مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد دوم، شماره چهارم، زمستان ۸۹
۱۹-۳۲
http://ejfpp.gau.ac.ir

تولید پنیر سفید فراپالایشی سینبیوتیک با استفاده از سویه پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* و اینولین

***هادی قائمی[۱]، جواد حصاری[۲] و رضوان پوراحمد[۳]**

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران
[۲]دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز، [۳]استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۱

چکیده

در این پژوهش قابلیت تولید پنیر سفید ایرانی فراپالایش سینبیوتیک حاوی سویه پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* و اینولین در دو سطح ۲ و ٤ درصد به‌عنوان ترکیب پری‌بیوتیک بررسی گردید. پنیرهای تولیدی در دمای ٦ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٦٠ روز نگه‌داری و قابلیت زیستی باکتری‌های پروبیوتیک و ویژگی‌های شیمیایی شامل ماده خشک، pH، اسیدیته، نمک، چربی و پروتئین بررسی شد. در طول دوره نگه‌داری ویژگی‌های بافتی نمونه‌های پنیر با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (TPA) و خواص حسی توسط گروه ارزیاب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در روز اول تولید تعداد گونه پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* ۸/۰۲۳ لگاریتم واحد کلنی در گرم بود که در تیمار LP پس از ٤٥ روز نگه‌داری به ٦/٠٦ لگاریتم واحد کلنی در گرم و در روز ٦٠ به ٥/٧٧ لگاریتم واحد کلنی در گرم رسید، در حالی که در نمونه‌های حاوی ۲ درصد اینولین کم‌ترین میزان کاهش تعداد این باکتری مشاهده شد و به‌ترتیب به میزان ٦/٢٤ و ٥/٨٦ لگاریتم واحد کلنی در گرم در روز ٤٥ و ٦٠ رسید. در تمامی نمونه‌ها تعداد باکتری‌های زنده تا روز ٤٥ نگه‌داری بیش از مقدار توصیه شده لازم برای ایجاد اثرات مفید در سلامتی انسان به‌عنوان فراورده فراویژه بود. در تمامی نمونه‌ها در طول دوره رسیدن، pH کاهش و درصد اسیدیته و نمک افزایش نشان داد اما درصد چربی

*مسئول مکاتبه: hadi_gi82@yahoo.com

و ماده خشک تغییرات معنی‌داری (P>۰/۰۵) نداشتند. طی ارزیابی حسی تیمار (۲ درصد) LA_5 بهترین امتیاز طعم و بافت را به‌خود اختصاص داد. ارزیابی بافت نمونه‌های پنیر نیز بیان‌گر کاهش سختی و صمغیت پنیرها در پایان دوره رسیدن بود.

واژه‌های کلیدی: پنیرسفیدفراپالایشی، پروبیوتیک، اینولین، سینبیوتیک

مقدمه

در سال‌های اخیر مصرف‌کنندگان علاوه‌بر درنظر گرفتن ویژگی‌های تغذیه‌ای که به‌صورت متعارف از یک ماده غذایی موردنظر است به خصوصیات سلامت‌بخش محصول نیز توجه ویژه‌ای دارند. ماده غذایی فراسودمند ماده غذایی است که در بردارنده دست‌کم یک ویژگی سلامت‌بخش مشخص افزون بر خواص تغذیه‌ای پایه باشد. یکی از متداول‌ترین انواع غذاهای فراسودمند فراورده‌های پروبیوتیک است. غذاهای پروبیوتیک به دسته‌ای از فراورده‌های غذایی گفته می‌شود که شامل یک یا مخلوطی از کشت‌های باکتریایی زنده و مفید هستند که مصرف آن‌ها باعث ایجاد تعادل در فلورمیکروبی روده و در نهایت سبب افزایش سلامتی انسان می‌شود. معمول‌ترین میکروارگانیزم‌های پروبیوتیک به سه گروه باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها تقسیم می‌شوند. *لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم* از اصلی‌ترین باکتری‌های پروبیوتیک مورد استفاده در محصولات لبنی هستند [۲].

پروبیوتیک‌ها باعث کاهش لاکتوز، کلسترول و فشار خون می‌شوند. این باکتری‌ها قادر به تحریک سیستم ایمنی و تقویت پاسخ ایمنی بدن هستند و به‌نسبت گوارش و جذب مواد معدنی و ویتامین‌ها کمک می‌کنند. پروبیوتیک‌ها با مهار کردن باکتری‌های مضر روده، میزبان را از خواص ضد جهش‌زا و ضد سرطان‌زا برخوردار می‌سازند [۳].

اغلب فراورده‌های پروبیوتیک موجود در بازار را گروه لبنیات تشکیل می‌دهند و مصرف‌کنندگان آگاه به‌این حقیقت هستند که اصولاً وجود پروبیوتیک‌ها در محصولات تخمیری شیر سبب بهره‌مندی آن‌ها از فواید سلامت بخش پروبیوتیک‌ها و اثر مثبت تخمیر، به‌طور هم‌زمان می‌شود. به‌طورکلی انواع پنیر حاملین مناسب پروبیوتیک‌ها به‌شمار می‌روند. از جمله دلایل بالا بودن قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها در انواع پنیر می‌توان به pH نسبتاً بالا در مقایسه با فراورده‌های تخمیری شیر، ساختار جامد شبکه‌ای و فشرده، ظرفیت تامپونی بالا به‌دلیل دارا بودن مقدار بالای پروتئین و درصد چربی به‌نسبت بالا اشاره کرد

[٤]. با این حال یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در زمینه تولید و فرآوری محصولات پروبیوتیک پایین بودن قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک به‌دلیل حساسیت به شرایط سخت و دشوار موجود در محصولات غذایی و همچنین شرایط نامساعد دستگاه گوارشی است و این درحالی است که طبق گزارش فائو[1] محصول پروبیوتیک استاندارد محصولی است که در لحظه مصرف حداقل 10^{7}–10^{6} میکروارگانیسم زنده و فعال پروبیوتیک داشته باشد[۱۰]. در این راستا استفاده از مواد پری‌بیوتیک که تحریک کننده رشد پروبیوتیک‌ها در روده هستند و علاوه‌بر آن می‌توانند به ماندگاری بهتر آن‌ها در طی نگه‌داری محصول کمک کند، در تولید غذاهای پروبیوتیک لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد [۲]. از جمله این ترکیبات پری بیوتیک می‌توان به اینولین اشاره کرد. اینولین به پلیمرهای فروکتوز با درجه پلیمریزاسیون ۲ تا ٦۰ که توسط پیوندهای فروکتوزیل β(۱–۲) بهم متصل شده‌اند اطلاق می‌گردد و در طبیعت به‌صورت کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای در گیاهان و پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی در برخی از میکروارگانیسم‌ها یافت می‌شوند [۱]. اینولین بدون هیچ‌گونه تغییری توسط آنزیم‌های موجود در قسمت‌های فوقانی دستگاه گوارش، وارد کولون شده و در آن‌جا به‌وسیله آنزیم β فروکتوزیدار (اینولیناز) تولید شده توسط پروبیوتیک‌ها تخمیر می‌شود. زمانی‌که اینولین با آب یا هر مایع آبی دیگر مخلوط می‌شود کریستال‌های ریز اینولین یک شبکه ژلی سه بعدی تشکیل می‌دهند در نتیجه ساختار خامه‌ای با یک بافت با قابلیت مالش‌پذیری کم ایجاد می‌نماید، ضمن آن‌که اینولین به‌عنوان یک بهبوددهنده احساس دهانی کاربرد ویژه‌ای در صنایع غذایی دارد. در رابطه با استفاده از اینولین در پروسه تولید پنیر پژوهش‌های متنوعی صورت گرفته است. امیلیان و همکاران [۱۳] از اینولین به‌منظور بررسی بهبود زنده‌مانی و اصلاح بافت پنیر کاتیج حاوی ***Lactobacillus delbrueckii*** استفاده کردند و زنده‌مانی باکتری فوق را در شرایط مشابه با وضعیت گوارشی مورد بررسی قرار دادند. در تمام مدت زمان نگه‌داری پنیر، تعداد باکتری‌های محصول دارای اینولین فراتر از میزان توصیه شده برای محصولات فراویژه بود، ضمن آن‌که اضافه کردن اینولین و باکتری‌های پروبیوتیک تغییری را در ساختار فیزیکوشیمیایی و مقبولیت پنیر کاتیج ایجاد نکرد. همچنین محققان تاثیر افزودن ***Lactobacillus paracasei*** به‌صورت هم‌کشت با ***Streptococcus thermophilus*** را در تولید پنیر سوئیسی بررسی کردند که طی این پژوهش میزان بقای *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* در طی ۲۱ روز نگه‌داری بالای ۷ لگاریتم واحد کلنی در گرم به‌دست آمد [۱۲].

1- Fao

به‌دلیل این که پنیر سفید تهیه شده به روش فراپالایش عمده‌ترین پنیر صنعتی کشور از نظر میزان تولید است و فرآورده‌ای پرمصرف و پرطرف‌دار است بنابراین تولید پنیر سفید فراپالایشی سینبیوتیک که به‌طور توام حاوی ریزواره‌های پروبیوتیک و ترکیبات پری‌بیوتیک باشد فرمولاسیون نوینی در این رابطه به‌حساب می‌آید که مقاله حاضر به بررسی دقیق جزئیات این امر پرداخته و همچنین خصوصیات فراویژه پنیر فراپالایش تولیدی را بررسی کرده است.

مواد و روش‌ها

شیر مورد استفاده جهت انجام پروژه از شیر مصرفی برای تولید پنیر درکارخانه پگاه منطقه آذربایجان شرقی تامین شد. مشخصات شیر و رتنتیت به‌کار رفته در تولید پنیر فراپالایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ترکیبات فیزیکوشیمیایی شیر خام و رتنتیت مصرفی.

نمونه	درصد چربی	درصد ماده خشک	درصد پروتئین	pH
شیر خام	۳/۲	۱۱/۵	۳/۱	٦/۷
رتنتیت	۱٦	۳۲/۵	۱۱/۷	٦/٦

مایه پنیر مورد استفاده از نوع قارچی (موکور میه‌هی) از شرکت DSM استرالیا، آغازگر مورد استفاده مخلوط سویه‌های ترموفیل و مزوفیل (FRC از شرکت کریستین هانسن دانمارک و DELVO-TEC از شرکت DSM استرالیا)، باکتری *Lactobacillus acidophilus* به‌عنوان کشت پروبیوتیک از شرکت کریستین هانسن دانمارک و اینولین مصرفی به‌عنوان ترکیب پری‌بیوتیک (نوع HP) از شرکت اورافتی بلژیک و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش‌ها از شرکت (مرک آلمان) تهیه شد. سه نوع پنیر سفید فراپالایش سینبیوتیک به‌شرح زیر تولید شد. (٤ درصد اینولین) LA_5: دارای استارتر تجاری و باکتری پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* به‌همراه ٤ درصد اینولین به‌عنوان ترکیب پری‌بیوتیک، (۲ درصد اینولین) LA_5: حاوی استارتر تجاری و باکتری پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* به‌همراه ۲ درصد اینولین به‌عنوان ترکیب پری‌بیوتیک، LP: دارای استارتر تجاری و باکتری پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus*، به‌عنوان تیمار شاهد.

آزمایش‌های شیمیایی: میزان چربی پنیر با استفاده از روش ژربر و طبق استاندارد ملی ایران به‌شماره ۷٦۰ [٦]، پروتیین به روش ماکروکلدال و طبق استاندارد ملی به‌شماره ٦۳۹ [۵]، اندازه‌گیری pH و اسیدیته به روش استاندارد ملی شماره ۲۸۵۲ [۸]، نمک به روش موهر و طبق استاندارد ملی شماره ۱۸۰۹ [۷] و ماده خشک پنیر از طریق خشک کردن نمونه ۱ گرمی پنیر در دستگاه سارتریوس اندازه‌گیری شد.

ارزیابی حسی: ارزیابی حسی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای و توسط گروه پانلیست انجام شد. برای بررسی تغییرات خواص حسی پنیرها طی دوره رسیدن، یک گروه ۱۰ نفری پانلیست، پنیرها را هر ۱۵ روز یکبار مورد ارزیابی قرار دادند. سپس بر اساس ویژگی‌های حسی فراورده، نظرات خود را مشخص کردند. به‌طوری که در صورت مطابقت کامل ویژگی‌های محصول با ویژگی‌های حسی تعیین شده در استاندارد مربوطه گزینه خیلی خوب و در صورت نامناسب بودن برای مصرف انسان نمره خیلی ضعیف برای آن‌ها منظور شد [۳].

ارزیابی بافت: ارزیابی بافت توسط دستگاه تحلیل‌گر بافت ($TATX_2$) و با آزمون پروفایل بافت انجام شد. برای این‌کار قسمتی از پنیر به‌شکل استوانه برش داده و در دستگاه قرار داده شد و دوبار توسط پروب فشارنده فشرده شد. در این آزمون درک انسانی از بافت تقلید می‌شود و اولین و دومین فشار مربوط به اولین و دومین مرحله گاز زدن است. شاخص‌های مختلفی مانند سختی، پیوستگی، صمغیت، از روی منحنی به‌دست آمده از دستگاه تعیین شد [۱۲].

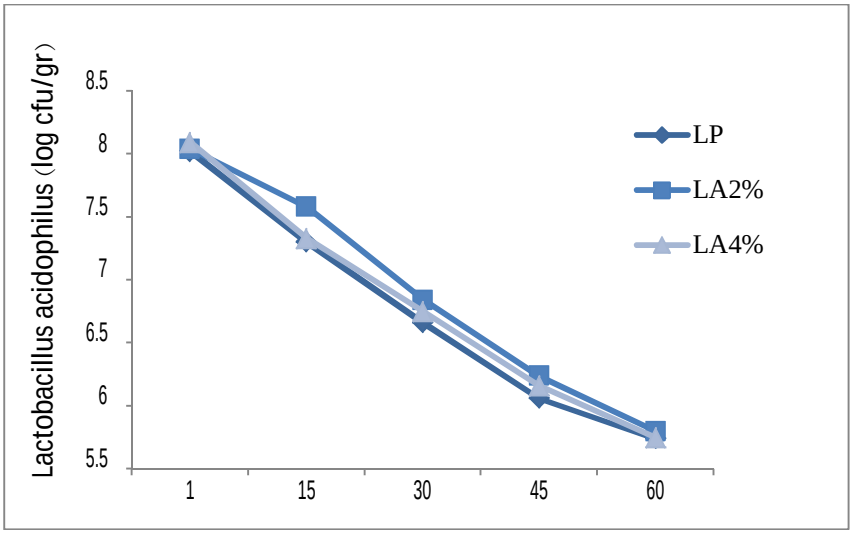
آزمایش‌های میکروبی: به‌منظور ارزیابی ماندگاری *Lactobacillus acidophilus* در محصول و در طی دوره نگه‌داری، هر۱۵ روز از محصول نمونه‌برداری شد. برای این منظور ۱۰ گرم از نمونه پنیر برداشته شد و در ۹۰ میلی‌لیتر رقیق‌کننده (تری سیترات سدیم) مخلوط و هم‌گن شد. سپس رقت‌های سریالی از آن تهیه گردید. از رقت‌های موردنظر ۱ میلی‌لیتر برداشته و با روش ریختن در پلیت در محیط کشت‌های موردنظر کشت داده شد. برای شمارش گونه پروبیوتیکی از محیط کشت MRS– بایل آگار استفاده شد. گرمخانه گذاری پلیت‌های مورد آزمون در دمای ۳۷ درجه و به‌مدت ۷۲ ساعت انجام شد [۲، ۹، ۱۵و۱۸].

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های حاصل از آزمایش‌ها براساس طرح بلوک‌های کاملا تصادفی آنالیز شد و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت [۲].

نتایج و بحث

ارزیابی زنده‌مانی *Lactobacillus acidophilus*: مقایسه میانگین تعداد سلول‌های باکتری‌های *Lactobacillus acidophilus* در نمونه‌های دارای اینولین و تیمار شاهد طی دوره نگه‌داری ٦٠ روزه در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج آنالیز آماری نشان داد که در روز اول تولید تعداد گونه پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* ۸/۰۲۳ لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی در گرم بود که پس از ٤٥ روز نگه‌داری در تیمار LP به ٦/٠٦ لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی در گرم کاهش یافت و این تعداد در روز ٦٠ به ٥/٧٧ لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی در گرم رسید. در حالی که در نمونه‌های حاوی ۲ درصد اینولین کم‌ترین میزان کاهش تعداد این باکتری به‌دست آمد و به‌ترتیب به‌میزان ٦/٢٤ و ٥/٨٦ لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی در گرم در روز ٤٥ و ٦٠ رسید. در واقع در طول دوره نگه‌داری، نمونه‌های دارای اینولین در حفظ زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها موفق‌تر از نمونه‌های فاقد اینولین عمل کرده‌اند هر چند که اختلاف معنی‌داری بین تیمار۲ درصد و٤ درصد مشاهده نشد (P>۰/۰٥).

با مشاهده روند کاهش باکتری‌ها مشخص شد که میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک تا روز ٤٥ نگه‌داری توانستند تعداد خود را در سطح مطلوب و موردنیاز حفظ کنند، بنابراین پنیر سفید فراپالایش را می‌توان به‌عنوان ناقل مناسب پروبیوتیک‌ها به رژیم غذایی معرفی کرد.



شکل ۱- تغییرات زنده‌مانی *Lactobacillus acidophilus* در پنیر سفید فراپالایش طی دوره نگهداری.

ترکیبات شیمیایی: درصد ماده خشک، نمک، چربی، پروتئین و pH نمونه‌ها در طول دوره رسیدن در جدول ۲ آورده شده است.

با مشاهده جدول مشخص می‌شود که کم‌ترین اسیدیته و بیش‌ترین pH مربوط به نمونه کنترل بود و در تمامی نمونه‌ها pH طی دوره رسیدن کاهش و اسیدیته افزایش یافته‌است. کاهش pH یا افزایش اسیدیته در طی رسیدن پنیر، ناشی از تکمیل نسبی تخمیر لاکتوز و تولید اسید های چرب است.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پنیر تولید شده با مخلوط کشت پروبیوتیک و اینولین ٤ درصد دارای پائین‌ترین pH و نمونه‌های فاقد اینولین دارای بالاترین pH در طی دوره رسیدن بود. درموافقت با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، هایسا و همکاران [١٤] گزارش کردند که با افزودن اینولین در پنیر سوئیسی، pH کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد افزودن اینولین، فعالیت متابولیکی استارترها را تحریک کرده و موجب افزایش اسیدیته و کاهش pH می‌شود. باتوجه به جدول ۲ هیچ یک از فاکتورهای زمان رسیدن و درصد اینولین به‌کار رفته و نیز اثر متقابل آن‌ها بر روی ماده خشک پنیر معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). یکی از عوامل مهم در تغییرات ماده خشک پنیر جذب آب توسط پروتئین‌ها است. هر چه گروه‌های قطبی در شبکه پروتئینی بالا باشد میزان جذب آب نیز بالا خواهد بود، درنتیجه میزان ماده خشک پائین می‌آید.

نتایج مشابهی با استفاده ازکشت‌های *Lactobacillus acidophilus* در تولید پنیر میناس به‌دست آمد. به‌طوری که تفاوت معنی‌داری بین پنیر دارای کشت‌های *Lactobacillus acidophilus* و نمونه کنترل از لحاظ میزان ماده خشک وجود نداشت [١٦].

با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که میزان نمک تا روز ٦٠ رسیدن افزایش پیدا کرد و به بیش‌ترین مقدار خود رسید. نرخ بالای جذب نمک تا روز ٦٠ از یک طرف به‌دلیل وجود اختلاف غلظت و فشار اسمزی و از سوی دیگر خروج آب از دلمه است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نمونه دارای *Lactobacillus acidophilus* به‌همراه ٤ درصد اینولین در روز ١٥ رسیدن دارای کم‌ترین میزان نمک و نمونه فاقد اینولین در روز ٦٠ رسیدن دارای بالاترین میزان نمک بود. افزودن نمک به پنیر دارای اهداف متفاوتی مانند بهبود عطر، طعم، بافت و رنگ پنیر، ممانعت از رشد و فعالیت باکتری‌های آغازگر و تولید زیاد اسید و تنظیم رطوبت پنیر و غیره می‌باشد. توزیع یک‌نواخت نمک باعث می‌شود تا رسیدن پنیر در بخش‌های مختلف یک‌نواخت و هماهنگ باشد[١٧].

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیرهای سفید فراپالایش پروبیوتیک و سینبیوتیک تولیدی در طول دوره رسیدن.

آزمایش	نمونه	ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیرهای تولیدی در طول دوره رسیدن (روز)				
		۱	۱۵	۳۰	٤٥	٦۰
pH	LA_5(٤درصد)	٤/٦۱±/۰۱۱^{a*}	٤/٥±/۰۰۳^{bc}	٤/٤۱±/۰۰۲^{ef}	٤/۳۰±/۰۰۳^{h}	٤/۱۷±/۰۱۲^{j}
	LA_5(۲درصد)	٤/٦۱±/۰۱۸^{a}	٤/٤۹±/۰۰۳^{bc}	٤/۳۹±/۰۱۲^{f}	٤/۳۲±/۰۰٦^{gh}	٤/۱۹±/۰۰٥^{ij}
	LP	٤/٦۲±/۰۱۲^{a}	٤/٥۲±/۰۰٥^{b}	٤/٤۲±/۰۱^{de}	٤/۳۳±/۰۰۳^{gh}	٤/۲۰±/۰۱۷^{i}
اسیدیته	LA_5(٤درصد)	۷٥±/۱٦^{jkl}	۷۷/۱٦±/٦^{ghij}	۷۹/۳٥±/۸۸^{def}	۸۰/۱٦±/۹۲۷^{cdef}	۸٤±/٦^{ab}
	LA_5(۲درصد)	۷٤/۳۸±/۳۳^{ml}	۷٦±/۰۰۳^{jkl}	۷۹/٥±۱/۰٤^{def}	۸۱/۱٦±/۷۲٦^{bcde}	۸٤±/٥۷۷^{a}
	LP	۷٤/۳۰±/٦٦^{ml}	۷٦/٦٦±/٦٦^{jkhi}	۷۸/۸۲±۱/۰۹^{fgh}	۸۰±/٥۷۷^{def}	۸۳±/٥۷۷^{ab}
نمک	LA_5(٤درصد)	۲/۰۱±/۰۳^{fg}	۱/۹۷±/۰۱٤^{gb}	۲/۰۸۰±/۰۲^{bcdef}	۲/۱۳۳±/۰۱۸^{bcd}	۲/۲٤±/۰۲٥^{a}
	LA_5(۲درصد)	۲/۰٤٦±/۰۳^{defg}	۲/۰٦±/۰۳^{bcdef}	۲/۱۱±/۰٤۷^{bcde}	۲/۱٤۲±/۰۱۲^{b}	۲/۲٤±/۰۲۰^{a}
	LP	۲/۰٥٦±/۰۲^{cdefg}	۲/۰٦±/۰۳^{bcde}	۲/۱۲±/۰٤۷^{bcde}	۲/۱٦±/۰۲۹^{b}	۲/۲۸±/۰۲۷^{a}
چربی	LA_5(٤درصد)	۱٦/٥±/۲۸۸^{a}	۱۷/۳۳±/٦^{a}	۱۷/۱٦±/٤٤^{a}	۱۷/۸۳±/٤٤۰^{a}	۱۷/٦٦±/۱٦٦^{a}
	LA_5(۲درصد)	۱۷/٦٦±/۰٤^{a}	۱۷/۳۳±/٦^{a}	۱۷/۱٦±/٤٤^{a}	۱۷±/۲۸۷^{a}	۱۷/٦٦±/۱٦٦^{a}
	LP	۱۷/٥±/۲۸۸^{a}	۱۷/۳۳±/٦^{a}	۱۷/۱٦±/۱٦^{a}	۱۷/۱٦±/٤٤۰^{a}	۱۷/۱٦±/٤٤^{a}
ماده خشک	LA_5(٤درصد)	۳۷/۳٥±/۸۲^{a}	۳٦/٤۸±/۷۷^{ab}	۳٦/۲۹±/۸٤۹ ^{ab}	۳٦/٦۲ ±/٦۳۷^{ab}	۳۷/۲۹±/٤٥٦^{ab}
	LA_5(۲درصد)	۳٦/۳۷±/۳۳ ^{ab}	۳٥/٤٤±/٥۲^{b}	۳٦/۸±/٥٤ ^{ab}	۳٦/٥٦±/۲٦٦^{ab}	۳٦/۷±/۲۳۹^{ab}
	LP	۳٦/٦۲±/٤۷ ^{ab}	۳٦/۲٤±/٤۸ ^{ab}	۳۷/۲±/۳۸٦^{ab}	۳٦/٦۹±/۳٥٦^{ab}	۳٦/٤۲±/۱۹۱^{ab}
پروتئین	LA_5(٤درصد)	۱۱/۷۹±/۲^{de}	۱۲/٥۷±/۲۹^{bcde}	۱۳/۰٥±/٦۷^{abcd}	۱۲/۷۳±/۱۳^{abcde}	۱۳/۷٤±/٤٦^{ab}
	LA_5(۲درصد)	۱۲/۹۸±/۱۱^{abcd}	۱۳/۱۷±/٤۹^{abc}	۱۲/٦٥±/۳٥^{bcde}	۱۳/۱۱±/۳۸^{abc}	۱٤/۰۱٥±/۱۸^{a}
	LP	۱۲/٤٥±/۱^{bcde}	۱۲/٥٥±/٦٤^{bcde}	۱۳/۱۱±/۱۱^{abc}	۱۳/۲۲±/۲^{abc}	۱۳/٦٥±/۷۳^{abc}

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰٥).

میزان نمک در انواع مختلف پنیر، علاوه‌بر تاثیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی می‌تواند از جنبه زنده-مانی و بقای باکتری‌های پروبیوتیک نیز بسیار مؤثر باشد. به‌نظر می‌رسد رابطه مستقیمی بین زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک با میزان غلظت نمک نمونه‌های پنیر وجود دارد. طبق نظر محققان میزان بالای ٤درصد نمک می‌تواند به‌طور مستقیم باعث کاهش میزان باکتری‌های پروبیوتیک شود [۱۱]. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود مقادیر چربی نمونه‌ها در طول دوره رسیدن اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰٥). نتایج ثابت کرد که افزودن اینولین به نمونه‌ها تاثیر معنی‌داری (P>۰/۰٥) را در محتوای کلی چربی نمونه‌های تولیدی ایجاد نکرد. Haisa و همکاران[۱٤] در موافقت با نتایج فوق

اعلام کردند در پنیرهای سویسی سینبیوتیک در طول دوره ۲۸ روزه نگهداری اختلاف معنا داری در میزان چربی نمونه‌های مورد ارزیابی مشاهده نشد .

ارزیابی حسی: عطر و طعم یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر در بازارپسندی پنیر به‌شمار می‌رود. مهم‌ترین ترکیبات ایجاد کننده عطر و طعم پنیرها اسیدهای آمینه آزاد و پپتیدهای ریزمولکول حاصل از فرایند پروتئولیز تحت اثر آنزیم‌های رنینی و استارتری و اسیدهای چرب آزاد حاصل از لیپولیز چربی شیر هستند که غلظت این ترکیبات به‌تدریج طی دوره نگه‌داری افزایش می‌یابد [۱۱]. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها همان‌طور که در جدول ۳ و ٤ آمده است نشان داد که بالاترین امتیاز ارزیابی حسی (بافت و طعم) مربوط به پنیر حاوی ۲ درصد اینولین بود. به‌نظر می‌رسد افزودن اینولین باعث بهبود ویژگی‌های طعمی و بافتی شده و احساس دهانی مطلوب‌تری را باعث می‌شود .

جدول ۳- میانگین امتیازات بافت پنیر سفید فراپالایش سینبیوتیک طی دوره نگه‌داری.

ارزیابی حسی (بافت) پنیرهای تولیدی در طول دوره رسیدن (روز)					
نمونه	۱	۱۵	۳۰	٤٥	٦۰
LA_5 (٤ درصد)	$٤/٤^{abc}$	$٣/٨^{bcdef}$	٤^{abcd}	٤^{abcde}	٤^{abcde}
LA_5 (۲ درصد)	$٤/٦^{ab}$	$٤/٨^{a}$	$٤/٢^{abcd}$	$٤/٢^{abcd}$	$٤/٢^{abcd}$
LP	$٣/٤^{defg}$	$٣/٢^{efg}$	٣^{abcd}	٤^{abcde}	$٣/٦^{cdef}$

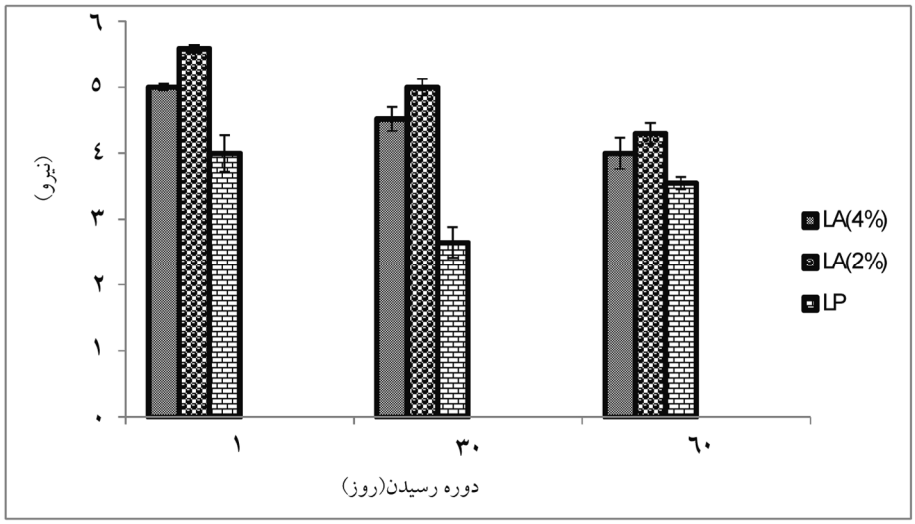
حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن است (آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵).

جدول ٤- میانگین امتیازات طعم پنیر سفید فراپالایش سینبیوتیک طی دوره نگه‌داری.

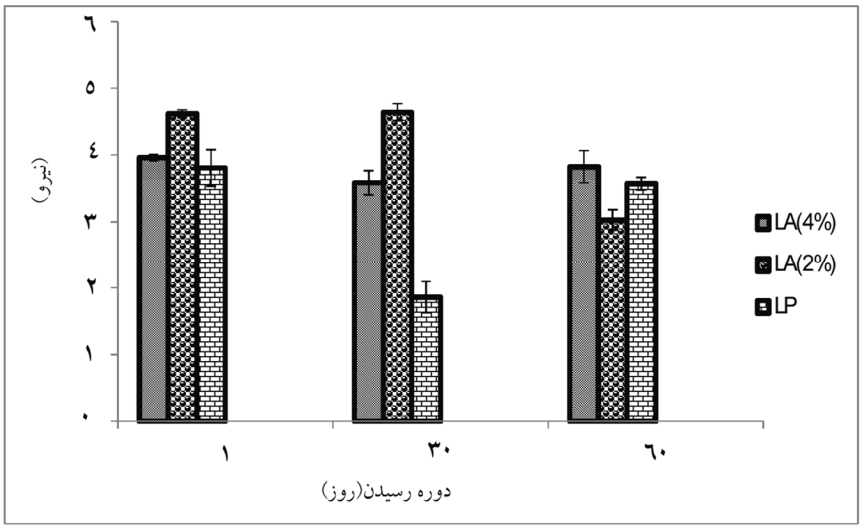
ارزیابی حسی (طعم) پنیر های تولیدی در طول دوره رسیدن (روز)					
نمونه	۱	۱۵	۳۰	٤٥	٦۰
LA_5(٤درصد)	$٣/٨^{bcd}$	$٣/٨^{bcd}$	$٤/٦^{ab}$	$٣/٨^{bcd}$	$٣/٨^{bcd}$
LA_5(۲درصد)	$٤/٨^{a}$	$٤/٦^{ab}$	$٤/٤^{abc}$	$٤/٨^{a}$	$٤/٤^{abc}$
LP	$٣/٤^{d}$	$٣/٤^{d}$	$٣/٦^{cd}$	$٣/٤^{d}$	$٣/٨^{bcd}$

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن است (آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵).

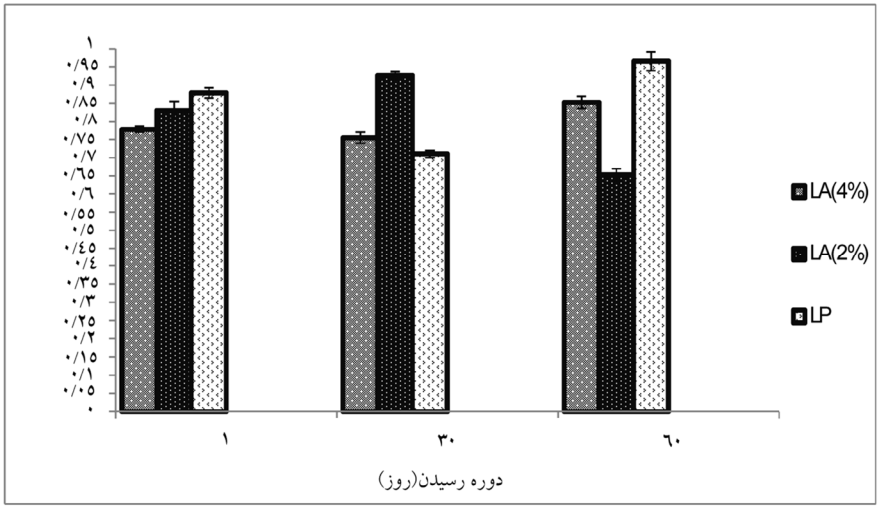
ارزیابی ویژگی‌های بافتی در طول دوره رسیدن: نتایج آنالیز داده‌ها همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده‌است بیان‌گر آن است که نمونه پنیر حاوی *Lactobacillus acidophilus* به‌همراه ۲ درصد اینولین در روز اول رسیدن بالاترین شاخص سختی را کسب کرد، در حالی که در روز ٦۰ و نهایی شاهد کاهش شاخص سختی در تمام نمونه‌ها بودیم. بررسی نمودار صمغیت همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است بیان‌گر سیر نزولی این شاخص در پایان دوره رسیدن بود. در مورد شاخص پیوستگی تغییر معنی‌داری (P>۰/۰۵) در طول دوره رسیدن مشاهده نشد (شکل ٤). به‌نظر می‌رسد رابطه مستقیمی بین کاهش pH، دوره رسیدن و واکنش‌هایی چون پروتئولیز با کاهش سختی و صمغیت پنیرها بتوان بیان کرد.



شکل ۲- نمودار تغییرات سختی پنیر سفید فراپالایش سینبیوتیک طی دوره نگه‌داری.



شکل ٣- نمودار تغییرات صمغیت پنیر سفید فراپالایش سینبیوتیک طی دوره نگهداری.



شکل ٤- نمودار تغییرات پیوستگی پنیر سفید فراپالایش سینبیوتیک طی دوره نگهداری.

نتیجه‌گیری

با ارزیابی پنیر سفید فراپالایش به‌عنوان حامل پروبیوتیک مشخص شد که اگرچه در تمامی نمونه‌ها با افزایش مدت زمان نگه‌داری تعداد باکتری‌های مفید کاهش یافت اما این فراورده به‌خوبی توانست

تعداد مناسبی از *Lactobacillus acidophilus* را تا پایان دوره نگه‌داری ٤٥ روزه حفظ نماید. افزودن مواد پری‌بیوتیک مانند اینولین می‌تواند به قابلیت زنده‌مانی میکروارگانیسم‌ها در شرایط نگه‌داری نامناسب کمک کرده و در عین حال باعث بهبود ویژگی‌های بافتی و حسی شود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اینولین در سطح ۲ درصد برای باکتری پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* نمونه موفق‌تری برای حفظ قابلیت بقای این باکتری‌ها بوده است، هرچند اختلاف معنی‌داری بین اینولین ۲ و ٤ درصد مشاهده نشد. همچنین طی ارزیابی حسی تیمار حاوی *Lactobacillus acidophilus* حاوی ۲ درصد اینولین بهترین امتیاز طعم و بافت را به‌خود اختصاص داد. ارزیابی بافت نمونه‌ها نیز بیانگر کاهش سختی و صمغیت پنیرها در پایان دوره رسیدن بود. نتایج نهایی نشان داد که می‌توان باکتری پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* به‌همراه اینولین به‌عنوان ترکیب پری بیوتیک، را با موفقیت در پنیر فراپالایش استفاده نمود.

منابع

۱- اخوان طباطبائی، س.ح. و زندی، پ. (۱۳۸۵). بررسی ارزش تغذیه‌ای خواص تکنولوژیکی و کاربرد اینولین در صنایع غذایی، شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران.

۲-رضایی، ر. (۱۳۸۹). بررسی اثر اینولین و برخی صمغ‌ها بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و زنده مانی پروبیوتیک‌ها در ماست منجمد، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد صنایع غذایی، دانشگاه گرگان.

۳-زمردی، ش.، خسروشاهی اصل، ا.، رضوی روحانی، م.، تاجیک، ح. و میرآقایی، س. (۱۳۸۹). تاثیر لاکتوباسیلوس کازئی به‌عنوان مایه کشت الحاقی به دو صورت آزاد و کپسوله بر الگوی پروتئولیز و لیپولیز در پنیر سفید ایرانی فراپالایش، پژوهش های صنایع غذایی،۳،۲۰، ۱۱۷-۱۳۳.

٤-مرتضویان، ا. و سهراب‌وندی، س. (۱۳۸۵). پروبیوتیک‌ها و فراورده‌های غذایی پروبیوتیک، انتشارات اتا، تهران.

٥- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳٤٤). استاندارد ملی ایران به شماره ٦۳۹.

٦- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳٤۷). استاندارد ملی ایران به شماره ۷٦۰.

۷- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳٥٦). استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۰۹.

۸- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۷۳). استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸٥۲.

۹- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۸۷). استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۳۲٥.

10.Bergamini, C.V., Hynes, E.R., Quiberoni, A., Suarez, V.B., & Salazar, C.A. (2005). Probiotic bacteria as adjunct starters: influence of the addition

methodology on their survival in a semi-hard Argentinean cheese, *Food Research International*, 38, 5, 597-604.

11. Buriti, F.C.A., da Rocha, J.S. & Saad, S.M.I. (2005). Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Mina's fresh cheese & its implications for textural & sensorial properties during storage, *International Dairy Journal*, 15, 12, 1279-1288.
12. Buriti, F.C.A., Cardarelli, H.R., & Saad, S.M.I. (2007). Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin & *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus thermophilus. Food Chemistry* 104 (2007) 1605–1610
13. Emiliane, A., Arrau joa, A., Elian's, L., Mauro, M., & Celia, A. (2010). Development of a symbiotic cottage cheese added with Lactobacillus delbrueckii UFV H2b20 and inulin, *Journal of Functional Food*, 2, 85-89
14. Haıssa, R.C., Fla via, C.A., Buriti, Inar A., & Susana, M.I.S. (2008). Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese, Swiss Society of Food Science & Technology, LWT, 41, 1037–1046
15. Karimi, R., & Amiri-Rigi, A. (2011). Selective enumeration of probiotic microorganisms in cheese, *Food Microbiology*, doi:10.1016/j.fm. 2011.08.008
16. Souza, C.H.B., Buriti, F.C.A., Behrens, J.H., & Saad, S.M.I. (2008). Sensory evaluation of probiotic Mina's fresh cheese with Lactobacillus acidophilus added solely or in co-culture with a thermophilicstarter culture, *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 5. 871-877.
17. Vinderola, C., & Gueimonde, M. (2000). Characteristics of Carbonated Fermented Milk & Survival of Probiotic Bacteria. *International Dairy Journal*, 213-220.
18. Vinderola, C., Prosello, W., Ghiberto, D., & Reinheimer, J.A. (2000). Viability of Probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* & *Lactobacillus casei*) & Nonprobiotic Microflora in Argentinian Fresco Cheese, *Journal of Dairy Science.* Vol. 83, No. 9, 1905-1911.

EJFPP, Vol. 2 (4): 19-32
http://ejfpp.gau.ac.ir

Production of synbiotic UF Iranian white cheese using *Lactobacillus acidophilus* and inulin

[*]H. Ghaemi[1], J. Hesari[2] and R. Pourahmad[3]
[1]Dept. of Food Sciences and Technology, Varamin– Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Tabriz University, [3]Assistant Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Varamin–pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
Received: 2011-9-19; Accepted: 2012-1-1

Abstract

In this study productivity of synbiotic UF white cheese with probiotic strains of *Lactobacillus acidophilus* and inulin as a prebiotic compound at the levels of 2 % and 4 % was investigated. Cheese samples were ripened at 6°C for 60 days and the viability of probiotic strain and chemical composition such as, dry matter , pH , Salt , protein , fat were assayed during ripening days. Cheese samples also were analyzed for textural properties by using texture profile analysis (TPA) and sensory evaluation during ripening period. The results showed that the numbers of *Lactobacillus acidophilus* were 8.23 log cfu/gr at the first day of production. These figure reached to 6.06 log cfu/gr after 45 days and to 5.77 log cfu/gr after 60 days of ripening, respectively. Whereas, lowest reduction of *Lactobacillus acidophilus* number at the 45th and 60th day were observed in samples with 2% inulin and reached to 6.24 and 5.86 log cfu/gr, respectively. The numbers of live probiotic cells were higher than those recommended for beneficial effect at the end of 45th day. pH of all cheese were decreased, while salt, acidity content increased and the fat content and dry matter of all cheeses were not change significantly (P>0.05) during storage. The sensory evaluation showed that the samples with 2% inulin acquired the high score of texture and flavor. Textural profile showed decreasing of hardness & gumminess at the end of ripening days.

Keywords: Ultrafiltration white cheese; Probiotic; Inulin; Synbiotic

[*]Corresponding author; E-mail: hadi_gi82@yahoo.com