتی ماست موثر است در حالی که تاثیر مشخص چربی شیر فقط در مورد میزان اسید چرب آزاد مشخص و قابل مشاهده می باشد. میزان چربی شیر بر خصوصیات کلی ماست معمولی و پروبیوتیک، نظیر pH، اسیدیته و میزان اسید چرب آزاد موثر است. آنها به این نتیجه رسیدند که نمونه هایی با درصد چربی بالاتر، دارای pH بالاتر و اسیدینه پایین تری نسبت به نمونه هایی با درصد چربی پایین تر می باشند. با افزایش میزان چربی نمونه ها میزان اسید چرب آزاد به طور مشخص افزایش پیدا کرد.

فصل سوم

مواد و روشها

۳- مواد و روشها

۳-۱- مواد بکار رفته

۳-۱-۱- آغازگرهای مصرفی

در این تحقیق با استفاده از باکتریهای اسید لاکتیک جدا شده از فراورده لبنی آمل، امکان تشکیل ماست و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و میکروبی آن مورد بررسی قرار گرفت. از بین نمونه های تهیه شده بهترین آنها از نظر خواص رئولوژی انتخاب شد و با نمونه ماست تجاری مورد مقایسه قرار گرفت.

۳-۱-۱-۱- آغازگرهای سنتی :

آغازگرهای مصرفی از باکتری های اسید لاکتیک جدا شده از ماست، دوغ و پنیر آمل تهیه شد.

۳-۱-۱-۲- روش تهیه مایه کشت اولیه :

برای تهیه آغازگر از شیراستریل کم چرب شرکت کاله استفاده شد. علت استفاده از شیر کم چرب این است که امکان آلوده شدن به فاژ در آن کمتر است. ابتدا ظروف استارتر با اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه استریل شد. سپس مقدار ۱۰۰ میلی لیتر شیر (حرارت دیده در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه) را درون ظروف ریخته و پس از اینکه دمای آن به ۴۲ °C رسید با استفاده از یک لوپ استریل چند کلنی از باکتری را برداشته و به شیر افزوده و به مدت چند دقیقه همزده، تا باکتری کاملاً حل شود سپس نمونه ها را در انکوباتور با دمای ۴۲ درجه سانتی گراد قرار داده و پس از تشکیل بافت به یخچال انتقال داده شد.

۳-۱-۲- آغازگر تجاری :

باکتری های استارتر ماست با مشخصه CH1، YC- X11 و L811 که حاوی لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس هر سه به صورت خشک انجمادی و از نوع DVS از نمایندگی شرکت کریستین هانسن دانمارک تهیه گردید.

۳-۱-۳- شیر پاستوریزه

از کارخانه لبنیران، شیر با ترکیبات ۳٪ چربی، pH ۶/۶ - ۶/۷، دانسیته $1/028 \text{ gr/cm}^3$ - $1/030$ ، اسیدیته ۱۴ برحسب درجه دورنیک تهیه گردید.

۳-۱-۴- شیر خشک :

شیر خشک مورد استفاده از شرکت پودر شیر مشهد خریداری شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی شیر خشک مورد استفاده عبارت بود از چربی ۰/۳، پروتئین ۳۱/۶، و رطوبت ۳٪.

۳-۲- روش ها

شیر تا دمای ۳۰ درجه سانتی گراد حرارت داده سپس به میزان ۱٪ شیر خشک به آن افزوده و تا دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه حرارت داده سپس تا دمای ۴۲ درجه سانتی گراد سرد کرده و به میزان ۲٪ استارتر افزوده سپس آن را به انکوباتور با دمای ۴۲ درجه سانتی گراد انتقال داده و پس از تشکیل بافت آن ها را به یخچال با دمای ۴-۵ درجه سانتی گراد منتقل کرده. (مدت زمان گرمخانه گذاری بسته به نوع استارتر متفاوت بود)

۳-۳ آزمون های شیمیایی

۳-۳-۱- اندازه گیری pH:

pH نمونه ها با استفاده از pH متر دیجیتالی EZODO مدل PL-500 مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا الکتروود pH متر را کاملاً با آب مقطر شسته و خشک کرده، دمای pH متر را بر حسب دمای نمونه تنظیم نموده. الکتروود را داخل نمونه قرار داده و پس از ۴۵ ثانیه تماس با نمونه، pH متر را فعال کرده و pH نمونه را خوانده (استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲).



شکل ۳-۱ اندازه گیری pH به وسیله pH متر

۳-۳-۲- اندازه گیری اسیدیته:

تعیین اسیدیته ماست با روش تیتراژ کردن با سود $\frac{1}{9}$ نرمال (روش دورنیک) است. نمونه ماست را بهمزده و یکنواخت کرده. ۱۰ میلی لیتر از نمونه ماست را در بشر ریخته و بوسیله آب مقطر، ماست چسبیده به جداره داخلی پی پت را شسته و به محتویات بشر اضافه نموده. سپس ۴ قطره فنل فتالین اضافه کرده و توسط محلول سود $\frac{1}{9}$ نرمال تیتراژ کرده تا زمانی که رنگ صورتی در بشر ظاهر شده و به مدت ۳۰ ثانیه پایدار بماند. میزان سود مصرفی اسیدیته ماست را بر اساس درجه دورنیک نشان می دهد (استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲).

۳-۳-۳- اندازه گیری چربی ماست با روش ژریر :

نمونه ماست را با یک قاشق بهم زده تا کاملاً یکنواخت شود. ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک را داخل بوتریومتر ریخته و ۱۱/۳ گرم نمونه ماست را به آن اضافه کرده. سپس یک میلی لیتر الکل ایزوآمیلیک افزوده و درب بوتریومتر را محکم نموده و آن را تکان داده تا ماست در اسید حل شود. بعد از همگن کردن محتویات بوتریومتر، آن را داخل سانتیفریوژ گذاشته و به مدت ۵ دقیقه سانتیفریوژ نموده، سپس بوتریومتر را خارج کرده و درصد چربی را خوانده (استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۵).



شکل ۳-۲ اندازه گیری چربی ماست

۳-۳-۴- اندازه گیری ماده خشک ماست :

ظروف خالی مخصوص آزمایش را به مدت یک ساعت در دمای $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ خشک کرده سپس در دسیکاتور قرار داده تا خنک شود. بعد از خنک شدن وزن ظروف را اندازه گیری کرده.

نمونه ماست را کاملاً یکنواخت کرده، سپس ۳ گرم از نمونه را در ظرف مخصوص، توزین نموده. سپس ظرف را به آون با دمای $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ منتقل کرده. بعد از ۳ ساعت ظرف حاوی نمونه را در دسیکاتور قرار داده و پس از خنک شدن، سریعاً آن را وزن کرده. مجدداً ظرف نمونه را به آون منتقل کرده و بعد از یک ساعت آن را خارج نموده، پس از خنک شدن، دوباره آن را توزین کرده. اگر وزن مرحله دوم

حداکثر ۰/۵ میلی گرم با وزن مرحله اول اختلاف داشته باشد، نتیجه آزمایش صحیح است. در غیر این صورت باید مجدداً نمونه را به آون منتقل کرده و عملیات فوق را تکرار کرد (استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳).

$$\text{ماده خشک کل} = \frac{(\text{وزن ظرف}) - (\text{وزن نمونه خشک شده} + \text{وزن ظرف})}{\text{وزن نمونه اولیه}} \times 100 \quad (\text{فرمول ۱-۳})$$

$$\text{(فرمول ۲-۳)} \quad (\text{درصد چربی}) - (\text{درصد ماده خشک کل}) = \text{درصد ماده خشک بدون چربی}$$



شکل ۳-۳ اندازه گیری ماده خشک با استفاده از آون با دمای 102°C

۴-۳- آزمایشات فیزیکی

۴-۳-۱- ویژگی های بافتی :

اندازه گیری سفتی و چسبندگی بافت نمونه های ماست با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (Testomtric مدل m350-10CT) انجام شد. پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه ای با قطر ۱۳ میلی متر بود. سرعت نفوذ پروب به داخل نمونه ۶۰ میلی متر در دقیقه و عمق نفوذ آن ۲ سانتی متر انتخاب شد.



شکل ۴-۳- دستگاه اندازه گیری بافت

۳-۴-۲- میزان آب اندازی ماست :

جهت اندازه گیری میزان آب اندازی ماست، ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۰ توزین و روی قیف قرار داده شد. میزان آب خارج شده از قیف پس از ۱۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد تحت عنوان آب اندازی بیان گردید (تامینی و همکاران ۱۹۹۶).



شکل ۳-۵ میزان آب اندازی ماست

۳-۴-۳- اندازه گیری ویسکوزیته :

ویسکوزیته نمونه های تولیدی با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (RV – DVII) اندازه گیری شد. در این آزمایش پس از آزمون های اولیه اسپیندل شماره ۶ به عنوان اسپیندل مناسب جهت اندازه گیری ویسکوزیته انتخاب شد (با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپیندل مناسب جهت اندازه گیری ویسکوزیته، اسپیندلی است که در سرعت مورد نظر گشتاوری بالاتر از ۱۰ درصد را نشان دهد). ویسکوزیته نمونه ها در سرعت ۷۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش اسپیندل قرائت شد (آکین و همکاران ۲۰۰۷).



شکل ۳-۶ دستگاه اندازه گیری ویسکوزیته

۳-۴-۴- اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب :

آزمون ظرفیت نگهداری آب به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد با استفاده از دستگاه سانتریفوژ (Nova Safety) انجام شد. سپس آب آزاد شده خارج گشت و بعد از خشک شدن لخته ظرفیت نگهداری آب از رابطه زیر بدست آمد و نتایج به صورت درصد بیان شد (کالاب^{۴۰} و همکاران ۱۹۸۳).

(فرمول ۳-۳)

$$\text{ظرفیت نگهداری ماست} = \frac{(\text{وزن تیوپ خالی} - \text{وزن تیوپ با لخته})}{\text{وزن اولیه نمونه ماست}} \times 100$$



شکل ۳-۷ ظرفیت نگهداری آب ماست

۳-۵- آزمایشات میکروبی

۳-۵-۱- کلی فرم

نمونه ماست را به قاشق استریل کاملاً مخلوط کرده سپس مقدار ۵ گرم از ماست را برداشته و به ۴۵ میلی لیتر محلول رینگر افزوده بدین وسیله ماست را رقیق کرده. ۱ میلی لیتر از نمونه را با رعایت اصول سترون به پلیت منتقل کرده. محیط کشت V.R.B که دمای آن 45 ± 1 درجه سانتی گراد است را به داخل پلیت ریخته با حرکت چرخشی محیط کشت و نمونه را خوب مخلوط کرده پلیت ها را گذاشته تا خنک شود و به صورت جامد در بیاید. مجدداً حدود ۴ میلی لیتر محیط کشت روی آن اضافه کرده به طوری که روی محیط قبلی را بپوشاند و گذاشته تا مجدداً جامد شود. پلیت های کشت شده را به صورت وارونه و در گرمخانه 31 ± 1 درجه سانتی گراد به مدت 42 ± 2 ساعت نگهداری کرده (استاندارد ملی ایران به شماره (۲۱) - ۵۴۸۶).

۳-۵-۲- شمارش تعداد احتمالی اشرشیا کلی (روش سه لوله ای M.P.N)

اشرشیاکلی باکتریهای گرم منفی از خانواده انتروباکتریاسه می باشند. این باکتریها می توانند در ۴۵ درجه سانتی گراد لاکتوز را تخمیر نموده و گاز ایجاد نمایند و در همین دما قادرند تریپتوفان را تجزیه نموده و اندول تولید نمایند. بعضی از انواع اشرشیاکلی بیماری زا قادر نیستند در ۴۵ درجه تکثیر شوند.

۹ لوله آزمایش که ۳ عدد آن حاوی ۱۰ میلی لیتر محیط کشت لوریل سولفات با غلظت دو برابر و مابقی آن محتوی ۱۰ میلی لیتر از همان محیط با غلظت معمولی است انتخاب کرده. به سه لوله محتوی محیط کشت با غلظت دو برابر بوسیله پی پت، ۱۰ میلی لیتر از نمونه مورد آزمون اضافه کرده. به سه لوله از محیط کشت معمولی توسط پی پت سترون به هر کدام ۱ میلی لیتر از نمونه اضافه کرده. به سری سوم از محیط کشت با غلظت معمولی بوسیله پی پت سترون ۰/۱ میلی لیتر از نمونه اضافه کرده. ۹ لوله آزمایش را به مدت 48 ± 2 ساعت در گرمخانه 31 ± 1 درجه سانتی گراد قرار داد. پس از گذشت ۴۸ ساعت گرمخانه گذاری اگر در هیچیک از لوله ها گاز تشکیل نگردد، نمونه از نظر وجود کلی فرم منفی است (استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۳۴ و ۵۴۸۶).

۳-۵-۳- کپک و مخمر

نمونه ماست را به قاشق استریل کاملاً مخلوط کرده سپس مقدار ۵ گرم از ماست را برداشته و به ۴۵ میلی لیتر محلول رینگر افزوده بدین وسیله ماست را رقیق کرده. ۱ میلی لیتر از نمونه را با رعایت اصول سترون به پلیت منتقل کرده. محیط کشت DRBC که دمای آن 45 ± 1 درجه سانتی گراد است را به داخل پلیت ریخته با حرکت چرخشی محیط کشت و نمونه را خوب مخلوط کرده پلیت ها را گذاشته تا خنک شود. پلیت های کشت شده را به صورت وارونه و در انکوباتور یخچال دار با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ تا ۵ روز نگهداری کرده (استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۸۹۹-۱).

۷-۳ ویژگی ها حسی

۱-۷-۳ ویژگی های ارزیابی حسی

- رنگ ماست باید یکنواخت و به طور نسبی سفید (بسته به نوع و درصد مواد تشکیل دهنده) با سطح براق و درخشان^{۴۱} باشد. وجود هرگونه رنگ غیر طبیعی بیانگر فساد است.
 - سطح ماست باید بدون سرم دهی، ترک خوردگی در ژل (در ماست های قالبی)، گاز دار بودن و دان دان بودن^{۴۲} باشد.
 - بافت ماست قالبی باید از قابلیت قاشق برداری مطلوب (حفظ قالب برداشته شده و چسبندگی مناسب به قاشق) و آب اندازی اندک پس از قاشق برداری برخوردار باشد.
 - احساس دهانی بافت ماست باید لطیف و بدون احساس زبری و بریدگی و گسستگی باشد.
 - ماست نباید بد طعمی ترشیدگی/ ترشیدگی نامطلوب/ بیش - ترشیدگی در مزه و یا بو داشته باشد و باید از هر گونه طعم غیر طبیعی، فلزی، بی طعم/ کهنه، تند، پخته، سوخته و الکلی بری باشد.
- در ارزیابی حسی^{۴۳}، سنجش ویژگی های حسی ماست با استفاده از روش امتیاز بندی^{۴۴} کلی حاصل از ضریب امتیازات داده شده به شاخص های حسی (در سطوح ارزیابی صفر تا چهار : ۰= غیر قابل مصرف یا خیلی ضعیف، ۱= غیر قابل قبول یا ضعیف، ۲= قابل قبول یا متوسط، ۳= رضایت بخش یا خوب و ۴= بسیار رضایت بخش یا خیلی خوب) در ضرایب مربوط (برحسب اهمیت)، مطابق با جدول ۱-۳ و ۲-۳ صورت می گیرد. شاخص نهایی ارزیابی، ارزیابی -/ ارزش یابی کلی^{۴۵} است. حداکثر مجموع

⁴¹ Glossy

⁴² Grittiness/gtaininess/nodulation

⁴³ Sensory evaluation

⁴⁴ Scoring

⁴⁵ Total evaluation/-scaling

امتیازبندی حسی برابر ۵۰ است. آزمون ارزیابی حسی در محدوده دمای °C ۱۰-۸ صورت گرفت.

جدول ۱-۳ شاخص های حسی و سطوح ارزیابی آن ها

شاخص حسی سطح ارزیابی	طعم	بافت	ظاهر
بسیار رضایت بخش (خیلی خوب)	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب
رضایت بخش (خوب)	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب
قابل قبول (متوسط)	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب
غیر قابل قبول (ضعیف)	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب
غیر قابل مصرف (خیلی ضعیف)	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب	امتیاز × ضریب

جدول ۲-۳ امتیازها و ضرایب شاخص های حسی

امتیازات و ضرایب شاخص های حسی	حداکثر امتیاز	ضریب	حداکثر مجموع امتیاز
طعم (مزه و بو)	۴	۶	۲۴
بافت دهانی (احساس دهانی)	۴	۳/۵	۱۴
ظاهر (رنگ، وضعیت سطح و آب اندازی)	۴	۲	۸
بافت غیر دهانی (ریختن، هم زدن و قاشق برداری)	۴	۱	۴

امتیاز سطح ویژگی: خیلی خوب یا بسیار رضایت بخش = ۴ - خوب یا رضایت بخش = ۳ - ضعیف یا غیر قابل قبول = ۱ متوسط یا قابل قبول = ۲ - خیلی ضعیف یا غیر قابل مصرف = ۰ [استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۵].

۳-۷-۲- ارزیابی حسی برای نمونه اصلی از روش هدوینگ

جهت انجام ارزیابی حسی، پس از برگزاری آزمون های حسی مقدماتی و قرارداد یک نمونه تکراری در هر بار آزمون، در نهایت ۱۰ نفر داور که بیشترین دقت در ارزیابی و تشخیص نمونه های مشابه برخوردار بودند، برای آزمون حسی انتخاب شدند. نمونه ها با دمای ۴-۵ درجه سانتی گراد در اختیار داوران قرار گرفت. محل داوران در طول آزمون حسی ثابت بود و زمان

آزمون های حسی حدود ۱۰/۵ صبح انتخاب گردید. آزمون حسی مطابق روش هدونیک ۵ نقطه ای (از بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب) انجام گرفت و صفات طعم و مزه، قوام، رنگ، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی توسط داوران مورد بررسی قرار گرفت. سپس داده های کیفی (غیر پارامتریک) به داده های کمی (پارامتریک) تبدیل گردید، به این ترتیب که به عبارت بسیار نامطلوب تا بسیار مطلوب، به ترتیب امتیاز ۱ تا ۵ داده شد. ضرایب با اعمال تغییراتی در روش (میلگارد^{۴۶} و همکاران ۱۹۹۹).

۳-۸ طرح آماری

کلیه آزمایش ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل (pH، اسیدیته، میزان آب اندازی، میزان جذب آب، بافت، ویسکوزیته، چربی، ماده خشک کل، ارزیابی طعم، بافت، بو ..) آزمایشات در سه تکرار انجام گرفت و ارزیابی در روزهای اول، دهم و بیستم صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار spss22، مقایسه ی میانگین ها با آزمون دانکن (در سطح ۰.۰۵) انجام گرفت. و رسم منحنی ها با استفاده از نرم افزار Excel ۲۰۱۳ انجام شد.

فصل چہارم

نتایج و بحث

جدول (۴-۱) ۱۲ گونه باکتری های اسید لاکتیک جدا شده از فراورده هایی لبنی آمل را نشان می دهد. این باکتری ها از پنیر گوسفندی، ماست و دوغ جداسازی شده است. و شامل لاکتو باسیلوس هلوتیکوس و لاکتوباسیلوس برویس می باشد که هر دو از خانواده پروبیوتیک ها بوده و تولید کننده اگزوپلی ساکارید می باشند. با استفاده از این ۱۲ گونه، ماست تهیه شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن ها مورد ارزیابی قرار گرفت .

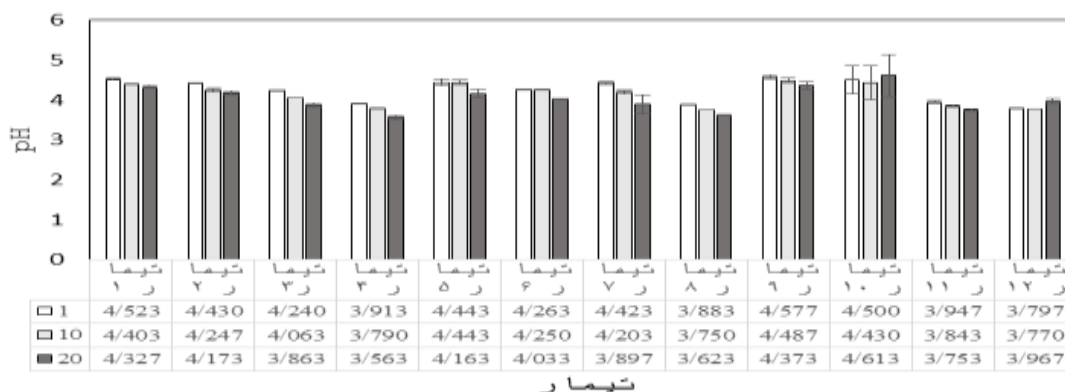
جدول ۴-۱ تعیین ۱۲ گونه باکتری جدا شده از محصولات لبنی

کد	نمونه	گونه باکتری
کد ۱	پنیر گوسفندی	Lactobacillus –helveticus-ch
کد ۲	پنیر گوسفندی A۷	Lactobacillus- brevis-ch7
کد ۳	ماست A۹	Lactobacillus –helveticus –YA9
کد ۴	ماست ۴	Lactobacillus -brevis-Y4
کد ۵	ماست E-۱	Lactobacillus –helveticus-YE1
کد ۶	ماست A۳	Lactobacillus –helveticus-ch-YA3
کد ۷	ماست پروبیوتیک	Lactobacillus- brevis-YP
کد ۸	دوغ	Lactobacillus –helveticus-DO
کد ۹	ماست سنگچال	Lactobacillus- brevis-YS
کد ۱۰	پنیر گوسفندی ۵	Lactobacillus –helveticus-ch5
کد ۱۱	ماست پروبیوتیک	Lactobacillus- brevis-YP1
کد ۱۲	پنیر گوسفندی پروبیوتیک	Lactobacillus –helveticus-chp

۴- نتایج و بحث

۴-۱ تغییرات pH ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی

در جدول (۴-۲) تغییرات pH ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگر بومی مشاهده می شود. تغییرات PH در پنیر گوسفندی، ماست ۹A، ماست ۴، دوغ، ماست پروبیوتیک که به ترتیب (*Lactobacillus helveticus*-ch، *Lactobacillus-helveticus*-YA9، *Lactobacillus-brevis*-Y4، *Lactobacillus*) در طی بیست روز نگهداری در سطح ۵٪ معنی دار می باشد. پنیر گوسفندی A۷، ماست پروبیوتیک و ماست سنگچال (*Lactobacillus-brevis*-ch7، *Lactobacillus-helveticus*-DO، *Lactobacillus-brevi*-YP1) در طی بیست روز نگهداری در سطح ۵٪ معنی دار بوده اما از روز دهم تا پایان مدت نگهداری pH تغییری نکرده. pH ماست ۱-E، ماست A3 و پنیر گوسفندی پروبیوتیک (*Lactobacillus-helveticus*-YE1، *Lactobacillus-brevis*) در ده روز اول نگهداری pH در سطح ۵٪ معنی دار بوده اما از روز دهم تا بیستم در سطح ۵٪ معنی دار بوده. مدت زمان نگهداری هیچ گونه تاثیر معنی داری بر روی پنیر گوسفندی (*Lactobacillus-helveticus*-chp، YP) در طی ۱۰ روز اول تغییری نداشته است اما از روز دهم تا بیستم در سطح ۵٪ معنی دار بوده. مدت زمان نگهداری هیچ گونه تاثیر معنی داری بر روی پنیر گوسفندی (*Lactobacillus-helveticus*-ch5) نداشته. بررسی نتایج موید این مطلب است که در طی ۲۰ روز نگهداری pH در کلیه نمونه ها بجز پنیر گوسفندی و پروبیوتیک پنیر گوسفندی (*Lactobacillus-helveticus*-ch5 و *Lactobacillus-helveticus*-chp) روند کاهشی داشته و کمترین pH پس از بیست روز متعلق به ماست ۴ (*Lactobacillus-brevis*- Y4) می باشد.



شکل ۴-۱ تغییرات pH ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی

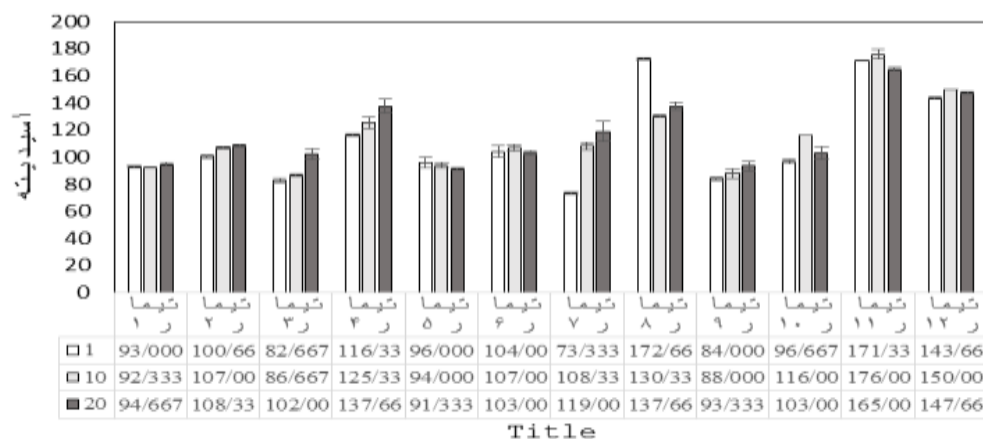
جدول ۴-۲ تغییرات pH ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی^{۴۷}

روز اول	روز دهم	روز بیستم	
تیمار ۱ (پنیر گوسفندی)	۴/۵۲۳±۰/۰۲۵ ^{Aa}	۴/۴۰۳±۰/۰۰۶ ^{Babc}	۴/۳۲۷±۰/۰۳۱ ^{Cabc}
تیمار ۲ (پنیر گوسفندی AV)	۴/۴۳۰±۰/۰۱۰ ^{Aabc}	۴/۲۴۷±۰/۰۴۲ ^{Bbcd}	۴/۱۷۳±۰/۰۴۷ ^{Bbcd}
تیمار ۳ (ماست A۹)	۴/۲۴۰±۰/۰۱۷ ^{Ac}	۴/۰۶۳±۰/۰۰۶ ^{Bd}	۳/۸۶۳±۰/۰۵۷ ^{Cdefg}
تیمار ۴ (ماست ۴)	۳/۹۱۳±۰/۰۱۵ ^{Ad}	۳/۷۹۰±۰/۰۱۰ ^{Be}	۳/۵۶۳±۰/۰۵۷ ^{Cg}
تیمار ۵ (ماست E-1)	۴/۴۴۳±۰/۰۷۵ ^{Aab}	۴/۴۴۳±۰/۰۵۹ ^{Aab}	۴/۱۶۳±۰/۰۱۱۰ ^{Bbcd}
تیمار ۶ (ماست A۳)	۴/۲۶۳±۰/۰۱۲ ^{Abc}	۴/۲۵۰±۰/۰۱۰ ^{Abcd}	۴/۰۳۳±۰/۰۱۲ ^{Bcde}
تیمار ۷ (ماست پروبیوتیک)	۴/۴۲۳±۰/۰۲۵ ^{Aabc}	۴/۲۰۳±۰/۰۰۴ ^{Ac}	۳/۸۹۷±۰/۰۲۳۲ ^{Bdef}
تیمار ۸ (دوغ)	۳/۸۸۳±۰/۰۱۲ ^{Ad}	۳/۷۵۰±۰/۰۰۰ ^{Be}	۳/۶۲۳±۰/۰۱۵ ^{Cfg}
تیمار ۹ (ماست سنگچال)	۴/۵۷۷±۰/۰۴۹ ^{Aa}	۴/۴۸۷±۰/۰۵۵ ^{ABa}	۴/۳۷۳±۰/۰۰۹۳ ^{Bab}
تیمار ۱۰ (پنیر گوسفندی ۵)	۴/۵۰۰±۰/۰۳۴ ^{Aa}	۴/۴۳۰±۰/۰۴۲ ^{Aabc}	۴/۶۱۳±۰/۰۵۲۵ ^{Aa}
تیمار ۱۱ (ماست پروبیوتیک ۱)	۳/۹۴۷±۰/۰۳۳ ^{Ad}	۳/۸۴۳±۰/۰۲۵ ^{Be}	۳/۷۵۳±۰/۰۱۵ ^{Cefg}
تیمار ۱۲ (پنیر گوسفندی پروبیوتیک)	۳/۷۹۷±۰/۰۱۵ ^{Bd}	۳/۷۷۰±۰/۰۰۰ ^{Be}	۳/۹۶۷±۰/۰۶۱ ^{Ade}

^{۴۷}حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنا دار میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. ($P < 0.005$)

۲-۴ تغییرات اسیدیته ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی

تغییرات اسیدیته در طی ۲۰ روز نگهداری در شکل (۲-۴) آمده است. تغییرات اسیدیته پنیر گوسفندی *Lactobacillus-brevis*-ch7 (A) از روز اول تا روز دهم در سطح ۵٪ معنی دار بوده است. از روز دهم تا روز بیستم تغییرات اسیدیته برای پنیر گوسفندی، ماست ۹A و ماست سنگچال (*Lactobacillus-helveticus*-ch، *Lactobacillus-helveticus*-YA9 و *Lactobacillus-brevis*-YS) معنی دار بوده و اسیدیته روند افزایشی داشته است. مدت زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر روی اسیدیته ماست، ماست پروبیوتیک، دوغ، پنیر گوسفندی، ماست پروبیوتیک و پنیر گوسفندی پروبیوتیک (*Lactobacillus-brevis* Y4، *Lactobacillus-brevis*-YP، *Lactobacillus-helveticus*-DO، *Lactobacillus-helveticus*، *Lactobacillus-helveticus*-ch5، *Lactobacillus-brevis*-YP1، *Lactobacillus-helveticus*-chp) داشته در حالی که برای ماست E-۱ و ماست A-۳ (*Lactobacillus-helveticus*-YE1 و *Lactobacillus-helveticus*) تاثیر معنی داری ندارد. گونه های باکتری مختلف که برای تهیه ماست به کار رفته اسیدیته و pH متفاوتی دارند. به طور کلی با کاهش pH اسیدیته افزایش یافته است.



شکل ۲-۴ تغییرات اسیدیته ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی

جدول ۳-۴ تغییرات اسیدیته ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی^{۴۸}

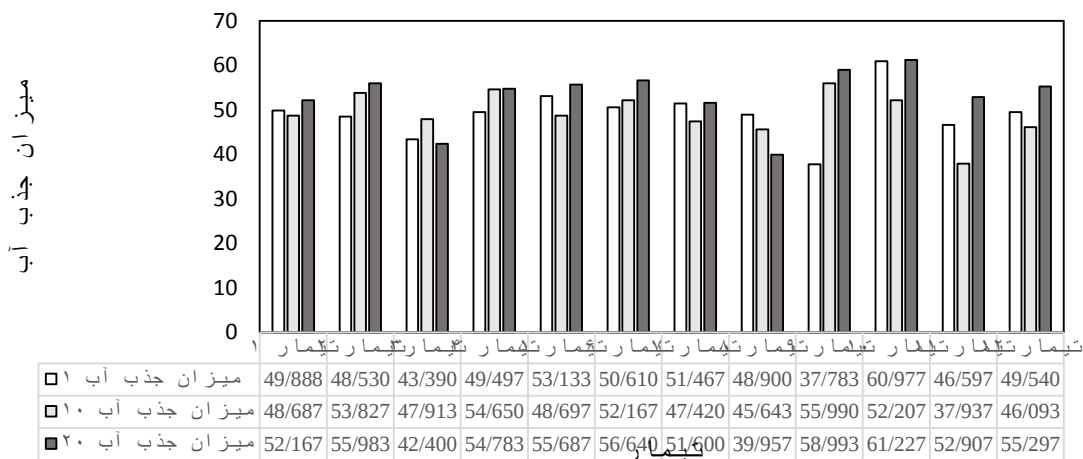
روز اول	روز دهم	روز بیستم	
۹۳/۰۰۰±۱/۰۰۰ ^{ABg}	۹۲/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{Bg}	۹۴/۶۶۷±۱/۱۵۵ ^{Af}	تیمار ۱ (پنیر گوسفندی)
۱۰۰/۶۶۷±۱/۱۵۵ ^{Be}	۱۰۷/۰۰۰±۲/۰۰۰ ^{Af}	۱۰۸/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{Ae}	تیمار ۲ (پنیر گوسفندی AV)
۸۲/۶۷۷±۱/۵۲۸ ^{Bh}	۸۶/۶۶۷±۲/۱۵۵ ^{Ah}	۱۰۲/۰۰۰±۴/۰۰۰ ^{Ae}	تیمار ۳ (ماست A۹)
۱۱۶/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{Cc}	۱۲۵/۳۳۳±۴/۶۱۹ ^{Bd}	۱۳۷/۶۶۷±۴/۹۳۳ ^{Ac}	تیمار ۴ (ماست ۴)
۹۶/۰۰۰±۳/۶۰۶ ^{Afg}	۹۴/۰۰۰±۲/۰۰۰ ^{Ag}	۹۱/۳۳۳±۱/۱۵۵ ^{Af}	تیمار ۵ (ماست E-1)
۱۰۴/۰۰۰±۴/۳۵۹ ^{Ad}	۱۰۷/۰۰۰±۲/۶۴۶ ^{Af}	۱۰۳/۰۰۰±۱/۷۳۲ ^{Ae}	تیمار ۶ (ماست A۳)
۷۳/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{Ci}	۱۰۸/۳۳۳±۲/۸۸۷ ^{Bf}	۱۱۹/۰۰۰±۷/۵۵۰ ^{Ad}	تیمار ۷ (ماست پروبیوتیک)
۱۷۲/۶۶۷±۰/۵۷۷ ^{Aa}	۱۳۰/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{Cc}	۱۳۷/۶۶۷±۲/۵۱۷ ^{Bc}	تیمار ۸ (دوغ)
۸۴/۰۰۰±۱/۰۰۰ ^{Bh}	۸۸/۰۰۰±۳/۴۶۴ ^{ABh}	۹۳/۳۳۳±۳/۷۸۶ ^{Af}	تیمار ۹ (ماست سنگچال)
۹۶/۶۶۷±۱/۵۲۸ ^{Cf}	۱۱۶/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{Ae}	۱۰۳/۰۰۰±۵/۰۰۰ ^{Be}	تیمار ۱۰ (پنیر گوسفندی ۵)
۱۷۱/۳۳۳±۰/۵۷۷ ^{Ba}	۱۷۶/۰۰۰±۳/۴۶۴ ^{Aa}	۱۶۵/۰۰۰±۱/۰۰۰ ^{Ca}	تیمار ۱۱ (ماست پروبیوتیک ۱)
۱۴۳/۹۶۷±۰/۵۷۷ ^{Cb}	۱۵۰/۰۰۰±۰/۰۰۰ ^{Ab}	۱۴۷/۶۶۷±۰/۵۷۷ ^{Bb}	تیمار ۱۲ (پنیر گوسفندی پروبیوتیک)

۳-۴ تغییرات جذب آب در ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی

شکل (۳-۴) تغییرات جذب آب را در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد نشان می دهد. در پنیر گوسفندی، پنیر گوسفندی AV، ماست پروبیوتیک، دوغ و پنیر گوسفندی ۵ (Lactobacillus-helveticus-ch، Lactobacillus-brevis-ch7، Lactobacillus-brevis-YP، Lactobacillus-helveticus-DO، Lactobacillus-helveticus-ch5) مدت زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر روی جذب آب نداشته است. ماست ۹A (Lactobacillus-helveticus-YA9) در روز دهم بیشترین جذب آب را نشان می دهد. تغییرات جذب آب از روز اول تا روز دهم در سطح ۵٪ برای ماست ۴، ماست ۹A و ماست سنگچال (Lactobacillus-brevis Y4، Lactobacillus-helveticus-)، Lactobacillus-brevis-YS، YE1 (Lactobacillus-brevis-YS، YE1) معنی دار می باشد. بجز ماست ۹A و دوغ (Lactobacillus-helveticus-YA9، Lactobacillus-helveticus-DO) میزان جذب آب در نمونه ها روند افزایشی داشته است. در بعضی از نمونه ها میزان جذب آب بالاتر است که می تواند به علت نوع باکتری آن باشد

^{۴۸} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنا دار میان داده ها در سطرها و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰.۰۰۵)

که قادر به تولید اگزوپلی سارید است. ماست هایی تولید شده توسط کالچرهای تولید کنند اگزوپلی ساکارید دارای ویسکوزیته بالاتر و میزان آب اندازی کمتری در مقایسه با محصولات تولید شده توسط کالچرهای فاقد توانایی تولید اگزوپلی ساکارید می باشند [ایرجی فر و همکاران، ۱۳۹۲].



شکل ۴-۳ تغییرات جذب آب در ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگر

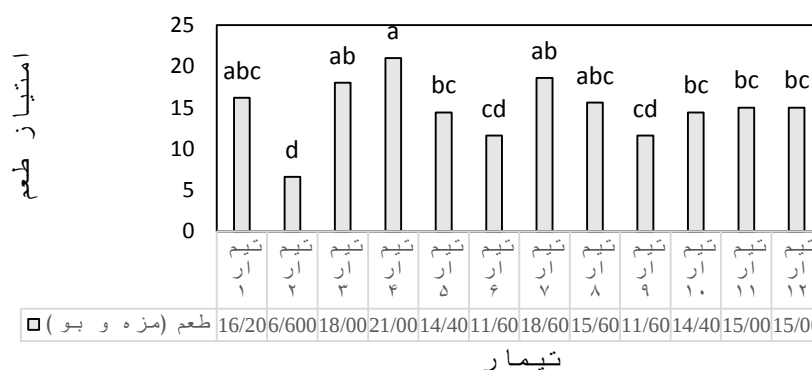
جدول ۴-۴ تغییرات جذب آب در ۱۲ نوع ماست تولید شده با آغازگرهای بومی^{۴۹}

روز اول	روز دهم	روز بیستم	
۴۹/۸۸۸±۱/۹۴۹ ^{Abc}	۴۸/۶۸۷±۰/۲۹۷ ^{Abc}	۵۲/۱۶۷±۲/۴۴۰ ^{Aab}	تیمار ۱ (پنیر گوسفندی)
۴۸/۵۳۰±۵/۳۶۳ ^{Abcd}	۵۳/۸۲۷±۴/۵۶۶ ^{Aa}	۵۵/۹۸۳±۲/۹۰۴ ^{Aab}	تیمار ۲ (پنیر گوسفندی AV)
۴۳/۳۹۰±۰/۰۹۵ ^{Bd}	۴۷/۹۱۳±۰/۳۹۷ ^{Abc}	۴۲/۴۰۰±۱/۳۳۴ ^{Bab}	تیمار ۳ (ماست A۹)
۴۹/۴۹۷±۰/۷۷۸ ^{Bbcd}	۵۴/۶۵۰±۰/۲۵۹ ^{Aa}	۵۴/۷۸۳±۰/۱۷۱ ^{Aab}	تیمار ۴ (ماست ۴)
۵۳/۱۳۳±۲/۷۶۴ ^{ABb}	۴۸/۶۹۷±۱/۵۲۸ ^{Bbc}	۵۵/۶۸۷±۲/۳۲۷ ^{Aab}	تیمار ۵ (ماست E-1)
۵۰/۶۱۰±۲/۶۸۳ ^{Bbc}	۵۲/۱۶۷±۱/۸۷۲ ^{ABab}	۵۶/۶۴۰±۳/۸۳۰ ^{Aab}	تیمار ۶ (ماست A۳)
۵۱/۴۶۷±۳/۴۱۲ ^{Abc}	۴۷/۴۲۰±۰/۹۱۰ ^{Abc}	۵۱/۶۰۰±۱/۳۰۸ ^{Aab}	تیمار ۷ (ماست پروبیوتیک)
۴۸/۹۰۰±۴/۱۱۵ ^{Abcd}	۴۵/۶۴۳±۲/۱۸۷ ^{Ac}	۳۹/۹۵۷±۱/۰۸۰ ^{Ab}	تیمار ۸ (دوغ)
۳۷/۷۸۳±۲/۴۷۸ ^{Be}	۵۵/۹۹۰±۵/۱۲۰ ^{Aa}	۵۸/۹۹۳±۵/۷۹۸ ^{Ab}	تیمار ۹ (ماست سنگچال)
۶۰/۹۷۷±۶/۷۵۸ ^{Aa}	۵۲/۲۰۷±۳/۹۶۱ ^{Aab}	۶۱/۲۲۷±۱/۲۸۶ ^{Aa}	تیمار ۱۰ (پنیر گوسفندی ۵)
۴۶/۵۹۷±۱/۲۱۸ ^{Bcd}	۳۷/۹۳۷±۳/۱۸۱ ^{Cd}	۵۲/۹۰۷±۱/۰۰۰ ^{Aab}	تیمار ۱۱ (ماست پروبیوتیک ۱)
۴۹/۵۴۰±۱/۱۹۵ ^{ABbcd}	۴۶/۰۹۳±۰/۵۶۶ ^{Bc}	۵۵/۲۹۷±۶/۱۴۷ ^{Aab}	تیمار ۱۲ (پنیر گوسفندی پروبیوتیک)

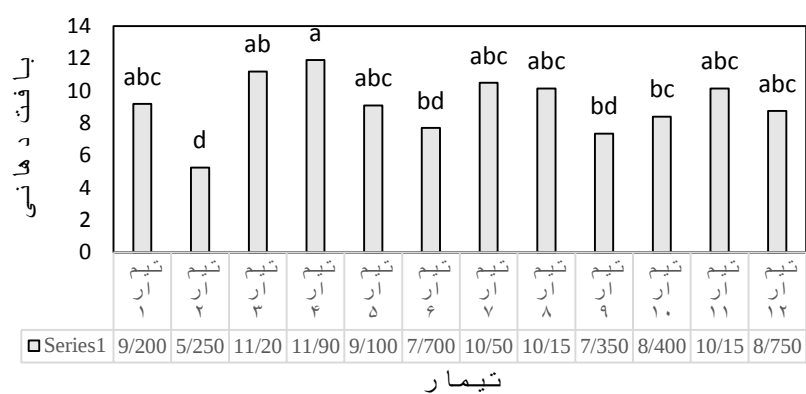
^{۴۹}* حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰/۰۰۵)

۴-۴ بررسی نتایج آزمون حسی ماست های تولید شده با ۱۲ گونه آغازگر بومی

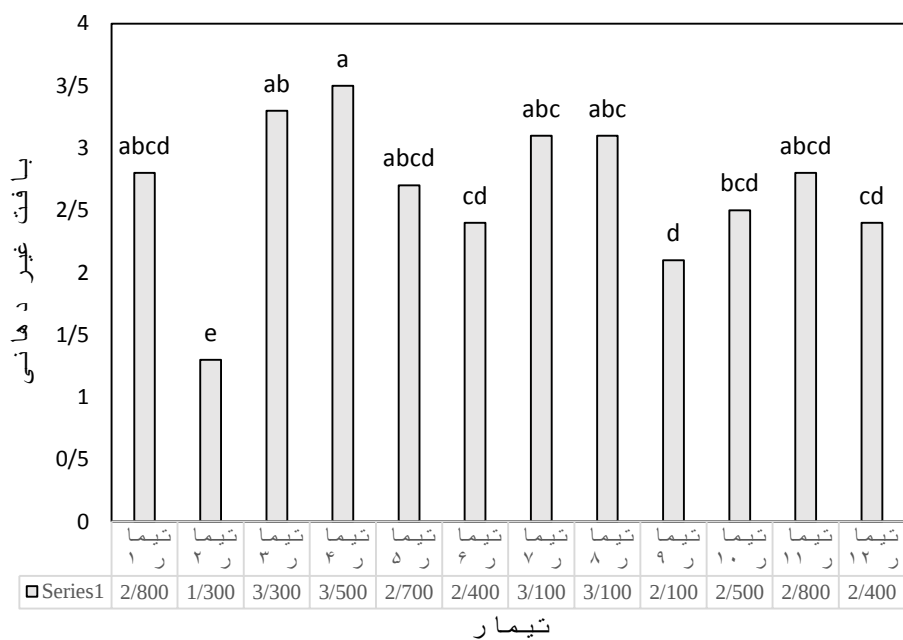
نتایج ارزیابی حسی (طعم، بافت دهانی، ظاهر، بافت غیر دهانی و پذیرش کلی) در شکل های زیر قابل مشاهده است. حداکثر نمره داده شده ۴ و حداقل صفر بود. همانگونه که در شکل (۴-۴-۵) مشاهده می شود میانگین نمره های داده شده به ماست ۴، ماست ۹A، ماست پروبیوتیک، پنیر گوسفندی A ۵ (Lactobacillus-brevis-Y4، Lactobacillus-helveticus-YA9، Lactobacillus-brevis-YP، Lactobacillus-helveticus-ch) بالاترین مقدار را در بین دیگر ماست ها دارد. تفاوت معنی داری در طعم این دوازده نمونه وجود دارد همان طور که در شکل (۴-۴-۱) مشاهده می شود. بالاترین امتیاز در طعم به ترتیب مربوط به ماست ۴، ماست A ۹، ماست پروبیوتیک و پنیر گوسفندی A ۵ گرفته شده می باشد و کمترین امتیاز مربوط به پنیر گوسفندی A ۷ است. بهترین بافت دهانی مربوط به ماست ۴ و کمترین امتیاز بافت دهانی مربوط به پنیر گوسفندی A ۷ است. نوع باکتری های تولید کننده ماست تاثیر معنی داری بر روی بافت دهانی و بافت غیر دهانی (قاشق برداری) در سطح ۵٪ داشت. از نظر ظاهر، ماست تهیه شده با آغازگرهای جدا شده از ماست ۴، ماست A ۹، دوغ و ماست پروبیوتیک بالاترین امتیاز را از پانلیست ها گرفت. در شکل (۴-۴-۵) مجموع امتیازات داده شده به ماست هایی مختلف مشاهده می شود. ماست ۴ (Lactobacillus-brevis_Y4) بالاترین پذیرش را در بین ماست های تولید شده دارد.



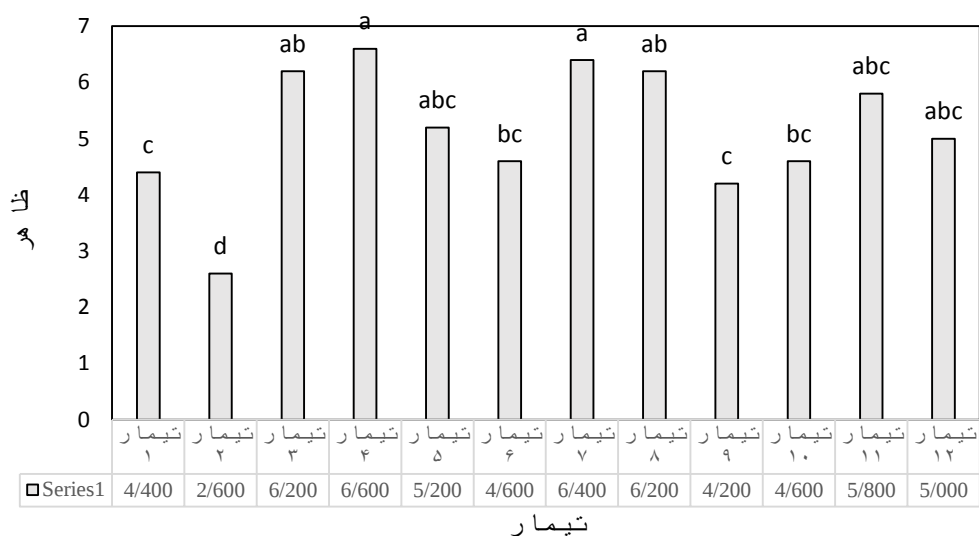
شکل ۴-۴-۱ تغییرات طعم ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی



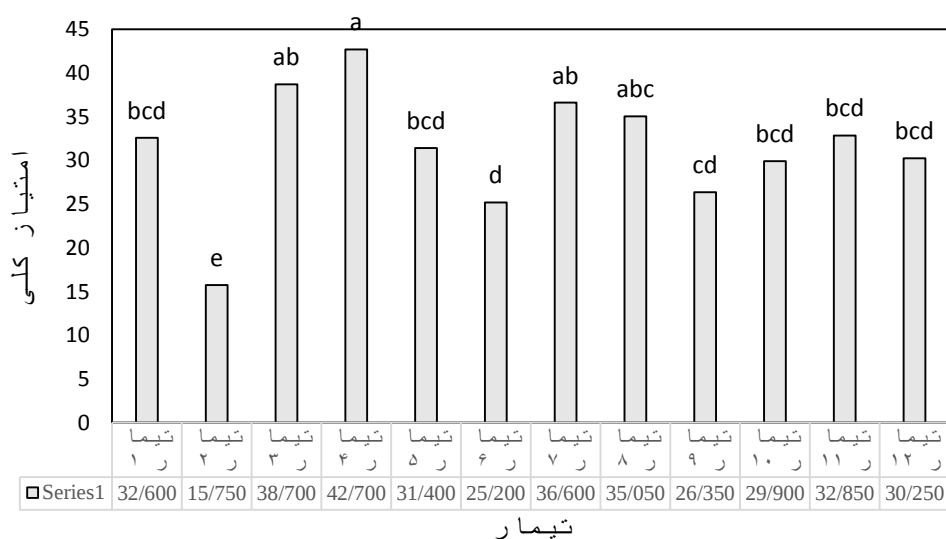
شکل ۴-۲ تغییرات بافت دهانی ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی



شکل ۴-۳ تغییرات بافت غیر دهانی ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی



شکل ۴-۴-۴ تغییرات ظاهرماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی

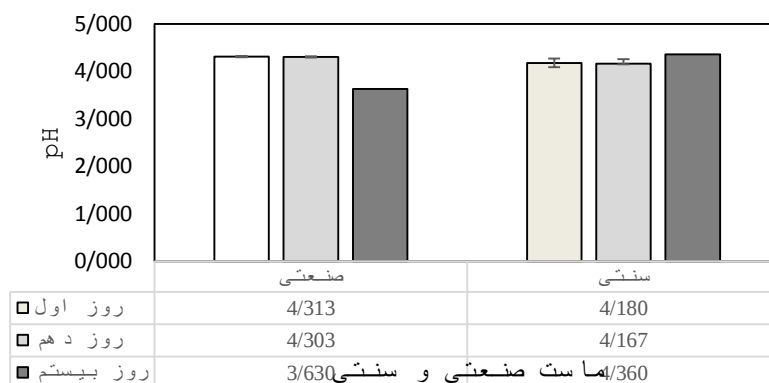


شکل ۵-۴-۴ امتیاز کلی داده شده به ماست های تولید شده با دوازده گونه آغازگر بومی

۵-۴ مقایسه تغییرات pH ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری

در جدول شماره (۵-۴) تغییرات pH دو نمونه ماست بومی (ماست ۴، ماست A9 و ماست پروبیوتیک ۱) و صنعتی (CH1، X11-YC و L811) در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد را نشان

می دهد. میزان pH ماست تهیه شده با استارتر بومی در روز اول ۴/۱۸ و ماست تجاری ۴/۳۱ می باشد بررسی نتایج موید این مطلب است که در طی ۲۰ روز، pH ماست تجاری روند کاهشی داشت به گونه ایی که در روز ۲۰ به ۳/۶۳ نزول کرده است. نمودار (۴-۵-۱ و ۴-۵-۲) افت pH در کلیه تیمارها مشاهده می شود. کاهش pH به دلیل فعالیت باکتری های ماست و تولید اسید می باشد. (امیری عقدایی و همکاران ۱۳۸۹) میزان pH برای ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی، در ۱۰ روز اول نگهداری تغییر چندانی نداشته اما در روز ۲۰ به میزان اندکی افزایش یافته است و به ۴/۳ رسیده است. انجام فرایند پروتئولیز و تولید میزان بالای ترکیبات آلكالین (اسید های آمینه و آمونیاک) ، pH ماست افزایش یافت است. (فاکس و همکاران ۱۹۹۳). همانگونه که در نمودار (۴-۵-۱) مشاهده می شود pH در طی ۱۰ روز اول نگهداری تاثیر معنی داری بر روی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری نداشت است همچنین تفاوت در نوع باکتری ها تاثیر معنی داری بر روی pH نشان نمی دهد. (نمودار (۴-۵-۲) در روز بیست ام میزان pH در ماست تجاری کاهش یافت است در حالی که در ماست تهیه شده با آغازگر بومی این میزان افزایش یافته است. بنا بر این تغییرات pH از روز دهم تا روز بیستم در سطح ۵٪ معنی دار می باشد.



شکل ۴-۵-۱ تغییرات pH ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری

جدول شماره ۴-۵ مقایسه تغییرات PH ماست با آغازگر بومی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری^{۵۰}

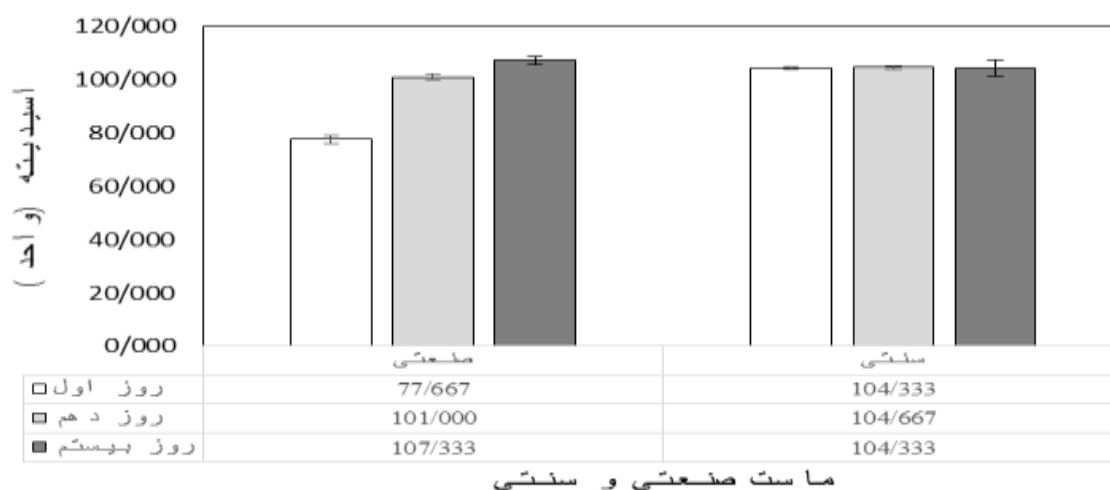
تیمار	روز اول	روز دوم	روز سوم
ماست صنعتی	۴/۳۱۳±۰/۰۱۵ ^{Aa}	۴/۳۰۳±۰/۰۹۰ ^{Aa}	۳/۶۳۰±۰/۰۴۴ ^{Ba}
ماست سنتی	۴/۱۸۰±۰/۰۱۰ ^{Ba}	۴/۱۶۷±۰/۰۱۵ ^{Bb}	۴/۳۶۰±۰/۰۲۰ ^{Aa}

۴-۶ مقایسه تغییرات اسیدیته ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی با ماست تجاری در طول مدت زمان نگهداری

میزان اسیدیته ماست حاصل از آغازگرهای بومی (ماست ۴، ماست A۹ و ماست پروبیوتیک ۱) و آغازگرهای صنعتی (CH1, X11-YC و L811) در ابتدایی تولید به ترتیب ۱۰۴/۳ و ۷۷/۶۶ بر حسب درجه دورنیک بدست آمد. با گذشت مدت زمان نگهداری اسیدیته ماست صنعتی روند افزایشی داشت به طوری که در روز ۲۰ نگهداری مقدار آن به ۱۰۷/۳۳ رسید. این نتایج با نتایج حاصل از تغییرات pH نیز همخوانی دارد. یعنی با کاهش pH در طی ۲۰ روز اسیدیته افزایش یافت. فعالیت لاکتوباسیلوس به علت مهیا بودن شرایط زیستی (وجود لاکتوز به میزان زیاد) به طوری که با تخمیر کربوهیدرات های موجود در شیر، اسید لاکتیک تولید می کند، لذا لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس از طریق تولید اسید لاکتیک باعث افزایش اسیدیته و در نتیجه کاهش pH در ماست پروبیوتیک می شوند (مرتضوی و همکاران ۲۰۰۶). در ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی میزان اسیدیته اندکی کاهش یافته است. لاکتوکوکسی ها با دارا بودن سیستم آنزیمی دیگر مثل کیموزین، مسئول تبدیل کازئین به پپتیدها و اسیدآمینها هستند. این اسید آمینها پیشرو ترکیبات عطری مختلفی هستند. چندین آنزیم که قادر به تبدیل این اسید آمینها هستند در لاکتوکوکوس لاکتیس یافت شده اند (والسترا و همکاران ۲۰۰۶). همچنین بررسی اسیدیته این دو نوع ماست نشان می دهد که در روز اول میزان اسیدیته ماست صنعتی

^{۵۰} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنا دار میان داده ها در سطرها و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰.۰۵/۰.۰۱)

کمتر از ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی است ولی با گذشت مدت زمان نگهداری میزان آن افزایش یافت است به طوری که پس از ۲۰ روز میزان آن بالاتر از ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی است. همانگونه که در نمودار (۴-۶-۱) مشاهده می شود تفاوت در نوع باکتری ها تاثیر معنی داری بر روی اسیدیته ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری داشت است.



شکل ۴-۶-۲ تغییرات اسیدیته (بر حسب درجه دورنیک) ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز

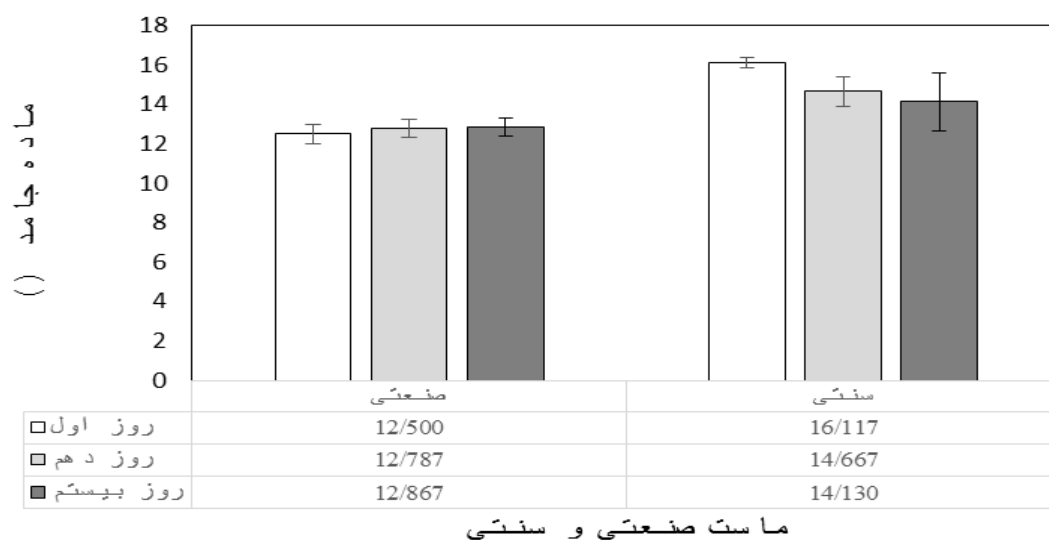
جدول شماره ۴-۶ مقایسه تغییرات اسیدیته ماست تهیه شده با آغازگرهای بومی با ماست تجاری^{۵۱}

تیمار	روز اول	روز دوم	روز سوم
ماست صنعتی	$77/677 \pm 1/528^{Cb}$	$101/000 \pm 1/000^{Bb}$	$107/333 \pm 1/528^{Aa}$
ماست سنتی	$104/333 \pm 0/577^{Aa}$	$104/667 \pm 0/577^{Aa}$	$104/333 \pm 3/215^{Ab}$

^{۵۱} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. ($P < 0.05$)

۷-۴ تغییرات ماده خشک ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری

ماده خشک حاصل از ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی (ماست ۴، ماست A۹ و ماست پروبیوتیک (۱) بالاتر از ماده خشک حاصل از ماست تجاری (X11-YC، CH1 و L811) است. تغییرات ماده خشک در طی ۲۰ روز نگهداری در جدول (۳-۴) آمده است. همانگونه که از داده های این جدول مشخص است ماست تهیه شده با آغازگر بومی با گذشت زمان ماده خشک آن اندکی کاهش یافت اما ماست تجاری تغییر چندانی در ماده خشک آن دیده نمی شود مدت زمان نگهداری روی ماده خشک تاثیر معنی داری نداشته شکل های (۱-۷-۴ و ۲-۷-۴). ماده خشک نهایی برای ماست با آغازگر بومی ۱۴/۱۳ و ماست تجاری ۱۲/۸۶ می باشد.



شکل ۲-۷-۴ ماده خشک ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز

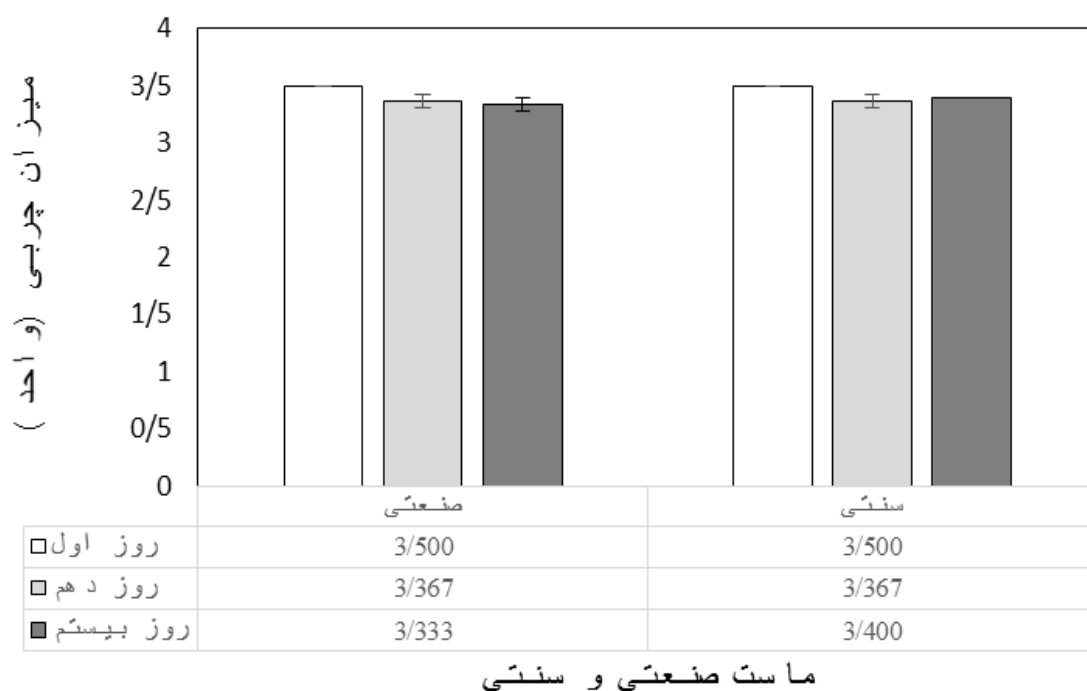
جدول شماره ۴-۷ تغییرات ماده خشک ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری^{۵۲}

تیمار	روز اول	روز دوم	روز سوم
ماست صنعتی	۱۲/۵۰۰±۰/۵۰۰ ^{Ab}	۱۲/۷۸۷±۰/۴۵۰ ^{Ab}	۱۲/۸۶۷±۰/۴۵۱ ^{Aa}
ماست سنتی	۱۶/۱۱۷±۰/۲۳۶ ^{Aa}	۱۴/۶۶۷±۰/۷۶۴ ^{Aa}	۱۴/۱۳۰±۱/۴۷۰ ^{Aa}

۴-۸ بررسی تغییرات چربی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز

همان طور که در جدول (۴-۸) مشاهده می شود چربی هر دو نمونه با گذشت زمان کاهش اندکی داشت است. تغییرات چربی از روز اول تا روز دهم در سطح ۵٪ معنی دار است و این تغییرات روند کاهشی از خود نشان می دهد اما از روز دهم تا روز بیستم تغییرات میزان چربی نمونه ها معنی دار نمی باشد. بررسی نتایج موید این مطلب است که در طی ۲۰ روز چربی روند کاهشی دارد به گونه ایی که میزان چربی برای ماست با آغازگر بومی به ۳/۴، و برای ماست با استارتر تجاری به ۳/۳ رسیده است. شکل (۴-۸-۱ و ۴-۸-۲) این افت چربی را در کلیه تیمارها نشان می دهد.

^{۵۲} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنا دار میان داده ها در سطرها و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. ($P < 0.005$)



شکل ۴-۸-۱ چربی ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز نگهداری

جدول شماره ۴-۸ بررسی تغییرات چربی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری^{۵۳}

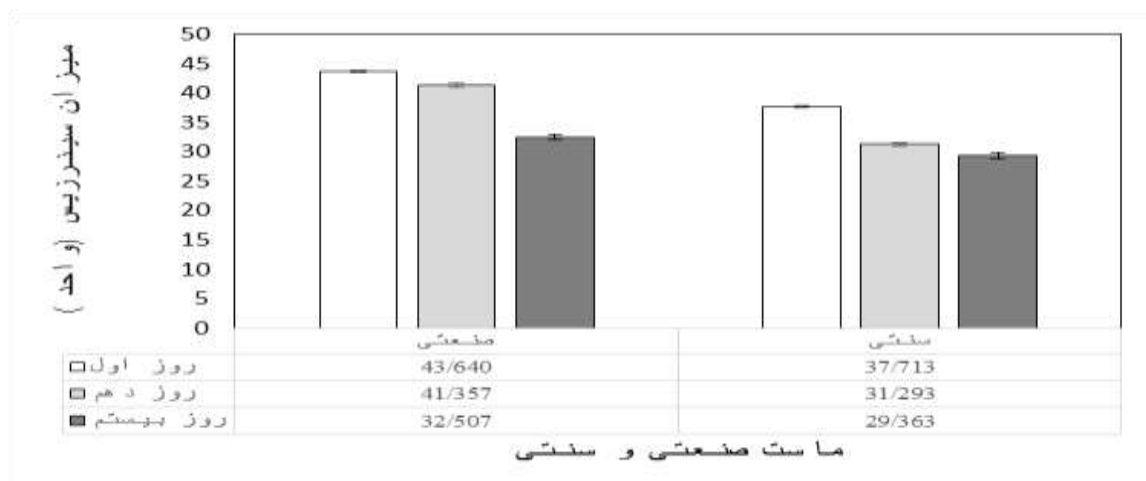
تیمار	روز اول	روز دوم	روز سوم
ماست صنعتی	۳/۵۰۰±۰/۰۰۰ ^{Aa}	۳/۳۶۷±۰/۰۵۸ ^{Ba}	۳/۳۳۳±۰/۰۵۸ ^{Ba}
ماست سنتی	۳/۵۰۰±۰/۰۰۰ ^{Aa}	۳/۳۶۷±۰/۰۵۸ ^{Ba}	۳/۴۰۰±۰/۰۰۰ ^{Ba}

۴-۹ بررسی میزان آب اندازی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز

آب اندازی جدایی فاز مایع از ژل است و از ویژگی های نامطلوب در ماست به شمار می آید. با از دست دادن آب پنیر، سطح ژل کوچک می شود. سینرسیس ممکن است به صورت خود به خودی انجام شود

^{۵۳} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنا دار میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰/۰۰۵)

و یا ممکن است تنها زمانی رخ بدهد که ژل دچار درهم گسیختگی مکانیکی توسط برش شود و یا در معرض نیروی گریز از مرکز قرار بگیرد. علاوه بر این افزایش مقدار ماده جامد و تثبیت کننده ها به شیر قبل از تخمیر میزان سینرسیس را کاهش میدهد (مانی لوپز ۲۰۱۴). آب اندازی در ماست به دلیل تغییرات pH و چروکیدگی ساختار سه بعدی شبکه پروتئینی رخ می دهد که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین های آب پنیر و خروج آب از ماست می گردد. میزان آب اندازی در ماست پروبیوتیک کمتر است. حضور مواد جامد بدون چربی شیر (پروتئین آب پنیر) افزایش می دهد اتصالات بین پروتئین ها را که به صورت شبکه سه بعدی از ژل است و به این وسیله باعث افزایش فشردگی ریزساختارها و کاهش آب اندازی آن می شود (مانی لوپز ۲۰۱۴). یکی از مهم ترین اهداف صنعت، تولید ماستی مطلوب با حداقل آب اندازی در طی نگهداری و یا حمل و نقل است. نتایج آنالیز داده ها نشان داد که اثر نوع میکروبی و زمان نگهداری و تاثیر متقابل آنها بر میزان آب اندازی نمونه ها معنی دار بوده است. همان طوری که در شکل (۴-۹-۱ و ۴-۹-۲) مشاهده می شود، آب اندازی طی دوره نگهداری بتدریج کاهش یافت است. ماست تهیه شده با آغازگر بومی میزان آب اندازی کمتری نسبت به نمونه ماست تجاری از خود نشان می دهد که در طول زمان نگهداری این روند ثابت باقی ماند. در تهیه ماست تجاری از آغازگر L ۸۱۱ که تولید کنند اگزوپلی ساکارید است استفاده شده. ماست های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید آب اندازی کمتری نسبت به ماست های تهیه شده با آغازگر غیر تولید کننده اگزوپلی ساکارید داشتند که به دلیل حضور اگزوپلی ساکارید در شبکه پروتئین ماست و قابلیت نگهداری آب توسط آن بیان کردند. آنها همچنین نشان دادند که میزان آب اندازی در طول دوره نگهداری در سرما با سرعت کم کاهش می یابد (نصیری پور و همکاران ۱۳۹۱). با توجه به این که باکتری هایی تشکیل دهنده ماست بومی لاکتوباسیلوس هلوتیکوس و لاکتوباسیلوس برویس می باشد و هر دوی آن ها از باکتری های تولید کننده اگزوپلی ساکارید می باشند میزان آب اندازی ماست بومی کمتر از ماست صنعتی است.



شکل ۴-۹-۲ آب اندازی ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز نگهداری

جدول شماره ۴-۹ بررسی میزان آب اندازی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری^{۵۴}

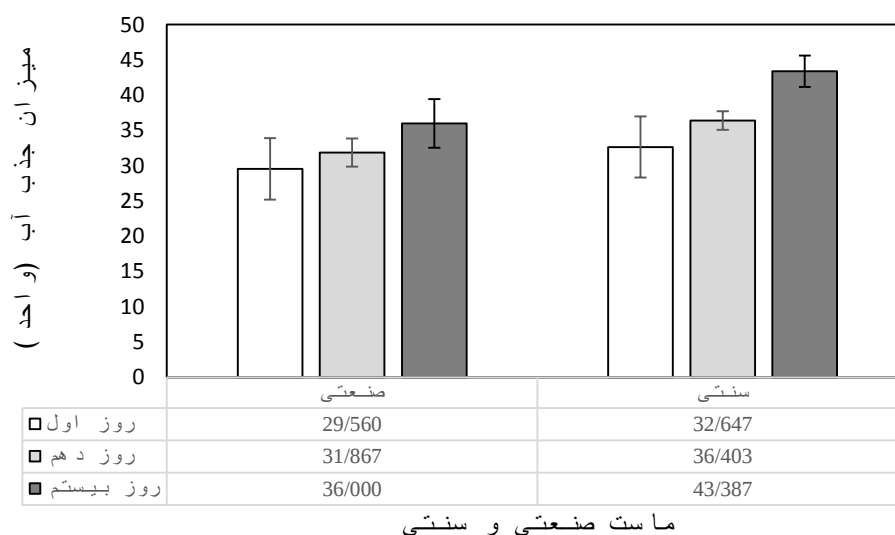
روز سوم	روز دوم	روز اول	تیمار
۳۲/۵۰۷±۰/۴۵۸ ^{Ca}	۴۱/۳۵۷±۰/۳۳۷ ^{Ba}	۴۳/۶۴۰±۰/۱۴۰ ^{Aa}	ماست صنعتی
۲۹/۳۶۳±۰/۴۹۵ ^{Cb}	۳۱/۲۹۳±۰/۲۷۳ ^{Bb}	۳۷/۷۱۳±۰/۱۸۷ ^{Ab}	ماست سنتی

۴-۱۰ بررسی ظرفیت جذب آب در ماست با آغازگر بومی و ماست با آغازگر تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری

یکی دیگر از فاکتورهای مهم در تعیین کیفیت ماست ظرفیت نگهداری آب می باشد. نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می دهد تاثیر معنی داری بین ظرفیت نگهداری آب و مدت زمان نگهداری وجود دارد به طوری که با گذشت مدت زمان نگهداری ظرفیت نگهداری آب افزایش یافت است و همان گونه که در شکل (۴-۱۰-۱) می بینیم قدرت نگهداری آب در ماست تهیه شده با آغازگر بومی (ماست ۴،

^{۵۴} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنا دار میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰.۰۵/۰.۰۱)

ماست A9 و ماست پروبیوتیک (بیشتر بوده، در حالی که ماست تهیه شده با آغازگر تجاری با گذشت مدت زمان نگهداری میزان جذب آب در آن به مقدار کمی افزایش یافت است. با توجه به نتایج به نظر می رسد میان کاهش آب اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب نمونه ها رابطه ای وجود دارد به عبارت دیگر نمونه ایی که دارای کمترین میزان آب اندازی است، بیشترین ظرفیت نگهداری آب را دارا است .



شکل ۴-۱۰-۲ ظرفیت نگهداری آب ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز

جدول شماره ۴-۱۰ بررسی ظرفیت اندازه گیری آب در ماست با آغازگر بومی و ماست با آغازگر تجاری^{۵۵}

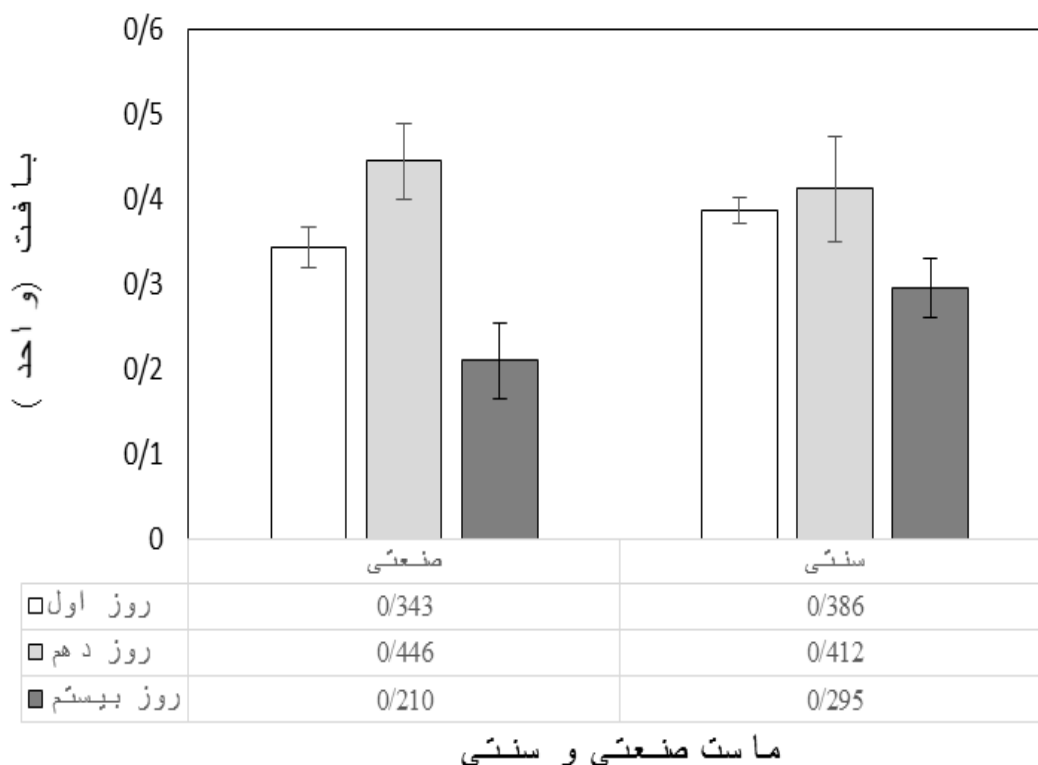
تیمار	روز اول	روز دوم	روز سوم
ماست صنعتی	۲۹/۵۶۰±۴/۳۵۷ ^{Aa}	۳۱/۸۶۷±۲/۰۱۳ ^{Ab}	۳۶/۰۰۰±۳/۴۶۴ ^{Ab}
ماست سنتی	۳۲/۶۴۷±۰/۳۴۶ ^{Ba}	۳۶/۴۰۳±۱/۳۳۲ ^{Ba}	۴۳/۳۸۷±۲/۲۳۳ ^{Aa}

^{۵۵} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنادار میان داده ها در سطرها و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰/۰۰۵)

۴-۱۱ بررسی تغییرات بافت در ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز

نگهداری

خصوصیات رئولوژیکی و بافت فراورده های تخمیری شیر تحت تاثیر ترکیب شیر اولیه، میزان ماده خشک، عملیات حرارتی شیر، نوع کشت آغازگر، دمای انکوباسیون، ویسکوزیته اولیه شیر و هموژنیزاسیون می باشد. ماست تهیه شده با آغازگر بومی بافت بهتری نسبت به ماست تهیه شده با آغازگر تجاری دارد. با گذشت زمان بر میزان سفتی بافت نمونه ها افزوده شد به طوری که بالاترین میزان سفتی بافت در نمونه های مربوط به روز ۱۰ دوره نگهداری می باشد که این افزایش سفتی بافت در طول دوره نگهداری به دلیل ایجاد تغییرات در آرایش و اتصالات پروتئین ها با یکدیگر می باشد (بارکوز و همکاران ۲۰۰۵). بررسی داده های نشان می دهد مدت زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر روی بافت داشته است.



۴-۱۱-۲ بررسی تغییرات بافت ماست تهیه شده با آغازگرهای سنتی و ماست تجاری طی ۲۰ روز نگهداری

جدول شماره ۴- ۱۱ بررسی تغییرات بافت در ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری^{۵۶}

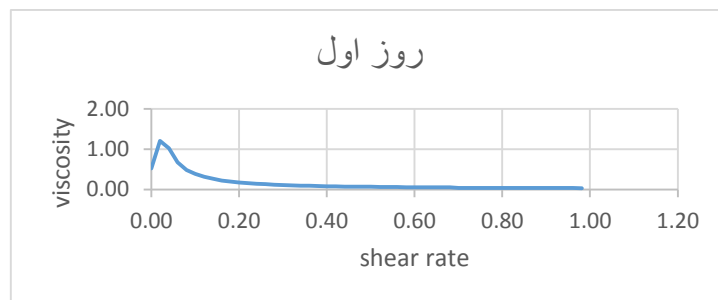
تیما	روز اول	روز دوم	روز سوم
ماست صنعتی	0.343 ± 0.024^{Ba}	0.446 ± 0.045^{Aa}	0.210 ± 0.044^{Ca}
ماست سنتی	0.386 ± 0.015^{Aa}	0.412 ± 0.063^{Aa}	0.295 ± 0.035^{Ba}

۱۲-۴ بررسی تغییرات ویسکوزیته ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری

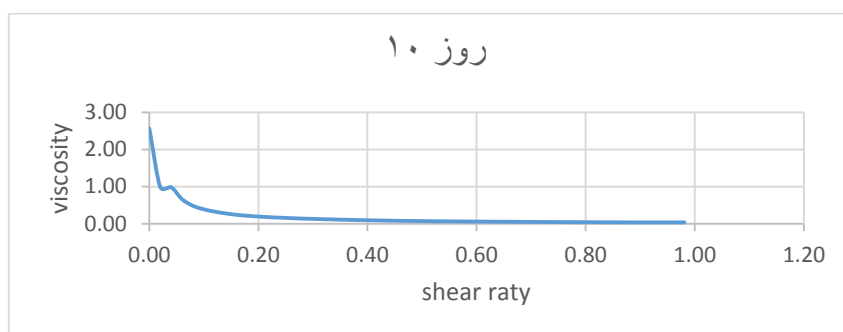
ویسکوزیته عبارت است از مقاومت در برابر جریان. به طور واضح یک رفتار رقیق شونده با برشی برای هر دو نوع نمونه، مشاهده می شود. ویسکوزیته هر دو نمونه در طی ۲۰ روز نگهداری تفاوت معنی داری نشان می دهد. کاهش گرانروی در اواخر دوره نگهداری می تواند به دلیل ادامه فعالیت میکروارگانیسم های موجود در مایه کشت و تغییر در میکروساختار ماست باشد (ال کاداماری و همکاران ۲۰۰۳). همان گونه که بر روی نمودار مشاهده می شود با افزایش سرعت برشی، گرانروی کاهش یافت. این امر ویژگی سودوپلاستیک (یا رقیق شونده با برش) یعنی کاهش گرانروی با افزایش سرعت برشی را نشان می دهد. در سرعت های برشی پایین با تغییر در سرعت برشی ویسکوزیته، کاهش ناگهانی داشت در حالی که در سرعت های برشی بالاتر، این کاهش ملایم تر بود. مقدار ویسکوزیته در سرعت برشی پایین عامل ایجاد قوام در فراورده ی غذایی است (موریس ۱۹۸۲). شکل (۴-۱۲-۷ و ۴-۱۲-۸) تغییرات ویسکوزیته را در طول مدت نگهداری برای دو نمونه ماست نشان می دهد.

^{۵۶} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در سطرها و حروف بزرگ متفاوت

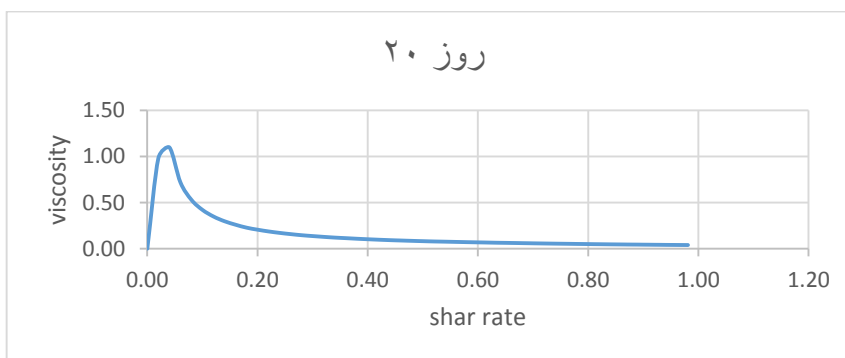
بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. ($P < 0.05$)



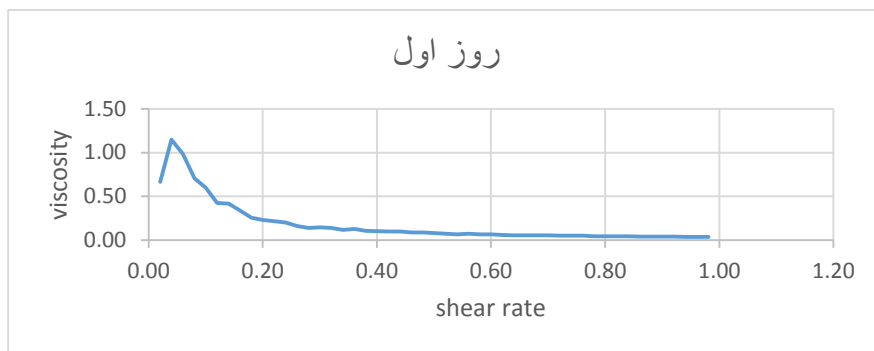
نمودار ۱-۱۲-۴ نمونه ویسکوزیته ماست بومی در روز اول



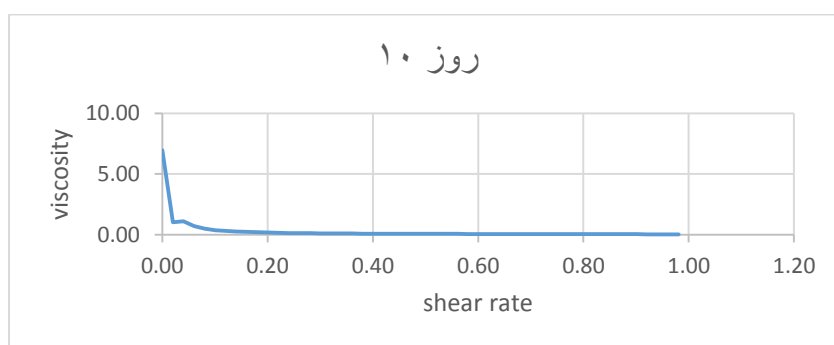
نمودار ۲-۱۲-۴ نمونه ویسکوزیته ماست بومی در روز دهم



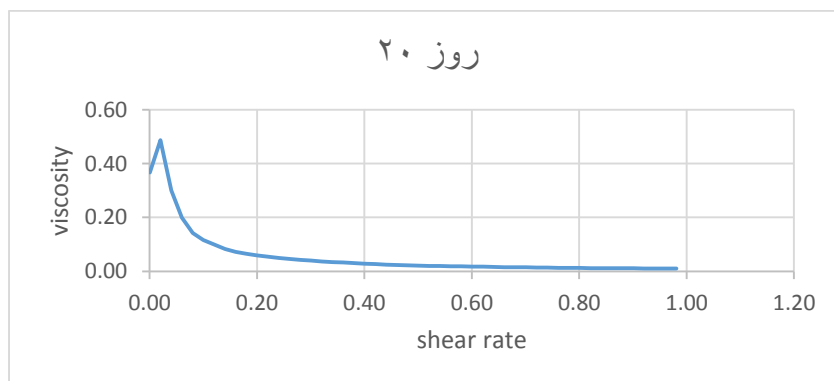
نمودار ۳-۱۲-۴ نمونه ویسکوزیته ماست بومی در روز بیستم



نمودار ۴-۱۲-۴ نمونه ویسکوزیته ماست تجاری روز اول



نمودار ۵-۱۲-۴ نمونه ویسکوزیته ماست تجاری در روز دهم



نمودار ۶-۱۲-۴ نمونه ویسکوزیته ماست تجاری روز بیستم

جدول شماره ۴-۱۲ بررسی تغییرات ویسکوزیته ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی ۲۰ روز نگهداری^{۵۷}

تیمار	روز اول	روز دوم	روز سوم
ماست صنعتی	۰/۱۴۷±۰/۱۲۴ ^{Aa}	۰/۰۳۰±۰/۰۰۰ ^{Aa}	۰/۰۱۰±۰/۰۰۰ ^{Aa}
ماست سنتی	۰/۰۹۷±۰/۰۸۳ ^{Aa}	۰/۰۵۷±۰/۰۲۹ ^{Aa}	۰/۰۳۰±۰/۰۰۰ ^{Aa}

۴-۱۳ بررسی میزان آلودگی میکروبی در ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری در طی

۲۰ روز

بررسی دو نمونه ماست نشان داد از نظر مقدار شمارش کلی فرم ها (حداکثر ۱۰ مورد در یک گرم نمونه) و آلودگی به کپک و مخمر (بیشینه ۱۰^۲ مورد در یک گرم نمونه) تمامی نمونه ها در محدوده کم تر از مقدار استاندارد قرار دارد. همچنین هیچ گونه آلودگی به اشرشیاکلی در نمونه ها مشاهده نشد. نتایج بررسی کیفیت میکروبی دو نمونه ماست نشان می دهد مدت زمان نگهداری تاثیر بر روی کیفیت میکروبی آن نداشت است. تفاوت در نوع آغازگر های ماست هم تاثیر بر روی کیفیت ماست نداشته است.

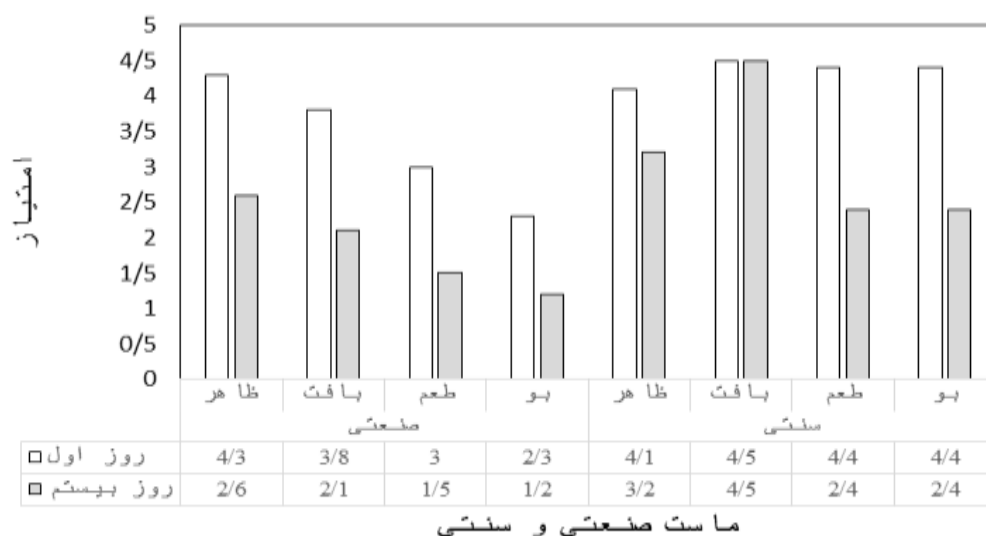
۴-۱۴ ارزیابی حسی

در جدول (۴-۱۴) نتایج مربوط به ارزیابی ویژگی های حسی نمونه های ماست تولید شده با آغازگر بومی (ماست ۴، ماست A۹ و ماست پروبیوتیک) و ماست تجاری (CH1، X11-YC و L811) نشان داده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می شود ماست تهیه شده با آغازگر بومی بیشترین امتیاز را از نظر پذیرش کلی در روز اول کسب کرده است. همچنین ماست با آغازگر بومی طعم، بو، وضعیت ظاهر و بافت بهتری نسبت به ماست تجاری دارد. با گذشت مدت زمان نگهداری کیفیت هر دو ماست کاهش یافته اما ماستی که با استارترهای بومی تهیه شده نسبت به ماست تجاری طعم، بو و ظاهر بهتری

^{۵۷} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت

بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰/۰۰۵)

دارد. نتایج نشان داد که امتیاز ارزیابی حسی هردو نمونه ماست با گذشت زمان کاهش یافت که می تواند بر اثر رشد باکتری های تولید کنند اسید باشد. نتایج حاکی از این است که طعم ماست با آغازگر بومی بعد گذشت ۲۰ روز تغییر چندانی نکرده است. نوع باکتری ماست بر روی خواص حسی تاثیر معنی داری می گذارد. همچنین مدت زمان نگهداری در سطح ۰/۰۵ تاثیر معنی داری بر روی خواص حسی ماست داشت است.



شکل ۴-۱۴ ارزیابی حسی ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری

جدول شماره ۴-۱۳ بررسی تغییرات ظاهر و نمونه ماست در طی ۲۰ روز^{۵۸}

تیمار	روز اول	روز بیستم
صنعتی	۴/۳۰ ± ۱/۵۹ ^{Aa}	۲/۶۰ ± ۱/۴۱ ^{Ba}
سنتی	۴/۱ ± ۱/۰۷ ^{Aa}	۳/۲۰ ± ۰/۷۰ ^{Aa}

^{۵۸} حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰/۰۰۵)

جدول شماره ۴-۱۴ تغییرات بافت ماست بومی و تجاری طی ۲۰ روز نگهداری^{۵۹}

تیمار	روز اول	روز بیستم
صنعتی	۳/۸۰ ± ۱/۱۷ ^{Aa}	۲/۱۰ ± ۰/۷۰ ^{Bb}
سنتی	۴/۵۰ ± ۰/۹۱ ^{Aa}	۴/۵۰ ± ۰/۰۰ ^{Aa}

جدول شماره ۴-۱۵ تغییرات طعم ماست با آغازگر بومی و ماست تجاری طی ۲۰ روز

تیمار	روز اول	روز بیستم
صنعتی	۳/۰۰ ± ۱/۰۵ ^{Ab}	۱/۵۰ ± ۰/۰۰ ^{Ba}
سنتی	۴/۴ ± ۱/۹۶ ^{Aa}	۲/۴۰ ± ۲/۸۰ ^{Ba}

جدول شماره ۴-۱۶ بررسی تغییرات بوی دو نمونه ماست طی ۲۰ روز نگهداری

تیمار	روز اول	روز بیستم
صنعتی	۲/۳۰ ± ۰/۹۱ ^{Ab}	۱/۲۰ ± ۰/۰۰ ^{Aa}
سنتی	۴/۴۰ ± ۲/۱۶ ^{Aa}	۲/۴۰ ± ۲/۸۲ ^{Ba}

۴-۱۵ نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد استفاده از باکتری تولید کننده اسید لاکتیک در تولید ماست، باعث تولید ماست هایی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت می شود. نتایج نشان داد تغییرات pH و اسیدیته با گذشت مدت زمان نگهداری ثابت نبوده، در بعضی از گونه ها در طی ۲۰ روز نگهداری pH کاهش و اسیدیته افزایش یافت که علت آن تخمیر لاکتوز توسط لاکتوباسیلوس ها و تولید اسید لاکتیک

^{۵۶} *حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنا دار میان داده ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت

بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می باشد. (P < ۰/۰۰۵)

می باشد. اما در بعضی دیگر همان طور که قبلا اشاره شد با گذشت مدت زمان نگهداری pH افزایش و اسیدیته کاهش یافت. که علت آن پروتئولیز و تولید میزان بالای ترکیبات آلكالین (اسیدهای آمینه و آمونیاک) می باشد. لاکتوکوکسی ها با دارا بودن سیستم آنزیمی دیگر مثل کیموزین، مسئول تبدیل کارئین به پپتیدها و اسیدآمینه ها هستند. این اسید آمینه ها پیشرو ترکیبات عطری مختلفی هستند. چندین آنزیم که قادر به تبدیل این اسید آمینه ها هستند در لاکتوکوکوس لاکتیس یافت شده اند. همچنین بررسی ماست تولید شده از ترکیب سه باکتری اسید لاکتیک جدا شده از ماست ۴، ماست پروبیوتیک و ماست ۹A را با ماست تولید شده با آغازگرهای تجاری مورد مقایسه قرار داده نتایج حاکی از این است که ماست تولید شده با آغازگر بومی در طی ۲۰ روز اسیدیته و pH آن تغییر چندانی نداشته اما ماست با آغازگر تجاری اسیدیته افزایش و pH کاهش یافته است. چربی در هر دو نمونه ماست در طی ۲۰ روز تغییر چندانی نداشت. آب اندازی طی دوره نگهداری بتدریج کاهش یافته است. ماست تهیه شده با آغازگر بومی میزان آب اندازی کمتری نسبت به نمونه تجاری از خود نشان داد که در طول زمان نگهداری این روند ثابت باقی ماند. قدرت نگهداری آب در ماست تهیه شده با آغازگر بومی بیشتر بوده، در حالی که ماست تهیه شده با آغازگر تجاری با گذشت مدت زمان نگهداری میزان جذب آب در آن به مقدار کمی افزایش یافته است. با توجه به نتایج به نظر می رسد میان کاهش آب اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب نمونه ها رابطه ای وجود دارد به عبارت دیگر نمونه ایی که دارای کمترین میزان آب اندازی است، بیشترین ظرفیت نگهداری آب را دارا است. ماست تهیه شده با آغازگر بومی بافت بهتری نسبت به ماست تهیه شده با آغازگر تجاری داشت. با گذشت زمان بر میزان سفتی بافت نمونه ها افزوده شد به طوری که بالاترین میزان سفتی بافت در نمونه های مربوط به روز ۱۰ دوره نگهداری می باشد که این افزایش سفتی بافت در طول دوره نگهداری به دلیل ایجاد تغییرات در آرایش و اتصالات پروتئین ها با یکدیگر می باشد.

ویسکوزیته هر دو نمونه در طی ۲۰ روز نگهداری کاهش یافته. کاهش گرانروی در اواخر دوره نگهداری می تواند به دلیل ادامه فعالیت میکروارگانیسم های موجود در مایه کشت و تغییر در میکروساختار

ماست باشد. همان گونه که بر روی نمودار مشاهده می شود با افزایش سرعت برشی، گرانروی کاهش یافت. این امر ویژگی سودوپلاستیک (یا رقیق شونده با برش) یعنی کاهش گرانروی با افزایش سرعت برشی را نشان می دهد. در سرعت های برشی پایین با تغییر در سرعت برشی ویسکوزیته، کاهش ناگهانی داشت در حالی که در سرعت های برشی بالاتر، این کاهش ملایم تر بود. مقدار ویسکوزیته در سرعت برشی پایین عامل ایجاد قوام در فراورده ی غذایی است. بررسی ها نشان داد میزان آلودگی میکروبی هر دو نمونه در محدوده کم تر از مقدار استاندارد قرار دارد. همچنین هیچ گونه آلودگی به اشرشیاکلی در نمونه ها مشاهده نشد. ارزیابی حسی ماست های تولید شده با ۱۲ گونه باکتری اسیدلاکتیک نشان داد گونه های جدا شده از ماست طعم، بافت و ظاهر بهتری نسبت به گونه های جدا شده از پنیر و دوغ دارد. مقایسه ارزیابی حسی ماست با آغازگر بومی با ماست تجاری نشان داد، ماست بومی دارای طعم، بافت، و بوی بهتری بود. همچنین بعد از گذشت ۲۰ روز ماست بومی همچنان طعم، بافت، و بوی بهتری نسبت به نمونه تجاری داشت. با گذشت مدت زمان نگهداری کیفیت هر دو ماست کاهش یافت.

۴-۱۶ پیشنهادات و کارهای آینده

اهمیت باکتری های اسیدلاکتیک در بحث صنعت و سلامت هر روز بیشتر می شود. در این بین کشور ما یکی از وارد کننده های سویه های مختلف اسیدلاکتیک باکتری ها و فراورده های آنها طی سال های گذشته بوده است. هدف ما امکان تولید ماست بوسیله باکتری های اسید لاکتیک جدا شده از فراوردهای لبنی آمل بود و یافتن بهترین سویه های اسیدلاکتیک باکتری هایی که قابلیت صنعتی شدن را داشته باشد. باکتری های جدا شده از فراوردهای لبنی آمل (دو نمونه ماست و یک نمونه ماست پروبیوتیک) دارای ویژگی های مطلوبی از نظر طعم و مزه، بو و بافت بود که می تواند در آینده به عنوان آغازگر و یا کمک آغازگر در تولید ماست بکار رود.

پیشنهادهات:

- ۱- از این باکتری ها برای تولید محصولات لبنی دیگری مانند دوغ و پنیر هم استفاده شود.
- ۲- بالا بودن مدت زمان گرمخانه گذاری در این گونه ها باعث می شود که استفاده از آن ها در صنعت با مشکل روبرو شود پس بهتر است برای کاهش دوره گرمخانه گذاری، آنها تحقیقاتی صورت بگیرد.
- ۳- شرایط حفظ و نگهداری این آغازگر ها مورد دیگری است که باید مورد بررسی قرار بگیرد.
- ۴- شمارش تعداد باکتری های زنده و فعال در ماست پس از بیست روز نگهداری در دمای یخچال بررسی شود.

منابع

- ۱- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ ، شیر و فراورده های آن - تعیین اسیدیته pH
- ۲- استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۵ ، ماست و ویژگی ها و روشهای آزمون
- ۳- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ ، تعیین مقدار ماده خشک
- ۴- استاندارد ملی ایران به شماره (۲۱)-۵۴۸۶ ، شیر و فراورده های آن - شمارش کلی فرم ها
- ۵- استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۳۴ و ۵۴۸۶ ، شیر و فراورده های آن - شمارش اشیریشیا کلی -
روش بیشترین تعداد احتمالی (MPN)
- ۶- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۰۸۹۹ ، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جامع برای
شمارش کپک ها و مخمرها - قسمت اول : روش شمارش کلنی در فرآورده های با فعالیت آبی (aw)
بیشتر از ۰/۹۵
- ۷- احسانی م، ۱۳۶۸ ، مکانیسم ها عوامل انعقاد شیر . بخش تکنولوژی شیر موسسه تحقیقات
دامپروری. ص ۸۲-۸۳
- ۸- ام . دی . رنکن و آر . سی کیل ، ۱۳۹۱ ، صنایع غذایی . ج اول ، شعبانی گلدره م . دولتخواه م ، چ دوم
، انتشارات سعیده ، تهران ، ۲۰۸-۲۱۱
- ۹- امیری عقدایی ، س . اعلمی ، م و رضایی ، و ۱۳۸۹ بررسی تاثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی
های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب . نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران. جلد
۶، شماره ۳: ۲۰۱-۲۰۹
- ۱۰- ایرجی فر م و توکلی م (۱۳۹۲) “مروری بر نقش ترکیبات فراسودمند اگزوپلی ساکارید های
باکتریایی در بهبود کیفیت فراورده های لبنی” بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، ص
۶-۱
- ۱۱- تیموری یانسی اسدالله . بهار ۱۳۸۵ . تولید شیر و فراوری آن. چاپ اول . انتشارات آوای مسیح .
ص ۳۳۰ و ۳۴۰ و ۳۴۴ و ۳۴۸ و ۳۵۰ و ۳۵۱ و ۴۵۸ و ۴۶۴ و ۴۶۵ و ۵۷۱
- ۱۲- رشیدی ح ، ۱۳۸۵ ، اصول تولید پنیر و فراورده های آب پنیر . پژوهش توس . مشهد . ص ۱۷-

۱۳- عبدی س. میر ن و دهقان نیری، م، (۱۳۹۱) "بهبود خواص فیزیکی وحسی محصولات لبنی با بهره گیری بهینه ازخواص کاری پروتئین های آب پنیر" **مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران**، شماره ۵، دوره ۷: ص ۸۹۷-۹۰۸.

۱۴- فاطمی ح، ۱۳۷۸، **شیمی مواد غذایی**. شرکت سهامی انتشار. تهران. ص ۱۳۶-۲۷۴-۲۷۵

۱۵-فرهنودی ف، ۱۳۷۷، **صنعت شیر** ج ۱. انتشارات شرکت جهاد و آموزش تهران. تهران. ص ۴۶-۴۸، ۵۲-۵۳

۱۶- مرتضوی ع.، معتمدزادگان ع، گوهری اردبیلی ا، اعلمی م، ۱۳۸۵، **میکروبیولوژی غذایی مدرن**. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه فردوسی. مشهد. ص ۳۴-۳۵

۱۷-میر نظامی ضیابری ح، ۱۳۸۲، **فن آوری شیر و فراورده های آن**. نشر علوم کشاورزی. تهران. ص ۲۳۱-۲۲۸، ۸-۶

۱۸- نجف نجفی م.، نخچیان ح، ۱۳۸۲، **میکروبیولوژی شیروفرآورده های لبنی**. چاپ اول. جلد اول. انتشارات توس. ص ۵۵-۵۷ و ۶۶ و ۱۳۸-۱۳۹ و ۱۴۱-۱۵۴.

۱۹- نصیری پور تبریزی پ، حصارى ج، قنبرزاده ب، مرد دمیرچی ص، قیاسی فر ش، ۱۳۹۱، ویژگی های رئولوژیکی، حسی و آب اندازی نمونه های ماست تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکاید YF L811. **نشر پژوهش های صنایع غذایی**، جلد ۲۲، شماره ۴

۲۰- ویلیام فریزیر و دنیس وستهوف، ۱۳۸۴، **میکروبیولوژی مواد غذایی**، مرتضوی ع. کاشانی نژاد م. ضیاءالحق ح، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۷۴-۷۷

21-Akin MB, AkIn M S ,and Kirmac I Z (2007)“ Effects of inulin and sugar leve on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream” **Food Chemistry**, 104 pp93-99

22-Al-kadamany E, khattar M, Haddad T, and Toufeili I (2003)“ Estimation of shelf life of concentrated yoghurt by monitoring selected microbiological and physiological changes during storage” **Journal of Dairy Science**. 85: 1023–1030

23-Bonczar G, Wszolek M, and Siuta A. (2002) “The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe’s milk” **Food Chemistry** 79: pp85-91

24-Burkus, Z., & Temelli, F.(2005) Rheological properties of barley b-glucan. **Carbohydrate Polymers**, 59, 459–465.

- 25-Donkor N, Nilmini SLI, Stolic P, Vasilje V, and Shah N (2007) “Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage” **Int dairy J** 17:657-665
- 26-Fox PF, Law J, McSweeney PLH, and Wallace J (1993) “ Biochemistry of cheese ripening. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology” **Fox P F ed London: Chapman & Hall** Vol 1: General Aspects, 2nd edn, pp 389–438
- 27- Hoang-Dung T, Fennema O, Hui Y, Walstra P, Karel M. (2004) “Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects” 3th ed. New York, USA, **Marcel Dekker Inc**, pp 18-85.
- 28- Kalab M, Wojtas P. A, and Todd. B. E. P (1983) “Development of microstructure in set-style nonfat yogurt”. **Journal of Food Microstructure**, 2, pp 51-66.
- 29-Loucase A (2003) “The kulahari kid corporation. Manufacturing And Marketing of Goat's Milk-kefir” **Pakistan Journal of Nutrition** PP66-87
- 30- mani-López E, palou E , and. López M (2014) “probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria” **J. Dairy Sci.** 97 P:2578–2590
- 31- Meilgaard M, Civille G.V, and Carr B.T (1999) Sensory evaluation techniques, **Third edition. CRC Press LLC publishing.**
- 32- Mortazavian, A., Sohrabvand, S. (2006). Probiotics and Probiotic Food Product. **Eta Publisher** .Tehran.Iran: PP 65- 78
- 33- Morris, E.R. and Taylor, L.J. (1982)“ Oralperception of fluid viscosity” **Progress in Foodand Nutrition Science**, 6:PP 285-296.
- 34- Ostili HM ,Helland MH and, Narvhus J.A (2003) ”Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk” **In J Food Microbial** 87:pp17-27
- 35- Ot'es s , and Cagindi O.K (2003)“ A Probiotic Dairy-composition, Nutritional and Therapeutic Aspects” **Pakistan Journal of Nutrition** 2.20 PP 59-54
- 36- OZCAN, TULAY. David S. Horne, and John A. LUCEYT.(2015) “Yogurt made from milk heated at different pH values” **J. Dairy Sci.**, 98:1–10
- 37- Ostlie HM. Helland MA.and Narvhus JA(2003) “Growth and metabolism of selected strains of probiotic” **Int. J. Food Microbiol** , 15:87(1-2)pp17-27
- 38- Prescott M. L, Harely J. P , and .Klein D. A (2002) “**Microbiology**”.fifth edition. MC Graw-Hill.P 972-979.
- 39- Rabia A, Shah P (2011) “Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* , *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*,

Lactobacillus casei and Bifidobacterium spp. in yoghurt — A review” **International Journal of Food Microbiology** 149 PP194–208

40- Terzi A.C, Tonkovik K.C ,Pavunc A.L ,Beganovi J ,Strahini I ,Koji M ,Veljovi K ,Goil N ,Kosb .Z ,Cade N.Z ,Gregurek L ,Skovi J.S , Raspor P ,Topisirovi L.S.(2015) “Evaluation of autochthonous lactic acid bacteria as starter cultures for production of white pickled and fresh soft cheeses” **LWT - Food Science and Technology.**, 63, 298,pp306

41- Tamime A.Y, Barrantes E, Sword A.M. (1996) “The effects of starch based fat Substitute on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder” **Journal of the Society of Dairy Technology**, 49,pp 1–10.

42- Tamime A. Y, Barrantes E, and Sword A. M. (1996) “The effects of starch based fat substitutes on the Micro structure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder” **Journal of the Society of Dairy Technology**, 49,pp 1–10.

43- ZVANCHAROVA,T.,U. BALTOVA and Z.URSHEV.(2013).“Starter cultures for production of loghurt from sheep’s milk with extended shelf life” **Bulg.J. Agric .Sci.**,supplement2,19,pp 94-96

44- ZARA F,BOYE J.I,ORSAT.V,CHAMPAGNE C,and SIMPSON BK.(2011) “Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour ” **J. of. Food Research International** .,44,pp2482-2488

45-Wysong R L (2001)“ Beneficial lactobacilli in foodand feed”. **Journal of Protection**, pp4: 487–51.

46- Walstra P ., I Woulters , and T. J Geurts . 2006. **Dairy science and technology**. CRC

Abstract

In this study , using the bacteria taken from Amul dairy products, including yogurt , cheese, drinking yogurt and probiotic bacteria (taken from the local-non-industrial – dairy products) different samples were made and their physical and chemical properties were evaluated. Then, the panelists evaluated the samples sensory properties. Samples with the highest acceptance rate were selected for the final sample. These samples included two kinds of bacteria taken from industrial yogurt and one kind if prebiotic bacteria. During 20 days of storage at 4 c , the sample made of prebiotic bacteria was compared with the one made of industrial starter and their physical ,chemical and microbial properties were evaluated. The results of rheological test clearly showed a thinning behavior upon shear .The viscosity rate of both samples during 20 days was significantly different. After twenty days of storage, the yogurt made by prebiotic starter exhibited more solidity of tissue in comparison to the industrial yogurt. During the 20 days of storage, pH samples of industrial yogurt decreased and its acidity increased. However, in the yogurt made by prebiotic starter, on the twentieth day, pH decreased slightly and acidity increased. From the first day until the tenth day, fat changes was 5% which is a reasonable level and showed a decreasing trend. In the yogurt made by prebiotic starter, water-holding capacity was higher thus it oozed lesser water. Likewise, no microbial contamination (E.coil, coliform, mold and yeast) more than standard level of twenty day storage was observed. In comparison to industrial yogurt, the yogurt made by prebiotic starter had higher sensory acceptance among panelists.

Keywords: Yoghurts, Yogurt with native primers, Chemical properties, Organoleptic properties, Physical properties



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

Department of Horticulture and Food science

M.Se

**Investigation of produce fermentative dairy products using isolated
Lactic Acid Bacteria from traditional dairy products**

Marzieh Sobhani

Supervisors:

Dr.Hamid Reza Samadloiy

February 2016