مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد شانزدهم، شماره اول، ۱۳۸۸
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

بررسی اثر شیر سویا بر زنده ماندن باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی ماست پروبایوتیک

*سمیرا یگانه‌زاد[۱]، مصطفی مظاهری‌تهرانی[۲]، فخری شهیدی[۳] و الهام زایرزاده[۴]

[۱]دانشجوی دوره دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۳]استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۴]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۷/۱/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۰/۲۳

چکیده

پری‌بایوتیک‌ها، ترکیبات غذایی غیرقابل هضمی هستند که با تحریک انتخابی رشد یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌ها در روده، اثرات مفیدی را در میزبان به‌جای می‌گذارند. فرآورده‌های پروبایوتیک، در صورتی‌که در مقادیر مناسبی مصرف شوند، با بهبود میکروفلور داخلی بدن به‌طور مؤثری از نظر تغذیه‌ای و تأمین سلامت بر میزبان اثر می‌گذارند. مصرف فرآورده‌های سین بایوتیک (حضور هم‌زمان پروبایوتیک و پری‌بایوتیک) اثرات سودمند بیشتری بر سلامت مصرف‌کننده دارد. در این مطالعه، اثر جایگزینی شیر سویا با شیر معمولی (حاوی ترکیبات پری‌بایوتیک) در ۳ سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد (حجمی/ حجمی) بر بقای لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی ماست پروبایوتیک در طی ۲۱ روز نگهداری ماست (روزهای ۱، ۷، ۱۴، ۲۱) بررسی گردید. آغازگر پروبایوتیک مورد استفاده در این پژوهش لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LAS بود. بررسی آماری نتایج نشان داد که جایگزینی شیر سویا باعث کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) pH، سینرزیس و سفتی، افزایش شمارش کلی باکتری‌های پروبایوتیک زنده و اسیدیته نمونه‌های ماست در مقایسه با نمونه شاهد می‌شود. بهترین طعم مربوط به نمونه‌های بدون شیر سویا بود. به‌طورکلی، در کلیه نمونه‌ها با گذشت زمان نگهداری، شمارش کلی باکتری‌های پروبایوتیک زنده، pH و سینرزیس (به‌جز نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد شیر سویا) کاهش، اسیدیته (به‌جز نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا) و سفتی افزایش یافت. از بین کلیه نمونه‌ها، فقط نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد شیر سویا در پایان ۲۱ روز حداقل تعداد باکتری‌های پروبایوتیک (۶log CFU/g)، طبق استاندارد FIL/IDF برای محصولات پروبایوتیک را دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: شیر سویا، ماست پروبایوتیک، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس

مقدمه

ماست فرآورده‌ای است که در بین عموم مردم از مطلوبیت زیادی برخوردار است و بیشتر افراد آن را به‌عنوان غذای سالم تلقی می‌کنند. این مطلوبیت و پیشینه ذهنی خوب از ماست باعث شده تا برای تولید فرآورده‌های پروبایوتیک بیشتر از محصولات غذایی با پایه لبنی و به‌ویژه ماست استفاده شود. لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LAS با دارا بودن ویژگی‌هایی نظیر ایجاد

*- مسئول مکاتبه: yeganeh.zad@yahoo.com

تعادل در فلور میکروبی روده، افزایش ایمنی بدن و محافظت در برابر اسهال مسافرتی، نقش مهمی در ایجاد سلامتی در افراد دارد (فوندن و همکاران، ۲۰۰۰). در یک مطالعه، اثر ماست غنی‌شده با لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA5، بر متابولیت‌های چربی و فلور میکروبی روده در تعداد محدودی از افراد سالم ایرانی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مطالعات، بیانگر افزایش معنی‌دار تعداد باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA5 در نمونه‌های فلور میکروبی روده افراد و کاهش کلسترول در آنها بود (نیازمند و همکاران، ۲۰۰۵). اگرچه هنوز توافق کلی روی حداقل تعداد باکتری‌های پروبایوتیک زنده در محصول نهایی وجود ندارد، ولی برخی محققان تعداد 10^6، برخی 10^7 و برخی حداقل 10^8 CFU/ml را برای بروز اثرات سلامتی بخش ضروری می‌دانند. این تعداد، بسته به نوع جنس و گونه باکتری متغیر خواهد بود.

وجود نارسایی‌هایی حین عملیات تولید، نگهداری و توزیع فرآورده‌ها و همچنین عبور از شرایط نامطلوب دستگاه گوارش (محیط اسیدی معده و وجود نمک‌های صفراوی) از جمله مواردی هستند که باکتری‌های پروبایوتیک باید در مقابل آن حفظ شوند. لازمه بروز آثار مثبت پروبایوتیک‌ها، بقای آنها تا رسیدن به محل فعالیت آنها (روده بزرگ) است. بنابراین باید روش‌هایی برای حفظ پروبایوتیک‌ها اتخاذ گردد، افزودن ریزمغذی‌ها (نظیر پپتیدها و اسیدهای آمینه که زمان تخمیر را کاهش و بقای پروبایوتیک‌ها را افزایش می‌دهند) و پری‌بایوتیک‌ها از جمله آنهاست. (نیفل و همکاران، ۱۹۹۳؛ هامان و مارت، ۱۹۸۳؛ یانگ و نلسون، ۱۹۷۸).

پری‌بایوتیک‌ها، ترکیبات غذایی غیرقابل هضمی هستند که با تحریک، انتخابی رشد یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌ها درروده، اثرات مفیدی را در میزبان به‌جای می‌گذارند (بوهم و استال، ۲۰۰۳). کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم، برخی پروتئین‌ها و پپتیدها، همچنین برخی لیپیدهای خاص در دسته پری بایوتیک‌ها قرار می‌گیرند. برخی از مهم‌ترین پری‌بایوتیک‌هایی که تاکنون توسعه یافته‌اند، الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم[1] (NDOs) مانند: فروکتو الیگوساکاریدها (FOS)؛ گالاکتو الیگوساکاریدها (GOS) والیگوساکاریدهای سویا (SOS) هستند (پلاین، ۱۹۹٤).

مصرف فرآورده‌های سین بایوتیک (حضور هم‌زمان پروبایوتیک و پری‌بایوتیک) اثرات سودمند بیشتری بر سلامت مصرف‌کننده دارد، به‌علاوه این‌که در فرآورده‌های سین بایوتیک بقای باکتری‌های پروبایوتیک در مدت نگهداری فرآورده و نیز عبور آنها از دستگاه گوارش بیشتر می‌شود.

در برخی مطالعات محدود انسانی، گزارش شده است که مصرف الیگوساکاریدهای سویا موجب افزایش بیفیدوباکتری‌ها در مدفوع می‌شود (هایاکاوا و همکاران، ۱۹۹۰؛ هارا و همکاران، ۱۹۹۷؛ بنو و همکاران، ۱۹۸۷). گزارش شده است که مصرف ۱۰ گرم از الیگوساکاریدهای دانه سویا در روز به‌طور معنی‌داری جمعیت بیفیدوباکتریوم‌های مدفوع را افزایش می‌دهد. حتی مصرف ۲-۱ گرم در روز، سبب تحریک افزایش جمعیت بیفیدوباکتریوم‌ها در مدفوع برخی افراد شده است. مصرف ۱۵ گرم رافینوز در روز و به‌مدت ٤ هفته سبب افزایش تعداد بیفیدوباکتری‌ها و کاهش تعداد کلستریدیوم و باکتریودیس‌ها می‌گردد. مارتینز ویلالونگا[2] و همکاران (۲۰۰٦) بقای لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA5 را در شیر تخمیری حاوی الیگوساکاریدهای خانواده رافینوز مورد بررسی قرار دادند.

با در نظر گرفتن عمل اختصاصی پری‌بایوتیک‌ها برای تقویت رشد پروبایوتیک‌ها و با توجه به نقش پری‌بایوتیکی الیگوساکاریدهای سویا در تقویت رشد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA5 و با توجه به در دسترس بودن شیر سویا و امکان جایگزینی بخشی از شیر مورد استفاده در تولید ماست با شیر سویا و همچنین قیمت مناسب آن نسبت به سایر پری‌بایوتیک‌ها، در این پژوهش اثر شیر سویا

1- Non Digestible Oligosaccharides
2- Martinez-Villaluenga

به‌عنوان پری‌بایوتیک، بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی ماست پروبایوتیک مورد بررسی قرار گرفت. نظر به انجام پژوهش‌های محدود در این زمینه، انجام پژوهش‌هایی از این دست موجب تنوع تولید در محصولات لبنی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

شیر پس چرخ، پاستوریزه، هموژنیزه و میکروفیلتر شده از کارخانه شیر پگاه خراسان با میزان حداکثر ۰/۰۹ درصد چربی و مایه کشت لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA5[1]، از نمایندگی شرکت کریستین هانسن تهیه شد. مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش‌ها شامل محیط کشت MRS آگار و پپتون واتر (ساخت شرکت مرک آلمان) بود. سایر مواد مورد استفاده در آزمون‌ها شامل: محلول سود ۰/۱ نرمال و معرف فنل‌فتالئین، بافر ٤ و ۷ برای کالیبره کردن pH متر بودند.

آماده‌سازی شیر: شیر اولیه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه حرارت داده شد.

آماده‌سازی کشت آغازگر: به‌منظور آماده‌سازی بسته‌های آغازگر برای استفاده در مقیاس کوچک طبق دستورالعمل شرکت سازنده، عمل شد و تا زمان حل شدن کامل گرانول‌های آغازگر در داخل شیر، مخلوط به آرامی به هم زده و به‌میزان ۵ درصد به شیر مورد نظر برای تهیه ماست اضافه شد.

آماده‌سازی شیر سویا: شیر سویا از بازسازی آرد کامل سویا (هر ۱۰۰ گرم محتوی ۳۵ درصد پروتئین، ۲۲ درصد چربی، ۳۳ درصد کربوهیدرات) خریداری شده از شرکت سویان تهیه گردید، به این ترتیب که مقدار ۵۰ گرم آرد سویا، بسته به رقت مورد نظر با حداقل ۵۰۰ میلی‌لیتر آب رقیق شده و در مخلوط‌کن با دور متوسط به‌مدت ۱۰ دقیقه به هم زده شد. مخلوط حاصل سپس صاف شده و قسمت صاف شده پس از پاستوریزاسیون در ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ دقیقه به‌عنوان شیر سویا مورد استفاده قرار گرفت.

تهیه ماست پروبایوتیک: مخلوطی از شیر و شیر سویا با سطوح جایگزینی ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد (حجمی/ حجمی) آماده شد. مخلوط مذکور تا دمای ٤۳-٤۲ درجه سانتی‌گراد گرم شده و با آغازگر آماده‌سازی شده در مرحله قبل به‌میزان ۵ درصد (وزنی/ وزنی) تلقیح شد. نمونه‌ها داخل ظروف پلاستیکی ۵۰ و ۱۵۰ گرمی (جهت آزمون بافت) که قبلاً با آب گرم شسته شده بودند، تقسیم شدند. به‌منظور کاهش اثرات دیواره ظرف در سنجش دستگاهی بافت، قطر ظرف محتوی ماست بایستی حداقل ۳ برابر بیشتر از قطر پروب باشد (بورن، ۲۰۰۲). از آنجا که قطر پروب مورد استفاده در این پژوهش ۳۵ میلی‌متر بود، ظروفی ۱۵۰ گرمی با قطری حدود ۱۲۰ میلی‌متر (۳/۵ برابر) انتخاب شد. سپس نمونه‌ها در دمای ٤۲ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند و به‌محض رسیدن اسیدیته نمونه‌ها به ۰/۹۵-۰/۹۳ دمای گرمخانه برروی ٤ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده و نمونه‌ها به‌مدت ۲۱ روز در این دما قرار گرفتند.

تیمارهای مورد بررسی: تیمارهای مورد بررسی شامل جایگزینی شیر سویا با شیر در ۳ سطح (P_0=۰، P_1=۱۰، P_2=۲۰ درصد) و زمان در ٤ سطح (۱، ۷، ۱٤، ۲۱ روز) بود.

آزمون‌ها: نمونه‌های تخمیر شده، در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و در روزهای ۱ (پس از یک شب نگهداری)، ۷، ۱٤ و ۲۱ آزمون‌های ذیل در مورد آن‌ها انجام شد.

اندازه‌گیری pH و اسیدیته: با استفاده از pH متر Metrohm مدل ٦۹۱ ساخت سوئیس و اسیدیته طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ انجام گرفت (استاندارد ملی ایران، ۲۸۵۲).

میزان آب‌اندازی: میزان آب‌اندازی نمونه‌های ماست با تغییر اندکی در روش پیشنهادی توسط برخی محققان اندازه‌گیری شد (آلکادامانی و همکاران، ۲۰۰۳). برای این منظور مقدار ۱۰ گرم نمونه روی کاغذ واتمن شماره ۲

1- Freeze-Dried LA5 DVS

گسترده شده و در داخل قیف بوختر قرار داده شد. میزان آب‌اندازی نمونه‌ها بعد از فیلتر کردن تحت خلاء به‌مدت ٦ دقیقه در دمای اتاق از رابطه زیر محاسبه شد:

(١) ١٠٠× وزن اولیه نمونه /(وزن اولیه نمونه- وزن نمونه بعد از فیلتر کردن)= آب خارج شده (گرم/١٠٠گرم)

سنجش بافت: برای سنجش قدرت شبکه کازئینی، سفتی[1] نمونه‌های ماست مورد ارزیابی قرار گرفت. به این‌منظور از دستگاه سنجش بافت کیو. تی. اس. تکسچر آنالایزر[2]، ساخت شرکت فارنل[3] کشور امریکا استفاده گردید و نیروی نفوذ پروب استوانه‌ای تا عمق ١٥ میلی‌متر با سرعت ١ میلی‌متر/ ثانیه ثبت شد (یازیسی و آگون، ٢٠٠٤).

شمارش باکتری‌های پروبایوتیک: برای شمارش باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس یک میلی‌لیتر از ماست توسط ٩ میلی‌لیتر محلول پپتون واتراستریل (١ درصد) ٩ بار به‌طور متوالی رقیق شده و پس از یکنواخت شدن، ١ میلی‌لیتر از ٤ رقت آخر در ٢ تکرار به ٢ پلیت دارای محیط کشت MRS آگار به‌صورت سطحی اضافه شده و پلیت‌ها در شرایط هوازی در ٣٧ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٣ روز قرار گرفتند (وینورولا و رایمر، ١٩٩٩). پس از ٣ روز گرمخانه‌گذاری شمارش کلنی باکتری‌های پروبایوتیک توسط کلنی کانتر صورت گرفت.

ارزیابی حسی: ارزیابی حسی نمونه‌های ماست با استفاده از آزمون هدونیک[4] ٥ امتیازی انجام شد. نمونه‌های ماست در دمای اتاق از نظر ویژگی‌های ارگانولپتیکی طعم و بافت مورد ارزیابی قرار گرفتند.

طرح آماری: کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در ٣ تکرار انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل جایگزینی شیر سویا در ٣ سطح و زمان در ٤ سطح بود. در مجموع ٣٦ نمونه مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstatc و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام گرفت. رسم منحنی‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Minitab انجام گرفت.

1- Hardness
2- Q.T.S Texture Analayser
3- Farnell
4- Hedonic

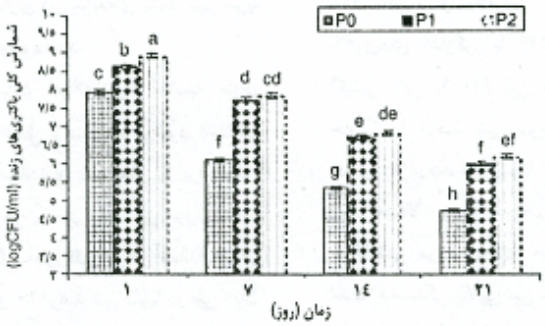
نتایج و بحث

اثر شیر سویا بر بقای لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس: افزایش شیر سویا موجب افزایش تعداد باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس زنده در نمونه‌های ماست، در روز اول می‌شود. این افزایش در ٢٠ درصد شیر سویا بیشتر از ١٠ درصد است (شکل ١). به‌رغم بالاتر بودن میزان اسیدیته در نمونه‌های با میزان شیر سویای بالاتر، بقای باکتری‌ها در این نمونه‌ها بیشتر بوده است. به‌طوری‌که در ٢٠ درصد شیر سویا، بیشترین بقا و صفر درصد شیر سویا، کمترین بقای لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس مشاهده شد. می‌توان نتیجه گرفت غیر از کاهش pH و افزایش اسیدیته عوامل دیگری در کاهش تعداد باکتری‌های زنده در طی نگهداری ماست دخیل‌اند. حضور الیگو ساکاریدهای سویا در شیر سویا یکی از دلایل بقای بیشتر این باکتری‌ها است. در کلیه نمونه‌ها، تعداد باکتری‌های زنده در طی ٢١ روز کاهش می‌یابد. روند کاهش در تمام نمونه‌ها در طی ٢١ روز اختلاف معنی‌داری داشته است (شکل ١) ($P<0/05$). در تمامی نمونه‌ها در پایان ١٤ روز و در نمونه‌های ماست حاوی شیر سویا به‌میزان ١٠ درصد و ٢٠ درصد، در پایان ٢١ روز، میزان باکتری‌های زنده بالاتر از استاندارد (IDF/FIL)[5] 10^{6} بود (وینورولا و رایمر، ١٩٩٩). نرخ کاهش تعداد باکتری‌های زنده در طی ٧ روز در نمونه‌های بدون شیر سویا حدود یک سیکل لگاریتمی و در نمونه‌های حاوی شیر سویا کمتر از این مقدار بود. درصد مرگ اسیدوفیلوس در نمونه‌های ماست از ٤٠/٠٢ درصد در ماست بدون شیر سویا تا ٣٠/٤٩ درصد در ماست حاوی ٢٠ درصد شیر سویا کاهش یافت. شیر سویا نه تنها باعث افزایش بقا می‌شود بلکه رشد را نیز تقویت می‌کند. برخی محققان در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که

5- International Dairy Federation/ Federation Internationale de Laiterie (IDF/FIL)

رشد باکتری‌ها به‌ویژه باکتری‌های پروبایوتیک در نمونه‌های حاوی پساب کره به‌عنوان پری‌بایوتیک بیشتر است (شاکری و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج مطالعات دیگر نیز بیانگر آن است که بقای لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA5 در شیر تخمیری حاوی الیگوساکاریدهای خانواده رافینوز بیشتر است (مارتینز ویلالونگا و همکاران، ۲۰۰۶).

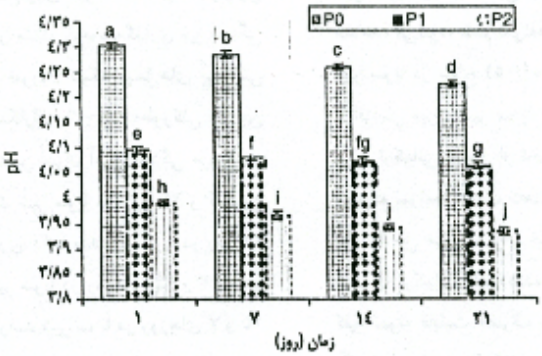
اثر شیر سویا بر pH: نتایج اندازه‌گیری pH نمونه‌ها در طی ۲۱ روز نشان داد که به‌جز نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا، pH کلیه نمونه‌ها در طی ۲۱ روز به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش می‌یابد. در نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا، pH در طی ۲۱ روز به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ولی pH در روزهای ۱٤ و ۲۱ اختلاف معنی‌داری ندارد (شکل ۲). علت این امر، فعالیت باکتری‌های آغازگر در طی ۲۱ روز نگهداری ماست است. pH نمونه‌های ماست با میزان شیر سویای بالاتر در روز اول (پس از یک شب نگهداری در یخچال) پایین‌تر از بقیه بوده و در طی مدت ۲۱ روز نیز کاهش بیشتری نشان می‌دهد. این امر به‌دلیل وجود تعداد زیاد باکتری‌های زنده در ماست حاوی شیر سویای بالاتر و در نتیجه تولید سریع اسید لاکتیک در طی نگهداری و به‌ویژه در روزهای اول می‌باشد.



شکل ۱- بقای لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در نمونه‌هایی با درصد شیر سویا مختلف در طی ۲۱ روز.

P_0= نمونه بدون شیر سویا، P_1= نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر سویا، P_2= نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا.

حروف مشترک در سطح α=۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۲- کاهش pH در نمونه‌هایی با درصد شیر سویا مختلف در طی ۲۱ روز.

P_0 = نمونه بدون شیر سویا، P_1= نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر سویا، P_2= نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا.

حروف مشترک در سطح α=۵ درصداختلاف معنی‌داری ندارند.

اثر شیر سویا بر اسیدیته: شکل ۳، مقادیر اسیدیته را برای ۳ سطح شیر سویا نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان اسیدیته نهایی در نمونه‌های با شیر سویای بالاتر بیشترین بوده است، با این‌که کلیه نمونه‌ها در اسیدیته تقریبی ۰/۹۵-۰/۹۳ از گرمخانه خارج شده‌اند، میزان اسیدیته، در روز اول در نمونه‌های با میزان شیر سویای بالاتر، بیشتر است که این خود تأییدی دیگر بر رشد بهتر باکتری‌ها و مصرف لاکتوز و الیگوساکاریدهای سویا در ماست حاوی شیر سویا می‌باشد. روند افزایش اسیدیته در نمونه حاوی ۱۰ درصد سویا کاملاً صعودی است. در خصوص اسیدیته لازم به ذکر است که نتایج محاسبات نشان داده است همبستگی خوبی بین اسیدیته و سفتی، اسیدیته و آب‌اندازی در نمونه‌های بدون شیر سویا و ۱۰ درصد شیر سویا وجود دارد.

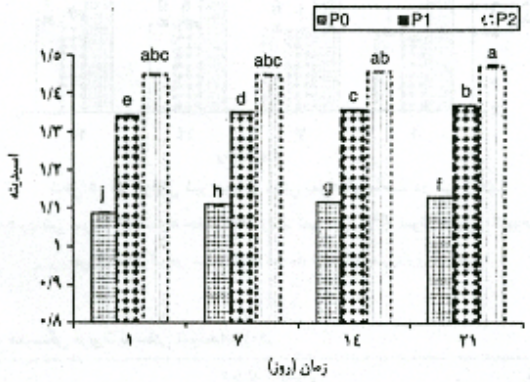
اثر شیر سویا بر میزان آب‌اندازی[1]: مقایسه میزان آب‌اندازی نمونه‌ها در شکل ٤ مشاهده می‌شود. اختلاف معنی‌داری بین میزان آب‌اندازی نمونه‌های با درصدهای مختلف شیر سویا در هر یک از زمان‌های مورد آزمون وجود دارد ($P<0/05$). به‌طورکلی میزان آب‌اندازی در نمونه‌های حاوی صفر و ۱۰ درصد شیر سویا در طی زمان کاهش یافت ولی در نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا به‌دلیل کاهش شدید pH، افزایش یافت. پدیده آب‌اندازی به‌طور مستقیم به برخی عوامل دیگر نظیر میزان اختلال فیزیکی، بی‌دقتی در عمل‌آوری شیر مانند pH بسیار پایین و کنترل نکردن دما در مدت گرمخانه‌گذاری نیز بستگی دارد که باعث به هم خوردن شبکه میسل‌های پروتئینی می‌شود (شاکری و همکاران، ۲۰۰٦). به‌طورکلی در بین نمونه‌های تولیدی بیشترین میزان آب‌انداختگی مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا در روز ۲۱ و کمترین آن مربوط به نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر سویا در روز ۲۱ بود. در نمونه بدون شیر سویا در روزهای ١٤ و ۲۱ و در نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد شیر سویا در روزهای ۷ و ١٤ اختلاف معنی‌داری بین میزان آب‌اندازی وجود نداشت. در هیچ یک از نمونه‌ها، روند افزایشی یا کاهشی منظمی در میزان آب‌اندازی مشاهده نشد.

اثر شیر سویا بر سفتی: شکل ۵، اثر افزایش شیر سویا را بر سفتی نمونه‌های ماست نشان می‌دهد. با افزایش شیر سویا سفتی نمونه‌های ماست به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) به‌حدود نصف کاهش می‌یابد، این امر احتمالاً به‌دلیل ضعیف شدن ژل کازئینی به‌علت جایگزینی شیر سویا با شیر معمولی در ماست می‌باشد. نتایج یک مطالعه نشان داد، وقتی که نسبت پروتئین کازئینی به غیرکازئینی برابر ٤/٦۲ باشد، در مقایسه با نسبت ۳/٤-۳/۲ نمونه‌ها سفت‌تر بودند (شاکر و همکاران، ۲۰۰۲). سفتی نمونه‌های ماست در طی ۲۱ روز به‌دلیل تقویت ژل کازئینی در اثر اسیدی شدن ثانویه و بازآرایی بعدی کازئین در اطراف باکتری‌های آغازگر، با گذشت زمان، افزایش می‌یابد (کیلس پاتی، ۲۰۰٦). این میزان افزایش در نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد شیر سویا بیشترین و در نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد شیر سویا کمترین بوده است. علت این امر احتمالاً به‌دلیل حضور مقادیر بالای پروتئین غیرکازئینی در نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد شیر سویا است. همبستگی بالایی بین سفتی نمونه‌ها و زمان وجود دارد (جدول ۱).

اثر شیر سویا بر طعم و بافت: جدول ۲، میانگین نمره طعم و بافت نمونه‌های ماست دارای درصدهای مختلف شیر سویا را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود، طعم نمونه‌های دارای ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد شیر سویا در سطح ($\alpha=0/05$) اختلاف معنی‌داری دارند. با افزایش میزان شیر سویا، میانگین طعم کاهش می‌یابد. تولید ترکیباتی حاصل از تخمیر شیر سویا و افزایش میزان اسیدیته نمونه‌ها، باعث کاهش این میانگین طعم می‌شوند. یک راه‌حل مناسب برای این مسأله افزودن مقدار کمی شکر یا ترکیبات طعم‌دهنده به ماست است. در مجموع کلیه نمونه قابلیت مصرف را داشتند و در طی ۲۱ روز نگهداری ماست اختلاف معنی‌داری در طعم نمونه‌ها به‌وجود نیامد. بهترین امتیاز بافت مربوط به نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد شیر سویا در روز اول نگهداری بود.

1- Synersis

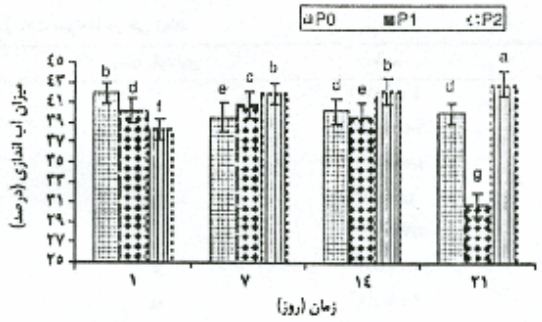
بافت نمونه بدون شیر سویا در روز هفتم به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) پایین‌تر از بقیه نمونه‌ها بود. به‌طور کلی بافت نمونه‌های حاوی شیر سویا نسبت به سایر نمونه‌ها نرم‌تر و یکنواخت‌تر بوده و همین امر علت بالا بودن امتیاز بافت آنها محسوب می‌شود.



شکل۳- افزایش اسیدیته در نمونه‌هایی با درصد شیر سویا مختلف در طی ۲۱ روز.

P_0= نمونه بدون شیر سویا، P_1= نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر سویا، P_2= نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا.

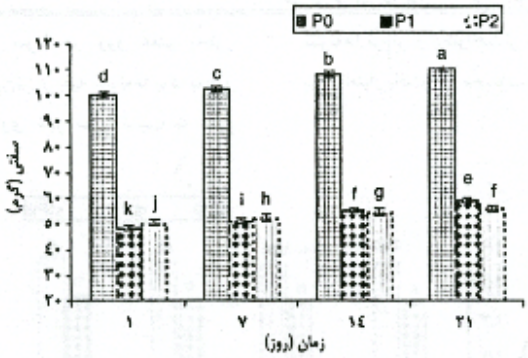
حروف مشترک در سطح $\alpha=5$ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ٤- اثر افزایش شیر سویا بر میزان آب‌اندازی نمونه‌ها.

P_0= نمونه بدون شیر سویا، P_1= نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر سویا، P_2= نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا.

حروف مشترک در سطح $\alpha=5$ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۵- اثر افزایش شیر سویا بر سفتی نمونه‌های ماست در طی زمان.

P_0= نمونه بدون شیر سویا، P_1= نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر سویا، P_2= نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا.

حروف مشترک در سطح $\alpha=5$ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۱- معادلات و ضرایب همبستگی مربوط به سفتی نمونه‌ها و زمان.

نمونه‌ها	معادله همبستگی	ضریب همبستگی
P_0	$y=3/567x+97/33$ (۲)	$R^2=0/9724$
P_1	$y=3/77x+44/33$ (۳)	$R^2=0/9956$
P_2	$y=1/799x+48/765$ (۴)	$R^2=0/9917$

X، زمان برحسب روز و y، میزان سفتی برحسب گرم است.

جدول ۲- میانگین امتیاز طعم و بافت نمونه‌ها در طی زمان.

درصد شیر سویا	زمان نگهداری	طعم	بافت
۰	۱	$4/5\pm0/12^{a}$	$4/06\pm0/14^{bc}$
	۷	$4/46\pm0/12^{a}$	$4/03\pm0/12^{c}$
	۱۴	$4/66\pm0/14^{a}$	$4/1\pm0/1^{abc}$
	۲۱	$4/5\pm0/1^{a}$	$4/06\pm0/1^{bc}$
۱۰	۱	$3/26\pm0/12^{b}$	$4/2\pm0/13^{ab}$
	۷	$3/36\pm0/1^{b}$	$4/13\pm0/13^{abc}$
	۱۴	$3/4=0/12^{b}$	$4/16\pm0/13^{ab}$
	۲۱	$3/23\pm0/14^{b}$	$4/16\pm0/13^{ab}$
۲۰	۱	$2/1\pm0/15^{c}$	$4/13\pm0/1^{abc}$
	۷	$2/13\pm0/15^{c}$	$4/1\pm0/12^{abc}$
	۱۴	$2/16\pm0/15^{c}$	$4/16\pm0/^{a}$
	۲۱	$2/13\pm0/15^{c}$	$4/13\pm0/1^{abc}$

حروف مشترک در سطح $\alpha=5$ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی این پژوهش نشان داد که جایگزینی شیر سویا باعث کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) pH، سینرزیس و سفتی، افزایش شمارش کلی باکتری‌های پروبیوتیک زنده و اسیدیته نمونه‌های ماست می‌شود. بهترین طعم از نظر پانلیست‌ها مربوط به P_0 و بیشترین امتیاز بافت مربوط به

P_1 و P_2 بود. در کلیه نمونه‌ها با گذشت مدت زمان نگهداری، شمارش کلی باکتری‌های پروبایوتیک زنده، pH و سینرزیس (به‌جز P_2) کاهش، اسیدیته (به‌جز P_2) و بافتی افزایش یافت. از بین کلیه نمونه‌ها، فقط نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد شیر سویا در پایان ۲۱ روز حداقل تعداد باکتری‌های زنده (۶log CFU/g) برای محصولات پروبایوتیک، طبق استاندارد FIL/IDF را دارا بودند.

منابع

1.Al-kadamany, E., khattar, M., Haddad, T., and Toufeili, I. 2003. Estimation of shelf life of concentrated yoghurt by monitoring selected microbiological and physiological changes during storage. LWT-Food Science and Technology, 36: 407-414.

2.Benno, Y., Endo, K., Shiragani, K., Sayama, T., and Mitsuoka, T. 1987. Effect of raffinose intake on human fecal microflora. Bifidobacteria Microflora, 6: 59-63.

3.Boehm, G., and Stahl, B. 2003. Functional dairy products. CRC London. Press, 95p.

4.Bourne, M.C. 2002. Food texture and viscosity concept and measurement, Florida Academic press. 450p.

5.Founden, R., Mogensen, G., Tanaka, R., and Salimen S. 2000. Culture-containing dairy products-effect on intestinal microflora, human nutrition and health-current knowledge and future perspectives. Bulletin of Inte. Dairy Fede. 352: 1-37.

6.Hamann, W.T., and Marth, E.H. 1983. Survival of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in commercial and experimental yogurts. Journal of Food Prot. 47: 10. 781-786.

7.Hara, T., Ikeda, N., Hatsumi, K., watabe, J., Iino, H., and Mitsuoka, K. 1997. Effect of small amount ingestion of soybean oligosaccharides on bowel habits and fecal flora of volunteers. Japanese Journal of Nutrition, 55: 79-84.

8.Hayakawa, K., Mizutain, J., Wada, K., Masai, T., Yoshihara, I., and Mitsuoka, T. 1990. Effect of soybean oligosaccharides on human fecal microflora. Journal of Microbiology Ecology Health Distribution, 3: 293-303.

9.Kneifel, W., Jaros, D., and Erhard, F. 1993. Microflora and acidification properties of yogurt and yogurt-related products fermented with commercially available starter cultures. International Journal of Food Micro. 18: 179-189.

10.Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. LWT-Food Science and Technology, 39: 1221-1227.

11.Martinez-Villaluenga, C., Frias, J., Gomez, R., and Vidal-Valverde, C. 2006. Influence of addition of raffinose family oligosaccharides on probiotic survival in fermented milk during refrigerated storage. Journal of Inter. Dairy, 16: 768-774.

12.Niazmand, R., Arab Pouryani, N., Doaei, A., Niazmand, A., and Sarabi Jamab, M. 2005. Effect of yoghurt enriched with *Bifidobacterium bifidum* or *lactobacillus acidophilus* on fatty metabolites of serum and colonic microflora in healthy subjects. Journal of Iranian Food Science and Tech. Res. 1: 2. 55-64. (In Persian)

13.Playne, M. 1994. Probiotic foods. Food Australia. 46: 8. 36-45.

14.Shaker, R.R., Obeidat, B., and Abu-Ishmis, M.A. 2002. Influence of coagulum pH at draining on the quality and yield of concentrated yogurt (Labneh). Egyptian Journal of Dairy Sci. 30: 1. 27-34.

15.Shakeri, M., Shahidi, F., Mortazavi, A., Nassiri Mahallati, M., and Beiraghi Toosi, Sh. 2006. Evaluation of butter milk effect on physical, microbial and organoleptical properties of probiotic yoghurt. Journal of Agricultural Sci. and Tech. 20: 2. 185-195.

16.Standard Institute of Iran. 1988. National Iranian Standard No: 2852. (In Persian)

17.Vinerola, C.G., and Reinhemir, J.A. 1999. Culture media enumeration of *Bifidobacterium bifum* and *lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. Journal of Inter. Dairy, 9: 497-505.

18.Yazici, F., and Akgun, A. 2004. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural and sensory properties of strained yoghurt. Joun.al of Food Engin. 62: 245-254.

19.Young, C.K., and Nelson, F.E. 1978. Survival of *Lactobacillus acidophilus* in "Sweet Acidophilus Milk" during refrigerated storage. Journal of Food Prote. 41: 4. 248-250.