ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی بستنی‌های سین‌بیوتیک کم‌چرب یا کم‌شکر

مجید هاشمی [۱ و ۲*]، حمیدرضا قیصری[۳]، سید شهرام شکرفروش [٤]

۱- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران
۲- دانش‌آموخته دکتری بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۳- دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
٤- استاد گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات:Hashemi@farsagres.ir
(دریافت مقاله: ۹۳/۱۰/۱۰؛ پذیرش نهایی:۹٤/۵/۲۳)

چکیده

با جایگزینی قسمتی از روغن گیاهی و شکر بستنی با اینولین و لاکتولوز مفید شاید به‌توان محصولی با خصوصیات سلامت‌بخش تولید کرد. در این مطالعه، دو ترکیب بستنی سین‌بیوتیک کم‌چرب و دو ترکیب بستنی سین‌بیوتیک کم‌شکر با استفاده از میکروارگانیسم پروبیوتیکی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* یا *باسیلوس کواگولانس* تهیه و خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی آن‌ها با بستنی معمولی (گروه کنترل) مورد مقایسه قرار گرفت. برای تولید بستنی کم‌چرب یا کم‌شکر به ترتیب ۵ درصد از چربی گیاهی یا شکر فرمولاسیون با اینولین یا لاکتولوز جایگزین شد. اگرچه مقدار چربی و شکر در بستنی‌های سین‌بیوتیک به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) پایین‌تر از بستنی کنترل بود اما مقدار ماده خشک این بستنی‌ها با هم تفاوت معنی‌داری نداشت. استفاده از اینولین به‌جای روغن گیاهی در بستنی‌های سین‌بیوتیک باعث افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) هوادهی، ویسکوزیته، سختی، چسبندگی و انسجام نسبت به گروه کنترل گردید. جایگزینی لاکتولوز به‌جای شکر فقط باعث کاهش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) سختی محصول شد. در بین پارامترهای حسی مورد ارزیابی فقط امتیاز داده شده به مزه بستنی‌های سین‌بیوتیک پس از ۵ روز نگه‌داری در شرایط انجماد به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کمتر از بستنی کنترل بود اما بعد از گذشت ۹۰ روز از نگه‌داری محصول در فریزر این اختلاف مشاهده نشد. هم‌چنین، نتایج نشان داد نوع پروبیوتیک تأثیری در خصوصیات محصول ندارد. با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی قابل پذیرش بستنی‌های تولیدی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد، بستنی‌های سین‌بیوتیک کم‌چرب یا کم‌شکر قابلیت تولید در مقیاس کوچک را دارند اما برای توصیه آن به منظور تولید در مقیاس تجاری مطالعات بیشتری لازم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بستنی، اینولین، لاکتولوز، سین‌بیوتیک

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تمایل روز افزون برای داشتن زندگی با کیفیت بالاتر و جلوگیری از تحمیل هزینه‌های سنگین درمان بیماری‌ها، انسان را به سمت مصرف غذاهایی که علاوه بر خواص تغذیه‌ای پایه، دارای خواص سلامت‌بخش نیز باشند گرایش داده است. چنین خصوصیاتی را در گروه جدیدی از غذاها تحت عنوان غذاهای فراسودمند می‌توان پیدا کرد که محصولات حامل میکروارگانیسم‌های پروبیوتیکی یا پری‌بیوتیک‌ها از این دسته می‌باشند. پروبیوتیک‌ها، میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که اگر در مقادیر مناسب تجویز شوند آثار مفیدی بر سلامت میزبان خواهند داشت (Granato *et al.*, 2010). از مهمترین باکتری‌های پروبیوتیکی می‌توان به *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* اشاره کرد که استفاده موفقیت‌آمیز آن در بستنی توسط تعدادی از محققان گزارش شده است (Akalin and Erisir, 2008; Turgu and Cakmakci, 2009). *باسیلوس کواگولانس* نیز به‌دلیل مقاومت به شرایط معده و رسیدن به روده کوچک بدون کاهش تعداد، از پروبیوتیک‌های مهمی است که گزارشات زیادی در زمینه استفاده از آن در غذا دردسترس نیست (Endres *et al.*, 2009).

پری‌بیوتیک‌ها مواد تخمیر شونده به‌صورت انتخابی هستند که اجازه تغییرات خاص را در ترکیب و/یا فعالیت میکروفلور دستگاه گوارش می‌دهند و بر سلامت میزبان اثرات مفیدی دارند (Gibson *et al.*, 2004). بر اساس این تعریف تنها کربوهیدرات‌هایی مثل اینولین و اولیگوفروکتوز، ترانس گالاکتواولیگوساکاریدها و لاکتولوز که هم غیرقابل هضم و هم قابلیت تخمیر توسط فلور روده را دارند می‌توانند به‌عنوان پری‌بیوتیک شناخته شوند (De Verse and Schrezenmeir, 2008).

بستنی قابلیت این را دارد که به عنوان یک حامل برای رساندن پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها به بدن مورد استفاده قرار گیرد (Cruz *et al.*, 2009) از آن‌جا که شکر و روغن گیاهی مصرفی در بستنی می‌تواند در بروز چاقی و خطرات حاصل از آن برای مصرف‌کننده به‌خصوص کودکان نقش داشته باشد لذا با جایگزینی قسمتی از روغن گیاهی و شکر مصرفی با اینولین و لاکتولوز مفید شاید به‌توان این خصوصیت مضر را در محصول کاهش و از طرف دیگر از خصوصیات سلامت‌بخش این مواد هم‌چون محافظت بر علیه سرطان کولون، بهبود مقاومت میزبان در برابر عوامل بیماری‌زا، افزایش جذب کلسیم، کاهش چربی خون و تحریک سیستم ایمنی بهره برد (Manning and Gibson, 2004). انجام این‌کار می‌تواند علاوه بر اثرات سلامت‌بخشی محصول در مصرف‌کننده، زمینه‌ساز فعالیت جدید اقتصادی در کشور باشد. مهم‌ترین ملاک برای تعیین موفقیت محصول دارای پروبیوتیک میزان بقای میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک آن در طول نگه‌داری محصول می‌باشد (Heenan *et al.*, 2004). هاشمی و همکاران (۱۳۹۲)، میزان بقای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *باسیلوس کواگولانس* را در بستنی‌های پروبیوتیک و سین‌بیوتیک بعد از انجماد و در طی ۹۰ روز نگه‌داری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه‌گیری کردند که تعداد هر دو پروبیوتیک در تمامی نمونه‌ها بالاتر از حد توصیه شده ٦ واحد لگاریتمی پرگنه در هر گرم (Log cfu/g) بود. علاوه بر میزان بقای میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک باید

www.SID.ir

سایر خصوصیات به‌ویژه مقبولیت پذیرش توسط مصرف‌کننده نیز در تولید این دسته از غذاها مدنظر قرار گیرد.

هدف از این مطالعه مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی در بستنی‌های سین‌بیوتیک کم‌چرب یا کم‌شکر حاوی پروبیوتیک‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* یا *باسیلوس کواگولانس* و پری‌بیوتیک‌های اینولین یا لاکتولوز بود.

مواد و روش‌ها

طرح آزمایش و سویه‌های پروبیوتیک

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. چهار ترکیب آزمایشی بستنی‌های سین‌بیوتیک تهیه و خصوصیات آن‌ها با یکگروه کنترل که بستنی معمولی بود، مورد مقایسه قرار گرفت. در ترکیب بستنی‌های سین‌بیوتیک کم‌چرب یا کم‌شکر، علاوه بر میکروارگانیسم پروبیوتیک، به‌ترتیب اینولین یا لاکتولوز به جای ۵ درصد چربی گیاهی یا شکر جایگزین شد. از *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *باسیلوس کواگولانس* به‌عنوان میکروارگانیسم‌های پروبیوتیکی استفاده شد. *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* (با نام تجاری ®LA-5) (Chr. Hansen, Denmark)، در زمان خرید به‌صورت خشک شده انجمادی (Direct Vat Set) بود و بر اساس توصیه شرکت سازنده تا زمان مصرف در شرایط انجماد (۱۸- درجه سلسیوس) نگه‌داری گردید. *باسیلوس کواگولانس* به شکل پودر از گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز دریافت شد. هر کدام از تیمارها در سه تکرار تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت.

مواد لازم برای تهیه بستنی

ترکیب آمیخته بستنی گروه کنترل داری ۷۲/۶ درصد (وزنی/وزنی) شیر پاستوریزه گاو (با میانگین ۳/۵ درصد چربی)، ۱ درصد پودر شیر خشک بدون چربی، ۱/۲۵ درصد پودر پروتئین آب پنیر، ۵/٤ درصد روغن گیاهی، ۱۹ درصد شکر، ۰/۱ درصد وانیلین، ۰/۲۵ درصد کربوکسی‌متیل‌سلولز و ۰/٤ درصد پانیسول بود که همگی از کارخانه بستنی خوشمزه (ب.ب.کا، شیراز، ایران) دریافت شد. اینولین مورد استفاده در ترکیب بستنی‌های سین‌بیوتیک از نوع اینولین با عملکرد بالا (BeneoTM HP, Orafti, Oreye, Belgium) با درجه متوسط پلیمریزاسیون ≤ ۲۳ بود و لاکتولوز (ایران دارو، ایران) مصرفی به شکل مایع تهیه شد.

ساخت بستنی

اجزای لازم برای ساخت ۲ کیلوگرم بستنی در هر گروه توزین گردید. ابتدا شیر تا حدود ٤۵ درجه سلسیوس گرم شد و سپس بقیه اجزاء که کاملاً با هم مخلوط شده بودند به آن اضافه شد و به‌خوبی هم‌زده شد. گرم کردن ابتدایی شیر به‌منظور حل شدن بهتر اجزاء به‌ویژه اینولین در شیر بود. سپس آمیخته در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به‌مدت زمان ۱۵دقیقه در مقیاس آزمایشگاهی پاستوریزه شد. بعد از خنک شدن آمیخته پاستوریزه تا حدود ٤۵ درجه سلسیوس، با استفاده از مخلوط کن (Tefal, Model 6790, Brazil)، آمیخته کاملاً همگن شد. سپس با هدف گذشتن دوره رسیدن، آمیخته به مدت ۲٤ ساعت در دمای ٤ درجه سلسیوس نگه‌داری شد. پس از طی دوره رسیدن، آمیخته به درجه حرارت اتاق رسانیده شد و وانیلین و باکتری پروبیوتیک به تیمارهای مربوطه اضافه شد. جهت تلقیح باکتری‌ها،

Archive of SID
www.SID.ir

با هدف دستیابی به یک جمعیت پروبیوتیکی اولیه حدود ۷-۸Log cfu/g آمیخته، مقدار ۱ گرم به ازای هر کیلوگرم مخلوط بستنی از پودر منجمد حاوی باکتری توزین و بعد از رقیق کردن در ۵۰ میلی‌لیتر شیر گاو پاستوریزه به مخلوط اضافه شده و کاملاً هم‌زده شد. سپس آمیخته در دستگاه بستنی‌ساز (ShanghahiLisong, Model: BQL-12Y, Chine) اضافه شد و به‌مدت ۲۰ دقیقه توسط دستگاه زده شد تاآمیخته تبدیل به بستنی نرم شد. بستنی تولیدی در لیوان‌های پلاستیکی اضافه گردید و پس از ثبت کد و تاریخ تولید بر روی بدنه لیوان‌ها، در سردخانه ۱۸- درجه سلسیوس نگه‌داری شد.

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی بستنی

نمونه‌های بستنی ۳ روز بعد از نگه‌داری در ۱۸- درجه سلسیوس مورد آزمایش‌های شیمیایی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری ماده خشک ابتدا درجه حرارت نمونه‌ها به ۲ ± ۲۰ درجه سلسیوس رسانده شد و نمونه‌ها کاملاً همگن گردیدند. ظروف مخصوص نمونه که از قبل به مدت ۳۰ دقیقه در آون ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه سلسیوس خشک شده بودند به‌دقت توزین شدند و سپس ۲/۵ تا ۳ گرم از هر یک از نمونه‌ها در ظروف اضافه شد. سپس ظروف حاوی نمونه در آون ۲ ± ۱۰۲ درجه سلیسیوس به مدت ۳ ساعت قرار داده شدند و پس از سرد کردن در دسیکاتور و توزین مجدد آنها، محاسبه درصد ماده خشک نمونه‌ها انجام شد (AOAC, 2005). مقدار ساکارز نمونه‌های بستنی با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) اندازه‌گیری شد (Lu *et al*., 2002).

برای اندازه‌گیری مقدار چربی و افزایش حجم بستنی به‌ترتیب از روش ژربر و روش وزنی استفاده شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۰، ۱۳۸۷). ویسکوزیته ظاهری با استفاده از دستگاه ویسکومتر (Model RVT, Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, MA, USA) با اسپندل شماره ۲۱ و با سرعت ۲۰ دور در دقیقه اندازه‌گیری شد. سرعت ذوب با توزین ۵۰ گرم بستنی منجمد و قرار دادن آن بر روی یک توری با منافذی در ابعاد ۰/۲ × ۰/۲ سانتی‌متر که بر روی یک ظرف با وزن مشخص قرار داشت انجام شد. ظرف به مدت یک ساعت در آون با درجه حرارت ۲۴ درجه سلسیوس قرار داده شد و هر ۱۰ دقیقه یک‌بار وزن ظرف و بستنی ذوب شده داخل آن یادداشت و سرعت ذوب محاسبه شد (Alamprese *et al*., 2002).

اندازه‌گیری پارامترهای بافتی بستنی

بافت بستنی بعد از ۳ روز نگه‌داری در ۱۸- درجه سلسیوس، به‌وسیله دستگاه بررسی بافت (CT3 Texture Analyzer, Brookfield Engineering Laboratories, USA) مورد آزمایش قرار گرفت. این دستگاه مجهز به یک پروب استوانه‌ای استیل با قطر ۶ میلی‌متر و ارتفاع ۳۵ میلی‌متر بود. پروب دستگاه دو بار با سرعت ۲ میلی‌متر در ثانیه و تا ۵۰٪ ارتفاع پروب به نمونه مورد آزمایش وارد و نتایج توسط نرم‌افزار دستگاه ثبت می‌شد (Lu *et al*., 2002).

داده‌های مورد استفاده از بررسی بافت بستنی در این تحقیق شامل موارد سختی (Hardness)، چسبندگی (Adhesiveness) و انسجام (Cohesiveness) بود.

اندازه‌گیری پارامترهای حسی بستنی

برای بررسی خصوصیات حسی بستنی‌های تولیدی از تست پانل آموزش دیده شامل ۳۰ فرد سالم شامل

www.SID.ir

دانشجویان و شاغلین در بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز استفاده شد. خصوصیات مختلفی چون طعم و مزه، بافت، رنگ و احساس دهانی محصولات تولیدی مورد بررسی قرار گرفت. به هر یک از خصوصیات فوق در هر نمونه امتیازی بین ۱ برای موارد غیر قابل پذیرش تا ٤ برای موارد عالی (استاندارد ملی ایران شماره ٤۹۳۷، ۱۳۷۷) داده شد. امتیاز کل از مجموع امتیازات هر نمونه محاسبه شد. این عمل در زیر نور سفید فلوروسنت یک‌بار ۵ روز و بار دوم ۹۰ روز پس از تولید و نگه‌داری بستنی در ۱۸- درجه سلسیوس انجام شد.

تجزیه وتحلیل آماری

داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری SPSS نگارش ۱٦ (SPSS Inc., USA) ثبت و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تغییرات پارامترهای شیمیایی در تیمارهای مختلف با استفاده از رویه تجزیه واریانس یک‌طرفه بررسی شد. در مواردی که اثر معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت، میانگین‌ها با آزمون دانکن (Duncan's test) مقایسه شد. یافته‌های حاصل از آزمون پانل با آزمون کرسکال-والیس (Kruskal Wallis) مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت و در صورت معنی‌دار شدن با روش من- ویتنی (Mann-Whitney U test) تیمارها دو به دو با یکدیگر مقایسه شد. سطح $p<۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

خصوصیات فیزیکوشیمیایی

خصوصیات فیزیکوشیمیایی بستنی‌های تولید شده در جدول (۱) نمایش داده شده است. اگرچه اختلاف معنی‌داری بین مقدار چربی و شکر در تیمارهای مختلف دیده می‌شود ($p<۰/۰۵$)، اما مقدار ماده خشک در بستنی‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری نداشتند.استفاده از اینولین به‌جای روغن گیاهی در بستنی‌های سین‌بیوتیک باعث افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) هوادهی و ویسکوزیته در زمان تبدیل آمیخته بستنی به بستنی نرم نسبت به گروه کنترل شد. استفاده از لاکتولوز به‌جای قسمتی از شکر در بستنی‌های فراسودمند باعث تفاوت معنی‌داری در هوادهی و ویسکوزیته نسبت به گروه کنترل نشد.

جدول (۱)- میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکوشیمیایی در بستنی‌های مورد آزمایش ۳ روز بعد از نگه‌داری در ۱۸- درجه سلسیوس

بستنی*	ماده خشک (درصد)	چربی (درصد)	ساکاروز (درصد)	هوادهی (درصد)	ویسکوزیته (سانتی‌پوز)	سرعت ذوب (گرم در دقیقه)
کنترل	۳٦/۵۵ ± ۰/۱٦	۷/۸۰ ± ۰/۳۰^{a}	۱۹/۲۹ ± ۰/۱۱^{a}	۲٤/۰۹ ± ۰/٤٦^{b}	۳۸۹/٦٦ ± ۲/۵٦^{b}	۰/۷۳ ± ۰/۰۹
L.a. و اینولین	۳٦/۰۰ ± ۱/۳٤	۳/۰۰ ± ۰/۳۰ ^{b}	۱۹/۲٦ ± ۰/۳٤^{a}	۲۸/۵۵ ± ۳/۸۸^{a}	٦۳۷/۰۸ ± ۱۰۳/۸٤^{a}	۰/۸۱ ± ۰/۰٤
L.a. و لاکتولوز	۳٦/٤۸ ± ۱/۵٤	۸/۰۷ ± ۰/۱۲^{a}	۱٤/۱۰ ± ۰/۳۰ ^{b}	۲۷/۷٦ ± ۱/۳۹^{ab}	٤۳٤/۱۷ ± ۱۱۲/۷۰^{b}	۰/۸۰ ± ۰/۰۵
B.c. و اینولین	۳۵/۷۳ ± ۰/۸۹	۲/۷۷ ± ۰/٤۰^{b}	۱۹/۲۲ ± ۰/٦۳^{a}	۳۰/۲۹ ± ۲/۸۸^{a}	٦۸۲/۹۲ ± ۱۱۵/۲۷^{a}	۰/۷۲ ± ۰/۰۷
B.c. و لاکتولوز	۳۵/۹۵ ± ۱/٦۱	۷/۹۳ ± ۰/٤۲^{a}	۱٤/۰۲ ± ۰/۱٤ ^{b}	۲۷/۵۲ ± ۱/۹۳^{ab}	٤۱۲/٤۲ ± ۱۰۳/۹٦^{b}	۰/۷۷ ± ۰/۰۲

*L.a. : *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* B.c.: *باسیلوس کواگولانس*

a و b: میانگین‌ها در هر ستون با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<۰/۰۵$)

Archive of SID
www.SID.ir

خصوصیات بافتی

سختی در واقع نیروی لازم برای فشردن یک محصول غذایی در بین دندان‌ها می‌باشد و به‌عنوان نیروی لازم برای بر هم زدن شکل داده شده به غذا تعریف شده است. چسبندگی نیز کار لازم برای غلبه بر نیروهای جاذب بین سطح غذا و سطوح دیگر مثل زبان، دندان و کام می‌باشد و یا به‌عبارت دیگر کار لازم برای کشیدن غذا از سطوح می‌باشد. انسجام نیز استحکام باندهای داخلی است که بدنه محصول را تشکیل می‌دهد و هر چه این مقدار باشد انسجام محصول بیشتر است. با توجه به اینکه انسجام نسبت کار انجام شده برای فشردن غذا در دو سیکل متوالی توسط دستگاه است، بنابراین واحد ندارد. افزودن اینولین باعث افزایش معنی‌دار و افزودن لاکتولوز باعث کاهش معنی‌دار سختی بستنی‌های سین‌بیوتیک نسبت به گروه کنترل شد ($p<0/05$). جایگزینی اینولین به‌جای روغن گیاهی در محصول باعث افزایش معنی‌دار ($p<0/05$) چسبندگی و انسجام نسبت به گروه کنترل شد، در حالی‌که این دو فاکتور در محصول تحت تأثیر جایگزینی لاکتولوز به‌جای قسمتی از شکر بستنی قرار نگرفتند (جدول ۲).

جدول (۲)- میانگین و انحراف معیار پارامترهای بافتی در بستنی‌های مورد آزمایش ۳ روز بعد از نگهداری در ۱۸- درجه سلسیوس

بستنی*	سختی (گرم)	چسبندگی (مگا ژول)	انسجام
کنترل	۱۲۶۱/۰۰ ± ۱۳۰/۱۸ b	۱۱/۶۰ ± ۲/۸۶ b	۰/۰۹ ± ۰/۰۲ b
L.a.و اینولین	۱۹۶۴/۸۰ ± ۱۱۱/۲۰ a	۱۵/۴۳ ± ۲/۰۷ a	۰/۱۵ ± ۰/۰۱ a
L.a.و لاکتولوز	۷۳۵/۰۰ ± ۱۷۳/۰۰ c	۸/۷۹ ± ۱/۵۱ b	۰/۰۸ ± ۰/۰۱ b
B.c.و اینولین	۱۹۲۸/۰۰ ± ۱۶۴/۷۵ a	۱۵/۵۳ ± ۱/۱۳ a	۰/۱۲ ± ۰/۰۲ a
B.c. و لاکتولوز	۹۴۴/۰۸ ± ۲۸۴/۹۸ c	۸/۲۶ ± ۱/۵۲ b	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ b

L.a.*: *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* .B.c: *باسیلوس کواگولانس*

a و b: میانگین‌ها در هر ستون با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<0/05$)

خصوصیات حسی

با نگاهی به جدول (۳) می‌توان دریافت که تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) در مزه بستنی‌های مختلف به چشم می‌خورد. با آزمون مان ویتنی یو مشخص شد که امتیاز مزه تمامی بستنی‌های سین‌بیوتیک پایین‌تر از مزه گروه کنترل بود ($p<0/05$). این اختلاف معنی‌دار در امتیاز مزه، پس از ۹۰ روز نگه‌داری بستنی در فریزر مشاهده نشد (جدول ٤). امتیاز سایر پارامترهای حسی در هیچ‌کدام از زمان‌های آزمایش اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نداشتند.

www.SID.ir
Archive of SID

جدول (۳)- میانگین و انحراف معیار امتیاز حسی در بستنی‌های مورد آزمایش ۵ روز بعد از نگه‌داری در ۱۸- درجه سلسیوس

بستنی*	مزه	بافت	رنگ	احساس دهانی	امتیاز کلی
کنترل	۳/۱۵ ± ۰/۷۲ ^{a}	۳/۳۱ ± ۰/۶۸	۲/۹۳ ± ۰/۸۷^{ab}	۳/۴۶ ± ۰/۶۵	۱۲/۶۸ ± ۲/۰۶
L.a.و اینولین	۲/۵۸ ± ۰/۸۱ ^{b}	۳/۳۷ ± ۰/۵۶	۳/۰۴ ± ۰/۹۰^{ab}	۳/۴۴ ± ۰/۷۵	۱۲/۳۸ ± ۲/۰۶
L.a.و لاکتولوز	۲/۵۲ ± ۰/۹۴ ^{b}	۳/۱۵ ± ۰/۹۱	۲/۷۴ ± ۱/۱۰ ^{ab}	۳/۱۱ ± ۰/۹۷	۱۱/۵۹ ± ۲/۹۴
B.c.و اینولین	۲/۵۶ ± ۰/۹۸ ^{b}	۳/۰۰ ± ۰/۷۷	۲/۶۷ ± ۰/۸۴^{b}	۳/۱۷ ± ۰/۷۹	۱۱/۹۲ ± ۲/۹۱
B.c. و لاکتولوز	۲/۵۸ ± ۱/۰۳ ^{b}	۳/۱۵ ± ۰/۶۶	۳/۳۰ ± ۰/۸۲ ^{a}	۳/۰۰ ± ۰/۹۲	۱۱/۹۲ ± ۲/۹۱

L.a*: *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* .B.c: *باسیلوس کواگولانس*

a و b: میانگین‌ها در هر ستون با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

جدول ٤- میانگین و انحراف معیار امتیاز حسی در بستنی‌های مورد آزمایش ۹۰ روز بعد از نگه‌داری در ۱۸- درجه سلسیوس

بستنی*	مزه	بافت	رنگ	احساس دهانی	امتیاز کلی
کنترل	۳/۰٤ ± ۰/۸۲	۳/۲۹ ± ۰/۶۸	۳/۱۲ ± ۰/۷۰^{ab}	۳/۲۰ ± ۰/۸۲	۱۲/۶۵ ± ۲/۳۱
L.a.و اینولین	۳/۰۶ ± ۰/۸۷	۳/۰۲ ± ۰/۷۱	۳/۰۲ ± ۰/۷۹^{ab}	۳/۰۰ ± ۰/۸۱	۱۲/۱۱ ± ۲/۲۱
L.a.و لاکتولوز	۲/۹٤ ± ۰/۷۸	۲/۹۸ ± ۰/۸۱	۲/۹۲ ± ۰/۷۹ ^{b}	۳/۰۲ ± ۰/۸۲	۱۱/۸۵ ± ۲/۲۷
B.c.و اینولین	۳/۲٤ ± ۰/۷۸	۳/۰٤ ± ۰/۷۳	۲/۸۸ ± ۰/۸۳^{b}	۲/۹۲ ± ۰/۹۱	۱۲/۰۸ ± ۲/۶۱
B.c.و لاکتولوز	۲/۹٤ ± ۰/۷۸	۳/۱۳ ± ۰/۸۲	۳/۲۵ ± ۰/۷۹ ^{a}	۳/۰٤ ± ۰/۹۸	۱۲/۳۶ ± ۲/۷۵

L.a*: *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* .B.c: *باسیلوس کواگولانس*

a و b: میانگین‌ها در هر ستون با حروف مختلف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

بحث ونتیجه‌گیری

اگرچه برای تولید بستنی‌های سین‌بیوتیک تغییراتی در فرمولاسیون بستنی گروه کنترل انجام شد، اما این تغییرات تأثیری بر مقدار ماده خشک بستنی‌های تولیدی نداشت. این موضوع نشان‌دهنده آن است که کاهش چربی یا شکر و یا هر دو این اقلام در فرمولاسیون آمیخته و استفاده از اینولین و لاکتولوز به جای آن تغییری در ماده خشک محصول نهایی ایجاد نکرده است. مقدار ماده خشک تولیدی در تحقیق حاضر در تمامی تیمارها از حد کمینه در نظر گرفته شده توسط استاندارد ایران (۳٤ درصد) بالاتر بود (استاندارد ملی ایران شماره ۲٤۵۰، ۱۳۸۷).

با کاهش ۵ درصدی چربی و جایگزینی آن با اینولین در بستنی‌های سین‌بیوتیک کم‌چرب، مقدار چربی بدون تغییر در درصد ماده خشک نسبت به بستنی‌های کنترل و سین‌بیوتیک حاوی لاکتولوز به‌طور مشخصی کاهش داشت، که این مسأله می‌تواند یکی از اهداف این تحقیق را که تولید محصولات کم چرب فراسودمند بود را

Archive of SID
www.SID.ir

تأیید کند. بستنی کم چرب، بستنی‌ای است که کمتر از ۵ درصد (وزنی) چربی داشته باشد (همایونی‌راد و همکاران، ۱۳۸٤). تاکنون مطالعات زیادی در جهت تولید بستنی کم چرب و بدون چربی صورت گرفته است. هدف تولید بستنی با چربی کمتر، تولید محصول سالم‌تر بدون تغییر در خصوصیات بستنی معمولی بوده است اما در اکثر تلاش‌ها خصوصیات نامطلوبی هم‌چون بافت یخی و شکننده، پیکره ضعیف، پس‌مزه نامناسب، صمغی بودن و طعم نامتعادل و ذوب نامناسب گزارش شده است (Adapta *et al*., 2000; Aime *et al*., 2001; Bear *et al*., 1999). در تحقیق انجام شده توسط تورگاتو کاکمکی در سال ۲۰۰۹، نوع میکروارگانیسم پروبیوتیک تأثیری در سطح چربی محصول نداشت و نتایج این محققان با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد (Turgut and Cakmaki, 2009). از آن‌جا که گزارشی در ارتباط با جایگزینی شکر با لاکتولوز بر روی مقدارساکاروز بستنی وجود ندارد، لذا مقایسه نتایج امکان‌پذیر نمی‌باشد. مقادیر هوادهی در این تحقیق نسبت به بستنی‌هایی که به‌طور تجاری تولید می‌شوند بسیار پایین‌تر بود که دلیل احتمالی آن استفاده از بستنی‌ساز در مقیاس آزمایشگاهی فاقد هوادهی جانبی بوده است. آکین و همکاران در سال ۲۰۰۷، بیان کردند که افزایش شکر از ۱۵ درصد به ۲۱ درصد باعث افزایش هوادهی از ۳٤ به ۳۷/۵ درصد می‌شود (Akin *et al*., 2007). همچنین ذکر شده که هوادهی به‌طور معکوسی با درصد چربی ارتباط داشته به‌طوری‌که هوادهی در بستنی حاوی ۵ درصد چربی بیشتر از ۱۰ درصد چربی بوده است (Turgut and Cakmaki, 2009)، که این نتیجه با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد و در بستنی‌های کم‌چرب حاوی اینولین، هوادهی بیشتری نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. آکالین و ارایسیر (۲۰۰۸)، نیز بیشترین مقدار هوادهی را در بستنی‌های سین‌بیوتیک حاوی اینولین گزارش کردند که به‌طور معنی‌داری از گروه کنترل بالاتر بود (Akalin and Erisir, 2008). این موضوع حاکی از تأثیر اینولین در هواگیری محصول می‌باشد که با یافته‌های آکین و همکاران (۲۰۰۷)، که افزودن ۱ یا ۲ درصد اینولین اثر معنی‌داری روی هوادهی نداشته است، در تضاد می‌باشد (Akin *et al*., 2007). جذب گلبول‌های چربی در حباب‌های هوا عامل بسیار مهمی در مقاومت به ذوب محصول نهایی می‌باشد (Gaonkar, 1995). اما عدم تأثیر معنی‌دار کاهش شکر یا چربی گیاهی در بستنی‌های سین‌بیوتیک بر روی سرعت ذوب در تحقیق حاضر، احتمالاً ناشی از افزودن لاکتولوز و اینولین به جای اقلام کسر شده از فرمولاسیون بستنی‌های مذکور می‌باشد. اگرچه در این تحقیق استفاده از لاکتولوز تأثیری در ویسکوزیته محصول نسبت به گروه کنترل نداشت اما گزارش شده که تغییر نوع قند نیز می‌تواند ویسکوزیته محصول را تغییر دهد. استفاده از درصدهای مختلف شیره خرما و شربت گلوکز به جای شکر باعث افزایش ویسکوزیته بستنی تولیدی شده است (Koeferli *et al*., 1996 و گوهری اردبیلی و همکاران، ۱۳۸٤).

آلامپرسه و همکاران (۲۰۰۲)، یک همبستگی منفی بین سختی بستنی با مقدار شکر و چربی محصول را بیان کردند (Alamprese *et al*., 2002). سختی نسبتاً بالا در بستنی مطلوب است (همایونی‌راد و همکاران، ۱۳۸٤) بنابراین با استفاده از اینولین در بستنی‌های کم چرب علاوه بر افزایش سلامت بستنی می‌توان به این

www.SID.ir

خاصیت بافتی مطلوب نیز دست یافت. اینولین قطعاً در افزایش چسبندگی فرمولاسیون سین‌بیوتیک نقش دارد. این یکی از خصوصیات تکنولوژیک اینولین است که به‌وسیله فرانک توضیح داده شده است (Franck, 2002). انسجام یک محصول بیان کننده مقدار مقاومت یک محصول در برابر فشار می‌باشد. این فاکتور در کار تحقیقی حاضر به وضوح تحت تأثیر جایگزینی اینولین به جای چربی گیاهی در محصول قرار گرفت و با استفاده از اینولین در فرمولاسیون آمیخته، انسجام نسبت به گروه کنترل افزایش داشت.

با توجه به غیرتخمیری بودن بستنی‌های تولیدی در این آزمایش، علت تفاوت معنی‌داری امتیاز مزه بستنی‌های سین‌بیوتیک با گروه کنترل مشخص نیست ولی این مسأله می‌تواند ناشی از بو و مزه نامطلوب پروبیوتیک و حامل آن در بسته‌بندی اولیه باشد که در طی نگه‌داری طولانی مدت بستنی در فریزر این بو و مزه از بین رفته به‌طوری که بعد از ۹۰ روز تفاوتی در مزه تیمارهای مختلف مشاهده نشد. اگرچه در این تحقیق مشخص شد که نوع میکروارگانیسم تأثیری در امتیاز مزه داده شده نداشته است اما دی‌کریسسیو و همکاران متوجه شدند که بستنی‌های پروبیوتیکی وانیلی حاوی *لاکتوباسیلوس کازئی* دارای امتیاز بالاتری نسبت به *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* وگروه کنترل داشتند (Di Criscio *et al.*, 2010). امتیاز داده شده به بافت محصولات تولیدی در این آزمایش توسط پانلیست‌ها حتی در تیمارهای با شکر کم تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل نداشت. از آنجا که آکین و همکاران گزارش کردند که افزایش سطح شکر بطور معنی‌داری باعث بهبود بافت بستنی می‌شود، لذا می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که لاکتولوز توانسته در تیمارهای کم شکر بافت محصول را حفظ کند (Akin *et al.*, 2007). در صورت در نظر گرفتن بیشینه امتیاز ۱۶ برای پذیرش کلی، می‌توان پذیرش کلی بستنی‌های با امتیاز بالاتر از ۱۲ را در حد عالی و پایین‌تر از ۱۲ را در حد خوب توصیف کرد. بنابراین امتیاز پذیرش کلی برای اکثر بستنی‌های تولیدی در این آزمایش نزدیک به تیمار کنترل و در حد عالی قابل توصیف می‌باشد.

در پایان با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی مناسب و در حد استاندارد بستنی‌های تولیدی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد این محصول شیری منجمد قابلیت تولید و استفاده به‌عنوان یک غذای فراسودمند را دارد اما از آن‌جا که تولید در این تحقیق در اندازه آزمایشگاهی انجام شده، لذا برای تولید تجاری آن لازم است تا با تولید صنعتی این بستنی‌ها، خصوصیات آن مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

سپاسگزاری

از مدیریت و کارکنان بخش تحقیق وتوسعه کارخانه بستنی خوشمزه به‌دلیل همکاری در ساخت بستنی‌های مورد مطالعه و آقای دکتر محمدهادی اسکندری استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌دلیل اهدای *باسیلوس کواگولانس* قدردانی می‌گردد.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۷). بستنی – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد شماره ۲٤٥۰، تجدید نظر پنجم. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تهران، ایران.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۷۷). روش ارزیابی حسی بستنی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. استاندارد شماره ٤۹۳۷، تهران، ایران.
- گوهری اردبیلی، اشرف؛ حبیبی نجفی، محمدباقر و حداد خداپرست، محمدحسین (۱۳۸٤). بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی نرم. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۱، شماره ۲، صفحات: ۳۲-۲۳.
- هاشمی، مجید؛ قیصری، حمیدرضا وشکرفروش، سیدشهرام (۱۳۹۲). بررسی بقای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *باسیلوس کواگولانس* در بستنی‌های پروبیوتیک و سین‌بیوتیک کم‌چرب. مجله بهداشت مواد غذایی. دوره ۳، شماره ۳، صفحات: ٦٥-٥۷.
- همایونی‌راد، عزیز؛ احسانی، محمدرضا و ابراهیم‌زاده موسوی، محمدعلی (۱۳۸٤). بهبود کیفیت بستنی کم چرب به کمک هیدرولیز نسبی پروتئین‌های مخلوط بستنی با کیموزین (I). مجله علوم کشاورزی ایران، دوره ۳٦، شماره۳، صفحات: ۷٦٥-۷٦۳.

- Adapta, S., Dingeldein, H., Schmidt, K.A. and Herald, T.J. (2000). Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. Journal of Dairy Science, 83: 2224-2229.
- Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. and Ryland, D. (2001). Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. Food Research International, 34: 237-246.
- Akalin, A.S. and Erisir, D. (2008). Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. Journal of Food Science, 73(4): M184-M188.
- Akin, M.B., Akin, M.S. and Kirmaci, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. Food Chemistry, 104: 93-99.
- Alamprese, C., Foschino, R., Rossi, M., Pompei, C. and Savani, L. (2002). Survival of *Lactobacillus johnsonii* La1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations. International Dairy Journal, 12: 201-208.
- AOAC (2005) Official methods of analysis, ice cream and frozen dessert, 18th editions. Association of Official Analytical Chemists, Washington, pp. 93-96.
- Bear, R.T., Krishnaswamy, N. and Kasperson, K.M. (1999). Effect of emulsifiers and food gum on Nonfat ice cream. Journal of Dairy Science, 82: 1416-1424.
- Cruz, A.G., Antunes, A.E.C., Sousa, A.L.O.P., Faria, J.A.F. and Saad, S.M.I. (2009). Ice cream as a probiotic food carrier. Food Research International, 42: 1233-1239.
- De Vrese, M. and Schrezenmeir, J. (2008). Probiotics, Prebiotics and Synbiotics. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology, 111: 1-66.
- Di Criscio, T., Fratianni, A., Mignogna, R., Cinquanta, L., Coppola, R., Sorrentino, E., *et al*. (2010). Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. Journal of Dairy Science, 93: 4555-4564.

www.SID.ir

- Endres, J.R., Clewell, A., Jade, K.A., Farber, T., Hauswirth, J. and Schauss, A.G. (2009). Safety assessment of a proprietary preparation of a novel probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient. Food and Chemical Toxicology, 47: 1231-1238.
- Franck, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition, 87(Suppl. 2): S287-S291.
- Gaonkar, A.G. (1995). Ingredient interactions: Effects on food quality. New York: Marcel Dekker, p. 592.
- Gibson, G.R., Probert, H.M., van Loo, J., Rastall, R.A. and Roberfroid, M.B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Updating the concept of prebiotics. Nutrition Research reviews, 17: 259-75.
- Granato, D., Branco, G.F., Cruz, A.G., Faria, J.deA.F. and Shah, N.P. (2010). Probiotic dairy products as functional foods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9: 455-470.
- Heenan, C.N., Adams, M.C., Hosken, R.W. and Fleet, G.H. (2004). Survival and sensory acceptability of probiotic micro-organisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert. LWT-Food Science and Technology, 37: 461-466.
- Koeferli, C.R.S., Piccinali, P. and Sigrist, S. (1996). The influence of Fat, Sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. Food Quality and Preference, 7: 69-79.
- Lu, T.J., Chung, C.W. and Chang, Y.H. (2002) Sensory and physicochemical analyses on commercial taro ice products. Journal of Food and Drug Analysis, 10: 55-63.
- Manning, T.S. and Gibson, G.R. (2004) Prebiotics. Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, 18: 287–298.
- Turgut, T. and Cakmakci, S. (2009). Investigation of the possible use of probiotics in ice cream manufacture. International Journal of Dairy Technology, 62(3): 444-451.

Archive of SID

www.SID.ir