مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر نسبت های مختلف استارتر و نوع کشت پروبیوتیک بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافتی، میکروبی و حسی پنیر سویای پروبیوتیک

سمیه مشایخ[۱]، رضوان پور احمد[۲*]، بهروز اکبری آدرگانی[۳]، محمد رضا اسحاقی[٤]

۱. دانشجوی دکتری، گروه صنایع غذایی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۲.استاد، گروه صنایع غذایی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۳. استاد، مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران.

٤. استادیار، گروه صنایع غذایی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲٦

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۲

کلمات کلیدی:

پنیر سویا،

پروبیوتیک،

زنده مانی،

کیفیت حسی،

بافت.

DOI: 10.22034/FSCT.19.125.269

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.20.9

* مسئول مکاتبات:

rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی اثر نسبت های مختلف استارتر و نوع کشت پروبیوتیک بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافتی، میکروبی و حسی پنیر سویای پروبیوتیک بود. نسبت های مختلف استارتر (۵۰٪ ترموفیل +۵۰٪ مزوفیل ، ۲۵٪ ترموفیل + ۷۵٪ مزوفیل ، ۷۵٪ ترموفیل + ۲۵٪ مزوفیل) همراه با گونه های مختلف باکتری های پروبیوتیک (*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازئی* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*) برای تولید پنیر پروبیوتیک سویا مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج در یک طرح کاملا تصادفی شامل ۱۲ تیمار با ۳ تکرار با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه انجام شد. میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۰ (نمونه پنیر حاوی ترکیب استارتر (۷۵٪ ترموفیل + ۲۵٪ مزوفیل) + باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*) کمترین pH و بیشترین اسیدیته را داشت. بالاترین میزان اسید استیک مربوط به تیمار ۱۲ (نمونه پنیر حاوی ترکیب استارتر (۷۵٪ ترموفیل + ۲۵٪ مزوفیل) + باکتری پروبیوتیک *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*) بود. در تمام نمونه های پنیر سویای پروبیوتیک، جمعیت باکتری های پروبیوتیک در محدوده log cfu/g ۸-۷ بود. تیمار ٦ (نمونه پنیر حاوی ترکیب استارتر (۲۵٪ ترموفیل+۷۵٪ مزوفیل) + باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*) بیشترین سختی، پیوستگی و فنریت بافت را داشت، همچنین تیمار ٦ دارای بالاترین امتیاز کیفیت حسی بود، به همین دلیل این نمونه به عنوان تیمار برتر انتخاب شد. در مجموع نتایج تحقیق نشان داد که پنیر سویا محیط مناسبی برای رشد باکتری های پروبیوتیک و تولید فرآورده فراسودمند می باشد.

۱-مقدمه

یکی از راه های فراسودمند شدن مواد غذایی، افزودن پروبیوتیک ها به آن ها می باشد. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم هایی هستند که در برقراری تعادل میکروبی روده نقش مؤثر دارند [۱]. باکتری های لاکتیک نقش مهمی در تولید و نگهداری مواد غذایی تخمیری و تهیه محصولات پروبیوتیکی ایفا می کنند [۲]. مصرف پروبیوتیک ها می تواند اثرات مفیدی در سلامت افراد داشته باشد که از آن جمله می توان به بهبود هضم لاکتوز در افراد مبتلا به عدم تحمل لاکتوز، کاهش کلسترول خون، کمک به پیشگیری از سرطان، تحریک سیستم ایمنی بدن، کنترل عفونت ادراری، کنترل و پیشگیری از عفونت های روده ای اشاره کرد [۳]. پروبیوتیک ها در غذاهای لبنی و غیر لبنی یافت می شوند. مصرف فرآورده های لبنی به عنوان بهترین روش انتقال باکتری های پروبیوتیکی به دستگاه گوارش انسان مطرح است. از این گروه غذایی می توان به پنیر، ماست، بستنی و سایر فرآورده های لبنی اشاره کرد [٤]. در میان انواع حامل های غذایی امروزه سویا و فراورده های آن مورد توجه قرار گرفته اند زیرا این محصولات حاوی ایزو فلاون ها، الیگوساکاریدهای پری بیوتیک، تمام اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و اکثر ویتامین های محلول در آب و چربی می باشند و این امر موجب گردیده سویا و فرآورده های آن جزء غذاهای فراسودمند دسته بندی گردند [۵]. شیر سویا که از لوبیای سویا به دست می آید، ارزش تغذیه ای خوبی دارد و منبع خوبی از پروتئین و کلسیم است [٦]. مطالعات نشان می دهد که شیر سویا باعث افزایش رشد و فعالیت باکتری های پروبیوتیک می شود. محققان این افزایش فعالیت و زنده مانی باکتری های پروبیوتیک را به حضور الیگوساکاریدهای پری بیوتیک موجود در سویا مانند رافینوز و استاکیوز نسبت می دهند [۷و ۸]. شیر سویا یک شیر دارای حالت خامه ای مشتق از لوبیای سویا است. شیر سویا عاری از لاکتوز می باشد به همین دلیل در صورت مصرف، احتمال بروز عارضه عدم تحمل لاکتوز منتفی است، همچنین مصرف آن برای کسانی که به شیر گاو آلرژی دارند، بسیار مناسب است [۹]. ترکیب شیمیایی شیر سویا بسته به شرایط فرآیند و نوع لوبیا، متفاوت است. ٦۰ درصد از پروتئین های شیر سویا از گلیسینین[1] و بتا کان گلیسینین[2] تشکیل شده است که به صورت امولسیون با لیپید های شیر سویا دیده می شوند [۱۰]. پنیر سویا (توفو) یکی از بهترین فرآورده های پروتئینی حاصل از سویا است که می توان آن را برای پاسخ به بخشی از نیاز پروتئینی کشورمان یا به عنوان جایگزین نسبی گوشت یا پنیر مصرف کرد. این محصول مقدار کالری نسبتا پایینی دارد که به نسبت بالای پروتئین به چربی در آن مربوط می شود. علاوه بر این توفو منبع خوب آهن، فسفر، پتاسیم، سدیم و ویتامین های B و E است. هزینه تولید توفو چندان زیاد نیست و می توان آن را با روش های متعددی تهیه کرد [۱۱]. توفو همچنین به عنوان دلمه سویا نیز معروف است که معمولا با انعقاد شیر سویا به دست می آید. برای تهیه توفو در ژاپن بیشتر از منعقد کننده هایی مانند اسید سیتریک، کلرید کلسیم، سولفات کلسیم، گلوکونودی لاکتون و کلرید منیزیم استفاده می شود. در طول تولید توفو، منعقدکننده یک ماتریس ژل پروتئینی سویا را تشکیل می دهد که در جذب آب، لیپیدها و مواد تشکیل دهنده موجود در ماتریس به شکل گیری لخته کمک می کند [۱۲]. با توجه به توجیه اقتصادی و ارزش تغذیه ای شیر سویا، استفاده از آن برای تولید پنیر و شیرهای تخمیر شده می تواند حائز اهمیت باشد. در بررسی انجام

شده توسط ایرانی بناب و همکاران (۱۳۹۷) گزارش شد که استفاده از شیر سویا در پنیر فراپالایش پروبیوتیک، موجب افزایش قابلیت زیستی باکتری های پروبیوتیک می گردد [۱۳]. همچنین آلمقاوش و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تولید محصول پروبیوتیک شبه ماست از شیر سویا پرداختند. این محققین سه نمونه ماست (نمونه اول حاوی ۱۰۰ درصد شیر سویا، نمونه دوم حاوی ۵۰ درصد شیر سویا +۵۰ درصد شیر گاو، و نمونه سوم حاوی ۱۰۰درصد شیر گاو) با استفاده از استارتر ماست و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* تولید نمودند و دریافتند که طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی گراد، ماست پروبیوتیک حاصل از شیر سویا بالاترین میزان پروتئین و سطح اسیدهای چرب غیر اشباع را دارد، همچنین دارای جمعیت مناسبی از باکتری های پروبیوتیک و کیفیت حسی قابل قبولی می باشد [١٤].

هدف از تحقیق حاضر استفاده از گونه های مختلف باکتری های پروبیوتیک (*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازئی* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*) همراه با نسبت های مختلف

1. Glycinin

2. β-conglycinin

استارتر مزوفیل و ترموفیل به منظور تولید پنیر پروبیوتیک سویا با ویژگی های کیفی مناسب و زنده مانی بالای پروبیوتیک ها بود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱ مواد لازم جهت تولید فرآورده پروبیوتیک

۲-۱-۱ لوبیای سویا

۲-۱-۲ کشت های میکروبی مورد استفاده برای تولید پنیر سویای پروبیوتیک

استارترهای DVS مزوفیل (*لاکتوکوکوس لاکتیس* زیر گونه *لاکتیس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس*) و ترموفیل پنیر (*استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه *بولگاریکوس*) از شرکت های هانسن و لاکتو پروت تهیه شدند. همچنین استارترهای پروبیوتیک (*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازئی* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*) به صورت DVS، از شرکت های لاکتو پروت و تک ژن زیست تهیه شدند.

۲-۲ روش تهیه شیر سویا

ابتدا مقدار ۷۰۰ گرم لوبیای تمیز شده سویا به مدت۱۲ ساعت در دمای۲۵ درجه سانتی گراد به نسبت۳ : ۱ (w/w) (نسبت وزن آب به وزن سویا ۳ به ۱ است) در آب مقطرخیسانده شد. بعد از جدا کردن پوسته های لوبیا و شستشوی آن، لوبیاها به مدت ۵ دقیقه در مخلوط کن به نسبت ٦ : ۱ (w/w) (نسبت آب به وزن سویا ٦ به ۱ است) با آ ب جوش تصفیه شده خردشد. دمای مخلوط آب و سویا طی خرد کردن ۸۰ درجه سانتی گراد بود تا آنزیم لیپوکسیژناز بطور کامل غیر فعال شد. سپس با استفاده از پارچه صافی مخلوط حاصل بخوبی صاف شد و جهت فعالیت مناسبتر باکتری های آغازگر به شیرابه حاصل، مقدار۱٪ پودر لاکتوز اضافه گردید. شیر سویا پس از حرارت دهی به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد سریعاً تا دمای محیط خنک گردید و قبل از نگهداری در یخچال، مقدار ماده خشک آن با افزودن آب مقطر یا در صورت لزوم تبخیر آب اضافی آن، در حد ۱۲٪ مواد جامد محلول (بریکس) تنظیم شد [۱۵].

۲-۳ تهیه پنیر سویای پروبیوتیک

شیر سویای استریلیزه به دمای ۳۷ درجه سانتی گراد رسانده شد. کلروکلسیم (۰/۱ گرم به ازاء هر لیتر شیر) و مخلوطی از استارترهای DVS مزوفیل (*لاکتوکوکوس لاکتیس* زیر گونه *لاکتیس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس*) و ترموفیل پنیر (*استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه *بولگاریکوس*) (بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده ٤٠ گرم به ازای یک تن شیر) مطابق با جدول ۱ اضافه گردید. همچنین استارترهای پروبیوتیک (*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازئی* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*) (بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده ۱۰ گرم به ازای یک تن شیر) افزوده شدند. جمعیت باکتری های پروبیوتیک هنگام تلقیح 10^8 CFU/ml بود.

Table 1 The treatments of the study

Treatment	Cheese starter	Probiotic culture
1	50% Thermophilic+ 50% Mesophilic	———
2	50% Thermophilic+ 50% Mesophilic	*Lactobacillus acidophilus*
3	50% Thermophilic+ 50% Mesophilic	*Lactobacillus casei*
4	50% Thermophilic+ 50% Mesophilic	*Bifidobacterium lactis*
5	25% Thermophilic+ 75% Mesophilic	———
6	25% Thermophilic+ 75% Mesophilic	*Lactobacillus acidophilus*
7	25% Thermophilic+ 75% Mesophilic	*Lactobacillus casei*
8	25% Thermophilic+ 75% Mesophilic	*Bifidobacterium lactis*
9	75% Thermophilic+ 25% Mesophilic	———
10	75% Thermophilic+ 25% Mesophilic	*Lactobacillus acidophilus*
11	75% Thermophilic+ 25% Mesophilic	*Lactobacillus casei*
12	75% Thermophilic+ 25% Mesophilic	*Bifidobacterium lactis*

گرمخانه گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد صورت گرفت تا اینکهpH به ٤/٥ رسید. در این هنگام دلمه با چاقو به فواصل $3\ cm^3$ ۳ برش داده شد و دمای دلمه برش خورده به ٥٥ درجه سانتی گراد رسانده شد و به مدت ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری شد تا پروتئین های سویا بخوبی منعقد گردیدند. سپس دلمه به کیسه منتقل و به مدت ۱۲ ساعت در آن

نگهداری شد تا مقدار آب بیشتری از دلمه خارج گردد.آن گاه دلمه همراه پارچه صافی به دستگاه پرس پنیر منتقل و وزنه ای به شکل پیستون با وزن حدود ۲ کیلوگرم روی پنیر قرار گرفت. بعد از مدت ٦ ساعت، عمل پرس متوقف و دلمه از پارچه صافی خارج و به قالب منتقل شد. قالب های پنیر به مدت ۳ روز در آب نمک ٤٪ و در دمای ٤ درجه سانتی گراد قرار داده شد و سپس از آب نمک خارج و در ظروف شیشه ای در بسته در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد نگهداری و ویژگی های فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی نمونه ها در روز اول ارزیابی شد [١٦ و ١٧].

۲-٤ آزمون ها

۲-٤-۱ آزمون های فیزیکوشیمیایی

۲-٤-۱-۱ اندازه گیری pH، اسیدیته و ماده خشک

اندازه گیری pH، با استفاده از pH متر (مدلMP220، Telodo آلمان) انجام پذیرفت. اسیدیته و ماده خشک توسط روش استاندارد ملی ایران به ترتیب شماره های ۲۸۵۲ و ۱۷۵۳ اندازه گیری شدند [۱۸و۱۹].

۲-٤-۱-۲ اندازه گیری اسید استیک و اسید لاکتیک

کمیت اسیدهای لاکتیک و استیک با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (مدل D-14163KNAUER ، Knauer آلمان) مطابق با روش مرتضویان و همکاران انجام شد. برای استخراج اسیدهای آلی (استیک اسید و لاکتیک اسید)، ۵ گرم از هر نمونه با ۲۰ میلی لیتر H_2SO_4 ۰/۱ نرمال رقیق و سپس همگن شد و با دور g ۳۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد. مایع رویی با استفاده از فیلتر غشایی ۰/٤۵ میکرومتر فیلتر شد. یک آشکار ساز UV و یک ستون فاز معکوس C_{18} استفاده شد. فاز متحرک شامل H_2SO_4 ۰/۰۰۹ نرمال و استو نیتریل با یک نرخ جریان ۰/۷ میلی لیتر در دقیقه بود [۲۰ و۲۱].

۲-٤-۲-شمارش باکتری های پروبیوتیک

برای تهیه رقت از نمونه های پنیر، مقدار ۵ گرم پنیر توزین شد و در کیسه های زیپ دار استریل حاوی ٤۵ میلی لیتر سیترات سدیم۰/۲ همگن گردید. سری رقت ها با افزودن ۱ میلی لیتر از هر رقت به ۹ میلی لیتر آب پپتونه ۰/۱ درصد استریل تهیه شد. ۱ میلی لیتر از رقت مورد نظر در محیط کشت MRS bile agar با روش پور پلیت کشت داده شد و گرمخانه گذاری پلیت ها در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت انجام شد [۲۲و۲۳].

۲-٤-۳-آنالیز بافت

آزمون بافت با استفاده از دستگاه بافت سنج (مدل TVT 6700, Perten سوئد) انجام شد. نمونه های پنیر به ابعاد ۲۰×۱۵×۱۵mm به کمک کاتر برش زده شد. برای این منظور از پروب با قطر ۳٦ میلیمتر استفاده شد. نفوذ پروب به درون نمونه ها بر اساس ۵۰ درصد استرین/ فشار تنظیم شد. سرعت پروب قبل و هنگام تست ۲ mm/s و پس از تست۱ mm/s تنظیم شد [٢٤].

۲-٤-٤-ارزیابی حسی

خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه های تافو شامل مزه، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی توسط ٦ فرد پانلسیت / ارزیاب آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفت. پنیرهای تافو از طریق تست هدونیک ۹ نقطه ای (۱ بدترین و ۹ بهترین) مقایسه شدند [۲۵].

۳- آنالیز آماری

آزمایشات مرتبط با نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا بر اساس ۲ فاکتور استارتر پنیر و کشت پروبیوتیک انجام گرفت که استارتر پنیر در ۳ سطح (۵۰٪ ترموفیل+۵۰٪مزوفیل،۷۵٪ ترموفیل+۲۵٪ مزوفیل،۲۵٪ ترموفیل+۷۵٪ مزوفیل) و کشت پروبیوتیک در ٤ سطح (*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازئی* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*، بدون کشت پروبیوتیک) صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه انجام شد. برای تحلیل واریانس نتایج از نرم افزار $SPSS_{۲۲}$ استفاده گردید. میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

٤- نتایج و بحث

٤-۱-ویژگی های فیزیکوشیمیایی نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

٤-۱-۱-pH نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۲، کشت های پروبیوتیک نسبت به استارترهای پنیر اثر بیشتری در کاهش pH داشته و از بین گونه های پروبیوتیک گونه *لاکتوباسیلوس اسیدو فیلوس* اسید بیشتری نسبت به سایر پروبیوتیک ها تولید نموده و در میان استارترها نسبت (۷۵٪ ترموفیل+ ۲۵٪ مزوفیل) نسبت به سایر نسبت ها باعث تولید اسید و کاهش بیشتر pH شده است. در یک بررسی مشابه، ناطقی (۱۳۹۶) خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبیولوژیکی پنیر چدار پروبیوتیک را ارزیابی نمود. *لاکتوباسیلوس کازئی*، *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس* و مخلوطی از گونه های *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس* به عنوان کشت پروبیوتیک مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که گونه *لاکتوباسیلوس کازئی* اثر کمتری در کاهش pH نسبت به گونه *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس* داشته است [۲۶]. همچنین بررسی مهدوی پور و همکاران (۱۳۹۷) پیرامون ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید پروبیوتیک فرا پالایش نشان داد که سویه *بیفیدو باکتریوم لاکتیس* اثر بیشتری در کاهشpH به نسبت سویه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* داشته است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۲۷]. علاوه بر این، در بررسی سلطان زاده و همکاران (۱۳۹۸) پیرامون ویژگی های شیمایی و میکروبی پنیر کوارک پروبیوتیک مشخص گردید که سویه *لاکتوباسیلوس کازئی* نسبت به *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در کاهش pH اثر بیشتری داشته است که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد [۲۸].

٤-۱-۲- اسیدیته نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۲، کشت های پروبیوتیک نسبت به استارترهای پنیر اثر بیشتری در افزایش اسیدیته داشته و از بین گونه های پروبیوتیک گونه *لاکتوباسیلوس اسیدو فیلوس* اسید بیشتری نسبت به سایر پروبیوتیک ها تولید نموده و در میان استارترها نسبت (۷۵٪ ترموفیل+ ۲۵٪ مزوفیل) نسبت به سایر نسبت ها باعث تولید اسید و افزایش آن شده است. به طور مشابه، ناطقی (۱۳۹٦) در بررسی پنیر چدار پروبیوتیک اظهار داشت که گونه *لاکتوباسیلوس کازئی* اثر کمتری در تولید اسید و افزایش اسیدیته نسبت به گونه *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس* داشته است [۲٦]. همچنین مهدوی پور و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی پنیر سفید فراپالایش پروبیوتیک اعلام نمودند که سویه *بیفیدو باکتریوم لاکتیس* اثر بیشتری در تولید اسید و افزایش اسیدیته به نسبت سویه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* داشته است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۲۷].

٤-۱-۳-ماده خشک نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۲، اثر متقابل استارتر پنیر در کشت پروبیوتیک بیشترین تاثیر را بر روی ماده خشک دارد و از میان نسبت های مختلف استارتر پنیر نسبت (۵۰٪ ترموفیل+ ۵۰٪ مزوفیل) و از بین گونه های پروبیوتیک گونه *بیفیدو باکتریوم لاکتیس* بیشترین اثر را دارد. به طور مشابه، تاجیک احمد آبادی و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی پیرامون پنیر پروبیوتیک فراپالایش، از گونه پروبیوتیک *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در دوسطح cfu/g 10^9 و 10^8 استفاده کردند که نتایج نشان داد *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* باعث افزایش ماده خشک می گردد [۲۹]. همچنین قائمی و همکاران (۱۳۸۹) به تولید پنیر سفید فراپالایش سین بیوتیک با استفاده از سویه پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و اینولین پرداختند. نتایج نشان داد *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* باعث کاهش ماده خشک شده است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد [۳۰].

٤-۱-٤-سنجش اسید لاکتیک نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۲، اول کشت پروبیوتیک و بعد استارتر پنیر بر میزان اسید لاکتیک نمونه ها تاثیر گذار است و از میان گونه های پروبیوتیک گونه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* اسید لاکتیک بیشتری تولید می کند و از میان نسبت های استارتر پنیر نسبت (۷۵٪ ترموفیل+ ۲۵٪ مزوفیل) اثر بیشتری در تولید اسید لاکتیک دارد. گومز و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تأثیر سطح تلقیح *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر پروبیوتیک در مقایسه با پنیرهای تجاری پرداختند و گزارش دادند گونه پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* باعث افزایش تولید اسید لاکتیک می شود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۳۱]. گارسیا و همکاران (۲۰۱۳) در یک بررسی مشابه، به تولید پنیر سنتی پروبیوتیک با استفاده از گونه های *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* پرداختند. نتایج نشان داد که گونه *لاکتوباسیلوس کازئی* میزان اسید لاکتیک کمتری را نسبت به گونه *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* تولید کرده است [۳۲].

٤-۱-۵-سنجش اسید استیک نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۲ از میان نسبت های مختلف استارتر پنیر نسبت (۷۵٪ ترموفیل+ ۲۵٪ مزوفیل) و از میان گونه های پروبیوتیک گونه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* بیشترین تاثیر را در تولید اسید استیک دارند. محمدی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی ویژگی های میکروبی، بیوشیمیایی و حسی ماست سویای پروبیوتیک پرداختند و از گونه های *لاکتوباسیلوس اسیدو فیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* استفاده کردند. بر اساس نتایج حاصله، گونه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* اثر بیشتری در تولید اسید استیک نسبت به گونه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* داشته است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۳۳]. گارسیا و همکاران (۲۰۱۳) در یک بررسی دیگر به تولید پنیر سنتی پروبیوتیک با استفاده از گونه های *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* پرداختند. بر اساس نتایج حاصله، *لاکتوباسیلوس کازئی* بیشترین اثر را در تولید اسید استیک دارد که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۳۲].

Table 2 Physicochemical properties of probiotic soy cheese samples * (mean ± standard deviation)

Treatment	pH	Acidity(Percentage in terms of lactic acid)	Dry matter (gr/100 gr)	Lactic acid (mg/g)	Acetic acid (mg/g)
1	4.72±0.02^{b}	0.84±0.02^{fg}	25.30±0.02^{f}	11.30±0.03^{e}	1.88±0.03^{e}
2	4.64±0.01^{ef}	1.08±0.02^{b}	25.47±0.03^{d}	17.70±0.02^{a}	2.91±0.04^{c}
3	4.68±0.03^{cd}	1.03±0.02^{c}	25.39±0.02^{e}	16.40±0.05^{b}	3.16±0.04^{ab}
4	4.71±0.01^{bc}	0.90±0.02^{de}	25.91±0.04^{a}	15.70±0.05^{c}	3.20±0.04^{ab}
5	4.75±0.02^{ab}	0.81±0.03^{g}	25.09±0.00^{h}	8.80±0.20^{f}	0.88±0.04^{f}
6	4.65±0.03^{def}	0.92±0.02^{d}	25.30±0.02^{f}	15.30±0.60^{c}	1.68±0.40^{e}
7	4.73±0.01^{ab}	0.87±0.01^{ef}	25.56±0.03^{c}	13.70±0.30^{d}	2.25±0.05^{d}
8	4.73±0.02^{ab}	0.90±0.03^{de}	25.30±0.01^{f}	11.10±0.70^{e}	2.39±0.03^{d}
9	4.76±0.03^{a}	0.84±0.02^{fg}	25.60±0.03^{c}	13.30±0.50^{d}	1.77±0.03^{e}
10	4.63±0.02^{f}	1.21±0.02^{a}	25.21±0.02^{g}	18.30±0.30^{a}	3.01±0.06b^{c}
11	4.67±0.01^{de}	0.91±0.03^{d}	25.69±0.02^{b}	17.90±0.10^{a}	3.22±0.06^{ab}
12	4.72±0.02^{b}	0.90±0.01^{de}	25.26±0.03^{f}	15.40±0.50^{c}	3.29±0.08^{a}

Dissimilar small letters indicate a significant difference in the column ($p < 0.05$).

T1: **(**50% Thermophilic+ 50% Mesophilic), T2: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T3: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Lactobacillus casei*, T4: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Bifidobacterium lactis*, T5: **(**25% Thermophilic+ 75% Mesophilic), T6: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T7: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T8: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*, T9: **(**75% Thermophilic+ 25% Mesophilic), T10: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T11: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T12 : (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*.

٤-٢-شمارش باکتری های پروبیوتیک در نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۳، بیشترین شمارش باکتری پروبیوتیک مربوط به گونه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس بوده* و از میان نسبت های استارتر پنیر نسبت (۵۰٪ ترموفیل+ ۵۰٪ مزوفیل) بیشترین تاثیر را بر روی شمارش باکتری های پروبیوتیک داشته اند. مهدوی پور و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر سفید فراپالایش پروبیوتیک، اعلام نمودند که شمارش باکتری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* بیشتر از باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بوده است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۲۷]. همچنین سلطان زاده و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی پیرامون پنیر کوارک پروبیوتیک گزارش دادند که شمارش باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* نسبت به *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بیشتر بوده است که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد [۲۸]. علاوه بر این، گارسیا و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر سنتی پروبیوتیک، اعلام نمودند که شمارش باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* نسبت به *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* کمتر بوده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۳۲].

Table 3 Count of probiotic bacteria in soybean cheese samples * (mean ± standard deviation)

Treatment	(log cfu/g) Probiotic bacterial count
1	0.00±0.00[j]
2	8.94±0.04[a]
3	7.44±0.03[i]
4	8.39±0.04[e]
5	0.00±0.00[j]
6	8.75±0.03[c]
7	7.81±0.02[g]
8	8.59±0.04[d]
9	0.00±0.00[j]
10	8.89±0.03[b]
11	7.54±0.02[h]
12	8.34±0.04[f]

Dissimilar small letters indicate a significant difference in the column ($p < 0.05$).
T1: **(**50% Thermophilic+ 50% Mesophilic), T2: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T3: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Lactobacillus casei*, T4: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Bifidobacterium lactis*, T5: **(**25% Thermophilic+ 75% Mesophilic), T6: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T7: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T8: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*, T9: **(**75% Thermophilic+ 25% Mesophilic), T10: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T11: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T12 : (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*.

٤-٣-ویژگی های بافتی نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

٤-٣-١-خاصیت فنری نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ٤، گونه های پروبیوتیک دارای بیشترین اثر بر روی خاصیت فنریت می باشند و از میان گونه های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و از میان استارترهای پنیر نسبت (۷۵٪ ترموفیل+ ۲۵٪ مزوفیل) بیشترین اثر را بر روی خاصیت فنریت دارد. الیورا و همکاران (۲۰۱۲) در یک بررسی مشابه، ویژگی‌های بافتی پنیر بز نیمه سخت برزیلی حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک پروبیوتیک را ارزیابی نمودند. گونه های پروبیوتیک *لاکتوکوکوس لاکتیس*، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس پاراکازئی*، *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و مخلوط (*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*+ *لاکتوباسیلوس پاراکازئی*+*بیفیدوباکتریوم لاکتیس*) مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* اثر یکسانی بر روی فنریت بافت دارند که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [٣٤]. همچنین میرا و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثرات باکتری های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* بر ویژگی های کیفی پنیر ریکوتا بز و بقای آن ها در شرایط شبیه سازی شده گوارشی پرداختند و اعلام نمودند *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* اثر بیشتری به نسبت نمونه حاوی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* بر روی فنریت بافت دارد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [٣٥].

٤-٣-٢-سختی نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ٤، کشت پروبیوتیک بیشترین اثر را بر روی سختی بافت دارد، از میان گونه های پروبیوتیک گونه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بیشترین و گونه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* دارای کمترین اثر بر روی سختی بافت می باشد و از میان نسبت های استارتر پنیر، نسبت (۲۵٪ ترموفیل+ ۷۵٪ مزوفیل) بیشترین اثر را بر روی سختی بافت دارد. مهدوی پور و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید پروبیوتیک تهیه شده به روش فرا پالایش پرداختند. نتایج نشان داد که نمونه های حاوی گونه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در مقابل با نمونه هایی که حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* هستند سختی بافت کمتر است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۲۷]. همچنین الیورا و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی ویژگی‌های بافتی پنیر بز نیمه سخت برزیلی حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک پروبیوتیک اعلام کردند *بیفیدوباکتریوم لاکتیس نسبت به لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* اثر بیشتری بر روی سختی بافت دارد که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [٣٤].

٤-٣-٣-پیوستگی نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ٤، کشت پروبیوتیک بیشترین اثر را بر روی پیوستگی بافت دارد، از میان پروبیوتیک ها گونه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و از میان نسبت های مختلف استارتر پنیر نسبت (۲۵٪ ترموفیل+ ۷۵٪ مزوفیل) دارای بیشترین اثر می باشد. مهدوی پور و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی پنیر سفید فراپالایش پروبیوتیک، اعلام نمودند که پیوستگی بافت در نمونه حاوی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در مقایسه با نمونه حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بیشتر است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۲۷]. الیورا و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر نیمه سخت برزیلی، اعلام نمودند که *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نسبت بیفیدوباکتریوم لاکتیس* اثر بیشتری بر روی پیوستگی بافت دارد که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۳٤].

Table 4 Textural properties of soy probiotic cheese samples * (mean± standard deviation)

Treatment	springiness(mm)	hardness(N)	cohesiveness
1	3.20±0.20^{abc}	235.00±5.00^{b}	0.48±0.02a
2	3.30±0.20^{ab}	175.00±4.00^{f}	0.22±0.03b
3	2.70±0.20^{bcde}	163.00±5.00^{g}	0.21±0.05b
4	2.60±0.30^{cde}	168.00±2.00^{fg}	0.24±0.03b
5	3.10±0.50^{abc}	273.00±5.00^{a}	0.49±0.03a
6	2.40±0.60^{de}	198.00±2.00^{d}	0.25±0.05b
7	2.30±0.30^{e}	188.00±6.00^{e}	0.24±0.02b
8	2.30±0.20^{e}	170.00±5.00^{fg}	0.26±0.03b
9	3.40±0.10^{a}	211.00±6.00^{c}	0.47±0.03a
10	3.00±0.40^{abcd}	152.00±6.00^{h}	0.20±0.05b
11	2.80±0.30^{abcde}	138.00±7.00^{i}	0.21±0.03b
12	2.70±0.30^{bcde}	120.00±8.00^{j}	0.23±0.03b

Dissimilar small letters indicate a significant difference in the column ($p < 0.05$).
T1: **(**50% Thermophilic+ 50% Mesophilic), T2: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T3: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Lactobacillus casei*, T4: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Bifidobacterium lactis*, T5: **(**25% Thermophilic+ 75% Mesophilic), T6: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T7: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T8: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*, T9: **(**75% Thermophilic+ 25% Mesophilic), T10: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T11: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T12 : (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*.

٤-٤-ویژگی های حسی نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

٤-٤-١-مزه نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ٥ از میان کشت های پروبیوتیک ابتدا *لاکتوباسیلوس کازئی* سپس *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و از میان نسبت های مختلف پنیر نسبت (۲۵٪ ترموفیل+۷۵٪ مزوفیل) بیشترین اثر را بر روی مزه دارند. ناطقی (۱۳۹٦) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر چدار، اعلام نمود که *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس* اثر یکسانی بر روی مزه دارند که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۲٦]. بررسی دیگر توسط

الیورا و همکاران (۲۰۱۲) پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر نیمه سخت برزیلی، نشان داد که *بیفیدوباکتریوم لاکتیس نسبت به لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* اثر بیشتری بر روی مزه دارد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۳٤].

٤-٤-٢- بوی نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ٥، از میان نسبت های مختلف استارتر پنیر نسبت (۲۵٪ ترموفیل+۷۵٪ مزوفیل) و از میان کشت های پروبیوتیک گونه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* امتیاز بیشتری را دریافت کرده است. در یک بررسی توسط اخگر و زمردی (۱۳۹۹)، گونه‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و کشت مخلوط شامل (*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس+بیفیدوباکتریوم لاکتیس*) برای تهیه ماست پروبیوتیک استفاده شد. بر اساس نتایج حاصله، نمونه حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* امتیاز بوی کمتری را نسبت به سایر نمونه ها دریافت کرده است که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد [۳٦]. در بررسی دیگر، تقی زاده و همکاران (۲۰۱۸) از گونه های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* و *بیفیدو باکتریوم لاکتیس* برای تولید

موس شکلاتی شیر سویای پروبیوتیک استفاده کردند و اعلام نمودند گونه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* به نسبت نمونه حاوی گونه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* امتیاز بوی بیشتری را دریافت کرده است که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد [۳۷].

٤-٤-٣- رنگ نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۵ از میان نسبت های مختلف پنیر هر سه نسبت و از میان گونه های پروبیوتیک هر سه گونه به یک اندازه بر روی رنگ اثر دارند. الیورا و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر نیمه سخت برزیلی، اعلام نمودند که نمونه حاوی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* امتیاز رنگ بیشتری را نسبت به نمونه های حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* دریافت کرده است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [٣٤]. همچنین بررسی میرا و همکاران (۲۰۱۵) پیرامون اثرات باکتری های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* بر ویژگی های کیفی پنیر ریکوتای بز نشان داد نمونه حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* اثر بیشتری نسبت به نمونه حاوی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* بر روی رنگ دارد که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۳۵].

٤-٤-٤-بافت نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۵، کشت های پروبیوتیک بیشترین اثر را بر روی بافت دارد و از میان گونه های مختلف گونه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بیشترین امتیاز را دریافت کرده است. ناطقی (١٣٩٦) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر چدار، اعلام نمود که نمونه حاوی گونه *لاکتوباسیلوس کازئی* در مقایسه با نمونه حاوی *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس* اثر کمتری بر روی بافت دارد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [٢٦]. همچنین الیورا و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر نیمه سخت برزیلی، اعلام نمودند که *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* اثر یکسانی بر روی بافت دارند که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [٣٤].

٤-٤-٥-پذیرش کلی نمونه های پنیر پروبیوتیک سویا

با توجه به جدول ۵، از میان نسبت های مختلف نسبت (۲۵٪ ترموفیل+ ۷۵٪ مزوفیل) بیشترین اثر را دارد، از میان گونه های پروبیوتیک گونه های *لاکتوباسیلوس اسیدو فیلوس* و *لاکتوباسیلوس کازئی* اثر مشابهی بر روی پذیرش کلی دارند و گونه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* اثر کمتری دارد.

Table 5 Sensory properties of probiotic soy cheese samples * (mean± standard deviation)

Treatment	Taste	Odour	Color	Tissue	Overall acceptance
1	6.00±0.00^{b}	5.00±1.00^{c}	7.00±1.00a	6.00±0.00^{c}	7.00±0.00^{bc}
2	7.00±1.00^{ab}	7.00±0.00^{b}	8.00±0.00a	9.00±1.00^{a}	8.00±1.00^{ab}
3	7.33±0.57^{ab}	7.00±1.00^{b}	8.00±0.00a	8.00±0.00^{ab}	8.00±0.00^{ab}
4	6.00±0.00^{b}	5.00±1.00^{c}	7.00±1.00a	7.00±1.00^{bc}	6.00±1.00^{c}
5	6.00±0.00^{b}	7.00±1.00^{b}	8.00±0.00a	6.00±1.00^{c}	7.00±0.00^{bc}
6	8.00±1.00^{a}	9.00±0.00^{a}	8.00±0.00a	9.00±1.00^{a}	8.66±0.57^{a}
7	8.00±1.00^{a}	8.00±1.00^{ab}	8.00±0.00a	9.00±0.00^{a}	8.33±0.57^{a}
8	7.00±1.00^{ab}	9.00±0.00^{a}	8.00±0.00a	9.00±0.00^{a}	8.66±0.57^{a}
9	8.00±0.00^{a}	9.00±0.00^{a}	7.00±1.00a	6.00±1.00^{c}	7.00±1.00^{bc}
10	6.00±1.00^{b}	7.00±1.00^{b}	8.00±0.00a	9.00±0.00^{a}	7.00±1.00^{bc}
11	6.00±0.00^{b}	5.00±1.00^{c}	7.00±1.00a	7.00±1.00^{bc}	6.00±0.00^{c}
12	7.00±1.00^{ab}	7.00±1.00^{b}	7.00±1.00a	7.00±0.00^{bc}	7.00±0.00^{bc}

Dissimilar small letters indicate a significant difference in the column ($p < 0.05$).

T1: **(**50% Thermophilic+ 50% Mesophilic), T2: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T3: (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Lactobacillus casei*, T4: : (50% Thermophilic+ 50% Mesophilic) + *Bifidobacterium lactis*, T5: **(**25% Thermophilic+ 75% Mesophilic), T6: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T7: (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T8 : (25% Thermophilic+ 75% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*, T9: : **(**75% Thermophilic+ 25% Mesophilic), T10: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus acidophilus*, T11: (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Lactobacillus casei*, T12 : (75% Thermophilic+ 25% Mesophilic)+ *Bifidobacterium lactis*.

ناطقی (١٣٩٦) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر چدار، اعلام نمود که نمونه حاوی گونه *لاکتوباسیلوس کازئی* در مقایسه با نمونه حاوی *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس* امتیاز کمتری در پذیرش کلی را

دریافت کرده است که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۳۶].الیورا و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی پیرامون استفاده از باکتری های پروبیوتیک در تولید پنیر نیمه سخت برزیلی، اعلام نمودند که نمونه حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* نسبت به نمونه حاوی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* امتیاز پذیرش کلی کمتری را دریافت کرده است دارد که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد [۳۴].

۵- نتیجه گیری کلی

در این تحقیق ویژگی های فیزیکوشیمیایی شامل pH، اسیدیته، ماده خشک، اسید لاکتیک، اسید استیک، شمارش باکتری های پروبیوتیک، بافت و ارزیابی حسی پنیر سویای پروبیوتیک تولید شده با استفاده از استارترهای مزوفیل و ترموفیل با نسبت های۵۰٪ +۵۰٪، ۲۵٪+۷۵٪، ۷۵٪+۲۵٪ و با استفاده از سویه های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازئی* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از شیر سویا به دلیل وجود الیگوساکاریدهای پری بیوتیک مانند رافینوز و استاکیوز باعث افزایش رشد و فعالیت باکتری های پروبیوتیک گردید. در تمام نمونه های پنیر سویای پروبیوتیک، جمعیت باکتری های پروبیوتیک در محدوده log cfu/g ۸-۷ بود. تیمار ٦ (نمونه پنیر حاوی ترکیب استارتر (۲۵٪ ترموفیل+۷۵٪ مزوفیل) + باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*) بیشترین سختی، پیوستگی و فنریت بافت را داشت، همچنین تیمار ٦ دارای بالاترین امتیاز کیفیت حسی بود، به همین دلیل این نمونه به عنوان تیمار برتر انتخاب شد. در مجموع نتایج تحقیق نشان داد که پنیر سویای پروبیوتیک محیط مناسبی برای رشد باکتری های اسیدلاکتیک و تولید فرآورده فراسودمند می باشد.

٦- منابع

[1] Vejdani, R. and Zali, M. R. 2004. Probiotics and their mechanism of action in the prevention and treatment of human diseases. Research Journal School of Medicine, 27(4), 319-330.

[2] Lotfi, H., Hejazi, MA. Maleki Zanjani, B. and Barzegari, A. 2010. Isolation, biochemical and molecular identification of potentiallly probiotic bacteria from traditional dairy products from heris and sarab regions. Journal of Food Research (Agricultural Science), 203 (1), 1-17 (in Persian).

[3] Omidi, B., Fazeli, M.R. Amozegar, M.A. and Mortazavi, P. 2012. Antidiabetic effect of probioticated persian yellow carrot juice with *Lactobacillus acidophilus*. Journal of Comparative Pathobiology, 8 (1), 395-402 (in Persian).

[4] Payahoo, L., Akbarzadeh, F. Ghalibaf, M. and Homayounirad, 2013. Reduction of serum cholesterol level using probiotic bacteria: A new approach in prevention of cardiovascular diseases. Journal of Arak University of Medical Sciences,15 (10), 33-42(in Persian).

[5] Ahsan, S., Zahoor, T. Hussain, M. Khalid, N. Khaliq, A. and Umar, M. 2015. Prepration and quality chatacterization of soy milk based non dairy ice cream. International Journal of Food and Allied Sciences, 1(1), 21-27.

[6] Zielinska, D., Kaminska, A. and Krajewska, K. 2015. Development of tofu production method with probiotic bacteria addition. Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences, 4(6), 485-490.

[7]Mital, B., Steinkraus, K. and Naylor, H. 2006. Growth of Lactic acid bacteria in soy milks. Journal of Food Science, 39(5), 1018-1022.

[8] Otieno, D., Ashton, JF. and Shah, NE. 2005. Stability of β-glucosidase activity produced by *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* spp. in fermented soy milk during processing and storage. Journal of Food Science, 70, 236-247.

[9] Afroz, M., Anjum, F. Nurullslam, Md. Ahsanulkobir, Md. Hossain, K. and Sayed, A. 2016. Preparation of soy milk using different methods. Journal of Food and Nutrition Sciences, 4(1), 11-17.

[10] Jeewanthi, CRK. and Paik, HD. 2018. Modification of nutritional structural and sensory characteristics of non-dairy soy cheese analogs to improve their quality. Journal Food Science and Technology, 55(11), 4384-4394.

[11] Esparan, V., Ghanbarzadeh, B. and Hoseini, E. 2012. The effects of carrageenan and coagulants glucono-delta-lacton and calcium chlorideon on the rheological, physical and sensory properties of tofu.

Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology، 6 (1)، 81-90 (in Persian).
[12] Dey, A., Prasad, R. Kaur, S. Singh, J. and Luwang, M. 2017. Tofu: technological and nutritional potential. Indian Food Industry Magazine, 36(3)، 8-24.
[13] Irani Bonab, SH., Pourahmad, R. and Akbarian Moghari, A. 2018. Effect of adding soy milk on conjugated linoleic acid content and viability of probiotic bacteria in probiotic ultrafiltration feta cheese. Journal of Food Science and Technology (Iran), 81(15), 63-75 (in Persian).
[14] Almghawesh, E., Slik, S. and Okkou, H. 2022. Processing of functional yoghurt-like product from soy milk supplemented by probiotics. International Journal of Food Science, 10 (1155), 1-7.
[15] Ting, C., Lein, F. Chang, C. and Sheng, C. 2009. Use of ultrasound for characterizing the gelation process in heat induced CaSO4.2 H2O tofu curd. Journal of Food Engineering, 93, 101-107.
[16] Liu, D., Li, L. Yang, X. Liang, S. and Wang, J. 2006. Survivability of *Lactobacillus rhamnosus* during the preparation of soy cheese, Food Technology and Biotechnology, 44, 417–422.
[17] Chumchuere, S., MacDougall, D. and Robinson, R. 2000. Production and properties of a semi-hard cheese made from soya milk. International Journal of Food Sciences and Technology, 35, 577-581.
[18] Anonymous. 2007. Iranian institute of standards and industrial research. Milk and its products - determination of acidity and pH - test method, National Standard of Iran No.2852 (in Persian).
[19] Anonymous. 1995. Iranian institute of standards and industrial research. Cheese and processed cheeses - determining the amount of total dry matter, National Standard of Iran No. 1753 (in Persian).
[20] Mortazavian, A., Khosrokhavar, M. Rastgar, H. and Mortazaei, G. 2010. Effect of dry matter standardization order on biochemical and microbiological characteristics of doogh (Iranian fermented milk drink). Italian Journal of Food Science, 22, 98–104.
[21] Mortazavian, A., Ghorbanipour, S. Mohammadifar, M. and Mohammadi, M. 2011. Biochemical properties and viable probiotic population of yogurt at different bacterial inoculation rates and incubation temperatures. The Philippine Agricultural Scientist, 2, 111–116.
[22] Cruz, A. G. 2015. Manufacture of probiotic minas frescal cheese with *Lactobacillus casei* zhang. Journal of Dairy Science, 18-30.
[23] Oliveira, M. E. G.,T Garcia, E. F. Egypto Queiroga, R. and Souza, E. 2012. Technological, physicochemical and sensory characteristics of a Brazilian semi-hard goat cheese (coalho) with added probiotic lactic acid bacteria. Scientia Agricola, 69(6), 370-379.
[24] Jooyandeh، H. 2015. Production of soy cheese according to Iranian taste. 22nd International Congress of Food Technology، Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (in Persian).
[25] Anonymous. 1987. International IDF standard 99A. Sensory evaluation of dairy products. International Dairy Federation.
[26] Nateghi, L. 2017. Study of physicochemical, sensory and microbiological properties of probiotic cheddar cheese during storage period. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 9 (2), 27-39 (in Persian).
[27] Mahdavipour, M.,. Roufegarinejad, L. and Alizadeh, A. 2018. The effect of different salt concentrations on physicochemical and sensory properties of probiotic white cheese prepared by ultrafiltration method. Journal of Food Science and Technology (Iran), 83(15), 203-215 (in Persian).
[28] Soltanzadeh, M., Hesari, J. and Peighambardoust, S. H. 2019. Study of chemical and microbial properties of probiotic quark cheese containing *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*. Iranian Journal of Biosystem Engineering, 50(2), 375-388 (in Persian).
[29] Tajik Ahmad Abadi, M., Shahab lavasani, A. R. and Berenji, SH. 2020. The effect of different storage temperature on aroma compounds of probiotic UF cheese. Iranian Journal of Biosystem Engineering, 50(4), 909-926 (in Persian).
[30] Ghaemi, H., Hesari, J. and Pourahmad, R. 2010. The production of synbiotic UF white cheese using probiotic strain *Lactobacillus acidophillus* and inulin. Journal of Food Processing and Preservation, 2(4), 19-32 (in Persian).

[31] Gomes , A. A., Braga, S. P. Cruz, A. G. Cadena, R. S. Lollo, P. C. B. Carvalho, C. Amaya-Farfán, J. Faria, J. A. F. and Bolini H. M. A. 2011. Effect of the inoculation level of *Lactobacillus acidophilus*in probiotic cheese on the physicochemical features and sensory performance compared with commercial cheeses. Journal Dairy Science, 94, 4777–4786.

[32] Garcia, A., Cardador، A. Campo، S. Arvizu، MS. Tostado، CE. Gonzalez، RC. Almendarez، GB. and Liano, AS. 2013. Influence of probiotic strains added to cottage cheese on generation of potentially antioxidant peptides، anti-listerial activity and survival of probiotic microorganisms in simulated gastrointenstinal coditions. International Dairy Journal, 33 (2), 191-197.

[33] Mohammadi, R., Rouzitalab, A. Shahabbaspour, Z. and Mortazavian , AM. 2013. Study of microbiological, biochemical and organoleptic properties in the probiotic soy yoghurt. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 7(5), 149-158 (in Persian).

[34] Oliveira, M. E. G.,T Garcia, E. F. Egypto Queiroga, R. and Souza, E. 2012. Technological, physicochemical and sensory characteristics of a Brazilian semi-hard goat cheese (coalho) with added probiotic lactic acid bacteria. Scientia Agricola, 69(6), 370-379.

[35] Meira, Q. G. S., Magnani, M. Junior, F. C. M. Queiroga, R. C. R. E. Madruga, M. S. Gullon, B. Gomes, A. M. P. Pintado, M. M. E. and Souza, E. L. 2015. Effects of added *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* probiotics on the quality characteristics of goat ricotta and their survival under simulated gastrointestinal conditions. Food Research International, 76, 828-838.

[36] Akhgar, R. and Zomorodi, SH. 2020. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* and quality properties of yogurt made from goat's milk. Journal of Food Microbiology, 7(3), 82-94 (in Persian).

[37] Taghizadeh، G.، Jahadi، M and Abbasi، H. 2018. Physicochemical properties of probiotic soy milk chocolate mousse during refrigerated storage. Applied Food Biotechnology, 5 (2)، 79-86.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of Different Ratios of Starter and Kind of Probiotic Culture on Physicochemical, Textural, Microbial and Sensory Properties of Probiotic Soy Cheese

Mashayekh, S. [1], Pourahmad, R. [2*], Akbari-Adergani, B. [3], Eshaghi, M. R. [4]

1. PhD Student, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
3. Professor, Food and Drug Laboratory Research Center, Food and Drug Administration, Ministry of Health, Treatment and Medical Education, Tehran.
4. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 04/ 15
Accepted 2022/ 05/ 23

Keywords:

Soy cheese,
Probiotics,
Survival,
Sensory quality,
Texture.

DOI: 10.22034/FSCT.19.125.269

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.20.9

*Corresponding Author E-Mail:
rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of different ratios of starter and kind of probiotic culture on the physicochemical, textural, microbial and sensory properties of probiotic soy cheese. Different ratios of starter (50% thermophilic + 50% mesophilic , 25% thermophilic + 75% mesophilic, 75% thermophilic + 25% mesophilic) with different species of probiotic bacteria (*Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium lactis* were used to produce probiotic soy cheese. The results were analyzed in a completely randomized design consisting of 12 treatments with 3 replications using two-way analysis of variance. The means were compared by Duncan's multiple range test at 5% probability level. The results showed that treatment 10 (cheese sample containing starter compound (75% thermophilic + 25% mesophilic) + *Lactobacillus acidophilus* probiotic bacterium) had the lowest pH and the highest acidity. The highest amount of acetic acid was related to treatment 12 (cheese sample containing starter compound (75% thermophilic + 25% mesophilic) + *Bifidobacterium lactis* probiotic bacterium). In all samples of probiotic soy cheese, the population of probiotic bacteria was in the range of 7-8 log cfu / g. Treatment 6 (cheese sample containing starter compound (25% thermophilic + 75% mesophilic) + *Lactobacillus acidophilus* probiotic bacterium) had the highest hardness, cohesiveness and tissue springiness, also treatment 6 had the highest sensory quality score, therefore this sample the best treatment was selected. Overall, the results showed that probiotic soy cheese is a suitable environment for the growth of probiotic bacteria and the production of a functional product.