تهیه نوشابهٔ پروبیوتیکی بر پایهٔ آب پنیر با استفاده از استارتر لاکتوباسیلوس کازئی (*GG*) و استرپتوکوکوس ترموفیلوس

حسین جمالی‌فر[۱]، نسرین صمدی[۲]، محمدرضا فاضلی[۳*]، زهره مشاک[٤]

چکیده

غنی‌سازی پروبیوتیکی متد مناسبی جهت تولید محصولات مفید به منظور پیشگیری و درمان بیماری‌های مختلف، سرطان‌ها و ازدیاد کلسترول خون و... می‌باشد. در این مطالعه از آب پنیر به عنوان نوشابه به علت خواص مفید تغذیه‌ای آن، جهت پروبیوتیکه شدن استفاده شد. باکتری‌های مورد استفاده از آزمایشگاه کنترل دارو و غذای دانشکده داروسازی به نام‌های لاکتوباسیلوس کازئی (***PTCC 1177***) و استرپتوکوکوس ترموفیلوس (***PTCC 7788***) تهیه شدند. مراحل کار ابتدا شامل دستیابی به تعداد تلقیح اولیه 10^8 ***cfu/ml*** از هر یک از دو باکتری فوق با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب نوری با طول موج ۶۰۰***nm*** (***OD***: ۱/۵۲) و سپس تلقیح نهایی 10^2 ***cfu/ml*** از هر یک از دو باکتری فوق به محیط آب پنیر استریل تهیه شده از پودر آب پنیر می‌باشد. جهت تعیین کینتیک رشد این دو باکتری در محیط آب‌پنیر از سه شرایط دمایی ^{oC} (٤، ۲۵، ۳۷) در طی ۳۲ ساعت با فواصل زمانی دو ساعته و شمارش کلنی پس از تهیه رقت‌های متوالی ده برابر و انجام کشت مخلوط در دو محیط ***MRS Agar*** و ***SCD Agar*** استفاده شد. نتایج حاصله حاکی از آن است که کینتیک رشد دو باکتری به کار برده شده در طی ۳۲ ساعت مشابه هم بوده و اختلاف آماری معنی‌داری بین تعداد باکتری‌ها فقط در ساعات ۰ و ۱۲ و ۱۸ وجود دارد و بعد از ۱۸ ساعت تعداد باکتری‌ها به میزان 10^8 ***cfu/ml*** ثابت مانده است. در مرحله بعد آزمایش پایداری فراورده پروبیوتیکه آب پنیر بررسی شد. در مورد پایداری محصول پروبیوتیکه نیز میانگین تعداد دو نوع باکتری در سه دمای مختلف ^{oC} (٤، ۲۵، ۳۷) در طی ١٤ روز نگهداری بین 10^8 ***cfu/ml*** – 10^7 و تغییرات ***pH*** نیز به ترتیب (٥/٨، ٤/٤، ٤/٨) حاصل گردید که اختلاف آماری معنی‌دار نبود. ارزیابی ارگانولپتیکی نوشابهٔ مزبور نیز نشانگر قوام و طعم بهتر نمونه‌های آب پنیر پروبیوتیکه با کاربرد هر دو باکتری به نسبت ۱:۱ در کلیهٔ دماها در طول ١٤ روز در مقایسه با گروه کنترل می‌باشد، لذا نوشابهٔ پروبیوتیکهٔ آب پنیر جهت تولید صنعتی و عرضه به جامعه مناسب می‌باشد.

واژگان کلیدی: *پودر آب پنیر، لاکتوباسیلوس کازئی، استرپتوکوکوس ترموفیلوس، کینتیک رشد، تست پایداری*

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۳

مقدمه

امروزه فرآورده‌های پروبیوتیک به عنوان مکمل‌های طبیعی زنده در صنایع غذایی و دارویی اهمیت ویژه‌ای پیدا نموده‌اند. اثرات مفیدی نظیر کاهش کلسترول خون، افزایش قدرت سیستم ایمنی بدن، اثر ضد سرطانی و ضد جهش‌زا بودن آن، مقابله با میکروارگانیسم‌های مضر دستگاه گوارش و درمان کمکی به سندرم رودهٔ تحریک‌پذیر و بسیاری اثرات مفید دیگر محققین را بر آن داشته است تا با استفاده از فراورده‌های طبیعی نظیر فراورده‌های شیری و غیره، محصولات پروبیوتیکی تولید نمایند. بیش از سه دهه است که مصرف فراورده‌های پروبیوتیک لبنی رو به رشد می‌باشد. از انواع این فراورده‌ها می‌توان به ماست، پنیر، خامهٔ ترش، دوغ، کره، بستنی، شیر خشک و نوشیدنی‌هایی با پایهٔ آب پنیر اشاره نمود (۱۸، ۱۳، ۹).

امروزه رویکرد مردم به مصرف آب پنیر به عنوان یک نوشابه بیشتر شده است. آب پنیر حاوی پروتئین‌های با قابلیت هضمی خوب، اسیدهای آمینه ضروری، خصوصاً اسیدهای آمینه حاوی گوگرد، نظیر متیونین و سیستئین می‌باشد، کم‌چرب بوده، حاوی مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر، منیزیم، روی، سدیم، پتاسیم و انواع ویتامین‌های محلول در آب نظیر ویتامین $B_2, B_5, B_6, B1_2$ اسیدفولیک و اسید اسکوربیک می‌باشد.

۱*ـ کارشناس ارشد گروه کنترل دارو و غذا، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲ـ استادیار گروه کنترل دارو و غذا، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳ـ دانشیار، گروه کنترل دارو و غذا، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران (***fazelimo@sina.tums.ac.ir***)

٤ـ استادیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

Goyal و همکاران (۲۰۱۰) به تأثیر مثبت مصرف خوراکی آب پنیر پروبیوتیکه در پیشگیری و حتی درمان اسهال کودکان اشاره نموده‌اند (۸).

از دیگر خواص تغذیه‌ای آب پنیر می‌توان به وجود ۷۰٪ لاکتوز موجود در آن و پروتئین‌های مهمی نظیر بتالاکتاگلوبولین، آلفا لاکتاگلوبولین، سرم آلبومین و لاکتوفرین اشاره نمود. از مشتقات آب پنیر که به روش‌های تبخیر، اسمز معکوس و اولترا فیلتراسیون حاصل می‌گردد، می‌توان به پروتئین تغلیظ شدهٔ آب پنیر، پروتئین تفکیک شدهٔ آب پنیر و پودر آب پنیر اشاره نمود (۲۰، ۱).

تخمین زده می‌شود که ۱۵٪ آب پنیر جهان به صورت پودر آب پنیر استفاده می‌شود و از انواع آب پنیر خشک شده می‌توان به پودر آب پنیر کانی‌زدایی شده، پودر آب پنیر لاکتوزدار و یا بدون لاکتوز اشاره نمود. در ابعاد سنتی آب پنیر به صورت کود در مزارع کشاورزی، مصرف خوراک دام و یا هدایت در آب‌های جاری دور ریخته می‌شود.

Harper و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند نباید این فرآوردهٔ جانبی به عنوان ضایعات در نظر گرفته شود زیرا حاوی منبع با ارزش کربوهیدرات می‌باشد و پس از تیمارهای مختلف می‌توان آن را در مصارف انسانی، خوراک دام و یا بعنوان سوخت در صنایع استفاده نمود (۱۰).

لذا چون این فراوردهٔ جنبی در صورت رهاسازی در محیط سبب انتشار آلودگی در محیط زیست می‌گردد، به‌کارگیری باکتری‌های مفید پروبیوتیک در این فراورده علاوه بر جلوگیری از به هدررفتن این گنجینهٔ عظیم غذایی، می‌تواند اثرات سودمندی نیز در پیشگیری و درمان بیماری‌ها داشته باشد.

دو باکتری مورد استفاده در این مطالعه، لاکتوباسیلوس کازئی (***LC***) و استرپتوکوکوس ترموفیلوس (***ST***) می‌باشند. لاکتوباسیلوس از میکروارگانیسم‌های خانوادهٔ باکتری‌های تولیدکنندهٔ اسیدلاکتیک می‌باشد و به عنوان یکی از مهم‌ترین باکتری‌های پروبیوتیک محسوب می‌گردد، به طوری که گزارشات متعددی در ارتباط با کاهش کلسترول، ایجاد تعادل مطلوب در میکروفلور طبیعی، کاهش عدم تحمل لاکتوز و بسیاری عملکردهای دیگر آن ارائه شده است. فعالیت ضدمیکروبی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی توسط کازئی‌سین اعمال می‌گردد (۱٤، ۱۲، ۸، ۷، ۳).

استرپتوکوکوس ترموفیلوس نیز باکتری پروبیوتیک دیگری می‌باشد که به عنوان آغازگر و به همراه میکروارگانیسم لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس در تهیه دوغ حاصل از تهیه ماست که یک فراورده تخمیری شیری می‌باشد، به کار برده می‌شود و با تولید CO_2 سبب تحریک رشد باکتری لاکتوباسیلوس می‌شود. از جمله مسائل ضروری جهت کارایی بیشتر نوشابهٔ آب پنیر پروبیوتیکه شده، فاکتورهای مختلفی نظیر انتخاب نوع گونه و سویهٔ باکتری، میزان تلقیح اولیهٔ آن، ***pH*** فراورده و... جهت پایداری باکتری‌های پروبیوتیک به کار رفته در محصول با اهمیت می‌باشد. ضمناً بقا و زنده ماندن آن‌ها نیز در حین تولید و در طی نگهداری باید حفظ شود. (۱۲، ۱۱)

لذا در این مطالعه پس از افزودن تعداد تلقیح اولیه به نمونه‌های استریل آب پنیر حاصل از پودر آب پنیر کینتیک، رشد هر دو باکتری در طی ۳۲ ساعت اولیه با فواصل زمانی ۲ ساعته اندازه‌گیری شد، سپس جهت آزمایش پایداری باکتری‌های فوق‌الذکر در محصول طی ۱٤ روز و در سه دمای نگهداری (٤، ۲۵، ۳۷) درجه سانتی‌گراد، آزمایشات لازم به همراه اندازه‌گیری تغییرات ***pH*** و همچنین ارزیابی ارگانولپتیکی نوشابهٔ مزبور در شرایط فوق‌الذکر صورت پذیرفت.

مواد و روش کار

الف) خصوصیات پودر آب پنیر و میکروارگانیسم‌های مورد استفاده

پودر آب پنیر مورد استفاده در این مطالعه از شرکت پویان یزد و گروه صنعتی نوتریفود (***Nutri-Food Industry***) می‌باشد. میکروارگانیسم‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل

لاکتوباسیلوس کازئی (**PTCC 1177**) و استرپتوکوکوس ترموفیلوس (**PTCC 1177**) از آزمایشگاه کنترل دارو و غذای دانشکده داروسازی دانشگاه تهران تهیه شدند.

ب) تهیه آب پنیر

۱۰ گرم پودر آمادهٔ آب پنیر به ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده و اتوکلاو گردید (**۱۵min** و **۱۵PSI** و **۱۲۱ ^{o}C**). حجم هر یک از محیط کشت‌ها ۱۰۰ میلی‌لیتری در نظر گرفته شد.

ج) تهیه دوز تلقیح باکتریایی

یک کلنی از کشت چهار منطقه‌ای باکتری بر روی محیط‌های کشت ***MRS Agar*** و ***SCD Agar*** (به ترتیب جهت رشد لاکتوباسیلوس کازئی و استرپتوکوکوس ترموفیلوس)، به ۱۰ میلی‌لیتر محیط کشت ***MRSB*** و ***SCDB*** به ترتیب در شرایط بی‌هوازی و هوازی و جهت رشد لاکتوباسیلوس کازئی و استرپتوکوکوس ترموفیلوس منتقل گردید. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از هر یک از محیط‌های فوق مجدداً به ۵۰ میلی‌لیتر محیط کشت ***MRSB*** و ***SCDB*** (به نسبت حجمی $1\%^{V}/_{V}$) منتقل شد تا فاز تأخیری کوتاه گردد. جهت اطمینان از رویشی بودن باکتری‌ها، از کشت ۲۰ ساعته باکتری‌ها، جهت تلقیح به محیط استفاده شد. بدین منظور ۱۰ میلی‌لیتر از هر یک از محیط‌های فوق را در شرایط استریل با دور **۴۰۰۰rpm** به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ نموده، پس از دوبار شستشو با ۱۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل، سرم رویی را دور ریخته مجدداً سانتریفیوژ انجام شد. در نهایت کدورت رسوب در لوله‌های کووت استریل در طول موج **۶۰۰nm** با دستگاه طیف‌سنج قرائت شد (**OD**: ۱/۵۲). سپس جهت تأیید تعیین تعداد کلنی از لولهٔ کووت مزبور رقت‌های موازی ۱۰ برابر سرم فیزیولوژی استریل تهیه شد و پس از دوبار کشت سطحی در محیط‌های ***MRS Agar*** و ***SCD Agar*** (**۳۷^{o}c/۲۴h**) شمارش باکتری انجام شد و بدین ترتیب لولهٔ کووت حاوی **10^{8} cfu/ml** از هر دو باکتری مشخص شد، سپس با تهیه رقت‌های متوالی و انتقال **۰/۱ml** از رقت **10^{5}** محلول حاصله به محیط‌های کشت صد میلی‌لیتری تعداد باکتری اولیه جهت تلقیح یعنی **10^{2} cfu/ml** آماده گردید.

د) کینتیک رشد باکتری (شمارش میکروارگانیسم‌های زنده)

جهت شمارش کل باکتری‌ها، ارلن‌های حاوی آب پنیر استریل (**10^{2} cfu/ml**) تهیه گردید. سپس محیط‌های حاوی تلقیح اولیهٔ باکتری آب پنیر در سه دمای (۴، ۲۵، ۳۷) درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردیدند و هر ۲ ساعت یکبار به مدت ۳۲ ساعت (۱۶ بار) با استفاده از تهیه رقت‌های متوالی و روش کشت مخلوط به صورت دو بار تکرار، نمونه‌ها در محیط‌های کشت ***MRS Agar*** تحت اتمسفر هوازی و ***SCD Agar*** تحت اتمسفر ***CO_2*** (**۳۷^{o}C/۲۴-۴۸h**) کشت گردیدند و سپس قرائت پلیت‌ها انجام گردید.

هـ) آزمون پایداری

جهت بررسی پایداری از کینتیک رشد باکتری و اندازه‌گیری ***pH*** نمونه‌های نگهداری شده در سه دمای (۴، ۲۵، ۳۷) درجه سانتی‌گراد در طی ۱۴ روز نگهداری با فواصل ۴۸ ساعته یعنی در روزهای (۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴) استفاده شد. به این ترتیب که بعد از تهیه رقت‌های متوالی ۱۰ برابر هر یک از نمونه‌های مزبور، به میزان ۱ میلی‌لیتر از هر یک از آنها به روش کشت مخلوط و با استفاده از محیط‌های ***MRS Agar*** و ***SCD Agar*** به صورت دو بار تکرار کشت داده شدند و در **۳۷^{o}c/۲۴-۴۸h** گرم‌خانه‌گذاری و بعد از آن شمارش کلنی‌ها انجام گردید. برای اندازه‌گیری ***pH*** نمونه‌ها در شرایط فوق‌الذکر، از دستگاه ***pH*** متر دیجیتال (کورنینگ ام ۲۲۰، امریکا) استفاده شد و بعد از کالیبراسیون دستگاه با بافرهای استاندارد (***pH: 4*** و ***pH: 7***)، ***pH*** نمونه‌ها در شرایط فوق‌الذکر اندازه‌گیری گردید.

و) آزمون‌های ارگانولپتیک

اثرات حسی (قوام و طعم) ناشی از افزودن نسبت‌های مختلف دو باکتری استارتر لاکتوباسیلوس کازئی و استرپتوکوکوس ترموفیلوس به آب پنیر با استفاده از آزمایش قابلیت پذیرش حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. هر نمونه از آب پنیر که دارای نسبتهای مشخصی از هر دو باکتری بود در ظروف شیشه‌ای ۱۰ میلی‌لیتری قرار داده شد و جهت جلوگیری از مخدوش شدن نتایج، ظروف به طور تصادفی کدگذاری شدند. ارزیابی حسی توسط یک گروه ۵ نفری پس از آموزش آزمون به آنان صورت پذیرفت و هر یک از اعضای این گروه، سنجش نمونه‌ها را با در نظر گرفتن یک رده‌بندی چهار امتیازی بر اساس ویژگی‌های مختلفی نظیر قوام و طعم (بو و مزه) انجام داد.

برای بهترین حالت نمرهٔ ۳ و نمرات ۲ و ۱ و ۰ به ترتیب برای وضعیت‌های متوسط، ضعیف و بد در نظر گرفته شد.

در خاتمه تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار ***SAS Ver. 9*** و آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه ***ANOVA*** ($p\leq$۰/۰۵) و برای مقایسهٔ آماری شاخص‌های ارگانولپتیک از آزمون همبستگی فریدمن (***Friedman***) استفاده شد.

نتایج

الف) تغییرات کینتیک رشد باکتری در طی ۳۲ ساعت

نتایج کینتیک رشد باکتری لاکتوباسیلوس کازئی و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در سه دمای (٤، ۲۵، ۳۷) درجه سانتی‌گراد با فواصل زمانی ۲ ساعته تا ۳۲ ساعت، در آب پنیر در نمودار ۱ و ۲ آورده شده است. در مورد لاکتوباسیلوس تعداد اولیهٔ 10^{2} ***cfu/ml*** از آن در زمان صفر به تدریج افزایش یافته به طوریکه در ساعت دوازدهم تعداد آن به 10^{7} ***cfu/ml*** ($p\leq$۰/۰۵) و در ساعت هجدهم به حداکثر میزان رشد خود 10^{8} ***cfu/ml*** ($p\leq$۰/۰۵) و تا ساعت ۳۲ همین تعداد باکتری ثابت باقی ماند (نمودار ۱).

روند تغییرات کینتیک رشد باکتری استرپتوکوکوس ترموفیلوس نیز مشابه لاکتوباسیلوس کازئی می‌باشد، به طوری که در ساعت دوازدهم تعداد آن به 10^{6} ***cfu/ml*** ($p\leq$۰/۰۵) و در ساعت هجدهم به حداکثر رشد خود یعنی 10^{8} ***cfu/ml*** ($p\leq$۰/۰۵) رسیده است و همچنان در طی ساعات بعدی تعداد آن ثابت بوده است (نمودار ۲).

به طور کلی در هر دو باکتری تفاوت آماری معنی‌دار تغییرات رشدی بین ساعات ۰ و ۱۲ و ۱۸ مشاهده می‌شود و از ساعت ۱۸ به بعد این تفاوت رشد معنی‌دار نمی‌باشد.

ب) آزمون پایداری (کینتیک رشد و تغییرات *pH* در طی مدت نگهداری)

ب-۱) کینتیک رشد باکتری‌ها در طی ١٤ روز نگهداری

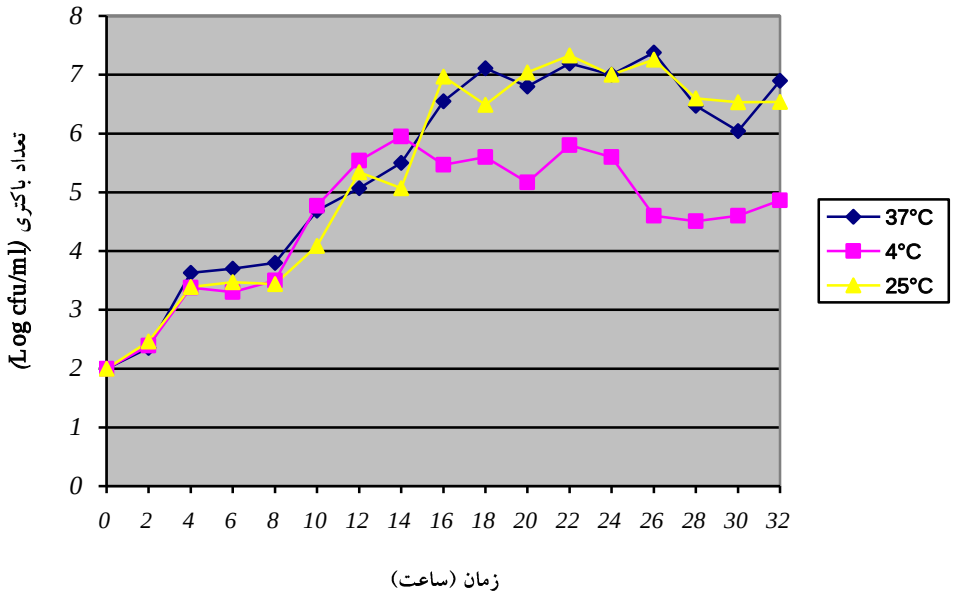
نتایج تغییرات کینتیک رشد میکروبی لاکتوباسیلوس کازئی و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در سه دمای (٤، ۲۵، ۳۷) درجه سانتی‌گراد در طی ١٤ روز نگهداری نوشابهٔ پروبیوتیکهٔ آب پنیر نشانگر تغییر تعداد باکتری‌ها ***cfu/ml*** 10^{8}– 10^{7} می‌باشد و بیانگر پایداری و حفظ و بقای تعداد باکتری‌های پروبیوتیک در طول مدت نگهداری نوشابهٔ مزبور می‌باشد. (نمودار۳)

ب-۲) تغییرات *pH* در طی ١٤ روز نگهداری

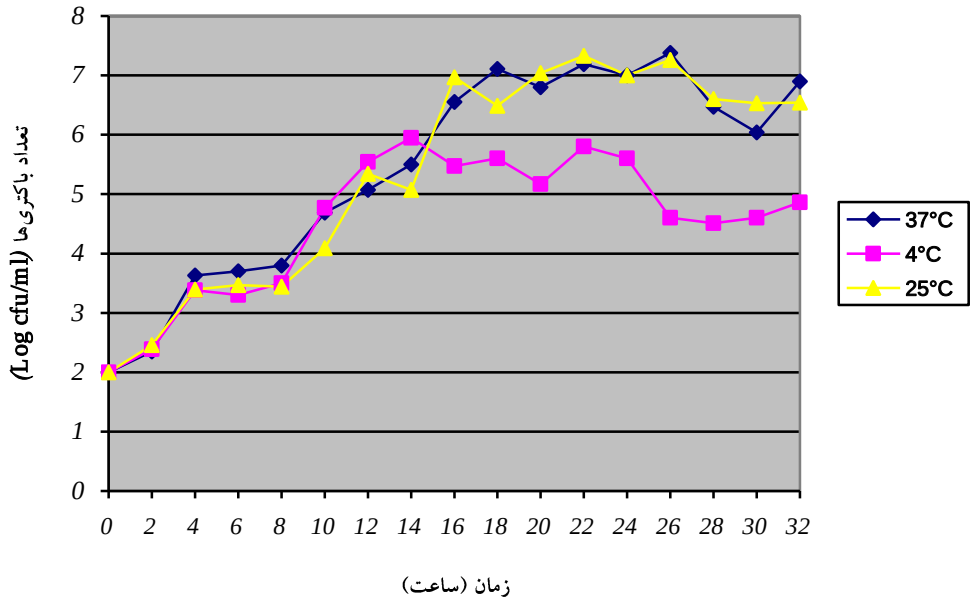
میزان میانگین ***pH*** آب پنیر تیمار نشده حدود ۵/۹ تا ٦ بود و پس از تلقیح دو باکتری ***LC*** و ***ST*** به نمونه‌ها و ١٤ روز نگهداری آنها در سه دمای (٤، ۲۵، ۳۷) درجه سانتی‌گراد میانگین تغییرات ***pH*** به ترتیب (۵/۸، ٤/٤، ٤/۸) بود. (نمودار٤)

ج) ارزیابی ارگانولپتیک

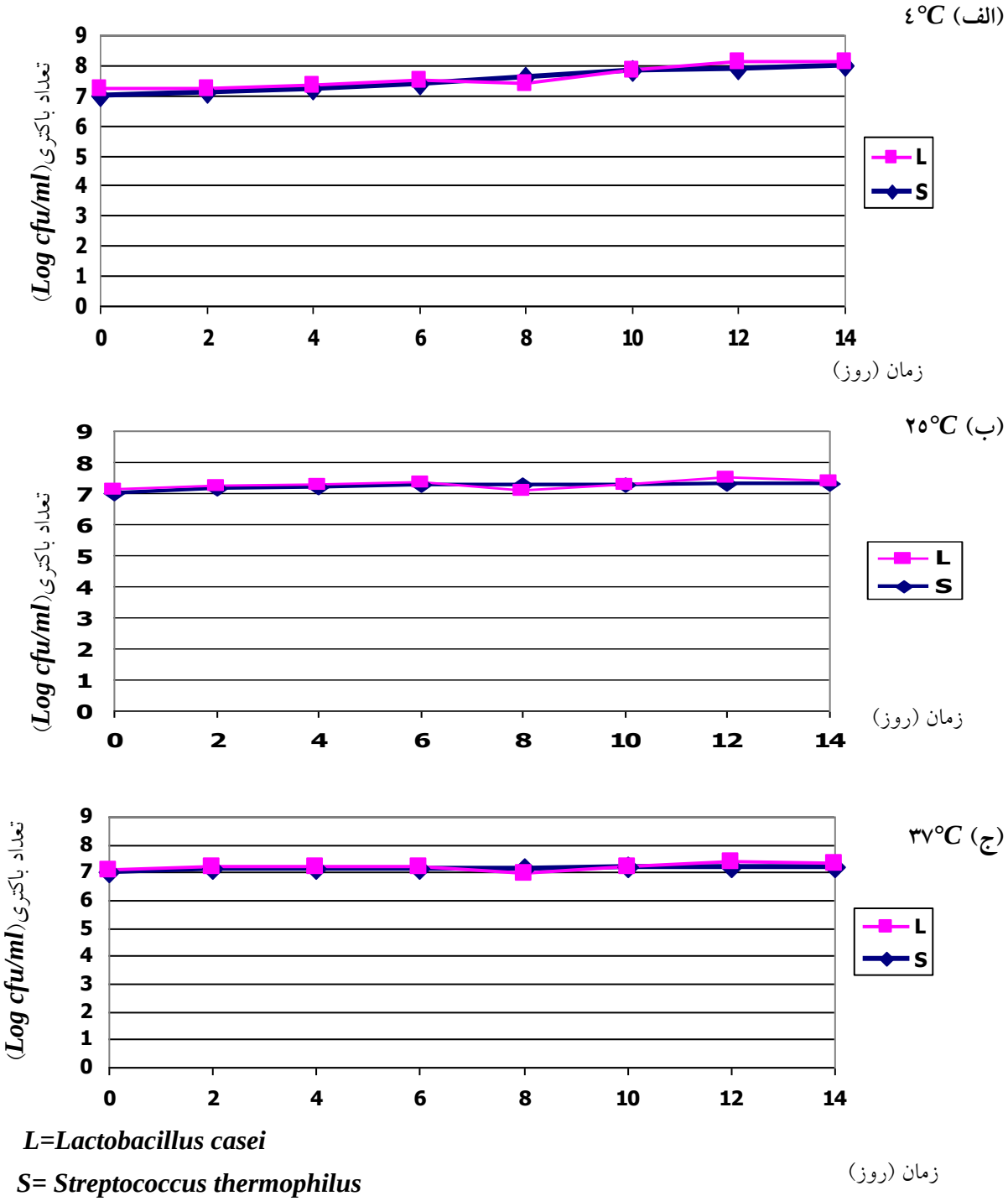
نتایج نشانگر آن است که نمونه‌های تلقیح‌شده با نسبت ۱:۱ از باکتری‌های لاکتوباسیلوس کازئی و استرپتوکوکوس ترموفیلوس بیشترین قوام را نسبت به بقیه دارا بودند و همچنین در طول مدت نگهداری این قوام را حفظ نموده، دارای مزه و بوی طبیعی نسبت به سایر نمونه‌های تهیه شده بودند. (جدول۱)



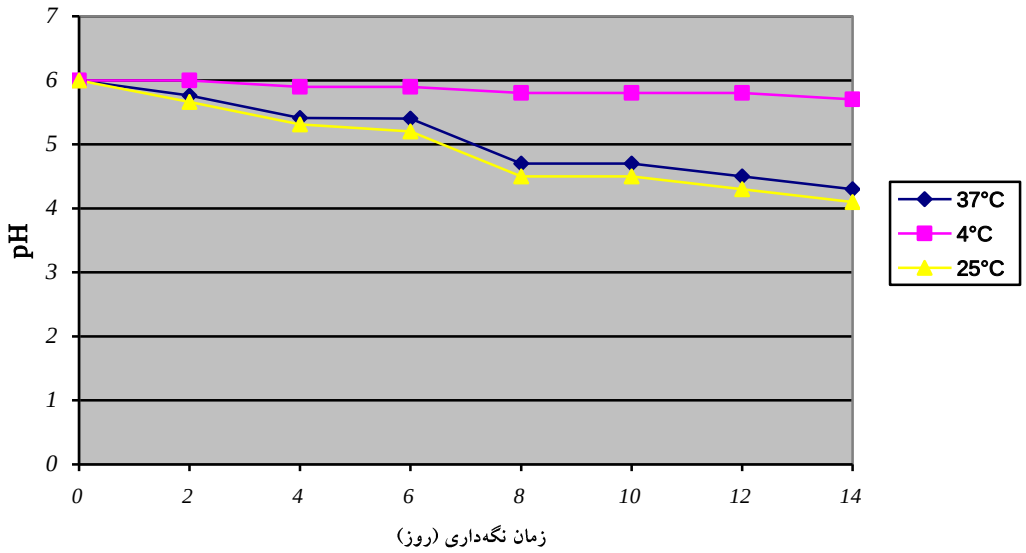
نمودار ۱ـ بررسی کینتیک رشد لاکتوباسیلوس کازئی در نمونه‌های آب پنیر نگه‌داری شده در سه دمای $°C$(٤، ۲۵ و ۳۷) **در طی ۳۲ ساعت**



نمودار ۲ـ بررسی کینتیک رشد استرپتوکوکوس ترموفیلوس در نمونه‌های آب پنیر نگه‌داری شده در سه دمای $°C$(٤، ۲۵ و ۳۷) در طی ۳۲ ساعت



نمودار ۳ـ بررسی تغییرات جمعیت میکروبی در نمونه‌های آب پنیر نگهداری شده در طی ١٤ روز در (الف) ٤°C، (ب) ٢٥°C و (ج) ٣٧°C



نمودار ٤ـ بررسی تغیرات ***pH*** نمونه‌های آب پنیر پروبیوتیکه نگه‌داری شده درسه دمای ***°C***(٤، ٢٥ و ٣٧) در طی ١٤ روز

جدول ١ـ خصوصیات ارگانولپتیک نمونه‌های آب پنیر پروبیوتیکی شده

نسبت دو باکتری به هم	***L:S 1:1***		***L:S 1:2***		***L:S 2:1***	
دمای گرم‌خانه‌گذاری	طعم	قوام	طعم	قوام	طعم	قوام
٢٥***°C***	٢/٩٦±٠/٠٣	٢/٩٨±٠/٠١	١/٩٢±٠/٠٦	٢/٠٣±٠/١٣	١/٠٤±٠/١١	١/٢٥±٠/١١
٣٧***°C***	٢/٧٩±٠/٠٥	٢/٧٦±٠/٠٤	٢/١١±٠/١٢	١/٨٨±٠/١٦	١/٦٠±٠/١٢	١/٧٠±٠/١١
٤***°C***	٢/٦٦±٠/٠٤	٢/٦٤±٠/٠٨	١/٨٨±٠/١١	١/٨٨±٠/١٢	١/٩٠±٠/١٠	١/٩٠±٠/١٢

بحث

امروزه پروبیوتیک‌ها به عنوان مکمل‌های طبیعی زنده در صنایع دارویی و غذایی اهمیت روزافزونی پیدا نموده‌اند. زیرا به طور مداوم یافته‌های جدید در مورد اثرات مفید آنها گزارش می‌شود. برخی از این اثرات عبارتند از: افزایش قدرت سیستم ایمنی، اثر ضد سرطانی، مقابله با میکروارگانیسم‌های مضر دستگاه گوارش و درمان کمکی سندرم رودهٔ تحریک‌پذیر. در مجمع مشترک ***WHO/FAO*** (٢٠٠٢) مشخص گردید که پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای می‌باشند که در صورتی که در مقادیر کافی تجویز شوند، فواید بسیاری برای سلامتی انسان دارند (١٧، ٦).

امروزه با توجه به رویکردهای جهانی به مصرف اغذیهٔ حاوی مواد طبیعی و گریز از مواد شیمیایی و صناعی، کاربرد این نوع فراورده‌ها رو به افزایش است. به همین دلیل فراورده‌های متعدد غذایی پروبیوتیکه با ابعاد ایجاد سلامتی در جامعه، در اکثر کشورهای جهان تولید شده است، به طوری که در مطالعاتی تهیه آب پنیر پروبیوتیکه شده توسط ***L. reuteri*** و ***Bif. bifidom*** و در مطالعات دیگری به تولید شیر پروبیوتیکه با تعداد ١×١٠^{٨} تا $٣/٦\times١٠^{٨}$ لاکتوباسیل گزارش گردیده است. در این مطالعه نیز آب پنیر پروبیوتیکه با تعداد $١٠^{٧}$–$١٠^{٨}$ ***cfu/ml*** از دو باکتری حاصل شد (١٦، ١٥، ١١).

در دهه‌های اخیر مصرف فراورده‌های لبنی پروبیوتیکه با اقبال عمومی روبرو گشته است. رویکرد مردم به مصرف آب پنیر بعنوان یک نوشابه به دلایلی همچون ارزان، کم‌کالری و مغذی

بودن و رافع عطش و داشتن اسیدیتهٔ کمتر در مقایسه با آب میوه‌ها می‌باشد. به خصوص آن که به آب پنیر میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک نیز افزوده گردد که علاوه بر خاصیت بهبوددهندگی سلامتی افراد جامعه، در ایجاد طعم و بافت خوب فراوردهٔ مزبور موثر باشند (۱۹، ۸).

آب پنیر دارای رنگ شفاف و متمایل به سبز است که با خارج نمودن پروتئین‌های آن وضوح و شفافیت نوشابهٔ آب پنیر بیشتر، و رسوب موجود در آن کمتر نمایان می‌شود.

این نوشابه حاوی مواد ضد میکروبی نظیر لاکتوفرین، لاکتوپروکسیداز، گلیکو ماکرو پپتید، اسفنگولیپید، و ایمونوگلبولین نیز می‌باشد. ارزان‌ترین راه به دست آوردن نوشابهٔ پروبیوتیکی بر پایهٔ آب پنیر استفاده از آب خارج شده از لختهٔ پنیر و فیلتراسیون و پاستوریزاسیون و سپس تخمیر آن توسط باکتری‌های پروبیوتیک مورد نظر می‌باشد. بر طبق مطالعات محققین، آب پنیر شیرین حاصل از کواگولاسیون رنتی در مقایسه با آب پنیر اسیدی برای این منظور بهتر است. افزودن میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک علاوه بر ایجاد طعم و بافت خوب در نوشابهٔ آب پنیر سبب سلامتی در انسان نیز می‌گردد. در این مطالعه نیز در ارزیابی ارگانولپتیک با افزودن باکتری‌های ***LC*** و ***ST*** به نسبت ۱:۱ به میزان قابل توجهی سبب بهتر نمودن قوام و طعم (مزه و بو) نوشابهٔ پروبیوتیکی گردیدند (۸، ٤).

لاکتوباسیلوس کازئی مورد استفاده در این مطالعه یک باکتری هتروفرمانتاتیو اختیاری می‌باشد. از پروبیوتیک‌های با اهمیت بوده و کاربرد وسیعی در فراورده‌های غذایی از جمله تولید صنعتی اسید لاکتیک از آب پنیر دارد. اسید لاکتیک تولیدی آن از نوع ***L+*** می‌باشد. این دسته از باکتری‌ها به دلیل پروتئولیتیک بودن از پروتئین‌های آب پنیر استفاده نموده، به کمک آنزیم دکربوکسیلاز خود تولید آمین و نتیجتاً سبب تعدیل ***pH*** در فراورده گردیده، و با فعال نگاه داشتن نیروی محرکهٔ پروتئینی بقا می‌یابند (۵، ۲).

باکتری استرپتوکوکوس ترموفیلوس نیز به عنوان باکتری پروبیوتیک دیگر در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. این باکتری با تولید باکتریوسین و ترموفیلین مانع از رشد میکروارگانیسم‌های بیماریزا می‌گردد. تحقیقات نشانگر آن است که با مصرف روزانهٔ فراورده‌های پروبیوتیکی حاوی لاکتوباسیلوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس بیماریزایی به میزان ۱۹٪ در افراد کاهش می‌یابد (۱۷، ۲).

Mutlu (۲۰۰۵) اثر دماهای مختلف انکوباسیون را بر روی تغییرات جمعیت باکتری‌های پروبیوتیک در یک نمونه بیوماست تهیه شده ارزیابی نمود و نتیجه گرفت که باکتری‌های پروبیوتیک به کار رفته در بیوماست شامل باکتری‌های (***L. acidophilus*** و ***L. casei*** و ***S. termiphilus***) به طور کلی در دمای $۳۷^{o}C$ به خوبی رشد و بقا یافته‌اند. به طور کلی قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها در فراورده‌های غذایی در درجه اول اهمیت قرار دارد که خود تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر تعداد تلقیح اولیهٔ آنها به غذا، سویهٔ به کار برده شده، ***pH*** فراورده و دمای گرمخانه‌گذاری متفاوت می‌باشد. همچنین سایر گزارشات بر طبق استانداردهای غذایی اظهار نموده‌اند که زنده بودن باکتری‌های پروبیوتیک می‌تواند تحت تأثیر $pH \leq ٤/٥$ قرار بگیرد. در این مطالعه نیز بررسی تغییرات ***pH*** در سه دمای فوق معنی‌دار نبوده و زنده بودن و تعداد $۱۰^{۸}$–$۱۰^{۷}$ ***cfu/ml*** باکتری‌ها پس از دورهٔ نگهداری نشانگر مطلوب بودن آب پنیر پروبیوتیکه است. در ژاپن نیز، شرکت‌های تولید کننده محصولات غذایی پروبیوتیکی تعداد $\geq ۱۰^{۷}$ ***cfu/ml*** را به عنوان استاندارد باکتری‌های اسید لاکتیک به کار رفته در محصولات لبنی اعلام کرده‌اند. این در حال است که انجمن غذا و داروی سوئیس تعداد $\geq ۱۰^{٦}$ ***cfu/ml*** از باکتری‌های پروبیوتیک را جهت کاربرد در محصولات پروبیوتیکی گزارش نموده‌اند. برای اثرات مثبت بر روی سلامت انسان‌ها مصرف روزانهٔ $۱۰^{۱۰}$–$۱۰^{٦}$ ***cfu/ml*** باکتری پروبیوتیک الزامی است. در مطالعه کنونی نیز تعداد باکتری‌ها تا $۱۰^{۷}$ ***cfu/ml*** در محصول پروبیوتیکه اندازه‌گیری شد (۱۱، ٦).

فهرست منابع

۱. کریم، گ. (۱۳۸۰): شیر و فراورده‌های آن، چاپ دوم، انتشارات سپهر، موسسه فرهنگی هنری واقعه، تهران، ایران،: ۲۲۹-۲۲۱.

۲. مرتضویان، ا.م.، سهراب‌وندی، س. (۱۳۸۵): پروبیوتیک‌ها و فراورده‌های غذایی پروبیوتیک، انتشارات اتا، تهران، ایران،: ۳۷۲-۳۲۹.

1. ***Birollo, G.A. (2000): Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. Food Res. Int. J.A. 24: 399-805.***
2. ***Ennis, D.M. (1993), The power of sensory discrimination methods, J. Sens. Stud. 8: 353–370.***
3. ***Erdogrul, O., Erbilir, F. (2006): Isolation and characteristics of Lactobacillus bulgaricus and Lactobacillus casei from various foods. Turk. J. Biol. 30: 39-44.***
4. ***FAO/WHO (1992): Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food London, Ontario, Canada, April 30 and May 1, 2002. London, UK.***
5. ***Gorbach, S.L. (2001): Lactic acid Bacteria and human health. Annal. Med. Sad. 22: 37-41.***
6. ***Goyal, N., Gandhi, D.N. (2008): Whey, a carrier of probiotics against diarrhoea. [On-line]. Available from: http://www. dairyscience.info/probiotics/110-whey-probiotics.html?showall=1. Accessed: 13 July, 2010.***
7. ***Gupta, V., Gara, R. (2009): Probiotics. Indian J. Med. Microbiol. 27: 202-209.***
8. ***Harper, W.J. (2000): Biological Properties of Whey Components. A Review. Chicago, IL: The American Dairy Products Institute. NY, US.: 53-59.***
9. ***Hernandez-Mendoza, A., Robles, V.J., Ofelia Angulo, J., Cruz, J., Garcia, H.S., (2007): Preparation of a whey-based probiotic product with Lactobacillus reuteri and Bifidobacterium bifidum. Food Technol. Biotechnol. 45: 27-31.***
10. ***Holzapfel, W.H., (2003): Taxonomy and important features of probiotic microorganisms. Food Nut. Gum. 73: 365-373.***
11. ***Ishibashi, N., Yamazaki, Sh. (2001): Probiotics and safety. Am. J. Clin. Nut. 73: 465-470.***
12. ***Klein, F. (1998): Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. Reuter. 41: 103-125.***
13. ***Madureira, A.R., Pereira, C.I., Truszkowska, K., Gomes, A.M., Pintado, M.E., Malcata, F.X. (2005): Survival of probiotic bacteria in a whey cheese vector submitted to environmental conditions prevailing in the gastrointestinal tract. Int. Dairy J. 15: 921-927.***
14. ***Servin, A.L. (2004): Antagonastic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. FEMS Microbiol. Rev. 28: 405-440.***
15. ***Shah, N.P. (2000): Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. J. Dairy Sci. 83: 894–907.***
16. ***Shah, N.P. (2006): Probiotics and Fermented Milks, Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. 87: 341-354.***
17. ***Wilson, T., Temple, N.J. (2004): Beverages in nutrition and health. Humana Press. Philadelphia, US. :427.***
18. ***Zadow, J.G. (1992). Whey and lactose processing. Elsevier Applied Science, London, UK. 43-64.***