تأثیر اسیدی کردن مستقیم شیر بر قابلیت زیستی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس (LAFTI B94)* در طول نگهداری پنیر سفید ایرانی

افشین سلیمانی رامبد[1*]، شهین زمردی[2]، سید علی مرتضوی[3]، اصغر خسروشاهی اصل[4]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

[2] استادیار بخش فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران

[3] استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

[4] استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: 1392/5/19 تاریخ پذیرش: 1392/11/3

چکیده

تأثیر اسیدی کردن مستقیم شیر روی قابلیت زیستی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* (LAFTI B94) و خواص کیفی و حسی پنیرسفید ایرانی بررسی گردید. تیمارها عبارت بودند از کنترل I حاوی استارتر تجاری و بدون باکتری پروبیوتیک (C1)، کنترل II دارای اسید لاکتیک و بدون باکتری پروبیوتیک (C2)، تیمار حاوی استارتر تجاری به همراه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* (BL) و تیمار حاوی اسید لاکتیک و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* (BLA). نمونه‌های تولیدی در دمای1±5 درجه سانتی گراد به مدت 60 روز نگهداری شدند. در طول نگهداری قابلیت زیستی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*، pH، درصد نمک، خاکستر و چربی، رنگ و خواص حسی پنیرها تعیین گردید. نتایج تجزیه آماری دادها نشان داد که در طی نگهداری، تعداد *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در نمونه‌های پنیر BLA و BL به ترتیب حدود 1/5 و 2/1 سیکل لگاریتمی کاهش یافت ($P<0/05$). در تمام نمونه‌های پروبیوتیک تعداد باکتری‌های زنده مانده بیش از حداقل مقدار توصیه شده لازم برای ایجاد اثرات مفیدی در سلامتی انسان (10^{7}-10^{6} کلنی در گرم) بود. با اسیدی کردن مستقیم شیر مقدار pH و درصد نمک به طور معنی داری افزایش نشان داد ($P<0/05$). با توجه به نتایج تعیین رنگ، در انتهای دوره نگهداری، پارامترهای L^* و a^* و b^* به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). همچنین بین نمونه‌های پنیر از نظر خواص حسی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/05$). لذا روش اسیدی کردن مستقیم شیر می‌تواند به عنوان روش جایگزین استفاده از استارتر تجاری در تولید پنیر سفید ایرانی پروبیوتیک باشد تا قابلیت زیستی باکتری های پروبیوتیک در محصول افزایش یابد.

واژه های کلیدی: پنیر سفید ایرانی، پروبیوتیک، قابلیت زیستی، *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*

*نویسنده مسوول: afshin.soleimani.rambod@gmail.com

1-مقدمه

در سالهای اخیر علاوه بر جذابیت و طعم مورد پسند مواد غذایی، سلامت بخش بودن آنها نیز به عنوان یک عامل مهم، نظر مصرف کنندگان را به خود معطوف ساخته است. این امر باعث مطرح شدن گروه جدیدی از مواد غذایی، تحت عنوان غذاهای عملگرا[1] با تکیه بر میکروارگانیسم های پروبیوتیک شده است (7). خواص سلامت بخش پروبیوتیک ها، ارتباط مستقیمی با قابلیت زیستی آنها دارد، در این خصوص ماده غذایی باید حاوی حداقل 10^7 – 10^6 واحد کلنی در گرم یا در میلی لیتر باکتری پروبیوتیک زنده در هنگام مصرف باشد و همچنین بیش از صد گرم در روز از این غذا به مصرف برسد تا در تأمین سلامتی مفید واقع شود (1). محصولات لبنی تخمیری بهترین حامل باکتری های پروبیوتیک محسوب می شوند (22). اما در این بین، پنیر به علت دارا بودن pH و پروتئین بالا، انسجام و فشردگی زیاد بافت، ساختار جامد شبکه‌ای، شرایط انبار داری ملایم، خواص بافری بالا و دارا بودن ریز مغذی‌هایی مانند پپتیدهای حاصل از فرآیند پروتئولیز و اسیدهای چرب آزاد حاصل از فرآیند لیپولیز در طی دوره رسیدن پنیر، محیط مناسبی برای پروبیوتیک ها محسوب می‌شود (12 و 20). امکان استفاده از میکروارگانیسم های پروبیوتیک در تهیه پنیرهای مختلف از جمله پنیر میناز[2] (5، 8، 9 و 18)، پنیر چدار (21)، پنیر کاتیج (3)، پنیر تازه آرژانتینی (19)، پنیر سفید ترکیه (20)، پنیر سفید ایرانی فراپالایش (24) و پنیر سفید ایرانی آب نمکی (17) مورد بررسی قرار گرفته است. گومز و همکاران (1995) نشان دادند که در پنیر گودا پس از 9 هفته نگهداری جمعیت *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* 2 سیکل لگاریتمی و بیفیدوباکتریوم ها کمتر از یک سیکل لگاریتمی کاهش یافت. همچنین طعم پنیرها در پایان دوره نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت. زمردی و همکاران (2010) نشان دادند تعداد کلنی های *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* در پنیر سفید ایرانی فراپالایش طی 60 روز نگهداری در دمای 10-8 درجه سانتی گراد کاهش و تعداد کلنی های *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* ثابت ماند.

مطالعات نشان داده است استفاده از کشت‌های استارتر در تولید پنیر، باعث اسیدی شدن بیش از اندازه و کاهش pH آن در طی دوره نگهداری می شود که این امر علاوه بر کاهش خصوصیات حسی و بافتی پنیر، قابلیت زیستی پروبیوتیک ها را طی دوره نگهداری کاهش می دهد (4). فریتزن- فریر و همکاران (2009) نشان دادند *بیفیدوباکتریوم* Bb -12 در پنیر میناز اسیدی نسبت به نمونه‌های غیراسیدی طی 28 روز نگهداری زیست پذیری بیشتری داشت. همچنین در پایان دوره نگهداری بیشترین میزان اسیدیته مربوط به نمونه های استارتری بود. اسیدی کردن مستقیم شیر در تولید پنیر میناز، باعث بهبود بازده و بافت محصول نهایی شد (8). بوریتی و همکاران (2005b) بیان کردند استفاده از کشت های استارتر مزوفیلیک نوع O در تولید پنیر میناز، باعث افزایش بیش از حد اسیدیته و کاهش pH پنیر توسط باکتری های استارتر طی دوره رسیدن شده که قابلیت زیستی پروبیوتیک ها را کاهش می‌دهد. آنها برای حل این مشکلات، روش اسیدی کردن مستقیم شیر با استفاده از اسید لاکتیک را جهت تولید پنیر میناز پیشنهاد کردند. مارکاتی و همکاران (2009) قابلیت زیستی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* را در پنیر میناز تهیه شده از شیر بوفالو به مدت 28 روز بررسی کردند و نشان دادند جمعیت *لاکتوباسلوس اسیدوفیلوس* بعد از 28 روز برای کلیه نمونه ها بیش از 10^6 کلنی در گرم بود. افزودن پروبیوتیک ها به پنیر اسیدی شده باعث حاصل شدن بهترین آروما شد.

طبق بررسی‌های صورت گرفته، تاکنون هیچ تحقیقی در ارتباط با تأثیر اسیدی کردن مستقیم شیر روی خواص کیفی پنیر سفید ایرانی و تأثیر آن روی قابلیت زیستی باکتری های پروبیوتیک الحاقی صورت نگرفته است. لذا هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر اسیدی کردن مستقیم شیر روی زیست پذیری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و خواص شیمیایی و حسی پنیر سفید ایرانی بود.

2- مواد و روش ها

2-1- مواد و تجهیزات

شیر گاو تهیه شده از دامداری های ارومیه (جدول 1)، استارتر تجاری (R- 704 mesophilic/ thermophilic)، متعلق به شرکت کریستین هانسن دانمارک، باکتری پروبیوتیک *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* (LAFTI B94) از شرکت DSM استرالیا، رنت از شرکت CHY- MAX power Fermentation Product آلمان، محیط کشت RCA[3] آگار از

[1] Functional foods
[2] Minas Frescal cheese
[3] Reinforced Clostridial Agar (RCA)

شرکت لیوفیلکوم ایتالیا، گاز پک بی‌هوازی (Anaerocult A.) از شرکت مرک آلمان و کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش ها از شرکت های مرک آلمان، اپلیکم آلمان و شارلو اسپانیا تهیه شد.

ترازوی حساس ساتریوس با دقت 0/0001 گرم ساخت آلمان، pH متر متروم ساخت سویس، انکوباتور ممرت ساخت آلمان، اتوکلاو جی ام بی اچ[1] ساخت آلمان، استومیکر سووارد[2] ساخت انگلیس، سانتریفیوژ ژربر، کوره الکتریکی ساخت ایران و دوربین سونی ساخت ژاپن.

2-2- روش‌ها

2-2-1- روش تهیه پنیر سفید ایرانی

شیر در وت پنیرسازی در دمای 65 درجه سانتی گراد به مدت 5 دقیقه پاستوریزه شد و تا دمای 35 درجه سانتی گراد خنک گردید (11). مقدار 0/15 گرم بر لیتر کلرید کلسیم به شیر افزوده شد. در نمونه‌های بدون اسید میزان 0/04 گرم بر لیتر، استارتر تجاری در مقداری شیر حل و به نمونه ها اضافه گردید و به مدت 55 دقیقه در دمای 35 درجه سانتی گراد نگهداری شد. برای تهیه نمونه‌های اسیدی نیز، pH شیر توسط محلول 20% اسید لاکتیک به 6/1 رسانیده شد (18). مقدار لازم از باکتری پروبیوتیک (بر اساس مقدار توصیه شده توسط شرکت سازنده آن) و مقدار 0/031 گرم در کیلو گرم مایه پنیر (رنت میکربی) در 30 برابر آب رقیق و به شیر اضافه گردید و مدت 2 دقیقه هم زده شد. در نهایت مدت 45 دقیقه در دمای 35 درجه سانتی گراد نگهداری شد تا عمل انعقاد انجام شود. سپس دلمه‌ها به مکعب های حدود یک سانتی متری بریده شدند و مدت 5 دقیقه به حال خود رها گردیدند و جهت تسهیل خروج آب پنیر، به مدت 10 دقیقه به آرامی هم زده شدند. برای کامل شدن خروج آب پنیر، دلمه به قالب های استیل ضد زنگ (10×12×25 سانتی متر) منتقل و به مدت 3 ساعت تحت پرس قرار گرفتند (فشار ابتدایی 0/3 کیلوپاسکال که به تدریج این فشار به 2/9 کیلوپاسگال در ساعت اول افزایش یافت و تا انتهای پرس ثابت باقی ماند). بعد از پرس، دلمه‌ها به شکل مکعب 6×6×4 سانتی متر بریده شدند و در ظروف پلاستیکی قرار گرفتند و با آب نمک 13 درصد پر گردیدند. آب نمک در دمای 80 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه پاستوریزه گردید و پس از صاف شدن pH آن با استفاده از اسید لاکتیک به 4/6 رسانیده شد (13). نمونه های تولیدی به مدت 60 روز در دمای 1±5 درجه سانتی گراد نگهداری شدند و در فواصل زمانی 1، 15، 30، 45 و 60 روز، آزمایشات لازم انجام گرفت.

تیمارها در 3 تکرار تهیه شدند که عبارت بودند از:
کنترل I حاوی استارتر تجاری و بدون باکتری پروبیوتیک (C1)، کنترل II دارای اسید لاکتیک و بدون باکتری پروبیوتیک (C2)، تیمار دارای استارتر تجاری به همراه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* (BL) و تیمار حاوی اسید لاکتیک و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* (BLA).

2-2-2- روش شمارش پروبیوتیک‌ها

برای تهیه رقت اول، مقدار 5 گرم پنیر همگن شده در کیسه های زیپ دار استریل حاوی 45 میلی لیتر تری سدیم سیترات (2 %) توزین و مدت 2 دقیقه توسط استومیکر همگن گردید. سری رقت ها با افزایش یک میلی لیتر از هر رقت به 9 میلی لیتر آب پپتون (0/1 %) استریل تهیه شد. سپس بصورت پورپلیت در محیط کشت RCA آگار کشت داده شد و مدت 72 ساعت در دمای 37 درجه سانتی گراد به صورت بی‌هوازی با گاز پک انکوبه شد (24).

2-2-3- روش‌های آزمایش

نمک به روش ولهارد، چربی با روش ژربر، خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای 525 درجه سانتی گراد و pH توسط pH متر تعیین شد (2). رنگ نمونه‌ها با استفاده از روش رنگ سنجی دیجیتالی با دوربین 9 مگاپیکسل تعیین شد. عکس برداری نمونه ها در داخل یک جعبه به ابعاد 50×50×50 با زمینه‌ای به رنگ سفید انجام گرفت و توسط نرم افزار image J پارامترهای L^*، a^* و b^* در نقاط مختلف تعیین گردید. خواص حسی نمونه‌های پنیر از جمله طعم، بافت و رنگ توسط 15 داور از اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی به روش هدونیک 5 نقطه ای (امتیاز 5 برای کیفیت مطلوب و امتیاز 1 برای کیفیت نامطلوب) تعیین شد.

[1] Gmbh
[2] Seward

داوران برای شستشوی دهان خود بین نمونه‌ها از آب استفاده کردند. فرم‌های تکمیل شده شامل ارزیابی کلی مصرف کننده بصورت یک ارزش عددی درآورده شد و تجزیه واریانس گردید (24).

2-2-4- طرح آماری

طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بود. نتایج با استفاده از نرم افزار Minitab 15 تجزیه و تحلیل آماری شد و مقایسات میانگین با آزمون LSD انجام گرفت. برای رسم منحنی ها از نرم افزار Excel (2007) استفاده شد.

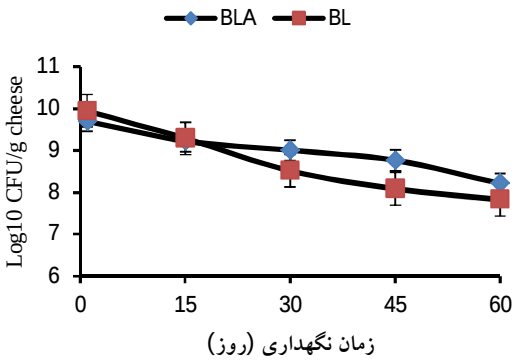
3- نتایج و بحث

3-1- قابلیت زیستی پروبیوتیک ها

تغییرات تعداد باکتری های پروبیوتیک *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در نمونه های پنیر سفید ایرانی طی 60 روز نگهداری در شکل 1 آورده شده است. همانطوریکه مشاهده می‌شود تعداد باکتری های *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در تمامی نمونه های پنیر طی دوره نگهداری کاهش یافت ($P<0.05$). بالا بودن میزان نمک و وجود اکسیژن در پنیر سفید آب نمکی ممکن است علت اصلی کاهش تعداد بیفیدوباکتریوم ها در طی دوره نگهداری باشد که رشد آنها را محدود می‌سازد (24). نتایج گزارش شده توسط زمردی و همکاران (2010) در ارتباط با پنیر سفید ایرانی فراپالایش و اوزر و همکاران (2008) در پنیر سفید ترکیه نیز حاکی از کاهش تعداد باکتری های پروبیوتیک طی دوره نگهداری پنیر می باشد که مؤید نتایج این تحقیق است.

در روز اول دوره نگهداری، تعداد کلنی های *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در گرم در تیمارهای BL و BLA به ترتیب 10/17 و 9/87 سیکل لگاریتمی بود که پس از 60 روز نگهداری تعداد آنها به 7/72 و 8/17 سیکل لگاریتمی کاهش یافت (میزان کاهش به ترتیب حدود 2/5 و 1/7 سیکل لگاریتمی) ($P<0.05$). قابلیت زیستی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در نمونه های BLA بیشتر از نمونه های BL بود. این اختلاف به دلیل پایین بودن pH نمونه-های BL در اثر فعالیت باکتری های استارتر، تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک در طی دوره رسیدگی پنیر می باشد که شرایط را برای زیست پذیری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* سخت تر کرده است (8). همچنین ممکن است پروتئولیز زیاد و کاهش کم pH در پنیرهای BLA، باعث زیست پذیری بهتر پروبیوتیک ها در این نمونه ها شده باشد (13). این نتایج با نتایج حاصل از سایر تحقیقات در ارتباط با قابلیت زیستی بیشتر بیفیدوباکتریوم در نمونه های اسیدی نسبت به نمونه های غیر اسیدی مطابقت دارد (5، 8 و 18).

لازم به توضیح است که تعداد باکتری های *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* پس از اتمام دوره رسیدگی در تمام نمونه های پنیر، بیش از حداقل میزان مورد نیاز برای ارائه اثرات سلامت بخشی (10^7 – 10^6 واحد کلنی در گرم) بود (24).



شکل 1- تغییرات تعداد *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* در پنیر سفید ایرانی در طول 60 روز نگهداری.

BLA: پنیر پروبیوتیک حاوی اسید لاکتیک (پنیر اسیدی) و BL: پنیر پروبیوتیک حاوی استارتر (پنیر غیر اسیدی).

3-2- ترکیبات شیمیایی

تغییرات ترکیبات شیمیایی نمونه های پنیر طی زمان رسیدن در جدول 2 آورده شده است. مطابق نتایج، در انتهای دوره نگهداری pH نمونه‌های پنیر به طور معنی داری افزایش یافت ($P<0.05$). طبق نظر فریتزن-فریر و همکاران (2009) افزایش pH ممکن است به دلیل عمل پروتئولیز در طول نگهداری باشد. پروتئولیز با آزاد ساختن گروه‌های آمین اسیدهای آمینه، pH محصول را طی دوره نگهداری افزایش می‌دهد (16). میزان pH نمونه های BLA به طور معنی داری بیشتر از نمونه های BL بود ($P<0.05$). علت آن می‌تواند به دلیل فعالیت بیش از حد باکتری های استارتر در طی دوره رسیدگی پنیر و تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک در نمونه های BL باشد. این مطلب با گزارش فریتزن-فریر و همکاران (2009) مطابقت دارد.

جدول 1- میانگین ویژگی های فیزیکوشیمیایی شیر خام مصرفی

چربی (%)	پروتئین (%)	خاکستر(%)	ماده خشک (%)	اسیدیته (%)	pH
3/533±0/028**	3/184±0/056	0/605±0/027	8/319±0/038*	0/139±0/004	6/54±0/01

* ماده خشک بدون چربی و ** درصد چربی بر پایه ماده خشک (FDM)

درصد نمک در طول رسیدن نمونه های پنیر به طور معنی داری افزایش نشان داد ($P<0.05$). این تغییرات به علت اختلاف فشار اسمزی بین آب نمک و پنیر و انتقال نمک از آب نمک به داخل پنیر طی دوره نگهداری می باشد (24). نتایج این بررسی با نتایج تحقیقات زمردی و همکاران (2010) مطابقت دارد. درصد نمک نمونه های BLA به طور معنی داری بیشتر از نمونه های BL بود ($P<0.05$). نتایج مشابهی نیز توسط فریتزن-فریر و همکاران (2009) گزارش شد. آنها ادعا کردند به علت تراکم کم بافت نمونه های اسیدی، میزان نمک بیشتری وارد بافت آنها شده است. همچنین خاطرنشان کردند در نمونه های پنیر حاوی باکتری‌های استارتر، غلظت بالای یون های هیدروژن و تراکم بافت این نمونه ها مانع از نفوذ زیاد نمک به داخل بافت آنها می شود.

درصد خاکستر پنیرها نیز در طول نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت ($P<0.05$). این تغییرات در راستای نتایج سایر تحقیقات از جمله تحقیق بوریتی و همکاران (2005b) و لین و همکاران (2006) بوده که به احتمال زیاد به علت افزایش درصد نمک طی دوره نگهداری می باشد. در انتهای دوره نگهداری، درصد خاکستر نمونه های BLA به طور غیر معنی داری بیشتر از نمونه های BL بود که علت آن می تواند مربوط به درصد بالای نمک نمونه های BLA باشد. این نتایج با گزارشات فریتزن-فریر و همکاران (2010) و بوریتی و همکاران (2005b) در ارتباط با پنیر میناز مطابقت دارد.

با توجه به نتایج جدول 2، درصد چربی بر پایه ماده خشک (FDM) در پایان دوره نگهداری نسبت به روز اول کاهش یافت ($P<0.05$). کاهش میزان چربی می تواند ناشی از لیپولیز و انتقال اسید های چرب از پنیر به آب نمک باشد که با گزارشات کاسیم اوغلو و همکاران (2004) و یلمازتکین و همکاران (2004) مطابقت دارد. مطابق نتایج، در پایان دوره نگهداری اختلاف معنی داری میان FDM نمونه های BL و BLA وجود نداشت که در راستای نتایج فریتزن-فریر و همکاران (2010) و بوریتی و همکاران (2005b) در پنیر میناز حاوی کشت های پروبیوتیک می باشد.

3-3- تعیین رنگ

تغییرات پارامترهای رنگ نمونه های پنیر در طی زمان رسیدن در جدول 3 آورده شده است. طبق نتایج بدست آمده، مقدار پارامترهای L^* (روشنایی) و a^* در روز 30 دوره نگهداری نسبت به روز اول کاهش و در روز 60 افزایش یافت ($P<0.05$). اما پارامتر b^* در روزهای 30 و 60 دوره نگهداری نسبت به روز اول افزایش یافت ($P<0.05$). کاهش پارامتر L^* (کاهش روشنایی)، شاید به علت قرار گرفتن محصول در مقابل نور در طی دوره نگهداری باشد(6). بنابراین طی روزهای 15 تا 30 دوره نگهداری، به احتمال زیاد در اثر تابیده شدن نور به نمونه ها، رنگ آنها تیره تر شده است. این نتایج با گزارش فریتزن-فریر و همکاران (2010) در ارتباط با پنیر میناز مطابقت دارد. آنها نشان دادند پارامتر L^* در پنیرهای میناز طی 28 روز نگهداری به طور معنی داری کاهش یافت. همچنین در انتهای دوره نگهداری، پارامتر L^* در نمونه های BL به طور غیر معنی داری مقدار بیشتری را به خود اختصاص داده بود که نشان دهنده روشن تر بودن رنگ این نمونه ها می باشد. افزایش پارامتر a^* در انتهای دوره نگهداری پنیر ها به معنی تغییر رنگ سبز به سمت رنگ قرمز می باشد. طبق نظر فریتزن-فریر و همکاران (2010) افزایش مقدار پارامتر a^*، به دلیل کاهش قابلیت زیستی و نیز استعداد و توانایی باکتری های پروبیوتیک در سنتز برخی مواد و املاح و به طور عمده ویتامین های گروه B مانند ریبوفلاوین که مسئول ایجاد رنگ سبز در پنیر هستند می باشد. نتایج ما با نتایج گزارش شده توسط فریتزن-فریر و همکاران (2010) مطابقت ندارد. همچنین پارامتر a^* در نمونه های BL به طور غیر معنی داری بیشتر بود که نشان دهنده کاهش قابلیت زیستی باکتری های پروبیوتیک در این نمونه ها می باشد. نتایج حاصل از شمارش تعداد کلنی های باکتری های پروبیوتیک نیز این مطلب را تأیید می کند.

جدول 2- تغییرات ترکیبات شیمیایی پنیرهای تولیدی در طول نگهداری

نام آزمایش	نمونه	زمان		رسیدن	(روز)	
	پنیر	1	15	30	45	60
pH	C1	5/01±0/04^{e}	5/52±0/04^{b}	5/12±0/04^{d}	5/38±0/04^{c}	5/11±0/04^{d}
	C2	5/3±0/04^{c}	5/72±0/04^{a}	5/53±0/04^{b}	5/72±0/04^{a}	5/45±0/04^{b}
	BL	5/06±0/04^{e}	5/44±0/04^{b}	5/14±0/04^{d}	5/44±0/04^{b}	5/17±0/04^{d}
	BLA	5/09±0/04^{e}	5/69±0/04^{a}	5/41±0/04^{b}	5/67±0/04^{a}	5/34±0/04^{c}
نمک (%)	C1	3/65±0/04^{e}	3/93±0/04^{cd}	3/77±0/04de	4/13±0/04^{b}	3/98±0/04^{b}
	C2	3/84±0/04^{d}	3/98±0/04^{cd}	4/09±0/04^{c}	4/29±0/04^{ab}	4/28±0/04^{ab}
	BL	3/74±0/04^{e}	3/92±0/04^{cd}	3/91±0/04^{d}	4±0/04^{c}	4/17±0/04^{b}
	BLA	3/8±0/04^{d}	3/85±0/04^{d}	4/07±0/04^{c}	4/39±0/04^{a}	4/49±0/04^{a}
خاکستر (%)	C1	6/74±0/11^{e}	7/17±0/04^{d}	7/91±0/04^{c}	7/9±0/04^{c}	8/28±0/04^{b}
	C2	6/21±0/04^{f}	7/56±0/04^{e}	7/87±0/04^{c}	7/98±0/04^{b}	8/43±0/04^{a}
	BL	6/86±0/04^{e}	7/14±0/04^{d}	8/22±0/04^{b}	8/11±0/04^{b}	8/48±0/04^{a}
	BLA	6/31±0/04^{f}	7/26±0/04^{d}	7/69±0/04^{c}	8/06±0/04^{bc}	8/51±0/04^{a}
چربی (FDM) (%)	C1	28/5±0/51^{a}	26±0/51^{b}	26/5±0/51^{b}	26/25±0/51^{b}	25/75±0/51^{bc}
	C2	28/5±0/51^{a}	24±0/51^{defg}	23/5±0/51^{efg}	23/75±0/51^{defg}	23/25±0/51^{fgh}
	BL	28/5±0/51^{a}	26/25±0/51^{b}	22/25±0/51^{h}	24/75±0/51^{cd}	24±0/51^{defg}
	BLA	28/5±0/51^{a}	23±0/51^{gh}	23/5±0/51^{efg}	23/25±0/51^{fgh}	23±0/51^{gh}

در هر ردیف میانگین های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون LSD در سطح احتمال 0/05)

جدول 3- تغییرات پارامترهای رنگ پنیرهای تولیدی در طول نگهداری

نام پارامتر	نمونه	زمان		رسیدن	(روز)	
	پنیر	1	15	30	45	60
L^{*}	C1	62/3±1/76^{b}	64/91±1/76^{a}	38/6±1/76^{c}	68/76±1/76^{a}	67/84±1/76^{a}
	C2	61/39±1/76^{b}	57/65±1/76^{b}	38/75±1/76^{c}	68/58±1/76^{a}	65/2±1/76^{a}
	BL	62/41±1/76^{b}	61/64±1/76^{b}	38/62±1/76^{c}	68/92±1/76^{a}	68/7±1/76^{a}
	BLA	63/5±1/76^{b}	65/15±1/76^{a}	38/61±1/76^{c}	68/85±1/76^{a}	64/92±1/76^{a}
a^{*}	C1	-2/33±0/59^{c}	-0/88±0/59^{a}	-5/47±0/59^{d}	-1/06±0/59^{b}	-0/82±0/59^{a}
	C2	-1/94±0/59^{c}	-0/66±0/59^{a}	-4/76±0/59^{d}	-1/39±0/59^{b}	-1/311±0/59^{b}
	BL	-2/69±0/59^{c}	-0/75±0/59^{a}	-4/87±0/59^{d}	-1/36±0/59^{b}	-0/45±0/59^{a}
	BLA	-2/93±0/59^{c}	-0/77±0/59^{a}	-4/74±0/59^{d}	-1/52±0/59^{b}	-1/07±0/59^{a}
b^{*}	C1	15/72±1^{c}	11/15±1^{d}	19/28±1^{a}	14/35±1^{c}	16/2±1^{ab}
	C2	14/06±1^{c}	10/81±1^{d}	18/49±1^{a}	15/13±1^{c}	16/21±1^{ab}
	BL	15/95±1^{c}	11/76±1^{d}	16/97±1^{ab}	14/44±1^{c}	16/5±1^{ab}
	BLA	15/46±1^{c}	10/18±1^{d}	17/37±1^{a}	14/34±1^{c}	18/41±1^{a}

در هر ردیف میانگین های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون LSD در سطح احتمال 0/05)

افزایش پارامتر b^* در روزهای 30 و 60 دوره نگهداری نشان دهنده زرد تر شدن رنگ پنیرها می باشد. این تغییرات شاید به روش نگهداری بستگی داشته باشد. لنرستن و لینگنرت (2000) گزارش کردند که روش نگهداری ممکن است سبب پایداری کاروتنوئید ها (ترکیباتی با فعالیت آنتی اکسیدانی و مسئول ایجاد رنگ زرد در پنیر) شود و این ممکن است دلیل تغییرات ایجاد شده در پارامتر b^* باشد. در انتهای دوره نگهداری، پارامتر b^* در نمونه های BLA به طور غیر معنی داری بیشتر بود که نشان دهنده زردتر بودن رنگ این نمونه ها می باشد.

3-4- خواص حسی

خواص حسی پنیر های تولیدی پس از 30 و 60 روز نگهداری در جدول 4 نشان داده شده است. طبق نتایج، اختلاف معنی داری بین نمونه های پنیر تولیدی از لحاظ خواص وجود نداشت، اما نمونه های BL بطور غیرمعنی‌داری امتیاز طعم و بافت بالاتری داشتند ($P>0.05$). نتایج ما با نتایج فریتزن-فریر و همکاران (2010) و بوریتی و همکاران (2005b) مطابقت دارد. آنها نیز گزارش نمودند اختلاف معنی داری بین ویژگی های حسی نمونه های اسیدی و غیر اسیدی در پنیر میناز وجود ندارد. همچنین طبق نتایج، بیفیدوباکتریوم لاکتیس تاثیر معنی داری روی طعم و بافت پنیر نداشت ($P>0.05$). گزارش زمردی و همکاران (2010) در پنیر سفید ایرانی فراپالایش، نتایج این بررسی را تأیید می کند.

جدول 4- خواص حسی پنیر های تولیدی پس از 30 و 60 روز نگهداری

تیمار	طعم	بافت	رنگ
C2	$۳/۳۷^{b}$	$۳/۸۱^{a}$	$٤/۳۱^{a}$
BLA	$3/25^{b}$	$۳/۷٥^{a}$	$٤/۳۱^{a}$
C1	4^{b}	$٤/۳۷^{a}$	$٤/۲٥^{a}$
BL	٤^{b}	$٤/۱۲^{a}$	$٤/۱۲^{a}$

در هر ردیف میانگین های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون LSD در سطح احتمال 0/05)

4- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اسیدی کردن مستقیم شیر تأثیر مثبتی روی قابلیت زیستی باکتری پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم لاکتیس داشت و منجربه افزایش ماندگاری این باکتری در حدود یک سیکل لگاریتمی در نمونه های اسیدی نسبت به نمونه های استارتری شد. همچنین تعداد نهایی باکتری بیفیدوباکتریوم لاکتیس زنده مانده بعد از 60 روز نگهداری در تمامی نمونه های پنیر پروبیوتیک بیش از حداقل مقدار توصیه شده لازم برای ایجاد اثرات سلامت بخشی ($10^7 - 10^6$ واحد کلنی در گرم) بود. اسیدی کردن مستقیم شیر باعث افزایش معنی دار pH و درصد نمک گردید اما تأثیر معنی داری روی درصد خاکستر و چربی و همچنین رنگ نمونه‌ها نداشت. بررسی ویژگی های حسی نیز نشان داد نمونه های استارتری بطور غیرمعنی‌داری امتیاز طعم و بافت بالاتری داشتند. لذا روش اسیدی کردن مستقیم شیر بعنوان روش جایگزین استفاده از کشت های استارتر مزوفیلیک در تولید پنیر سفید ایرانی پروبیوتیک جهت افزایش قابلیت زیستی باکتری های پروبیوتیک و تولید محصول با خواص تکنولوژیکی و عملکردی بالا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همینطور می توان باکتری بیفیدوباکتریوم لاکتیس را در تهیه پنیر سفید ایرانی جهت تولید محصول عملگرا استفاده نمود.

5- سپاس گزاری

نگارندگان مقاله مراتب سپاس خود را از بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی و شرکت شهرکهای صنعتی آذربایجان غربی بدلیل همکاری در اجرای این تحقیق اعلام می دارند.

6- منابع

1. Anal, A. K. and Singh, H. 2007. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Food Science & Technology*, 18, 240–251.
2. AOAC. 1997. Official Methods of Analysis. 16th ed. 3rd rev. AOAC, Arlington, VA.
3. Brown, J.A., Foegeding, E.A., Daubert, C.R., Drake, M.A. and Gumpertz, M. 2003. Relationships among rheological and sensorial properties of young cheeses. *Journal of Dairy Science*, 86, 3054–3067.
4. Buriti, F. C. A., Rocha, J. S., Assis, E. G. and Saad, S. M. I. 2005a. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. *LWT-Food Science and Technology*, 38, 173-180.
5. Buriti, F.C.A., Rocha, J.S. and Saad, S.M.I. 2005b. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for

the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86, 2725–2743.
17. Mahmoudi, M., Zomorodi, S. and Khosrowshahi, A. 2012. The influence of probiotic bacteria on the properties of Iranian white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65, 561-567.
18. Marcatti, B., Habitante, A. M. Q.B., Sorbal, P. J. A. and Favaro-Trindade, C. S. 2009. Minas-type fresh cheese developed from Buffalo Milk with addition of *L. Acidophilus*. *Journal of Sci. Agric*., 66, 481-485.
19. Médici, M., Vinderola, C.G. and Perdigón, G. 2004. Gut mucosal immunomodulation by probiotic fresh cheese. I*nternational Dairy Journal*, 14, 611–618.
20. Ozer, B., Uzun, Y. S. and Kirmaci, H. A. 2008. Effect of microencapsulation on viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum BB-12* during Kasar cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 61, 237–244.
21. Phillips, M., Kailasapathy, K. and Tran, L. 2006. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus, Bifidobacterium sp., L. casei, L. paracasei and L. rhamnosus)* in cheddar cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 108, 276–280.
22. Stanton, C., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F. and Van Sinderen, D. 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current Opinion in Biotechnology*, 16, 198-203.
23. Yilmaztekin, M., Ozer, B. H. and Atasoy, A. F. 2004. Survival of *Lactobacillus acidophilus LA-5* and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in white-brined cheese. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 55, 53–60.
24. Zomorodi, S., Khosrowshahi, A., Razavirohani, S.M. and Miraghaei, S. 2010. Survival of *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium bifidum* in free and microencapsulated forms on Iranian white cheese produsedby ultrafiltration. *International Journal of Dairy Technology*, 64, 84-91.
textural and sensorial properties during storage. *International Dairy Journal*, 15, 1279–1288.
6. Chatelain, Y., Aloui, J., Guggisberg, D. and Bosset, J. O. 2003 La couleur du lait et des produits laitiers et sa mesure–un article de systhe`se. *Millelungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 94, 461–488.
7. Doleyres, Y. and Lacroix, C. 2005. Technologies with free and immobilised cells for probiotic bifidobacteria production and protection. *International Dairy Journal*, 15, 973–988.
8. Fritzen-Freir, C.B., Muller, C.M.O., Laurindo, J.B. and Prudencio, E.S. 2009. The influence of *Bifidobacterium Bb-12* and lactic acid incorporation on the properties of Minas Frescal cheese. *Journal of food Engineering*, 96, 621-627.
9. Fritzen-Freir, C.B., Muller, C.M.O., Laurindo, J.B., Amboni, R. D. DE. M. C. and Prudencio, E.S. 2010. The effect of direct acidification on the microbiological, physicochemical and sensory properties of probiotic Minas Frescal cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 63, 1-8.
10. Gomes, A. M. P., Malcata, F. X., Klaver, F. A. M. and Grande, H. J. 1995. Incorporation and survival of *Bifidobacterium sp*. strain Bo and Lactobacillus acidophilus strain Ki in a cheese product. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 49, 71–95.
11. Hayaloglu, A.A., Guven, M. and Fox, P. F. 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish white cheese "Beyaz Peynir". *International. Dairy Journal*, 12, 635-648.
12. Kasimogˇlu, A., Goncuogˇlu, M. and Akgun, S. 2004. Probiotic white cheese with Lactobacillus acidophilus. International Dairy Journal, 14, 1067-1073.
13. Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Mousavi, M. E. and Emam-Djomeh, Z. 2006. Monitoring the Chemical and Textural Changes During Ripening of Iranian White Cheese Made with Different Concentrations of Starter. *J. Dairy Science*, 89, 3318-3325.
14. Lennersten, M. and Lingnert, H. 2000. Influence of wavelength and packaging materia on lipid oxidation and colour changes in low-fat mayonnaise. *LWT- Food Science and Technology*, 33, 253–260.
15. Lin, W. H., Hwang, C., Chen, L. and Tsen, H. 2006. Viable counts characteristic evaluation for commercial lactic acid bacteria products. *Food Microbiology*, 23, 74-81.
16. Lucey, J.A., Johnson, M.E. and Hornet, D.S. 2003. Invited review: perspectives on the basis of