



بررسی خواص بافتی و حسی ماست‌های تولیدی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک جدا شده از ماست‌های گوسفندی مناطق مشهد، همدان و دزفول

مبین زمان^۱، نفیسه دعوتی^{۲*}، مصطفی کرمی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶

کلمات کلیدی:

باکتری‌های اسید لاکتیک،

بافت،

لیپولیز،

حسی،

پروتئولیز.

ماست گوسفندی یکی از محصولات لبنی مغذی در ایران است. هدف این مطالعه، شناسایی مولکولی باکتری‌های اسید لاکتیک جدا شده از ماست‌های گوسفندی مشهد، دزفول و همدان و بررسی خواص تکنولوژیکی آن‌ها بود. ۴۷ جدایه باکتری توسط تکثیر ژن 16S rDNA با PCR و سپس توالی‌یابی از نظر مولکولی شناسایی شدند. خواص تکنولوژیکی جدایه‌ها شامل تولید اسید لاکتیک، دی‌استیل، فعالیت‌های لیپولیتیکی، اوره‌آزی و پروتئولیتیکی بررسی شدند. آنالیز آماری داده‌ها توسط SPSS نشان داد که تولید دی‌استیل و تغییرات pH در طی ۲۴ ساعت توسط جدایه‌ها بین ماست‌های دزفول، همدان و مشهد به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) متفاوت است. خواص تکنولوژیکی جدایه‌ها ثابت کرد که استرپتوکوکوس سالواریوس زیرگونه ترموفیلوس (H1, H2) و لاکتوباسیلوس دلبروکیزیرگونه بولگاریکوس (H1, H2, H3, H7, H10) از ماست گوسفندی همدان پتانسیل تکنولوژیکی بالایی دارند. همچنین براساس نتایج آنالیز خواص حسی و سفتی بافت ماست‌های تولید شده توسط جدایه‌های منتخب، استرپتوکوکوس سالواریوس (H2) و لاکتوباسیلوس دلبروکیزیرگونه (H3) به عنوان کشت آغازگر مناسب پیشنهاد شدند.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.171

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.21.4

* مسئول مکاتبات:

n.davati@basu.ac.ir

۱- مقدمه

ماست به دلیل وجود اسیدهای آلی، مواد معدنی، انواع ویتامین‌ها و فلور میکروبی مسئول تخمیر آن ارزش غذایی بالایی دارد و مصرف آن به دلیل خواص تغذیه‌ای آن همواره توصیه شده است. ماست حاوی منیزیم، فسفر، روی و کلسیم بوده و نسبت به شیر قابلیت هضم چربی، مواد معدنی، لاکتوز و پروتئین آن بهتر است. مصرف ماست به دلیل داشتن خاصیت ضد میکروبی و فلور لاکتیکی ارزشمند آن در پیشگیری از سرطان بخصوص سرطان کولون موثر می‌باشد [۱]. اکثر ماست‌های حاصل از تولید صنعتی در کشور از شیر گاو می‌باشد اما ماست گوسفندی نظیر ماست‌های حاصل از شیر بز و شتر به دلیل ترکیباتش بخصوص چربی بالا طرفداران خاص خود را در ایران دارد، که بیشتر به صورت محلی تولید می‌شود. مقدار چربی شیر گاو تقریباً ۳۳-۴۷ گرم در لیتر و برای گوسفند حدود ۷۱ گرم در لیتر است. البته تفاوت غلظت چربی در یک گونه به نژاد، ویژگی‌های دام، مرحله شیرآوری، بیماری ورم پستان، رژیم غذایی و فصل شیردهی بستگی دارد [۲]. کیفیت ماست علاوه بر ترکیبات شیر اولیه، به موقعیت جغرافیایی، روش تولید و غیره بستگی دارد و عطر و طعم آن بیشتر به فلور میکروبی ذاتی آن وابسته است. اما با اعمال فرایندهای حرارتی و استفاده از افزودنی‌ها، اکثر فلور میکروبی ذاتی آن از بین می‌روند. بدیهی است برای حفظ خواص سنتی و ویژگی‌های حسی این محصول، سویه‌های لاکتیکی ذاتی آن بایستی جداسازی و شناسایی شوند. ماست‌های صنعتی توسط کشت‌های آغازگر تجاری تولید می‌شوند که از قبل پتانسیل‌های تکنولوژیکی آن بررسی شده است، اما ماست‌های گوسفندی محلی که حاوی سویه‌های بومی ناشناخته کشورمان هستند می‌توانند حاوی فلور میکروبی با خواص ممتاز تکنولوژیکی باشند که برای صنعت لبنیات می‌تواند بسیار پرکاربرد باشد. از دیدگاه تکنولوژیکی، یکی از ویژگی‌های مهم کشت آغازگر داشتن پتانسیل بالا در تولید اسید لاکتیک است. همچنین فعالیت لیپولیتیکی باکتری‌ها اهمیت زیادی از لحاظ ایجاد طعم خاص در محصولات لبنی نظیر ماست دارد [۳]. پروتئولیز نیز در طی رسیدگی محصولات تخمیری اهمیت دارد و باکتری‌های اسید لاکتیک با فعالیت پروتئولیتیکی در متابولیسم نیتروژن نقش مهمی ایفاء

می‌کنند. در این زمینه نقش پروتئین از خارج سلولی متصل به دیواره سلولی، بسیار قابل توجه است. زیرا طعم را با شکستن کازئین به پپتیدهای کوچک‌تر و در نهایت اسیدهای آمینه توسعه می‌دهند [۴]. هدف از انجام این مطالعه، جداسازی و شناسایی فلور لاکتیکی ذاتی موجود در ماست‌های گوسفندی محلی از اقلیم‌هایی با آب و هوای متفاوت ایران شامل مشهد، دزفول و همدان و سپس غربالگری جدایه‌ها با خواص تکنولوژیکی بالا جهت تولید ماست و مقایسه آن با ماست صنعتی است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- نمونه برداری و جداسازی باکتری‌های

اسید لاکتیک

ماست گوسفندی از مشهد، دزفول و همدان تحت شرایط استریل جمع‌آوری و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شد [۵]. بعد از رقیق سازی نمونه‌ها تا رقت 10^{-7} در رینگر مقدار 0.1 میلی‌لیتر روی محیط‌های کشت MRS آگار (مرک، آلمان) و M17 آگار (مرک، آلمان) کشت گردید. سپس محیط M17 آگار (برای کوکسی) در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد و محیط MRS آگار (برای لاکتوباسیل) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط بی‌هوازی و به مدت ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری گردیدند. در مرحله بعد کلنی‌های خالص‌سازی شده توسط کشت خطی توسط تست کاتالاز، مشاهده میکروسکوپی و رنگ آمیزی گرم مورد بررسی اولیه قرار گرفتند [۶ و ۷].

۲-۲- شناسایی مولکولی

از جدایه‌های گرم مثبت و کاتالاز منفی، DNA مطابق روش زیر استخراج شد [۸]. ابتدا چند کلنی در $100 \mu\text{l}$ آب دیونیزه استریل حل شد و سپس $100 \mu\text{l}$ محلول الکل ایزوآمیل (مرک، آلمان) و کلروفرم (مرک، آلمان) به نسبت ۱ به ۲۴ اضافه شد و برای ۵ ثانیه ورتکس گردید. مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه با دور 16000g سانتریفیوژ شد و از فاز آبی رویی حاوی DNA برای واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR) استفاده شد. محلول واکنش PCR شامل $16 \mu\text{l}$ آب دیونیزه استریل، $2 \mu\text{l}$ از پرایمرهای B27F و U1492R (بایونیر، کره) با غلظت $10 \text{ picomol}/\mu\text{l}$

نشان‌دهنده فعالیت پروتئولیتیکی جدایه‌ها بود [۱۱].

۲-۳-۴- ارزیابی فعالیت لیپولیتیکی

جدایه‌های لاکتیکی فعال شده به صورت نقطه‌ای روی محیط کشت حاوی آگار ۲۰g/lit، کلرید کلسیم ۰/۱g/lit، توئین ۲۰ml/lit، کلرید سدیم ۵g/lit و پپتون ۱۰g/lit کشت گردیدند و دردمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. ایجاد هاله اطراف کلنی نشان‌دهنده فعالیت لیپولیتیکی مثبت جدایه‌ها بود [۱۲].

۲-۳-۵- ارزیابی تولید دی استیل

۵۰۰µl محلول پتاس ۱۶٪ حاوی آلفا نفتول به کشت ۲۴ ساعته جدایه‌ها در شیر استریل افزوده شد و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد. تشکیل حلقه قرمز نشانه دی استیل مثبت بودن جدایه‌ها است. درجه‌بندی تولید دی استیل برای مدت‌های کمتر از ۳، ۷-۳، ۱۵-۷ و ۱۵-۶ دقیقه به ترتیب خیلی خوب، خوب، متوسط و خیلی ضعیف ثبت شدند [۱۳].

۲-۳-۶- ارزیابی فعالیت اوره آزی

جدایه‌ها در محیط اوره برات (مرک، آلمان) به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند. تغییر رنگ محیط به رنگ قرمز نمایانگر اوره آز مثبت و عدم تغییر رنگ محیط بیانگر اوره آز منفی بودن جدایه‌ها است [۱۴].

۲-۴- تولید ماست توسط جدایه‌های فعالیت

تکنولوژیکی بالا

ابتدا شیر با ۲/۵٪ چربی تا ۸۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و تا دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد سرد گردید. سپس از جدایه‌های لاکتوباسیلوسولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس که براساس نتایج قبلی دارای خواص تکنولوژیکی مناسب بودند با نسبت مساوی (۳٪) و جداگانه آغازگر صنعتی افزوده شد و در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد تا ۴/۴-۴/۶ pH گرمخانه‌گذاری گردید [۱۵].

۲-۵- ارزیابی خواص رئولوژی ماست توسط

ویسکومتر و اینستران

میانگین ویسکوزیته نمونه‌های ماست با شرایط یکسان توسط دستگاه ویسکومتر بروکفیلد مدل DV2T (Massachusetts،

۲۵µl ماست میکس (یکتا تجهیز، ایران) و DNA ۵µl بود. مراحل انجام این واکنش بعد از فعال سازی در ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه، ۳۵ سیکل برنامه دمایی- زمانی شامل واسرشته‌سازی در ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال در ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ ثانیه، توسعه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه و سپس توسعه نهایی در ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه و در مرحله پایانی سرد کردن به مدت ۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بود. محصول PCR حدود ۱۲۰۰bp جهت توالی‌یابی (ماکروژن، کره) ارسال شد.

۲-۳- سنجش خواص تکنولوژیکی جدایه‌ها

جهت ارزیابی خواص تکنولوژیکی جدایه‌ها، کوکسی‌ها در M17 برات و دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد و میله‌ای‌ها در MRS برات و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت فعال‌سازی شدند.

۲-۳-۱- بررسی توانایی جدایه‌ها در تولید اسید لاکتیک

توسط روش تیتراسیون

ابتدا به میزان ۱٪ از جدایه‌های لاکتیکی فعال شده در شیر استریل کشت داده و تا تشکیل لخته در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند. سپس ۵ میلی لیتر از ماست توسط سود (مرک، آلمان) ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالین تا ایجاد رنگ صورتی تیتراگردید، هر میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال مصرف شده برابر با ۹/۰۰۸mg اسید لاکتیک است [۹].

۲-۳-۲- اندازه گیری pH ماست

به میزان ۱٪ از جدایه‌های لاکتیکی فعال سازی شده در شیر استریل کشت گردید و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند. سپس تغییرات pH ماست در فواصل زمانی ۳ ساعته توسط pH متر (827pH LAB، سوئیس) در طی ۲۴ ساعت اندازه گیری شد [۱۰]. pH ماست‌های تولیدی توسط جدایه‌های منتخب هم با این دستگاه اندازه‌گیری شد.

۲-۳-۳- ارزیابی فعالیت پروتئولیتیکی

جدایه‌های فعال شده به صورت لکه‌گذاری روی محیط پلیت کانت آگار (مرک، آلمان) حاوی ۲ و ۴ درصد شیر خشک (مرک، آلمان) کشت شدند و به مدت ۴ روز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردیدند. سپس محلول اسید کلریدریک ۱٪ روی سطح محیط کشت اضافه شد. تشکیل هاله اطراف کلنی

pH بعد از ۳ ساعت گرمخانه‌گذاری برای هر گروه از جدایه‌های لاکتیکی جداگانه، شامل استرپتوکوکوس‌ها و لاکتوباسیلوس‌ها، بین سه شهر مشهد، دزفول و همدان از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰.۰۵ ارزیابی گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- شناسایی مولکولی جدایه‌ها

ژل الکتروفورسیز ژن ۱۶S rDNA تکثیر یافته توسط PCR از جدایه‌های لاکتیکی در شکل ۱ و توزیع باکتری‌های اسید لاکتیک در ماست سه منطقه در شکل ۲ نشان داده می‌شوند. نتایج شناسایی مولکولی جدایه‌های لاکتیکی ماست نشان داد که لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس در ماست گوسفندی همدان و استرپتوکوکوس سالواریوس زیرگونه ترموفیلوس از ماست گوسفندی مشهد و دزفول فلور غالب لاکتیکی را تشکیل می‌دهد. براساس تشخیص مولکولی تنوع فلور میکروبی ماست همدان بیشتر از دو منطقه دیگر است. این تنوع میکروبی در نمونه‌های ماست مناطق غربی ایران قبلاً توسط [۱۹] نیز تایید شده بود و حضور *انتروکوکوس فاسیوم*، *لاکتوباسیلوس جانسونی*، *لاکتوباسیلوس پاراپلانناروم*، *لاکتوباسیلوس دلبروکی*، *انتروکوکوس دورانس*، *لاکتوباسیلوس فریتوشنسینز* و *پدیوکوکوس اسیدی لاکتیسی* در ماست عشایر الوند آشکار گردید. علت وجود تنوع میکروبی در ماستگوسفندی همدان ناشی از آلودگی ثانویه، فلور میکروبی متنوع مایه اولیه ماست و نژاد گوسفند می‌تواند باشد.

(USA) و توسط اسپیندل (sc4-21) در ۱۰ درجه سانتی‌گراد بررسی شد [۱۶]. از دستگاه اینستران (سنتام 5-stm، ایران) نیز جهت تعیین ویژگی‌های بافتی استفاده گردید. از ظرف با قطر ۷/۵ سانتی‌متر استفاده شد و پروب دستگاه به میزان ۳۵ میلی‌متر در نمونه ماست نفوذ کرد. منحنی نیروهای حاصل با سرعت ثابت ۲ میلی‌متر بر ثانیه در ۶ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید [۱۷].

۲-۶- ارزیابی میزان آب اندازی نمونه‌های ماست

۳۰ میلی‌لیتر ماست به لوله فالکن ۵۰ میلی‌لیتری اضافه شد و به مدت ۲۰ دقیقه با شدت دور ۱۵۳۰g سانتریفیوژ شد. سپس مقدار آب‌اندازی نمونه‌ها بر اساس فرمول $100 \times (\text{وزن اولیه ماست} / \text{وزن مایع آزاد شده}) = \text{درصد آب اندازی ماست}$ [۱۸] محاسب شد.

۲-۷- ارزیابی خواص حسی ماست

ویژگی‌های حسی (رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی) ماست‌های تولیدی توسط جدایه‌های منتخب و کشت آغازگر صنعتی توسط پرسش‌نامه مقیاس هدونیک ۵ درجه‌ای (۱: حداقل قابل قبول، ۵: بسیار خوب) توسط ۶ نفر خانم و ۶ نفر آقا امتیازدهی شد.

۲-۸- آنالیز آماری با نرم افزار SPSS16

جهت بررسی اثر نوع سویه میکروبی جدا شده از ماست و منطقه جغرافیایی مربوط به نمونه برداری ماست بر هر یک از خواص تکنولوژیکی مورد بررسی، شامل تولید اسید لاکتیک، دی‌استیل، فعالیت‌های لیپولیتیکی، اوره‌آزی و پروتئولیتیکی، از آنالیز واریانس دوطرفه استفاده گردید. جهت مقایسه آماری میانگین تغییرات

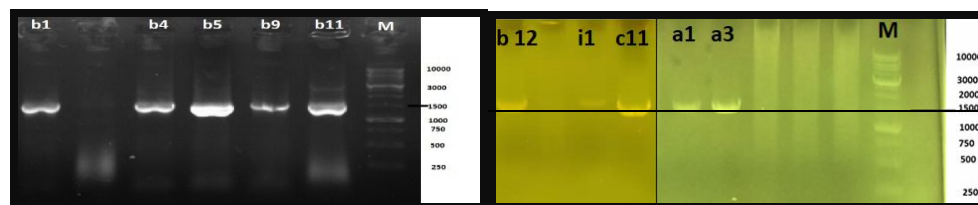


Fig 1 Agarose gel electrophoresis analysis of 16S rRNA gene of lactic acid bacteria isolated from ewe's yogurts. b1: *L. bulgaricus* (H1), b4: *L. bulgaricus* (H2), b5: *L. bulgaricus* (H3), b9: *L. bulgaricus* (H7), b11: *L. bulgaricus* (H9), b12: *L. bulgaricus* (H10), i1: *S. thermophilus* (Reference), c11: *S. thermophilus* (D10), a1: *S. thermophilus* (H1), a3: *S. thermophilus* (H2). M: marker 1000bp.

شده از ماست همدان موفق عمل کردند. نقش اصلی لاکتوباسیلوس دلبروکی در تولید ماست و تولید اسید لاکتیک بارها در تحقیقات گذشته ثابت شده و یک امتیاز در امر تولید ماست محسوب می‌شود.

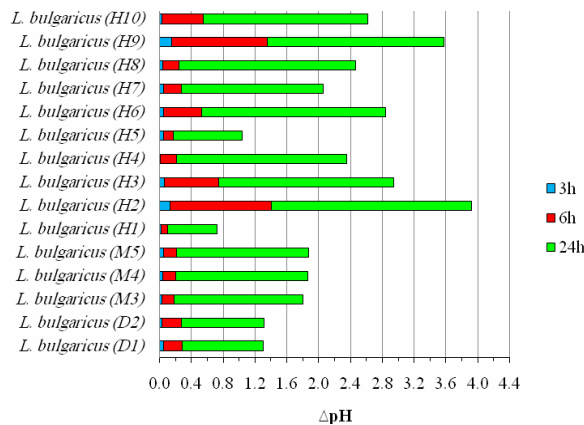


Fig 3 pH changes by *Lactobacillus* isolates during 24 H. M: Mashhad, H: Hamedan, D: Dezful.

توانایی باکتری‌های اسید لاکتیک در کاهش سریع pH در طی ۲۴ ساعات اولیه جهت تولید محصولات تخمیری نظیر پنیر اهمیت دارد زیرا علاوه بر ممانعت از رشد باکتری‌های بیماری‌زا باعث کوآگولاسیون سریع کازئین شیر نیز می‌شود [۲۳]. توانایی گونه‌های لاکتوباسیلی جدا شده از محصولات تخمیری غرب کشور نیز قبلاً توسط مطالعه [۱۹] بر روی ماست گوسفندی منطقه الوند ثابت شده بود. میزان قابلیت کاهش pH بعد از ۶ ساعت Δ pH بعد از ۳ ساعت توسط جدایه‌های استرپتوکوکوسی نمونه‌های ماست گوسفندی نشان داد (شکل ۴) که تنها جدایه‌های ماست دزفول به جز D9 در Δ pH=۰/۴ توانایی داشتند. در آزمون تکمیلی سنجش قدرت کاهش pH بعد از ۶ ساعت، جدایه‌های استرپتوکوکوسی H1 و H2 ماست همدان و تمام جدایه‌های استرپتوکوکوسی ماست دزفول بخصوص D3 و D11 موفق عمل کردند. در تکمیل ارزیابی توانایی جدایه‌ها در تولید اسید و کاهش pH، تغییرات اسیدیته برحسب میلی‌گرم اسیدلاکتیک در میلی‌لیتر طی تخمیر ماست نیز اندازه‌گیری شد. همچنین نتایج نشان داد که در بین جدایه‌های لاکتوباسیلوسی، تمام جدایه‌های ماست همدان به جز جدایه‌های H1 و H5 نسبت به ماست‌های مشهد و دزفول دارای شیب سریع‌تری در

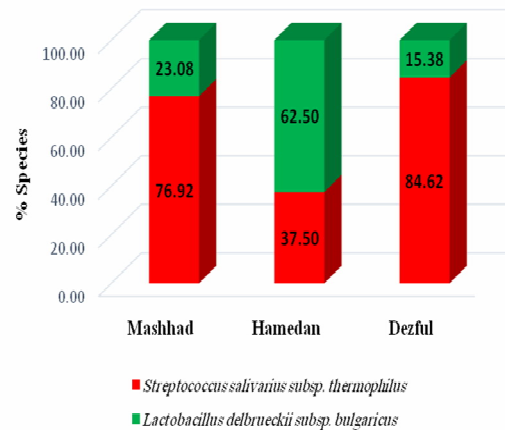


Fig 2 Distribution of lactic acid bacteria from ewe's yogurts

روی فلور میکروبی ماست‌های محلی ایران مطالعات متعددی صورت گرفته است. در این زمینه بنیادی و همکاران [۲۰] لاکتوباسیلوس دلبروکی و لاکتوباسیلوس پلانتروم را فلور غالب ماست‌های سنتی روستاهای استان آذربایجان شرقی گزارش کردند. همچنین ظفر مختاریان و همکاران [۲۱] گونه‌های لاکتوباسیلوس پلانتروم، لاکتوباسیلوس کازئی، لاکتوباسیلوس بوچنری و لاکتوباسیلوس رامنوزوس را در ماست و شیر گوسفندی روستاهای ارومیه گزارش کردند. براساس مطالعات انجام شده در دنیا جنس لاکتوباسیلوس (۸۶/۹۶٪) بیش‌ترین سهم را در بین جدایه‌های لاکتیکی محصولات لبنی‌شان داده است [۲۲]. در مطالعه ما نیز فلور لاکتیکی غالب ماست همدان از جنس لاکتوباسیلوس بود. البته باید توجه داشت که فلور لاکتیکی محصولات لبنی محلی بسته به نوع محصول، روش تولید، مواد افزودنی و شرایط آب و هوایی متفاوت است.

۲-۳- قابلیت تولید اسید و کاهش pH

براساس یافته‌های گذشته، یک گونه میکروبی مناسب به عنوان کشت آغازگر بایستی به مدت ۶ ساعت pH=۵ در دمای ۳۰°C ایجاد کند و بعد از ۳ ساعت تخمیر اختلاف pH برابر ۰/۴ (Δ pH=۰/۴ U) در همان دما حاصل کند [۱۰]. اما براساس نتایج ما هیچکدام از جدایه‌های لاکتوباسیلی قادر به Δ pH=۰/۴ نبودند. و در این بین تنها جدایه‌های H2 و H9 لاکتوباسیلی از نمونه ماست همدان نسبت به بقیه جدایه‌ها، pH را سریع‌تر کاهش داد (شکل ۳). در آزمون تکمیلی قدرت کاهش pH بعد از ۶ ساعت نیز تنها گونه‌های لاکتوباسیلی جدا

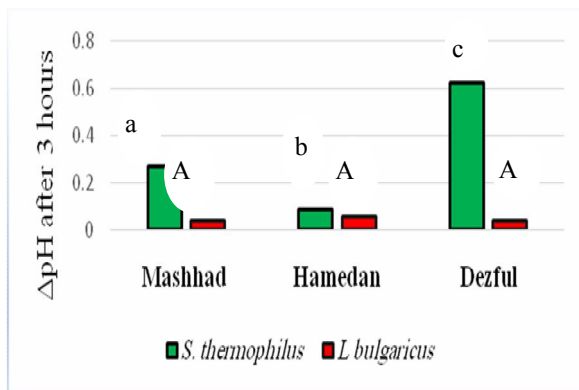


Fig 5 pH changes byof Lactic acid bacteria isolates from 3 different regionsfor 3 hours. Columns having common letters are not significantly different ($P < 0.05$), capital letter for Lactobacillus and small letter for Streptococcus.

بر اساس نتایج ما جدایه‌های استرپتوکوکوسی H1 و H2 و لاکتوباسیلوسی H2 و H9 از ماست همدان و اکثر جدایه‌های استرپتوکوکوسیز ماست گوسفندی دزفول به عنوان جدایه‌هایی با قدرت بالای تولید اسید پیشنهاد می‌شوند.

۳-۳- ارزیابی تولید دی استیل، فعالیت‌های اوره-آزی، لیپولیتیکی و پروتئولیتیکی

بر اساس نتایج، تمام جدایه‌های لاکتیکی از ماست سه منطقه مورد مطالعه دارای فعالیت‌های لیپولیتیکی و پروتئولیتیکی بوده و فاقد فعالیت اوره‌آزی هستند. وجود هاله اطراف کلنی در محیط کشت دارای شیر خشک، نشانه فعالیت پروتئولیتیکی جدایه‌ها و وجود هاله اطراف کلنی در محیط کشت مربوطه به دلیل ترسیب نمک کلسیم اسیدهای چرب آزاد هیدرولیز شده نشانه فعالیت لیپولیتیکی جدایه‌ها است. بر اساس گزارش پیراینو و همکاران [۲۷]، باکتری‌های اسید لاکتیک با توانایی بالا در تولید اسید لاکتیک قادر به فعالیت بالای پروتئولیتیکی نیستند. همچنین اومافوبه و همکاران [۲۶] تنها ۱۸٪ و آکورو و همکاران [۲۸] تنها ۴۴٪ از جدایه‌های لاکتیکی مورد مطالعه خود را با فعالیت لیپولیتیکی گزارش کردند. درمقایسه با مطالعات صورت گرفته، جدایه‌های لاکتیکی ماست‌های گوسفندی مناطق مورد مطالعه ما قادر بودند علاوه بر تولید اسید لاکتیک دارای فعالیت‌های پروتئازی و لیپازی باشند.

تولید اسید لاکتیک در ساعات اولیه بودند و در بین جدایه‌های استرپتوکوکوسی، جدایه‌های ماست دزفول نسبت به جدایه‌های ماست‌های مشهد و همدان توانایی بیشتری را در تولید اسید لاکتیک در ساعات اولیه نشان دادند.

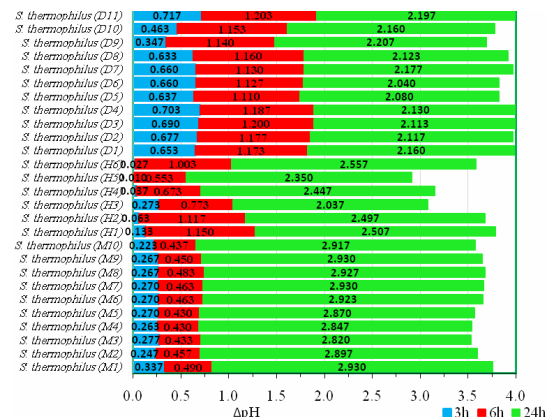


Fig 4 pH changes by Streptococcus isolates during 24 H. M: Mashhad, H: Hamedan, D: Dezful.

در مطالعه ما اکثر جدایه‌های لاکتوباسیلوسی در مقایسه با جدایه‌های استرپتوکوکوسی قابلیت ضعیفی در تولید اسید لاکتیک نشان دادند. بیل و همکاران [۲۴] در مطالعه خود نشان دادند که استرپتوکوکوس ترموفیلوس قادر به تولید (g/l) ۳۳/۵۳ اسید لاکتیک و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس قادر به تولید (g/l) ۲۸/۲۲ اسید لاکتیک بود. ال-سودا نیز در تحقیق خود نشان داد که ۱۰٪ لاکتوباسیلوس‌های جدا شده از پنیر تولید کننده قوی و ۶۶٪ آن‌ها تولید کننده ضعیف اسید لاکتیک هستند [۲۵]. اومافوبه گزارش کرد که هیچ کدام از جدایه‌های لاکتوباسیلوس مورد مطالعه‌اش قادر به ایجاد ΔpH به میزان ۰/۴ واحد بعد از ۳ ساعت گرمخانه‌گذاری نبودند [۲۶].

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه برای جدایه‌های استرپتوکوکوسی نشان داد که میانگین تغییرات pH بعد از ۳ ساعت گرمخانه‌گذاری بینین جدایه‌ها از ماست سه منطقه یکسان نبود و میانگین‌ها دارای تفاوت معنی داری ($P\text{-value} < 0.05$) بودند و آزمون LSD نشان داد که هر سه نمونه با یکدیگر از نظر این تغییرات pH دارای تفاوت معنی داری هستند (شکل ۵).

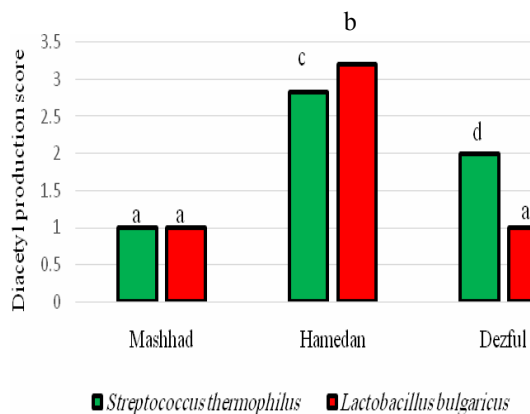


Fig 6 diacetyl production score of Lactic acid bacteria isolates from 3 different regions. Columns having common letters are not significantly different ($P < 0.05$).

۳-۴- تولید ماست توسط جدایه‌های لاکتیکی

منتخب

براساس نتایج آزمون‌های ارزیابی خواص تکنولوژیکی، جدایه‌های لاکتیکی حاصل از ماست گوسفندی همدان به عنوان جدایه‌های منتخب جهت تولید ماست مطابق جدول ۱ استفاده شدند.

Table 1 yogurts produced by selected isolates. H: Hamedan

Yogurt code	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
A	<i>S. thermophilus</i> (H1)	<i>L. bulgaricus</i> (H1)
B	<i>S. thermophilus</i> (H2)	<i>L. bulgaricus</i> (H1)
C	<i>S. thermophilus</i> (H1)	<i>L. bulgaricus</i> (H2)
D	<i>S. thermophilus</i> (H2)	<i>L. bulgaricus</i> (H2)
E	<i>S. thermophilus</i> (H1)	<i>L. bulgaricus</i> (H3)
F	<i>S. thermophilus</i> (H2)	<i>L. bulgaricus</i> (H3)
G	<i>S. thermophilus</i> (H1)	<i>L. bulgaricus</i> (H7)
H	<i>S. thermophilus</i> (H2)	<i>L. bulgaricus</i> (H7)
I	<i>S. thermophilus</i> (H1)	<i>L. bulgaricus</i> (H10)
J	<i>S. thermophilus</i> (H2)	<i>L. bulgaricus</i> (H10)
K	<i>S. thermophilus</i> (H1)	<i>L. bulgaricus</i> (H9)
L	<i>S. thermophilus</i> (H2)	<i>L. bulgaricus</i> (H9)
M	Industrial starter culture	Industrial starter culture

آغازگر صنعتی M بالاترین نمره را به دست آورد و در بین نمونه‌های ماست تولیدی توسط جدایه‌ها، تنها E, J و I دارای نمره نزدیک به ماست M بودند. این ماست‌ها مطابق با جدول ۱ توسط *L. bulgaricus* (H3), *L. bulgaricus* (H10), *S.*

اما جدایه‌های لاکتیکی مورد مطالعه ما اوره‌آز منفی بودند در حالیکه داشتن فعالیت اوره‌آزی می‌تواند برای جدایه‌های لاکتیکی ماست یک امتیاز محسوب شود. زیرا یاماچی و همکاران [۲۹] گزارش کردند که فقدان فعالیت اوره‌آزی توسط جدایه‌ها باعث مهار شدت تخمیر و در نتیجه کاهش تولید اسید لاکتیک حاصله از فعالیت لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس می‌شود. نتایج ارزیابی قدرت تولید دی استیل توسط جدایه‌ها نشان داد که در بین جدایه‌های لاکتوباسیلوسی، جدایه‌های H1, H2, H3, H9 و H10 از ماست همدان و در بین گونه‌های استرپتوکوکوسیتنها جدایه‌های H1, H2 و H4 دارای سطح خوبی از فعالیت بودند. مشابه نتایج ما، بشکوا و همکاران [۳۰] گزارش کردند که لاکتوباسیلوس بولگاریکوس نقش مهمی در تولید ترکیبات مولد طعم نظیر استالید، دی استیل، کربونیل و اسیدهای چرب فرار در ماست دارد. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس دوطرفه جهت بررسی اثر گونه لاکتیکی و منطقه نمونه برداری بر تولید دی استیل (شکل ۶) نشان می‌دهد که تنها منطقه جغرافیایی بر تولید دی استیل اثر معنی‌داری ($P\text{-value} < 0.05$) دارد و آزمون LSD جهت مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شهر همدان باعث این تفاوت معنی‌دار بوده است.

۳-۵- بررسی ویژگی‌های حسی و آب اندازی ماست‌های تولیدی توسط جدایه‌های منتخب

براساس نتایج مقایسه خواص حسی در شکل ۷، ماست حاصل از

thermophilus (H2) تولید شده بودند. که براساس نتایج این سویه‌ها در تولید اسید لاکتیک، که باعث افزایش آب‌اندازی ماست می‌شود، توانایی بالایی داشته‌اند. براساس گزارش فاگان و همکاران [۳۳]، با افزایش میزان اسیدیته در ماست، میزان آب‌اندازی نیز بیشتر می‌شود.

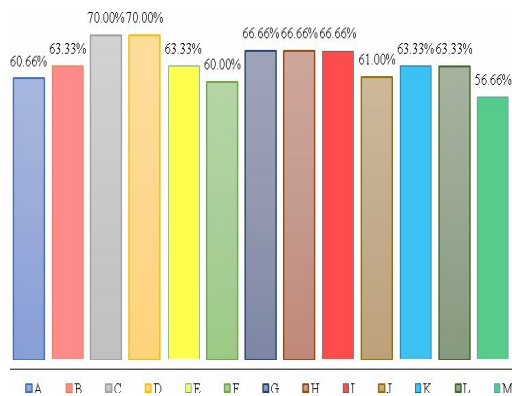


Fig 8 Comparison of syneresis of yogurts produced by selected isolates.

۶-۳- سنجش سفتی بافت ماست توسط دستگاه

بافت سنج

از آنجایی که ماست دارای جریان کاملاً رقیق شونده بوده و وابسته به تغییرات pH می‌باشد، کاهش pH تا ۴/۶ در زمان انعقاد شیر باید آهسته انجام شود که در این صورت ماست دارای ساختاری پایدار بوده و فرصت به دام انداختن آب در شبکه ژل وجود دارد. چنانچه pH ماست بیشتر و یا کمتر از pH آستانه بحرانی یعنی ۴/۶ تا ۵/۲ شود، ساختار ژل ناپایدار شده و با خروج آب از ساختار ژل آب‌اندازی تشدید می‌شود [۳۴]. در بررسی بافت ماست توسط دستگاه بافت‌سنج، رفتار خارجی بافت ماست با اعمال نیرو به لایه‌های ماست و نیروی اولیه برای شکستن شبکه ژلی ارزیابی گردید [۳۵]. در این ارزیابی در بین ماست‌های حاصل از جدایه‌های منتخب، ضعیف‌ترین بافت مربوط به ماست نمونه D با pH برابر ۴/۵۱ و بهترین بافت مربوط به ماست F با pH حدود ۴/۶ بود زیرا در اثر اعمال نیرو، شکست اولیه آن کم و بافت نسبتاً پایدار بود و همچنین دچار به هم ریختگی در ساختار نشد.

thermophilus (H1) و *S. thermophilus* (H2) تولید شده بودند. از آنجایی که دی‌استیل از ترکیبات موثر در تولید عطر و طعم (یکی از پارامترهای مهم خواص حسی) است، این سویه‌ها براساس نتایج ارزیابی تولید دی‌استیل نیز توانایی خوبی نشان داده بودند. چنگ [۳۱] نشان داد که در ماست هر دو گونه استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی در تولید استالید نقش مهمی ایفاء می‌کنند و تولید دی‌استیل با قدرت تولید اسید لاکتیک متناسب است.

براساس نتایج ما نیز سویه‌های منتخب از لحاظ هم تولید اسید لاکتیک و هم تولید دی‌استیل توانایی بالایی داشتند.

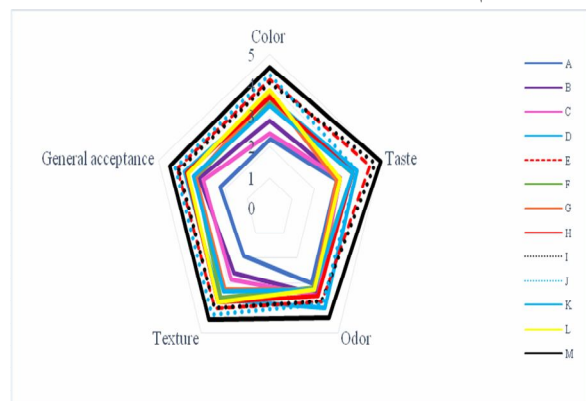


Fig 7 Comparison of organoleptic properties of yogurts produced by selected isolates.

یکی از معایب ماست، آب‌اندازی یا همان ظهور سرم در سطح است که ناشی از جمع شدن شبکه پروتئینی و کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر است [۳۲]. براساس مقایسه درصد میزان آب‌اندازی ماست‌های تولیدی (شکل ۸) به ترتیب ماست صنعتی M (۵۶/۶۶٪)، ماست‌های F و A (حدود ۶۰٪) نسبت به سایر ماست‌ها دارای کمترین درصد آب‌اندازی بودند. براساس جدول ۱ ماست F توسط *S. thermophilus* (H2) و *L. bulgaricus* (H3) و ماست A توسط *S. thermophilus* (H1) و *L. bulgaricus* (H1) تولید گردیده بود. که مطابق نتایج گذشته جدایه‌های *L. bulgaricus* (H1, H3) دارای کمترین قابلیت تولید اسید لاکتیک در بین سویه‌های لاکتوباسیلی منتخب بودند. از طرف دیگر، میزان آب‌اندازی ماست‌های C و D بیشترین مقدار (۷۰٪) بود که هر دویه وسیله *L. bulgaricus* (H2) و به ترتیب به وسیله *S. thermophilus* (H1) و *S.*

۳-۷- سنجش سفتی ماست توسط دستگاه

ویسکومتر

جهت ارزیابی سفتی بافت ماست‌های تولیدی توسط دستگاه ویسکومتر از اسپیندل مناسب (sc4-21) با گشتاور (۹۰-۱۰٪) استفاده شد. اندازه‌گیری مقدار ویسکوزیته در مدت ۶۰ ثانیه و طی بازه‌های ۱۰ ثانیه‌ای انجام شد و ویسکوزیته ماست با گذشت زمان همزدن کاسته شد. بافتی مطلوب است که منحنی تغییرات ویسکوزیته طی زمان همزدن فاقد شکستگی بوده و با شیب ملایمی به عدد پایانی برسد و در طی زمان همزدن تغییرات کمتری در ویسکوزیته آن حاصل شود. نتایج بررسی ویسکوزیته ماست‌های حاصل از جدایه‌های منتخب و آغازگر صنعتی توسط ویسکومتر در شکل ۹ ارائه می‌گردد. نتایج نشان داد که تمام نمونه‌های ماست مورد بررسی دارای رفتار تیکسوتروپی می‌باشند و نمونه‌های ماست صنعتی (M) و سپس ماست F کمترین تغییرات ویسکوزیته را در طی زمان همزدن حاصل کردند و شیب کاهش ویسکوزیته آن‌ها بسیار ملایم بود. نمونه ماست D دارای بیشترین تغییرات در طی زمان همزدن بود و شیب کاهش ویسکوزیته آن بسیار تند بود و به دلیل بافت ناپایدار دارای شکستگی در منحنی تغییرات ویسکوزیته بود.

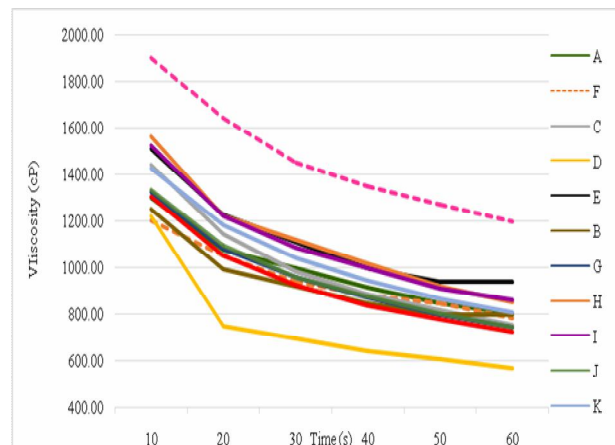


Fig 9 Comparison of viscosity changes of yogurts produced by selected isolates during stirring.

یکی از عوامل موثر بر سفتی بافت ماست، رسیدن pH کازئین به نقطه ایزوالکتریک در بازه ۴/۶ تا ۵/۲ است که باعث لختگی کازئین و حبس شدن آب و مواد معدنی در ساختار ژلی ماست می‌شود [۳۶].

با توجه به نتایج اندازه‌گیری آب اندازی ماست، کمترین آب اندازی به ترتیب مربوط به ماست‌های F, M و A و بالاترین آب اندازی به ترتیب مربوط به ماست‌های C, D و H بود. از طرف دیگر براساس نتایج pH نهایی ماست‌های تولیدی و ویسکوزیته آن‌ها ثابت شد که بالاترین آب اندازی و ضعیف‌ترین بافت در نمونه‌هایی با pH پایین رخ می‌دهد و بالعکس. بنابراین بین میزان pH با آب اندازی و استحکام بافت ماست ارتباط مستقیم وجود دارد.

۴- نتیجه‌گیری

وجود تفاوت در خواص تکنولوژیکی جدایه‌های لاکتیکی از ماست‌های گوسفندی مناطق مختلف به دلیل اختلاف در محتوای ژنوم فلور میکروبی آن‌ها می‌باشد. زیرا فرآورده‌های تخمیری هر منطقه دارای سویه‌های میکروبی بومی مختص آن ناحیه جغرافیایی می‌باشند که از نظر پتانسیل فناورانه می‌توانند منحصر و متنوع باشند. در سه منطقه جغرافیایی مورد مطالعه ما شامل مشهد، همدان و دزفول که از آب و هوای متفاوتی برخوردار بودند این تفاوت‌ها تا حدودی مشاهده شد. براساس نتایج ما و سایر مطالعات مشابه قبلی روی ماست‌های بومی غرب ایران وجود سویه‌های خود اتولیز استریپتوکوکوس ثابت می‌شود. در نتیجه‌گیری کلی بر اساس نتایج آزمون‌های انجام شده جدایه‌های *S. thermophilus* (H1) و *L. bulgaricus* (H3) (به H2) عنوان سویه‌هایی با خواص تکنولوژیکی بالا جهت صنایع تخمیری پیشنهاد می‌گردند.

۵- منابع

- [1] Rahimi, A., Talebi, E., Hasani, Z., and Tofghi, K. 2017. Yogurt and its role in human health." International Conference on Agricultural Sciences, Medicinal Plants and Traditional Medicine.
- [2] Christie, W.W., 1983. The composition and structure of milk lipids. Developments in dairy chemistry. 2, pp.1-35.
- [3] Ghani, Sh., and Joyandeh, H. 2015. "Lipase enzyme and its application in dairy industry". 1st Conference on Agronomy and Plant

- "Studying the effect of cytopathic of urease enzyme on cell culture of hela". Physician Scholar. 63.
- [15] Pourahmad, R., and Fadaiee, Rezvan., 2007. "Milkprocessing: improving the quality of dairy products". MarzeDanesh. Pars Pidora Publishing Company.
- [16] AmiriAqdaei, S. S., Alami, M., and Rezaiee, R., 2010. "Theeffectofpsylliumseedhydrocolloidsonphysicochemicalandsensorypropertiesofflow-fatyogurt". Iranian FoodScienceandTechnologyResearch journal. 3.201.
- [17] Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G.A. and Tamjidi, F., 2015. Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage. Journal of food science and technology, 52(8), pp.5341-5346.
- [18] Çelik, E.S., 2007. Determination of aroma compounds and exopolysaccharides formation by lactic acid bacteria isolated from traditional yogurts (Master's thesis, Izmir Institute of Technology).
- [19] Davati, N., 2018. Isolation and Identification of Indigenous Lactic Acid Bacteria from Traditional Yogurt Produced from Ewe's Milk from Alvand Nomads Region and Evaluation of Their Acidifying Potential, Journal of food science and technology (Iran). 74 (15), pp. 213-222.
- [20] Bonyadim, M. R., MojarradKhangahs, S., Qanbarov, Kh.Q, Gojezadehm, DaliliOskuee, R., 2012. Determination the number of Lactic Acid Bacteria and Yeasts in the combination of traditional yoghurts of villages of East-Azerbaijan- province, Medical Laboratory Journal, 5 (2).
- [21] Zafar mokhtarian, E., Rezazadeh Bari, M., Amiri, S., 2018. Isolation and molecular identification of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria from sheep milk and yogurt. Journal of food science and technology (Iran). 78 (15).
- [22] Badis, A., Guetarni, D., Boudjema, B.M., Henni, D.E. and Kihal, M., 2004. Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. Food Microbiology, 21(5), pp.579-588.
- [23] Farkye, N.Y., 2000. Microbiology of cheese Breeding, Medicinal Plants, Livestock, Food Science and Technology, Seed Science and Technology.
- [4] Crow, V.L., Coolbear, T., Gopal, P.K., Martley, F.G., McKay, L.L. and Riepe, H., 1995. The role of autolysis of lactic acid bacteria in the ripening of cheese. International Dairy Journal, 5(8), pp.855-875.
- [5] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2020, Milk and its products, Sampling Guide, No. 326.
- [6] Benson, H.J., 1967. Microbiological applications; a laboratory manual in general microbiology.
- [7] Harrigan, W.F., 1998. Laboratory methods in food microbiology. Gulf professional publishing.
- [8] Ruiz-Barba, J.L., Maldonado-Barragán, A. and Jiménez Díaz, R., 2005. Small-scale total DNA extraction from bacteria and yeast for PCR applications.
- [9] Bulut, Ç., 2003. Isolation and molecular characterization of lactic acid bacteria from cheese (Master's thesis, İzmir Institute of Technology).
- [10] Durlu - Ozkaya, F., Xanthopoulos, V., Tunail, N. and Litopoulou - Tzanetaki, E., 2001. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolates from Beyaz cheese made from raw ewes' milk. Journal of Applied Microbiology, 91(5), pp.861-870.
- [11] Hassaine, O., Zadi-Karam, H. and Karam, N.E., 2007. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolated from raw milk of three breeds of Algerian dromedary (Camelus dromedarius). African Journal of Biotechnology, 6(14).
- [12] Bettache, G., Fatma, A., Miloud, H. and Mebrouk, K., 2012. Isolation and identification of lactic acid bacteria from Dhan, a traditional butter and their major technological traits. World Applied Sciences Journal, 17(4), pp.480-488.
- [13] Franciosi, E., Settanni, L., Cavazza, A. and Poznanski, E., 2009. Biodiversity and technological potential of wild lactic acid bacteria from raw cows' milk. International dairy journal, 19(1), pp.3-11.
- [14] Nourizadeh, E., Shokoohi, B., Ghasemigarmi, K., and Latifnavid, S., 2006.

- [30] Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G. and Simov, Z., 1998. Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 20(3), pp.180-186.
- [31] Cheng, H., 2010. Volatile flavor compounds in yogurt: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(10).
- [32] Lucey, J.A., 2004. Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2 - 3), pp.77-84.
- [33] Fagan, C.C., O'Callaghan, D.J., Mateo, M.J. and Dejmek, P., 2017. The syneresis of rennet-coagulated curd. In *Cheese* (pp. 145-177). Academic Press.
- [34] De Vuyst, L., Zamfir, M., Mozzi, F., Adriany, T., Marshall, V.M., Degeest, B. and Vaningelgem, F., 2003. Exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* strains as functional starter cultures in the production of fermented milks. *International Dairy Journal*, 13(8), pp.707-717.
- [35] Shihata, A. and Shah, N.P., 2002. Influence of addition of proteolytic strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* to commercial ABT starter cultures on texture of yoghurt, exopolysaccharide production and survival of bacteria. *International Dairy Journal*, 12(9), pp.765-772.
- [36] Karami, K., Shahrokhi, S., 2017. Comparison between Physico-Chemical, Microbiological and Rheological Properties of Yoghurt Containing *Lb. rhamnosus* and *Lb. paracasei* with Conventional Yoghurt Samples during the Shelf Life. *Journal of Applied Microbiology in food industry*, 2 (4). making and maturation. *Encyclopedia of food microbiology*, 1, pp.381-387.
- [24] Béal, C., Spinnler, H.E. and Corrieu, G., 1994. Comparison of growth, acidification and productivity of pure and mixed cultures of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* 404 and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 398. *Applied microbiology and biotechnology*, 41(1), pp.95-98.
- [25] El Soda, M., Ahmed, N., Omran, N., Osman, G. and Morsi, A., 2003. Isolation, identification and selection of lactic acid bacteria cultures for cheesemaking. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, pp.51-71.
- [26] Omafuvbe, B.O. and Enyioha, L.C., 2011. Phenotypic identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from selected commercial Nigerian bottled yoghurt. *African Journal of Food Science*, 5(6), pp.340-348.
- [27] Piraino, P., Zotta, T., Ricciardi, A., McSweeney, P.L. and Parente, E., 2008. Acid production, proteolysis, autolytic and inhibitory properties of lactic acid bacteria isolated from pasta filata cheeses: A multivariate screening study. *International Dairy Journal*, 18(1), pp.81-92.
- [28] Ukwuru, M.U. and Ibeneme, C.I., 2014. Biotechnological Properties of Microorganisms Isolated from Traditional Fermented Foods. Focusing on Modern Food Industry, 3, p.3.
- [29] Yamauchi, R., Maguin, E., Horiuchi, H., Hosokawa, M. and Sasaki, Y., 2019. The critical role of urease in yogurt fermentation with various combinations of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. *Journal of dairy science*, 102(2), pp.1033-1043.



Evaluation of textural and organoleptic properties of yogurts produced using lactic acid bacteria isolated from ewe's yogurts from Mashhad, Hamedan and Dezful

Zaman, M. ¹, Davati, N. ²*, Karami, M. ³

1. MSc Student, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University,

ABSTRACT

Eve' yogurt is one of the nutritive dairy products in Iran. The aim of this study was molecular identification of lactic acid bacteria isolated of ewe yogurts from 3 different regions of Iran (Mashhad, Dezful, and Hamedan) and assessment of their technological properties. A total of 47 isolates were molecularly identified by PCR of 16S rDNA gene and sequencing. Isolates were evaluated for technological properties including Lactic acid and diacetyl production, lipolytic, urease, and proteolytic activities. The statistical analysis of data using SPSS software indicated that diacetyl production and pH changes by bacterial isolates for 24 hours were significantly ($P < 0.05$) different among yogurts from Dezful, Hamedan and Mashhad. The technological properties of isolates demonstrated that *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (H1, H2) and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (H1, H2, H3, H7, H9, H10) of ewe's yogurt from Hamedan have high technological properties. Also, based on the analysis results of the organoleptic properties and texture stiffness of yogurts produced by selected isolates, *S. salivarius* (H2) and *L. delbrueckii* (H3) suggested as a suitable starter culture.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 10/ 07
Accepted 2022/ 02/ 05

Keywords:

Lactic acid bacteria,
Texture,
Lipolytic,
Organoleptic,
Proteolytic.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.171

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.21.4

*Corresponding Author E-Mail:
n.davati@basu.ac.ir