Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۱ شماره ۲/ سال ۱۴۰۰/ صفحات ۱۰۱ تا ۱۱۶

DOI: 10.22034/FR.2021.38845.1726

بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، میکروبی و حسی کفیر عملگرای سویا حاوی پلی‌ساکارید محلول سویا طی نگهداری سرد

حسین جوینده*[۱]، محمد حجتی[۲] و مهدی قصاب‌نژاد[۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/٦/۱۲

[۱] دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

[۲] استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

[۳] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: hosjooy@asnrukh.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: کفیر یک نوشیدنی لبنی تخمیر شده با ویژگی‌های حسی مشابه دوغ است، اما به‌دلیل تفاوت در میکروارگانیسم‌های مورد استفاده در تولید آن، از خواص تغذیه‌ای و درمانی بالاتری نسبت به دوغ برخوردار است. **هدف:** درصورت استفاده از شیر سویا به‌جای شیر لبنی، می‌توان کفیر عملگرا یا محصولی با خواص غذایی-دارویی قابل توجه تولید نمود. **روش کار:** در این پژوهش، کفیر سویا حاوی مقادیر مختلف پلی‌ساکارید محلول سویا (SSPS؛ در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵درصد) تهیه شد و برخی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی (پروفایل اسیدهای چرب، pH، اسیدیته، ویسکوزیته و شاخص‌های رنگ Lab)، میکروبی (شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمرها) و حسی (امتیازات طعم، بو و پذیرش کلی) محصول طی ۳۰ روز نگهداری در یخچال بررسی شد. **نتایج:** نتایج نشان داد با افزایش میزان SSPS، مقادیر اسیدیته ($p<۰/۰۵$)، ویسکوزیته ($p<۰/۰۵$) و شاخص رنگی b^* ($p<۰/۰۵$) نمونه‌های کفیر سویا افزایش و شاخص‌های رنگ L^* ($p<۰/۰۵$) و a^* ($p>۰/۰۵$) کاهش یافت. افزایش مقدار SSPS طی مدت نگهداری باعث افزایش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها و مخمرها شد ($p<۰/۰۵$). همچنین با افزایش مقدار SSPS در کفیر و گذشت زمان نگهداری، ویژگی‌های حسی کفیر شامل بو، طعم و پذیرش‌کلی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت ($p<۰/۰۵$). آنالیز اسیدهای چرب شیر و کفیر سویا بیانگر پایین‌تر بودن مقادیر اسیدهای چرب اشباع و بالاتر بودن مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع در نمونه کفیر سویا نسبت به شیر سویا بود ($p<۰/۰۵$). **نتیجه‌گیری نهایی:** نتایج نشان داد که با استفاده از شیر سویا و افزودن مقدار ۱٪ SSPS، می‌توان کفیری با ویژگی‌های حسی و میکروبی مطلوب تولید کرد و این محصول را به‌عنوان یک غذای عملگرا معرفی نمود.

واژگان کلیدی: پلی‌ساکارید محلول سویا، شاخص‌های رنگ، عملگرا، کفیر سویا، مدت نگهداری

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کفیر نوعی نوشیدنی لبنی تخمیری قدیمی است که محل پیدایش آن‌را قرن‌ها پیش به مناطقی در قفقاز، تبت یا مغولستان نسبت داده‌اند (ایریگوین و همکاران ۲۰۰۵). کفیر به‌طور سنتی توسط دانه‌های کفیر تولید می‌شود و این دانه‌ها مجموعه همزیستی از باکتری‌های لاکتیک اسید (LAB)[1]، استیک اسید و مخمرها بوده که سبب تخمیر الکلی–اسیدی شیر می‌شوند (وردجان و همکاران ۲۰۱۸). مصرف کفیر به‌دلیل اثرات ضد میکروبی، ضد تومور، ضد فشار خون بالا، آنتی‌اکسیدانی و ضد کلسترول در میان مصرف‌کنندگان افزایش یافته است و از شیرهای مختلف با منشأ حیوانی و گیاهی در تولید آن استفاده می‌شود (یلماز–ارسان و همکاران ۲۰۱۸). با توجه به حساسیت برخی از افراد به شیر گاو و تقاضای افراد گیاه‌خوار، انگیزه مصرف شیر با منبع گیاهی افزایش یافته است و هم اکنون از گیاهانی مانند برنج، لوبیای سویا، کنجد و بادام‌زمینی برای تولید شیرهای گیاهی استفاده می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده است که امکان استفاده از شیر منابع مختلف گیاهی همچون شیر بادام زمینی (بنسمیرا و جیانگ ۲۰۱۱) و شیر جو دوسر (کهرامان ۲۰۱۱) در تولید کفیر امکان پذیر بوده و هر یک از آنها به مقادیر خاصی قابل استفاده در تولید کفیر می‌باشند.

شیر سویا از استخراج عصاره لوبیای سویا حاصل می‌شود که به‌طور معمول توسط خیساندن لوبیای سویا در آب تولید می‌شود و یک مکمل تغذیه‌ای مناسب برای افراد مبتلا به عدم تحمل لاکتوز می‌باشد (قنیم و همکاران ۲۰۱۸). با این‌وجود، طعم لوبیایی نامطلوب و مقادیر بالای قندهای نفخ‌زا نظیر رافینوز و استاکیوز مصرف شیر سویا را به‌عنوان فرآورده غذایی مفید، محدود کرده است و امروزه تخمیر به‌منظور غلبه بر این محدودیت‌ها و بهبود مقبولیت شیر سویا به‌عنوان فرآیندی شناخته شده پیشنهاد می‌گردد (جوینده ۲۰۱۱). اوتینو و شاه (۲۰۰۷) گزارش کردند که تخمیر شیرسویا توسط باکتری‌های LAB، مشکلات ناشی عطر و طعم نامطلوب آن‌را کاهش داده و همچنین پذیرش‌کلی آن‌را توسط کاهش میزان اولیگوساکاریدها، افزایش می‌دهد. هیدروکلوئیدها نظیر ترکیبات پلی‌ساکاریدی نقش مهمی در اصلاح بافت و پایداری بسیاری از مواد غذایی دارند (جوینده و همکاران ۱۳۹۸). جهت بهبود ویژگی‌های کفیر می‌توان از کربوهیدرات‌های مختلف بویژه پلی‌ساکاریدها و صمغ‌ها بهره جست. برای مثال، نشان داده شده است که با به‌کارگیری صمغ زانتان، قابلیت زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها و ویسکوزیته کفیر افزایش می‌یابد (صابونی و همکاران ۲۰۱۸). همچنین افزودن قندهایی نظیر گلوکز می‌تواند سبب تحریک و رشد میکروارگانیسم‌ها در کفیر تهیه شده از شیر سویا گردد (لیو و لین ۲۰۰۰). اگرچه پلی‌ساکاریدهای مختلفی از منابع گیاهی و میکروبی به‌صورت صنعتی استفاده می‌شوند، اما تولید پلی‌ساکاریدهای جدید برای برآورده ساختن نیازهای روزافزون در تولید محصولات غذایی گوناگون مورد نیاز است (یدملت و همکاران ۱۳۹۶). پلی‌ساکارید محلول سویا (SSPS[2]) که از کنجاله سویای حاصل از کارخانجات روغن کشی و همچنین تفاله یا اُکارای[3] تولید شده در حین استخراج پروتئین سویا (ناکامورا ۲۰۱۱) تهیه می‌گردد، ویسکوزیته تقریباً کم و پایداری بالایی در محلول‌های آبی داشته و ترکیبات قندی آن عمدتاً حاوی D–گالاکتوز، L–آرابینوز، D–گالاکتورونیک اسید و L–رامنوز می‌باشد که علاوه بر ارزش‌های تغذیه‌ای، می‌تواند به عنوان عامل پراکندگی، چسبندگی، تثبیت‌کننده و امولسیفایر در فرآورده‌های غذایی استفاده شود (حجتی و همکاران ۲۰۱۱). به‌دلیل وجود مقدار بالای گالاکتورونیک اسید (حدود ۱۸٪) در ساختار زنجیره این پلی‌ساکارید، SSPS دارای ماهیتی اسیدی و ساختاری مشابه پکتین می‌باشد

[1] Lactic acid bacteria

[2] Soluble soybean polysaccharide

[3] Okara

www.SID.ir

Archive of SID

(ناکامورا و همکاران ۲۰۰۳). SSPS قادر به پراکندگی و پایدار کردن پروتئین‌ها تحت شرایط اسیدی است و اخیراً در تولید نوشیدنی‌های اسیدی به‌کار رفته است (ناکامورا ۲۰۱۱). بنابراین، این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر فرایند تخمیر شیر سویا بر ویژگی پروفایل اسیدهای چرب کفیر سویا و همچنین بررسی اثر افزودن مقادیر مختلف SSPS بر خصوصیات فیزیکی‌شمیایی (پروفایل اسیدهای چرب، اسیدیته، pH، رنگ‌سنجی و ویسکوزیته)، حسی (طعم، بو و پذیرش‌کلی) و جمعیت میکروبی (باکتری‌های LAB و مخمرها) نوشیدنی کفیر سویا طی مدت یک ماه نگهداری در یخچال انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد

شیر سویای استریل (درینهو، ماریگلد، سنگاپور) از فرو شگاه عر ضه کننده مح صولات غذایی سطح شهر اهواز و پلی‌ساکارید محلول سویا (SSPS) با درجه خوراکی از شرکت فوجی اویل (ژاپن) خریداری گردیدند. دانه‌های کفیر سفید مایل به زرد رنگ به شکل گل کلم و حاوی انواعی از باکتری های LAB، استو باکتر ها و مخمرها، از آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ملاثانی، خوزستان، ایران) که در شیر استریل و در دمای یخچال نگهداری می‌شد تهیه گردید.

فعال‌سازی دانه‌های کفیر

دانه‌های کفیر خریداری شده در شیر پا ستوریزه و در دمای ٦-٤ درجه سلسیوس تا زمان استفاده نگهداری شدند. قبل از استفاده، به منظور فعال‌سازی دانه‌های کفیر، مقداری از دانه های کفیر به حدود ده برابر وزن خودشان شیر استریل اضافه و به مدت ٢٤-١٨ ساعت درون انکوباتور (TOBGVD45-Binder-Germany) با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند و سپس دانه‌های کفیر با الک پلاستیکی از شیر جدا و توسط آب مقطر استریل شسته شدند (لیتی و همکاران ۲۰۱۳؛ وردجان و همکاران ۲۰۱۸)

تولید نوشیدنی کفیر

برای تولید نمونه‌های کفیر ٥ لیتر شیر سویا استفاده شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق، نمونه‌های کفیر سویا حاوی مقادیر مختلف SSPS (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد؛ w/v) بود که سطوح آن براساس آزمایش‌های مقدماتی تعیین گردید. مقادیر ذکر شده از SSPS به شیر سویا اضافه و به‌خوبی با آن مخلوط شد. براساس روش ارائه شده تهیه کفیر توسط بیرمی و همکاران (۲۰۲۱) و لیتی و همکاران (۲۰۱۳)، به میزان ۳ درصد (وزنی/حجمی) از دانه‌های کفیر فعال شده به هر تیمار اضافه و جهت تخمیر درون انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. بعد از گذشت ٢٤ ساعت، نمونه‌ها از انکوباتور خارج و پس از جدا سازی دانه‌های کفیر، دمای نوشیدنی‌های حاصل کاهش و پس از ریخته شدن در ظروف پلاستیکی درب‌دار در یخچال با دمای ٦-٤ درجه سلسیوس نگهداری شدند (گامبا و همکاران (۲۰۲۰). در پایان، در روزهای ۱، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ نگهداری، نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفتند. در این تحقیق نمونه شاهد فاقد SSPS در شرایط فوق تهیه گردید.

اندازه گیری خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌ها

pH نمونه‌ها با استفاده از pHمتر دیجیتال (مدلA&D/GF-200-ژاپن)، پس از کالیبره شدن د ستگاه، و ا سیدیته بر حسب در صد لاکتیک ا سید مطابق روش ا ستاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ (۱۳۸۵) انجام گرفت. اسیدیته نمونه‌های کفیر سویا از طریق تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل فتالئین تا ظهور رنگ ارغوانی اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید:

$$\text{درصد اسیدیته} = \frac{N \times 0.009 \times 100}{V} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در این رابطه، N مقدار میلی‌لیتر سود یک‌دهم نرمال مصرفی و M، حجم نمونه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌ها با دستگاه ویسکومتر استوالد (BROOKFIELD- DV2TLVTJ0-USA) برحسب سانتی‌پواز (cP) و به کمک اسپیندل شماره ٦١، در سرعت ۵۰rpm و در دمای ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس انجام گرفت. شاخص‌های رنگ نمونه‌ها شامل شدت روشنایی (L^*)، قرمزی (a^*) و زردی (b^*) با استفاده از رنگ‌سنج (Konica Minolta، مدل CR- ٤٠٠، ساخت ژاپن) بررسی شد. قبل از اندازه‌گیری رنگ، با استفاده از صفحه سفید مخصوص (L^*=٩٤/٤٣، a^*=-٠/٢٥ و b^*=٢/٠٤)، دستگاه کالیبره و تنظیم گردید. میزان اسیدهای چرب آزاد شیر سویا و کفیر حاصل از آن در پایان مدت نگهداری طبق روش متکالفی و همکاران (١٩٦٦) اندازه‌گیری شد. برای این منظور از دستگاه کرو ماتوگرافی گازی با مدل Unicam ٤٦٠٠ (Unicam Limited, Cambridge, UK) مجهز به آشکارساز یونیزا سیون شعله‌ای و ستون موئینه BPX70 (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۲ میکرومتر) استفاده شد. دمای آشکار ساز و تزریق به ترتیب ۳۰۰ و ۲۵۰ درجه سلسیوس بود و از گاز هلیوم با شدت جریان ۱ میلی‌متر در دقیقه به‌عنوان حامل استفاده شد (متکالفی و همکاران ١٩٦٦).

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی (طعم، بو و پذیرش‌کلی) نمونه‌های کفیر، توسط ۱۰ نفر ارزیاب حسی آموزش دیده در رده سنی ٢٤ تا ٤٠ سال (۵ نفر خانم و ۵ نفر آقا) شاغل در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. این ارزیاب‌ها ابتدا جهت توصیف ویژگی‌های مختلف حسی نمونه‌های کفیر با استفاده از نمونه‌های تجاری به روش تحلیل توصیفی آموزش دیده و با روش نمره‌دهی نه نقطه‌ای آشنا شدند؛ به‌طوری‌که نمره ۹ به عنوان بالاترین امتیاز و نمره ۱ به عنوان کمترین امتیاز به یک ویژگی حسی تعلق می‌گرفتند (میلگارد و همکاران ۱۹۹۹). در این آزمون، نمونه‌های کفیر تولیدی از طریق تست هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱= بسیار ناخوشایند و ۹= بسیار خوشایند) با یکدیگر مقایسه شدند. بدین منظور مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از هر نمونه کفیر در لیوان‌های پلاستیکی شفاف که با کدهای سه رقمی مشخص شده بودند ریخته شده و در شرایط آزمایشی یکسان در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت.

آزمون‌های میکروبی

برای شمارش جمعیت باکتری‌های LAB و مخمرها در نمونه‌های کفیر به ترتیب از MRSAgar (لیوفیلکم، ایتالیا) و PDA[2] (مرک، آلمان) پس از تهیه محیط کشت و استریل کردن آن‌ها در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه، استفاده شد (سبکبار و خداییان ۲۰۱۵). جهت شمارش باکتری‌های LAB از روش کشت پورپلیت با افزودن ۲۰۰ppm سیکلوهگزامید (سیگما آلدریچ، آلمان) به محیط کشت جهت ممانعت از رشد قارچ‌ها و با استفاده از جار بی‌هوازی (میهن‌آزما، ایران) حاوی گاز پک (مرک، آلمان) جهت فراهم نمودن شرایط بی‌هوازی و ٤٨ ساعت گرم‌خانه‌گذاری در دمای ۳۰ درجه سلسیوس استفاده شد (ایریگوین و همکاران ۲۰۰۵). برای شمارش مخمرها از روش کشت سطحی، پس از گرم‌خانه‌گذاری در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس ، و پس از ۳ روز انجام شد. جهت جلوگیری از رشد باکتری‌ها در محیط کشت PDA، از آنتی بیوتیک تتراسایکلین (شرکت داروسازی دامی ایران) به نسبت ۱ به ۱۰۰ (۱ میلی‌لیتر آنتی‌بیوتیک به ۱۰۰ میلی‌لیتر محیط کشت) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

٤ نمونه کفیر حاوی مقادیر مختلف SSPS در ۳ تکرار تولید و ویژگی‌های آن طی ۳۰ روز نگهداری (۱، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) بررسی شد. این پژوهش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام پذیرفت و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن

[1] Mane-Rogosa and Sharp broth

[2] Potato Dextrose Agar

www.SID.ir

Archive of SID

در سطح اطمینان ۹۵ در صد مورد مقایسه قرار گرفت. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ۲۰۱۳ ترسیم و گزارش شد.

نتایج و بحث

pH و اسیدیته

با توجه به جدول ۱، نمونه‌های کفیر تهیه شده از شیر سویا از اسیدیته بسیار پایینتری نسبت به کفیر تهیه شده از شیر لبنی و پایین‌تر از حداقل مقدار اسیدیته تعیین شده برای کفیر (۰/٦درصد) توسط قوانین کدکس آلمانتریوس[1](FAO/WHO ۲۰۱۱) برخوردار بودند. مقدار اسیدیته نمونه‌های کفیر سویا از حدود ۰/۲۳ درصد لاکتیک اسید (در ایتدای زمان نگهداری) تا مقدار ۰/۵ درصد لاکتیک اسید (در پایان زمان نگهداری) متغیر بود؛ در حالی که این مقدار در زمان نگهداری مشابه برای کفیر تهیه شده از شیر گاو از مقدار حدود ۰/٤۱ تا ۰/۹۵ درصد لاکتیک اسید و برای کفیر تهیه شده از شیر گاومیش از ۰/۳۲ تا ۰/۷۹ گزارش شده است (قصاب‌نژاد و همکاران ۲۰۲۰). دی‌ساینز و همکاران (۲۰۲۰) نیز مقدار اسیدیته کفیر تهیه شده با دانه‌های کفیر و با استفاده از شیر گاو را ۱/۲۲ درصد گزارش نمودند که بسیار بالاتر از محدوده اسیدیته تعیین شده برای نمونه‌های کفیر سویای تهیه شده در این تحقیق می‌باشد.

نتایج نشان داد که با افزایش میزان SSPS، کاهش معنی-داری در pH و افزایش قابل‌توجهی در اسیدیته نمونه-های کفیر مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). بالاترین pH و کمترین اسیدیته مربوط به نمونه شاهد و کمترین pH و بالاترین اسیدیته مربوط به نمونه‌های حاوی سطوح بالای SSPS بود. علت افزایش اسیدیته کفیر در نتیجه افزودن SSPS احتمالاً به‌دلیل ماهیت اسیدی این پلی‌ساکارید به‌علت وجود گالاکتورونیک اسید در زنجیره آن (ناکامورا و همکاران ۲۰۰۳) و همچنین قابلیت مصرف SSPS توسط میکروب‌های کفیر و تبدیل آن به اسیدهای آلی می‌باشد.

مطابق نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، افزودن SSPS سبب افزایش تعداد باکتریهای لاکتیک اسید و مخمر شد که این موضوع بیانگر قابلیت استفاده‌ی میکروارگانیسمهای مذکور از SSPS است. حسین و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی تأثیر برخی پلی-ساکاریدهای گیاهی بر ویژگی‌های ماست، pH پایین‌تر و اسیدیته بالاتری در نمونه‌های ماست حاوی پلی‌ساکارید سویای استخراج شده از اُکارا گزارش نمودند.

همان‌گونه که در جدول ۱ می‌توان مشاهده نمود، با گذشت زمان نگهداری تا روز بیستم، pH نمونه‌های کفیر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$) اما در ادامه و تا پایان مدت یک ماه نگهداری pH به مقدار جزیی افزایش یافت ($P>۰/۰۵$). بیشترین pH و کمترین مقدار اسیدیته مربوط به روز ۱ و کمترین pH همراه با بالاترین مقدار اسیدیته مربوط به روز بیستم نگهداری بود. آچوری و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی ترکیبات شیرسویا در طی ذخیره‌سازی، گزارش نمودند که کاهش pH و افزایش اسیدیته در شیرسویا، احتمالاً به دلیل واکنش‌های شیمیایی مانند لیپولیز و پروتئولیز می‌باشد. کاهش اسیدیته در روز ۳۰ نسبت به روز ۲۰ نیز ممکن است به دلیل افت رشد لاکتیک اسید باکتری‌ها در روز آخر نسبت به روز بیستم و تجزیه اسیدهای آلی توسط جمعیت بیشتر شده مخمرها باشد که کاهش اسیدیته نمونه‌ها در روز آخر نسبت به روز بیستم را دربرداشته است (جدول ۱).

ویسکوزیته

یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر بر خصوصیات حسی و بازار پسندی نوشیدنی‌ها، ویسکوزیته آن‌ها می‌باشد. جدول ۱ تأثیر زمان و میزان SSPS را بر ویسکوزیته نمونه‌های کفیر، طی مدّت ۳۰ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس نشان می‌دهد. با افزایش میزان SSPS، افزایش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) در ویسکوزیته نمونه‌های کفیر مشاهده شد؛ هر چند به‌طورکلی بین ویسکوزیته

[1] Codex alimentarius

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه شاهد و نمونه حاوی ۰/۵٪ SSPS و همچنین میان نمونه حاوی ۱٪ و نمونه حاوی ۱/۵٪ SSPS اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). تأثیر به‌کارگیری SSPS در افزایش سیستم پایداری نوشیدنی‌های پروتئینی اسیدی و بهبود ویسکوزیته آن‌ها به‌ویژه در محصولاتی همانند کفیر و دوغ که از ویسکوزیته‌ی پایینی برخوردارند توسط ناکامورا و همکاران (۲۰۰۳) ثابت شده است. حسین و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی تأثیر برخی پلی‌ساکاریدهای گیاهی بر ویژگی-های ماست، ویسکوزیته بالاتری در نمونه‌های ماست حاوی پلی‌ساکارید محلول سویا گزارش نمودند.

همچنین با گذشت زمان نگهداری ویسکوزیته نمونه‌ها افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین ویسکوزیته مربوط به روز ۳۰ و کمترین آن مربوط به ابتدای زمان نگهداری بود. افزایش ویسکوزیته در طی ذخیره‌سازی ممکن است به دلیل تولید پلی‌ساکارید کفیران توسط میکروارگانیسم‌های کفیر بوده باشد که به دلیل توانایی اتصال با ملکول‌های آب و پروتئین، موجب افزایش ویسکوزیته و ویژگی‌های ویسکوالاستیک فرآورده‌های لبنی تخمیری می‌گردد (پرادو و همکاران ۲۰۱۵). در عدم مطابقت با نتایج این پژوهش، کسنکاس و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، میکروبی و حسی کفیر شیر سویا پرداختند. این محققین بیان داشتند که در طول دوره ذخیره‌سازی، ویسکوزیته کفیرهای شیر سویا کاهش یافت. لیو و لین (۲۰۰۰) به بررسی کفیر شیر سویا و شیر گاو پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که پایین بودن ویسکوزیته کفیر شیر سویا، به دلیل تولید کمتر ترکیبات تأثیرگذار بر ویسکوزیته در حین تخمیر شیر سویا توسط دانه‌های کفیر نسبت به کفیر شیر گاو بود.

جدول ۱-تأثیر میزان پلی‌ساکارید محلول سویا (SSPS) بر pH، اسیدیته و ویسکوزیته کفیر شیر سویا طی ۳۰ روز نگهداری در دمای۴ درجه سلسیوس

Table 1- Effects of soluble soybean polysaccharide (SSPS) levels on the pH, titratable acidity and viscosity of soy kefir samples during 30 days of storage at 4°C

Storage time (Day)	pH			
	SSPS (%)			
	Control	0.5	1	1.5
1	4.92 ± 0.03^{Aa}	4.90 ± 0.02^{Aa}	4.87 ± 0.01^{Aa}	4.73 ± 0.01^{Ba}
10	4.46 ± 0.01^{Ab}	4.39 ± 0.01^{Ab}	4.36 ± 0.01^{Ab}	4.23 ± 0.05^{Bb}
20	4.38 ± 0.01^{Ab}	4.35 ± 0.01^{Ab}	4.32 ± 0.01^{Ab}	4.18 ± 0.03^{Bb}
30	4.41 ± 0.01^{Ab}	4.39 ± 0.01^{Ab}	4.34 ± 0.03^{Ab}	4.28 ± 0.02^{Bb}
	Acidity (% lactic acid)			
	SSPS (%)			
	Control	0.5	1	1.5
1	0.23 ± 0.05^{Bc}	0.25 ± 0.03^{Bc}	0.27 ± 0.05^{Ac}	0.30 ± 0.02^{Ac}
10	0.33 ± 0.07^{Bb}	0.36 ± 0.05^{Bb}	0.39 ± 0.06^{ABb}	0.43 ± 0.05^{Ab}
20	0.43 ± 0.02^{Ba}	0.46 ± 0.03^{Aa}	0.48 ± 0.01^{Aa}	0.50 ± 0.04^{Aa}
30	0.41 ± 0.03^{Aa}	0.42 ± 0.01^{Aa}	0.45 ± 0.02^{Aa}	0.47 ± 0.01^{Aa}
	Viscosity (cP)			
	SSPS (%)			
	Control	0.5	1	1.5
1	27.19 ± 1.53^{Bb}	28.37 ± 1.50^{BCb}	30.44 ± 1.86^{ABc}	32.00 ± 2.06^{Ab}
10	28.51 ± 1.30^{Bb}	29.63 ± 1.24^{Bb}	32.37 ± 1.24^{Ab}	33.35 ± 1.93^{Ab}
20	31.09 ± 1.13^{Ba}	31.89 ± 0.79^{Ba}	35.03 ± 1.79^{Aa}	36.40 ± 1.36^{Aa}
30	32.39 ± 1.43^{Ba}	32.99 ± 2.15^{Ba}	36.69 ± 1.42^{Aa}	37.29 ± 2.24^{Aa}

Each value in the table represents the mean ±standard deviation of triplicate analysis. Means shown with different capital and small letters in the same rows and columns represent significant differences, respectively ($P\leq0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

باکتری‌های لاکتیک اسید (LAB) و مخمرها

نتایج نشان داد تمامی نمونه‌های کفیر سویا از شمارش بالای LAB (10^8 cfu/ml) برخوردار بودند. در نتایجی مشابه، گامبا و همکاران (۲۰۲۰) تعداد LAB در کفیر سویا را مابین 10^8–10^9 cfu/ml گزارش کردند. با توجه به جدول ۲، با افزایش SSPS، افزایش معنی‌داری ($P<0/05$) در تعداد باکتری‌های LAB مشاهده شد به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد باکتری‌های LAB به ترتیب در نمونه‌های حاوی ۱/۵٪ SSPS و شاهد تعیین گردید؛ هرچند اختلافی از این نظر میان نمونه حاوی ۱٪ و ۱/۵٪ SSPS مشخص نگردید ($P>0/05$). براساس نتایج بدست آمده، باکتری‌های LAB از SSPS به‌عنوان ترکیب پری‌بیوتیکی جهت رشد و نمو خود استفاده کردند که دلیل آن می‌تواند اسیدیته بالاتر نمونه‌های کفیر حاوی مقادیر بیشتر SSPS با شد (جدول ۱). بهبود رشد باکتری‌های LAB کفیر هنگام استفاده از فیبر رژیمی سویا و سایر ترکیبات پلی‌ساکاریدی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (قصاب‌نژاد و همکاران ۱۳۹۸ و بائو و همکاران ۲۰۱۳). در نتایجی متفاوت، مونتانوسی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن اینولین تأثیری بر باکتری های LAB کفیر ندارد. علت نتایج متفاوت در مورد تأثیر ترکیبات پلی‌ساکاریدی بر شمارش LAB می‌تواند به‌دلیل نوع و غلظت این ترکیبات باشد.

با توجه به نتایج جدول ۲، با گذشت زمان نگهداری تا روز بیستم، افزایش معنی‌داری ($P<0/05$) در تعداد باکتری های LAB نمونه های کفیر مشاهده شد؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد مربوط به نمونه‌های نگهداری شده در روز بیستم و کمترین تعداد آن مربوط به روز اول نگهداری بود. جمعیت باکتری‌های LAB از روز ۲۰ تا روز ۳۰ کاهش یافت که ممکن است به‌دلیل تجمع متابولیت‌های تولید شده توسط باکتری‌های LAB در انتهای دوره نگهداری به‌ویژه افزایش غلظت اسیدهای آلی (جوآنگ و همکاران ۲۰۱۶) و هیدروژن پراکسید (دیو و شاه ۱۹۹۷) باشد. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، مونتانوسی و همکاران (۲۰۱۲) افزایش و سپس کاهش شمارش LAB را در نمونه های کفیر تهیه شده با دانه‌های کفیر و حاوی اینولین گزارش نمودند.

با توجه به جدول ۲، جمعیت مخمر تمامی نمونه های کفیر سویا بالاتر از حداقل مقدار تعیین شده توسط قوانین کدکس آلمانتریوس (حداقل 10^4 cfu/ml) تعیین گردید (FAO/WHO ۲۰۱۱). در نتایجی مشابه، دادخواه و همکاران (۲۰۱۱) تعداد مخمر در کفیر سویا را 10^8 – 10^9 cfu/ml گزارش نمودند. با افزایش میزان SSPS افزایش معنی‌داری ($P<0/05$) در جمعیت مخمرهای نمونه‌های کفیر مشاهده شد. بیشترین و کمترین جمعیت به ترتیب در نمونه های حاوی ۱/۵٪ SSPS و شاهد مشاهده شد. افزایش تعداد مخمرها همگام با افزایش غلظت SSPS در نمونه‌های کفیر می‌تواند مربوط به تأثیر مثبت SSPS بر جمعیت باکتری‌های LAB و اثر سینرژیستی و سیمبیوتیکی آن‌ها بر مخمرها باشد. باکتری‌های LAB با تولید اسیدهای آلی سبب تحریک رشد مخمرها می‌گردد (قصاب‌نژاد و همکاران ۲۰۲۰ و مونتانوسی و همکاران ۲۰۱۲). همان‌طور که در جدول ۲ می‌توان مشاهده نمود، رابطه مستقیمی میان تعداد LAB و جمعیت مخمرها در تمامی دوره‌های نگهداری وجود داشت. در تأیید این نتایج، مونتانوسی و همکاران (۲۰۱۲) تعداد بیشتر مخمرها را در کفیر هنگام تلقیح شیر مورد استفاده با باکتریهای آغازگر گزارش نمودند. همچنین، ذخیره‌سازی نمونه‌های کفیر سبب افزایش جمعیت مخمرها شد به‌طوری‌که بیشترین جمعیت در روزهای پایانی و کمترین آن در ابتدای زمان نگهداری تعیین شد. گوزل–سیدیم و همکاران (۲۰۰۵) نیز مطابق با نتایج این تحقیق افزایش تعداد مخمر را در هنگام نگهداری سرد کفیر گزارش کردند؛ اما ایریگوین و همکاران (۲۰۰۵) تفاوت معنی‌داری در شمارش مخمرها طی ۷ روز نگهداری مشاهده نکردند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲-تأثیر میزان پلی‌ساکارید محلول سویا بر جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمرهای کفیر شیر سویا طی سی روز نگهداری در ۴ درجه سلسیوس

Table 2- Effects of soluble soybean polysaccharide (SSPS) levels on the LAB and yeast counts of soy kefir samples during 30 days' storage at 4°C

Storage time (Day)	Lactic acid bacteria (LAB) count (logcfu/ml)			
	SSPS (%)			
	Control	0.5	1	1.5
1	8.05 ± 0.21^{Cb}	8.25 ± 0.30^{BCb}	8.49 ± 0.38^{ABb}	8.64 ± 0.33^{Ab}
10	8.23 ± 0.31^{Cab}	8.45 ± 0.36^{BCab}	8.71 ± 0.37^{ABab}	8.87 ± 0.40^{Aab}
20	8.52 ± 0.22^{Ca}	8.64 ± 0.27^{BCa}	8.88 ± 0.29^{ABa}	9.07 ± 0.31^{Aa}
30	8.11 ± 0.36^{Cb}	8.29 ± 0.34^{ABb}	8.69 ± 0.36^{ABab}	8.88 ± 0.42^{Aab}
	Yeast count (logcfu/ml)			
	SSPS (%)			
	Control	0.5	1	1.5
1	6.64 ± 0.44^{Bc}	6.93 ± 0.36^{ABb}	7.21 ± 0.26^{Ac}	7.35 ± 0.26^{Ac}
10	6.90 ± 0.39^{Bbc}	7.21 ± 0.41^{Bb}	7.70 ± 0.38^{Ab}	7.96 ± 0.39^{Ab}
20	7.09 ± 0.29^{Bab}	7.69 ± 0.33^{Aa}	7.95 ± 0.40^{Aab}	8.09 ± 0.37^{Aab}
30	7.42 ± 0.38^{Ba}	7.88 ± 0.31^{Ba}	8.29 ± 0.34^{Aa}	8.47 ± 0.43^{Aa}

Each value in the table represents the mean ±standard deviation of triplicate analysis. Means shown with different capital and small letters in the same rows and columns represent significant differences, respectively (P≤0.05).

رنگ‌سنجی

شکل ۱ تأثیر زمان و میزان SSPS بر پارامترهای رنگ (روشنایی، سبز تا قرمز و آبی تا زرد) نمونه‌های کفیر طی مدّت ۳۰ روز نگهداری در دمای ٦-٤ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌توان مشاهده نمود، با افزایش میزان SSPS، میزان روشنایی (L*) نمونه‌های کفیر کاهش یافت؛ به‌طوری‌که بالاترین مقدار شاخص L* مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان آن در نمونه حاوی ۱/۵ درصد SSPS مشاهده شد. با این وجود، تأثیر SSPS بر پارامتر L* معنی‌دار نگردید ($P>0/05$). در این میان، زمان نگهداری تأثیر منفی در روشنایی نمونه‌های کفیر به‌ویژه در نمونه‌های حاوی سطوح بالای SSPS داشت ($P<0/05$). کاهش پارامتر روشنایی در نمونه‌های کفیر طی مدت زمان نگهداری ممکن است به دلیل تجزیه شدن ترکیبات پلی-ساکاریدی به‌ویژه SSPS و جدا شدن قندهای احیا کننده آن توسط تخمیر و به‌دنبال آن شرکت این قندها در واکنش مایلارد باشد که باعث ایجاد رنگدانه ملانوئیدین (رنگ قهوه-ای) و در نهایت کاهش روشنایی نمونه‌های کفیر می‌گردد (ناکامورا و همکاران ۲۰۱۲).

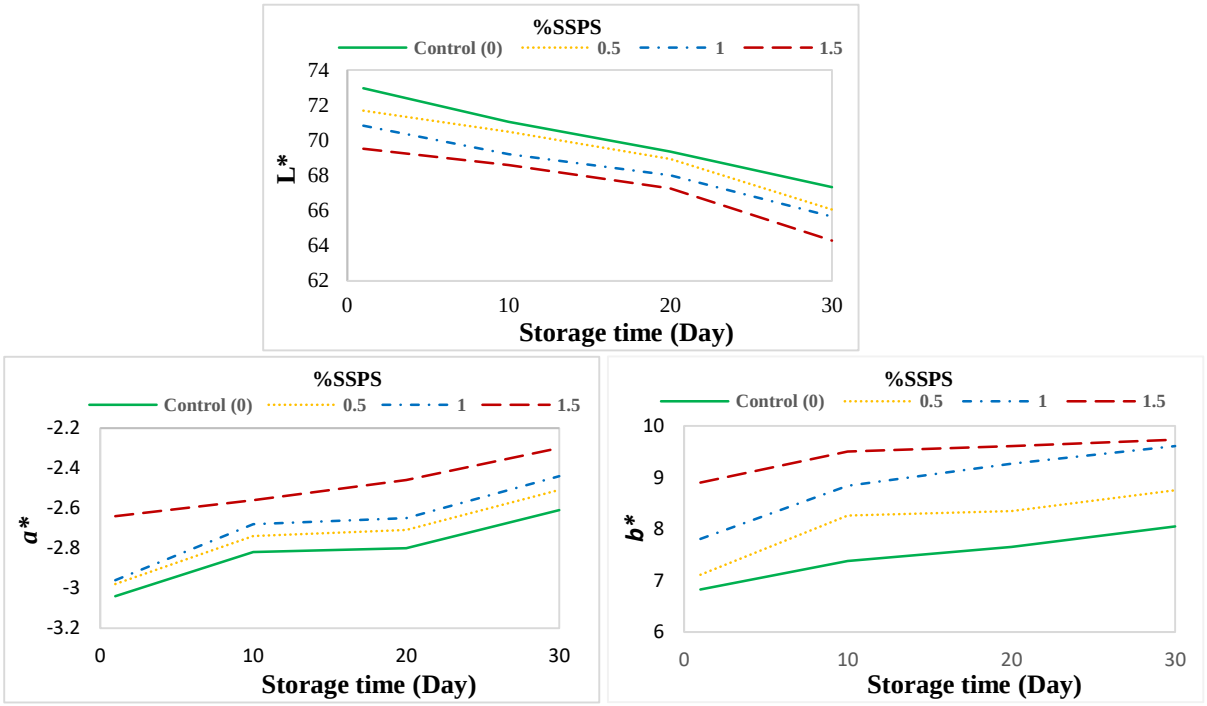
با توجه به شکل ۱، با افزایش درصد SSPS پارامتر سبز-قرمز (a*) نمونه‌های کفیر به‌شکل غیرمعنی‌داری کاهش یافت. همچنین با گذشت زمان نگهداری، پارامتر a* کاهش یافت ($P>0/05$). به‌علاوه، همان‌طور که می‌توان در شکل ۱ مشاهده کرد، با افزایش درصد SSPS پارامتر آبی- زرد (b*) افزایش یافت و این تأثیر برخلاف ویژگی a* معنی‌دار گردید ($P<0/05$). بیشترین و کمترین پارامتر b* به ترتیب مربوط به نمونه‌های ۱/۵٪ SSPS و نمونه شاهد بود. همچنین گذشت زمان نگهداری سبب افزایش پارامتر b* نمونه‌های کفیر شد؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین پارامتر b* به ترتیب مربوط به نمونه‌های نگهداری شده در روزهای پایانی و ابتدایی نگهداری بودند.

ارزیابی حسی

با توجه به شکل۲، افزایش درصد SSPS و زمان نگهداری سبب افزایش امتیاز طعم، بو و پذیرش کلی نمونه‌های کفیر شد؛ به-طوری‌که بالاترین امتیاز مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ ٪ SSPS نگهداری شده در روز ۳۰ و کمترین امتیاز مربوط به نمونه شاهد نگهداری شده در روز ۱ نگهداری بود. همان‌گونه که در شکل ۲ می‌توان مشاهده نمود، تمامی ویژگی‌های حسی مورد بررسی در نمونه‌های روز سی‌ام به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) نسبت به روز اول افزایش پیدا کرد.

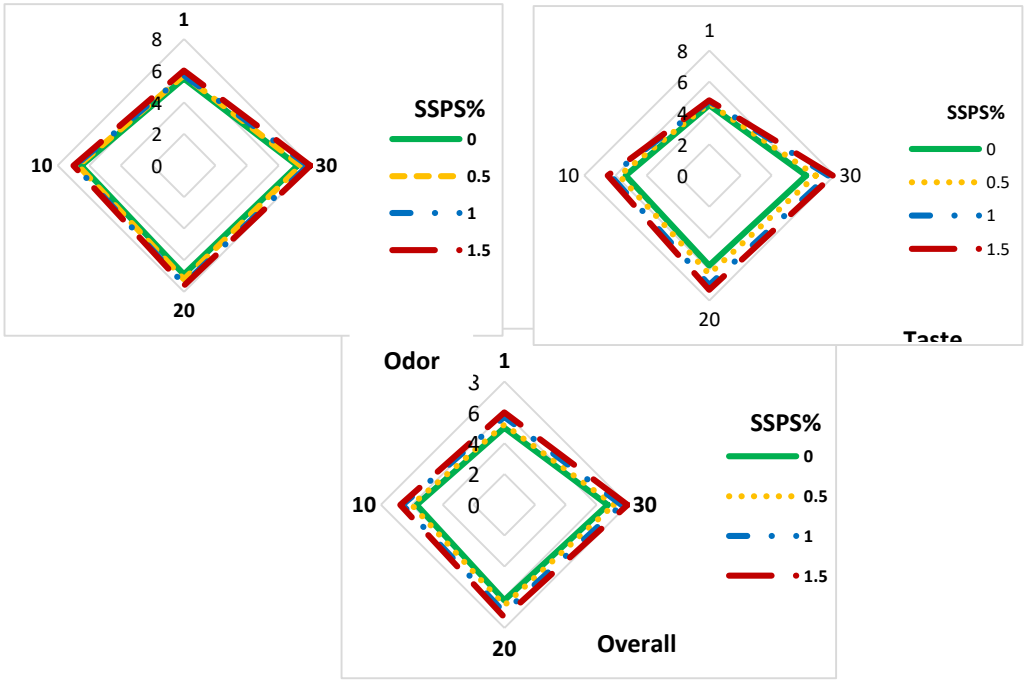
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱-تأثیر زمان و مقادیر مختلف پلی‌ساکارید محلول سویا (SSPS) بر پارامترهای رنگی کفیر حاصل از شیر سویا طی مدت سی روز نگهداری در ۴ درجه سلسیوس

Figure 1. Effect of storage time and soluble soybean polysaccharide (SSPS) levels on color parameters of soy kefir samples during 30 days' storage at 4°C



شکل ۲- تأثیر زمان و میزان پلی‌ساکارید محلول سویا (SSPS) بر ویژگی‌های حسی کفیر شیر شویا طی سی روز نگهداری در۴ درجه سلسیوس

Figure 2. Effect of storage time and soluble soybean polysaccharide (SSPS) levels on sensory parameters of soy kefir samples during 30 days' storage at 4°C

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی امتیاز بو در نمونه‌های کفیر در شکل ۲، می‌توان مشاهده کرد که با افزایش درصد SSPS، امتیاز بو نمونه‌ها در تمامی دوره‌های نگهداری افزایش یافت. همچنین همانند طعم، با گذشت زمان نگهداری ویژگی بو افزایش معنی‌داری یافت. پایین بودن امتیاز بو در روزهای ابتدایی ممکن است به‌دلیل غالب بودن بوی طعم و بوی لوبیای سویا و تشکیل ترکیبات گوگردی در شیر سویای فرادما مانند متان تیول، دی‌متیل سولفید و دی‌اتیل تری سولفید باشد که مناسب ذائقه‌ی اکثر ارزیاب‌کننده‌ها نیست (لوزانو و همکاران ۲۰۰۷). لوزانو و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تأثیر تغییرات ایجاد شده در شیر سویا طی نگهداری آن گزارش کردند که ۲۶ ترکیب مؤثر در ایجاد عطر و طعم مخصوص شیر سویا وجود دارد و زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر ارزیابی بوی گوگردی و لوبیایی نمونه‌ها دارد. درمقابل، در روز ۳۰ نگهداری به دلیل ادامه تخمیر شیر سویا توسط میکروارگانیسم‌های کفیر، ترکیبات معطر گوناگونی توسط مخمرها تولید می‌شود و بوی مخصوص و لوبیایی شیر سویا با سایر ترکیبات تولید شده در طی تخمیر جایگزین شده و نمونه‌ها از امتیاز بالاتری برخوردار گردیدند.

همان‌گونه که در شکل ۲ می‌توان ملاحظه نمود، افزایش SSPS سبب بالا رفتن امتیاز پذیرش‌کلی نمونه‌های کفیر شد به‌طوری‌که بیشترین امتیاز مربوط به نمونه حاوی ۱/۵٪ SSPS و کمترین امتیاز مربوط به نمونه شاهد بود. درهرحال، همانند دو ویژگی دیگر مورد بررسی (طعم و بو) میان نمونه حاوی ۱٪ و نمونه حاوی ۱/۵٪ SSPS اختلاف معنی‌داری از نظر امتیاز پذیرش‌کلی در نمونه‌های کفیر مشاهده نشد ($P>0/05$). زمان نگهداری نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش امتیاز پذیرش‌کلی نمونه‌های کفیر داشت به‌طوری‌که امتیاز این پارامتر در روزهای ابتدایی، پایین و در پایان دوره (روز ۳۰ نگهداری) افزایش چشمگیری یافت ($P<0/05$). در هر حال، در تایجی متفاوت، کسنکاس و همکاران (۲۰۱۱) کاهش قابل توجه پذیرش‌کلی را در نمونه‌های کفیر تهیه شده با مخلوط شیر گاو و شیر سویا طی ۲۸ روز نگهداری سرد گزارش نمودند. لیو و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی ویژگی‌ها و ترکیبات تولید شده در کفیر تولید شده از شیر سویا به‌وسیله دانه‌های کفیر گزارش کردند که غلظت ترکیبات فرار کلیدی کفیر (مانند استالدئید، استون، دی‌استیل و اتانول) نسبت به شیر سویای تخمیر نشده افزایش داشته و میزان ان-هگزانال (عامل طعم لوبیایی شیر سویا) کاهش یافته بود. درهرحال، همان‌گونه که در بالا اشاره گردید، با وجود ارتقاء کیفیت ویژگی‌های حسی نمونه‌های کفیر سویا در نتیجه افزودن SSPS و گذشت زمان نگهداری، تمامی آن‌ها امتیازات حسی پاینتری (میانگین کمتر از ۷) نسبت به نمونه‌های تهیه شده از شیر گاو و گاومیش (میانگین بالاتر از ۸) که توسط حجتی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش شده است کسب نمودند. قنیم و همکاران (۲۰۱۸) نیز در بررسی ویژگی‌های حسی (بو، طعم و احساس دهانی) ماست سویا گزارش نمودند که با افزایش میزان شیر سویا در فرمولاسیون محصول، تمامی ویژگی‌های حسی ماست به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

پروفایل اسیدهای چرب

با توجه به این که براساس نتایج آنالیز داده‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر پروفایل اسیدهای چرب میان نمونه‌های کفیر حاوی مقادیر مختلف SSPS مشاهده نگردید ($P>0/05$)، در اینجا تنها نتایج پروفایل اسیدهای چرب بهترین نمونه کفیر (حاوی ۱٪ SSPS) با شیر سویا مقایسه گردیده است. پروفایل اسیدهای چرب شیر و کفیر (حاوی ۱درصد SSPS) سویا در جدول ۳ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳-پروفایل اسیدهای چرب شیرسویا و کفیر شیرسویای حاوی ۱ درصد پلی‌ساکارید محلول سویا (وزنی/حجمی) پس از ۳۰ روز نگهداری سرد (میانگین± SD)

Table 3. Fatty acids profile (%) of soymilk and soy kefir samples containing 1% (w/v) of SSPS after 30 days of cold storage (mean ±SD)

	Soy kefir	Soy milk
Butyric acid (C4:0)	ND	ND
Caproic acid (C6:0)	ND	ND
Caprylic acid (C8:0)	ND	ND
Capric acid (C10:0)	ND	ND
Lauric acid (C12:0)	ND	ND
Tridecylic acid (C13:0)	ND	ND
Myristic acid (C14:0)	0.91[a]	0.37[b]
Myristoleic acid (C14:1)	ND	ND
Pentadecylic acid (C15:0)	ND	ND
Palmitic acid (C16:0)	14.59[b]	15.49[a]
Palmitoleic acid (C16:1)	0.19[a]	0.15[a]
Margaric acid (C17:0)	ND	ND
Stearic acid (C18:0)	5.29[a]	5.82[a]
Oleic acid (C18:1)	26.56[a]	25.51[a]
Linoleic acid (C18:2)	47.74[a]	47.06[a]
Linolenic acid (C18:3)	5.32[a]	5.25[a]
Arachidic acid (C20:0)	0.31[a]	0.36[a]
Gondoic acid (C20:1)	ND	ND
Eicosenoic acid (C20:2)	ND	ND
Arachidonic acid (C20:4)	ND	ND
Eicosapentaenoic acid (C20:5)	ND	ND
Docosahexaenoic acid (C22:6)	ND	ND
ΣSFA[a]	21.12[b]	22.04[a]
ΣUFA[b]	79.90[a]	77.96[b]
ΣMUFA[c]	26.84[a]	25.65[a]
ΣPUFA[d]	53.06[a]	52.31[a]

[a]SFA, saturated fatty acids; [b]UFA, unsaturated fatty acids; [c]MUFA, mono-unsaturated fatty acids; [d]PUFA, poly-unsaturated fatty acids; ND, not detected. Means with different small letters at the same rows have significant differences (P≤0.05).

نتایج نشـــان داد که مقدار اســیدهای چرب اشــباع شــده (SFA) نمونه‌های کفیر ســویا نســبت به شــیر آن در پایان مدت یک ماه نگهداری پایین‌تر بود، در حالی که مقدار اســیدهای چرب اشــباع نشــده (UFA) در نمونه‌های کفیر بیش‌تر از شیر سویای تخمیر نشده بود. در بین اسیدهای چرب اشباع، فقط اسید چرب میریستیک اسید شیر سویا پایین‌تر از کفیر بود. مطالعات قبلی نشـــان داده اســـت که باکتری‌های LAB در فرآورده‌های تخمیر شـــده، ســـبب افزایش یا کاهش اسیدهای چرب می‌گردند (ویرا و همکاران ۲۰۱۵). مطـابق بـا نتـایج این پژوهش، کـاواس (۲۰۱۵) مشاهده کرد که تخمیر شیرگاو بوسیله دانه‌های کفیر سبب کاهش SFA و افزایش UFA در نمونه‌های کفیر شد. یاداو و همکاران (۲۰۰۷) نشـــان دادند که افزودن *لاکتوباســیلوس اســیدوفیلوس* و *لاکتوباســیلوس کازئی* به داهی (ماســت سـنتی هند) سـبب ازدیاد فعالیت لیپولیتیکی آن نسـبت به داهی تهیه شـده با آغازگرهای معمولی شـد و این باعث تولید بیشـتر اسـیدهای چرب پیش‌سـاز لینولئیک اسـید کانژوگه و در نهایت UFA گردید

نتیجه‌گیری

یکی از دلایل اصـلی پایین بودن مصـرف شـیر سـویا و فراورده‌های آن نظیر تافو (پنیر سویا)، طعم لوبیایی این محصـولات می‌باشـد. تخمیر شـیر سـویا باعث بهبود ویژگی‌های حسی فراورده‌های سویا می‌گردد. به‌علاوه، با اســتفاده از ترکیبات پری‌بیوتیکی نظیر SSPS، نه تنها می‌توان فرایند تخمیر و درنتیجه طعم فراورده را بهبود بخ شید، بلکه زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک را افزایش داد. نتایج این پژوهش نشان داد که SSPS سبب تغییراتی

[3] Saturated fatty acids

[4] Unsaturated fatty acids

www.SID.ir

Archive of SID

در خواص کفیر شیرسویا از جمله افزایش جمعیت باکتری‌های LAB که غالب آن‌ها پروبیوتیک هستند می‌گردد. همچنین با افزودن SPSS و گذشت زمان نگهداری، تغییرات مناسبی در خواص ارگانولپتیکی نمونه‌های کفیر و ویسکوزیته شیرسویا مشاهده شد و ویژگی‌های حسی کفیر پس از سی روز به‌طور قابل توجهی بهبود یافت. براساس نتایج، با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار میان ویژگی‌های حسی، ویسکوزیته و میکروبی نمونه‌های کفیر حاوی سطوح بالای SSPS مورد استفاده در این تحقیق (۱٪ و ۱/۵٪)، استفاده از سطح ۱٪ SPSS در تولید کفیر پیشنهاد می‌گردد و می‌توان با استفاده از این مقدار پلی‌ساکارید، نوشیدنی کفیر با خواص حسی و عملگرایی مطلوب و شمارش بالای باکتری‌های LAB و مخمر (بیش از 10^8 cfu/ml) تولید نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت حمایت‌های مالی این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع مورد استفاده

استاندار ملی ایران، ۱۳۸۵. شیر و فراورده‌های آن-تعیین اسیدیته و pH- روش آزمون. شماره ۲۸۵۲، سازمان ملی استاندارد ایران.

جوینده ح، رستم‌آبادی ح و گودرزی م، ۱۳۹۸. بررسی اثر به‌کارگیری موسیلاژ دانه‌های اسفرزه، شاهی و ریحان بر رفتار رئولوژیکی دسر لبنی شکلاتی کم‌چرب. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۹(۱)، ۹۸-۸۳.

قصاب‌نژاد م، حجتی م و جوینده ح، ۱۳۹۸. تأثیر اینولین بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی کفیر تولید شده از شیرگاومیش. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۶(۸۹): ۳۶۷-۳۵۷.

یدملت م، جوینده ح و حجتی م، ۱۳۹۶. تأثیر صمغ فارسی و صمغ دانه بالنگو شیرازی بر ویژگی‌های بافتی ماست همزده کم‌چرب. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۷(٤): ۱۸۱-۱۷۱.

Achouri A, Boye JI and Zamani Y, 2007. Changes in soymilk quality as a function of composition and storage. Journal of Food Quality 30(5): 731-744.

Bau TR, Garcia S and Ida EI, 2013. Optimization of a fermented soy product formulation with a kefir culture and fiber using a simplex-centroid mixture design. Journal International Journal of Food Sciences and Nutrition 64(8): 929-935.

Beirami F, Hojjati M and Jooyandeh H, 2021. The effect of microbial transglutaminase enzyme and Persian gum on the characteristics of traditional kefir drink. International Dairy Journal 112: 1-13 (104843).

Bensmira M and Jiang B, 2011. Organic acids formation during the production of a novel peanut-milk kefir beverage. British Journal of Dairy Sciences 2(1): 18-22.

Dadkhah S, Pourahmad R, Mazaheri M and Moghimi A, 2011. Kefir production from soy milk," Annals of Biological Research 2(6): 293–299.

Dave RI and Shah NP, 1997. Viability of yogurt and probiotic bacteria in yogurts made from commercial starter cultures. International Dairy Journal 7: 31-41.

De Sainz I, Redondo-Solano, M, Solano G and Ramírez L, 2020. Effect of different kefir grains on the attributes of kefir produced with milk from Costa Rica. Journal of Dairy Science 103(1): 215-219.

FAO/WHO 2011. Codex Alimentarius: Milk and milk products. 2nd ed., World Health Organization, Geneva, Switzerland; Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Gamba RR, Yamamoto Sh, Abdel-Hamid M, Sasaki T, Michihata, T, Koyanagi T and Enomoto T, 2020. Chemical, Microbiological, and Functional Characterization of Kefir Produced from Cow's Milk and Soy Milk. International Journal of Microbiology (Hindawi) Volume 2020, Article ID 7019286, 11 pages.

www.SID.ir

Archive of SID

Ghasabnezhad M, Hojjati M and Jooyandeh H, 2020. Effects of Soluble Soybean Polysaccharides on Properties of Kefir Produced from Cow and Buffalo Milks. Applied Food Biotechnology, 1(1): 31-40.

Guzel-Seydim ZE, Wyffels JT, Seydim AC, Greene AK, 2005. Turkish kefir and kefir grains: microbial enumeration and electron microscobic observation. International Journal of Dairy Technology 58(1): 25-29.

Ghoneem G, Ismail M, El-Boraey N, Tabekha M and Elashrey H, 2018. Optimal combination of soy, buffalo, and cow's milk in bioyogurt for optimal chemical, nutritional, and health benefits. Journal of the American College of Nutrition 37(1): 8-16.

Hojjati M, Razavi SH, Rezaei K and Gilani K, 2011. Spray drying microencapsulation of natural canthaxanthin using soluble soybean polysaccharide as a carrier. Food Science and Biotechnology 20(1): 63-69.

Hussein MM, Hassan FAM, Abdel Daymc HH, Salamac A, Enab AK and Abd El-Galil AA, 2011. Utilization of some plant polysaccharides for improving yoghurt consistency. Annals of Agricultural Science 56(2): 97-103.

Irigoyen A, Arana I, Castiella M, Torre P and Ibanez FC, 2005. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. Food Chemistry 90(4): 613-620.

Jooyandeh H, 2011. Soy Products as Healthy and Functional Foods. Middle-East Journal of Scientific Research 7(1): 71-80.

Joung JY, Lee JY, Ha YS, Shin YK, Kim Y, Kim SH and Oh NS, 2016. Enhanced microbial, functional and sensory properties of herbal yogurt fermented with Korean traditional plant extracts. Korean Journal of Food Science and Animal Resources 36(1): 90-99.

Kahraman C, 2011. Production of kefir from bovine and oat milk mixture. Master's thesis, Izmir Institute of Technology.

Kavas G, 2015. Kefirs manufactured from camel (*Camelus Dramedarius*) milk and cow milk: comparison of some chemical and microbial properties. Italian Journal of Food Science 27(3): 357-365.

Kesenkaş H, Dịnkçi N, Seçkin K, Kinik Ö and Gönç S, 2011. Antioxidant properties of kefir produced from different cow and soy milk mixtures. Journal of Agricultural Sciences 17(3): 253-259.

Leite AMO, Leite DCA, Del Aguila EM, Alvares TS, Peixoto RS, Miguel MAL and Paschoalin VMF, 2013. Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. Journal of Dairy Science 96(7): 4149-4159.

Liu JR and Lin CW, 2000. Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose, or sucrose. Journal of Food Science 65(4): 716-719.

Liu JR, Chen MJ and Lin CW, 2002. Characterization of polysaccharide and volatile compounds produced by kefir grains grown in soymilk. Journal of Food Science 67(1): 104-108.

Lozano PR, Drake M, Benitez D and Cadwallader KR, 2007. Instrumental and sensory characterization of heat-induced odorants in aseptically packaged soy milk. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55(8): 3018-3026.

Meilgaard M, Civille GV and Carr BT, 1999. *Sensory Evaluation Techniques*, 3rd edn. Boca Raton, FL. USA: CRC Press.

Metcalfe LD, Schmitz AA and Pelka JR, 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry 38(3): 514-515.

Montanuci FD, Pimentel TC, Garcia S and Prudencio SH, 2012. Effect of starter culture and inulin addition on microbial viability, texture, and chemical characteristics of whole or skim milk kefir. Journal of Food Science and Technology 32(4): 580-865.

Nakamura A, 2011. Development of soybean soluble polysaccharide derived from okara, and application as a functional food ingredient. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 58(11): 559-566.

Nakamura A, Fujii N, Tobe J, Adachi N and Hirotsuka M, 2012. Characterization and functional properties of soybean high-molecular-mass polysaccharide complex. Food Hydrocolloids 29(1): 75-84.

Nakamura A, Furutab H, Katob M, Maedaa H and Nagamatsuc Y, 2003. Effect of soybean soluble polysaccharides on the stability of milk protein under acidic conditions. Food Hydrocolloids 17: 333-343.

www.SID.ir

Archive of SID

Otieno DO and Shah NP, 2007. Endogenous β-glucosidase and β-galactosidase activities from selected probiotic micro-organisms and their role in isoflavone biotransformation in soymilk. Journal of Applied Microbiology 103(4): 910-917.

Prado MR, Blandón LM, Vandenberghe LP, Rodrigues C, Castro GR, Thomaz-Soccol V and Soccol CR, 2015. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. Frontiers in Microbiology 6: 1177.

Sabokbar N and Khodaiyan F, 2015. Characterization of pomegranate juice and whey based novel beverage fermented by kefir grains. Journal of Food Science and Technology 52(6): 3711-3718.

Sabooni P, Pourahmad R and Adeli HRM, 2018. Improvement of viability of probiotic bacteria, organoleptic qualities and physical characteristics in kefir using transglutaminase and xanthan. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria 17(2): 141-148.

Vardjan T, Mohar Lorbeg P and Čanžek Majhenič A, 2018. Stability of prevailing lactobacilli and yeasts in kefir grains and kefir beverages during ten weeks of propagation. International Journal of Dairy Technology 71(S1): 51-60.

Vieira CP, Álvares TS, Gomes LS, Torres AG, Paschoalin VMF and Conte-Junior CA, 2015. Kefir grains change fatty acid profile of milk during fermentation and storage. PloS one 10(10): 0139910.

Yadav H, Jain S and Sinha PR, 2007. Production of free fatty acids and conjugated linoleic acid in probiotic dahi containing *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* during fermentation and storage. International Dairy Journal 17(8): 1006-1010.

Yilmaz-Ersan L, Ozcan T, Akpinar-Bayizit A and Sahin S, 2018. Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefirs. Journal of Dairy Science 101(5): 3788-3798.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Researches/vol.31 No.2 2021/pp 101-116
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/FR.2021.38845.1726

Study on the physicochemical, microbial and sensory properties of functional soy kefir containing soluble soybean polysaccharides during cold storage

H Jooyandeh[1*], M Hojjati[2] and M Ghasabnezhad[3]

Received: March 14, 2020 Accepted: September 2, 2020
[1]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
[2]Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
[3]MSc, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
[*]Corresponding author: hosjooy@asnrukh.ac.ir

Abstract

Introduction: Kefir is a fermented dairy beverage with a sensory attributes similar to that of doogh, but with the higher nutritional and therapeutic properties due to the microorganisms used during manufacturing process. Nowadays, advantageous effects of functional dairy products such as kefir have been proven with many researches (Kesenkaş et al. 2011; Prado et al. 2015; Yilmaz-Ersan et al. 2018; Gamba et al. 2020). It is confirmed that kefir is useful for anorexia, vigilance and nervous syndromes (because of presence of B vitamins, calcium and magnesium) and is helpful for preventing of blood pressure, bronchitis and biliary complaints (Yilmaz-Ersan et al. 2018). Furthermore, tryptophan presented in kefir has a relaxing effect on the nervous coordination. The phosphorus of kefir is also potent for operating of the important organs such as kidneys and liver throughout the function of phosphorus on fat, carbohydrate and energy metabolisms. High lactic acid bacteria count in kefir capable to quandary the cholesterol which consequently decreases cholesterol in the gastrointestinal tract. In addition, kefir has bacteriostatic and bactericide effects due to its competition for nutrients against other microorganisms and also due to different produced metabolites by kefir microorganisms such as lactic acid, acetic acid, H_2O_2, antibiotics and bacteriocins (Vardjan et al. 2018). Soybean soluble polysaccharide (SSPS) extracted from soybean are acidic polysaccharides having a pectin-like structure with 18% galacturonic acid (Nakamura et al. 2003). The SSPS has the property of being able to disperse and stabilize proteins under acidic conditions, and has recently been used in acidic beverages (Nakamura 2011). On the other hand, soy products particularly at its fermented form are good sources of proteins and isoflavones (Jooyandeh 2011). These products have attained substantial deliberation for their vital function in cultivating health risks such as hazard elements for vascular syndrome. Therefore, in case of using soymilk instead of dairy milk, a functional kefir with noticeable nutritional-pharmaceutical properties can be produced.

Materials and methods: In this research, soy-kefir samples produced from soymilk and kefir grains. Concisely, after heat treatment (90 ºC for 10 min), soymilk cooled and inoculated with 3% kefir grain (w/v) and incubated for 24 h at 25°C (Ghasabnezhad et al. 2020). Four kefir samples containing different levels of soluble soybean polysaccharide (SSPS; levels of 0, 0.5, 1 and 1.5%) was produced and some physicochemical characteristics (pH, acidity and viscosity), color parameters (a^*, b^* and l^* values), microbial counts (lactic acid bacteria (LAB) and yeast counts) and organoleptic properties (taste, odor and overall acceptability) of the product were studied during one-month cold storage. Furthermore, the fatty acid compositions of soymilk and soy-kefir sample containing 1% SSPS were also determined using gas chromatography (GC) method after 30 days of storage (Metcalfe et al. 1966).

Results and discussion: It was observed that by increasing the amount of SSPS, the acidity of kefir samples increased and the pH decreased significantly ($p<0.05$). Also, until 20th days of the storage, the acidity increased but thereafter it decreased significantly ($p<0.05$). The highest acidity (0.5% lactic acid) was recorded for

www.SID.ir

Archive of SID

sample containing 1.5% SSPS at 20th days of storage while the lowest acidity (0.23% lactic acid) was verified for control sample (without SSPS) at the beginning of the storage. Similarly, the lowest pH (4.18) was recorded for sample containing 1.5% SSPS at 20th days of storage while the highest pH (4.92) was noted for control sample at the initial days of storage. The results also showed that both experimental variables (SSPS concentration and storage period) had significant effect on the viscosity, color indexes and microbial populations. By increasing the level of SSPS and the storage period, the viscosity was noticeably augmented in kefir samples. The viscosity of soy-kefir changed from 27.19 cP (in control kefir without SSPS at the first day of storage) to 37.29 cP (in kefir containing 1.5% SSPS at the end of storage). The count of bacteria and yeasts were also depended on SSPS percentage and storage. By increasing the SSPS value and the storage, the bacteria and yeasts counts increased significantly. However, like the acidity, the maximum populations of LAB at different SSPS concentrations were observed at 20th days of storage. By increasing the amount of SSPS and storage, all sensory properties i.e. odor, taste and overall acceptability increased significantly ($p<0.05$). The tested two variables also caused an increase in b^* value ($p<0.05$) and decrease in l^* ($p<0.05$) and a^* ($p>0.05$) values. The a^* values of kefir samples were increased with increasing the SSPS level and storage time. Based on obtained results from different tested parameters (physicochemical, viscosity, microbial quality/yeasts and LAB counts and sensory attributes), no differences were found between kefir samples containing 1% and 1.5% SSPS. Therefore, soy kefir sample with 1% SPSS was selected as the best sample and its fatty acid composition was compared with soy milk after 30 days of storage at refrigerator (4 ºC). Determination of fatty acids composition of soymilk and its prepared kefir (containing 1% SSPS) showed that soy kefir had significantly the lower amount of saturated fatty acids (SFA) and the higher amount of unsaturated fatty acids (UFA) as compare with soymilk ($p<0.05$).

Conclusion: Today, food is not contracted to only fulfill starvation and to afford essential nutrients for people, but also it considers to inhibit nutrition-linked disorders and to promote physical and mental well-being of purchasers. Even, consumers nowadays are more concerned about mental well-being than physical fitness. The distinct well-being situation is an essential consumer aspect that affects its personal entanglement. Therefore, consumers are looking for functional ingredients/foods. In the other word, functional foods deliver nutraceutical ingredients that impart health benefits to consumers. The advantageous effects of functional dairy products such as kefir have been proven with many researches. By producing kefir from the soymilk, a functional beverage with the higher nutraceutical properties could be produced. On the other hand, by utilizing soluble soybean polysaccharides (SSPS) as prebiotic component, the growth of probiotic microorganisms in kefir may be promoted. Therefore, in the current research SSPS was incorporated in kefir and its effect on kefir characteristics were evaluated. The results showed that by using soymilk containing 1% SSPS, a kefir with acceptable physicochemical, sensorial and microbial properties might be produced and this product can be introduced as a functional food. The count of LAB and yeasts in all the treatments containing the higher level of SSPS (1 and 1.5% SSPS) was more than 10^8 logcfu/ml at the end of cold storage period.

Keywords: SSPS, Color values, Functional, Soy-kefir, Storage period

www.SID.ir