

ویژگی‌های رئولوژیکی، حسی و آباندازی نمونه‌های ماست تهیه شده با آغازگر تولید کننده

اگزوپلی ساکارید YF-L811

پریسا نصیرپور تبریزی^۱، جواد حصاری^{۲*}، بابک قنبرزاده^۳، صدیف آزاد مرد دمیرچی^۴ و شیوا قیاسی فر^۳

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۲

^۱ کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

^۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز

^۳ مربی گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: E-mail: jhesari@tabrizu.ac.ir

چکیده

برخی از سویه‌های باکتری اسید لاکتیک که در تهیه ماست و سایر محصولات تخمیری به عنوان آغازگر مورد استفاده قرار می‌گیرند، تولید پلی ساکارید خارج سلولی می‌کنند که می‌تواند ویژگی‌های بافتی محصول را بهبود بخشد. در این پژوهش، ویژگی‌های فیزیکی (آباندازی)، رئولوژیکی (گرانروی و سفتی) و حسی نمونه‌های ماست تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید YF-L811 در مقایسه با نمونه‌های ماست تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید CH-1 طی ۳۰ روز نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید آباندازی کمتر و گرانروی و سفتی بیشتری نسبت به نمونه‌های تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید داشتند. میزان آباندازی در طی نگهداری کاهش یافت. زمان نگهداری دارای اثر معنی‌داری ($P < 0.001$) بر ویژگی‌های فوق داشت. نمونه‌های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید از نظر ارزیاب‌ها، سفیدتر، سفت‌تر و دارای آباندازی قبل و بعد از قاشق‌برداری کمتر، عطر و طعم قوی‌تر، احساس خامه‌ای بودن، پیوستگی و چسبندگی بیشتری نسبت به نمونه‌های تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید بودند. اختلاف بین ترشی نامطلوب در نمونه‌های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید و نمونه‌های تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید معنی‌دار ($P > 0.05$) نبود.

واژه‌های کلیدی: ماست، اگزوپلی ساکارید، آغازگر YF-L811، آغازگر CH-1

Rheological and sensory properties and syneresis of set yogurt produced with exopolysaccharide producing starter culture YF-L811

P Nasirpour Tabrizi¹, J Hesari^{2*}, B Ghanbarzadeh², S Azadmard Damirchi² and Sh Ghiasi Far³

Received: February 7, 2011 Accepted: January 1, 2013

¹MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³Lecturer, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: E mail: jhesari@tabrizu.ac.ir

Abstract

Several strains of lactic acid bacteria, used as starter culture to produce yoghurt and other fermented products, produce exopolysaccharides which can improve textural properties of products. In this study, physical (syneresis), rheological (viscosity and firmness) and sensory properties of yoghurt samples produced with exopolysaccharide producing starter culture were investigated in comparison with nonexopolysaccharide producing starter culture CH-1 during 30 days of storage. Samples with exopolysaccharide producing starter culture had lower syneresis and were more viscous and firmer than those made with nonexopolysaccharide producing starter culture. Storage time had significant ($P < 0.001$) effect on mentioned properties. Panelists expressed that yoghurts produced with YF-L811 were whiter, firmer and had lower syneresis before and after inserting spoon into them, stronger flavor and tended to be creaminess, more cohesive and adhesive than samples produced with CH-1. Difference between unpleasant sourness of samples produced with exopolysaccharide producing starter culture and nonexopolysaccharide producing starter culture was not significant ($P > 0.05$).

Keywords: Yogurt, Exopolysaccharide, YF-L811 starter, CH-1 starter, Syneresis

مقدمه

محصول نهایی منجر می‌گردند (گیرارد و شافر ۲۰۰۷)، همچنین دارای فوایدی برای سلامتی هستند (کیتازاوا و همکاران ۱۹۹۸).

ترشح اگزوپلی‌ساکارید در ماست می‌تواند به عنوان بهبود دهنده بافت و نیز پایدارکننده عمل کند؛ به این صورت که ابتدا گرانشی محصول نهایی تخمیری شیر را افزایش می‌دهد و سپس با متصل کردن آب و واکنش با اجزای شیر مثل پروتئین‌ها و میسل‌ها، موجب افزایش استحکام شبکه کازئینی می‌شود. در نتیجه اگزوپلی‌ساکارید می‌تواند آب‌اندازی را کاهش و پایداری را افزایش دهد (دوبوک و مولت ۲۰۰۱ و هاسان و

اگزوپلی‌ساکاریدها، پلی‌ساکاریدهایی با زنجیر بلند، وزن مولکولی بالا و قابلیت حل یا پخش شدن در آب هستند که توسط باکتری‌های اسید لاکتیک در طی تخمیر تولید می‌شوند (دوویست و همکاران ۱۹۹۹ و لوز و همکاران ۲۰۰۱) و به افزایش گرانشی و قوام برخی محصولات شیری کمک می‌کنند (آیالا و همکاران ۲۰۰۹). در نتیجه کاربرد سویه‌های تولید کننده این ترکیبات ویژگی‌های بافتی را بهبود می‌بخشد و نگهداری آب در محصولات تخمیری شیر را افزایش می‌دهند (روآس و همکاران ۲۰۰۲) و به ایجاد قوام، طعم، احساس دهانی و پایداری

با توجه به مصرف روز افزون ماست و ذائقه خاص مردم ایران، بالا بردن سطح کیفی این محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجایی تاثیر استارتر YF-L811 بر روی ویژگیهای کیفی ماست در ایران به ویژه قوام، آب اندازی و خواص حسی بررسی نشده بود؛ لذا هدف اصلی این تحقیق، بررسی اثر اختصاصی آغازگر تجاری تولید کننده اگزوپلی ساکارید YF-L811 بر این ویژگیهای ماست در مقایسه با آغازگر مرسوم غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید CH-1 بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد

آغازگرهای مستقیم با نام‌های تجاری YF-L811 (تولید کننده اگزوپلی ساکارید) و CH-1 (غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید) تولید شده توسط شرکت کریستین هانسن دانمارک (هر دو حاوی استرپتوکوکوس ترموفیلیوس و لاکتوباسیلوس دلبروئه‌کی زیر گونه بولگاریکوس) و شیر و شیر خشک بدون چربی از شرکت شیر پاستوریزه پگاه آذربایجانشرقی تهیه شدند.

روش‌ها

تولید ماست

تولید ماست در کارخانه شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان شرقی انجام گرفت برای این کار شیر مناسب برای تهیه ماست انتخاب و ماده خشک (توسط شیر خشک بدون چربی تا ۱۱/۷۶٪) و چربی (۲/۵٪) آن استاندارد گردید. سپس عملیات مکانیکی هموژنیزاسیون (۱۸۰ بار) و فرآیند حرارتی پاستوریزاسیون در دمای 90°C به مدت ۳ دقیقه (مطابق با اُزنولو (۲۰۰۵) مبنی بر اینکه اعمال حرارت 90°C به مدت ۲-۳ دقیقه به شیر مورد استفاده در ماست‌سازی موجب دناتوراسیون ۷۰-۷۵٪ پروتئین‌های سرمی آن می‌شود) انجام شد. سپس شیر تا دمای گرمخانه‌گذاری $42-45^{\circ}\text{C}$ سرد شده و عملیات تلقیح آغازگر (۳٪) برای همه نمونه‌ها انجام و بلافاصله در دمای $42-45^{\circ}\text{C}$ تا کاهش pH

همکاران (۱۹۹۶). در حضور اگزوپلی ساکارید، سفتی ماست نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هاسان و همکاران (۱۹۹۶ و ۲۰۰۳) گزارش کردند که سفتی ماست با افزایش مقادیر موجود اگزوپلی ساکارید، کاهش می‌یابد. به این ترتیب که مولکول‌های اگزوپلی ساکارید در برهم‌کنش پروتئین-پروتئین در شبکه ژل مداخله می‌کند و در بین مولکول‌های پروتئین جای می‌گیرند (تمیم ۲۰۰۶) و در نتیجه سفتی ژل کاهش می‌یابد. گیرارد و شافر (۲۰۰۷) ابراز کردند که اگزوپلی ساکاریدهایی که شبکه وسیعی از بار منفی، وزن مولکولی بالا و گروه‌های سولفات زیادی دارند سفتی ژل را به دلیل افزایش برهم‌کنش‌های کازئین-کازئین افزایش می‌دهند.

اگزوپلی ساکارید تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک دارای طعم محسوسی نیست ولی از آنجایی که محصول تخمیری شیر ویسکوزتر می‌شود، زمان توقف آن در دهان و در نتیجه زمان تماس آن با کام و گیرنده‌های چشایی افزایش می‌یابد؛ در نتیجه دریافت طعم از طریق تبخیر مواد طعمی محصول تخمیری افزایش می‌یابد (دوبوک و همکاران ۲۰۰۱).

عباسی و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر استارتر X-1 حاوی سویه‌های تولید کننده اگزوپلی ساکارید را بر روی ویژگیهای ماست قالبی کم چرب را در سه دمای ۳۷، ۴۲ و ۴۵ درجه سانتیگراد بررسی کردند و گزارش نمودند بالاترین سفتی ماست کم چرب در دمای ۴۲ درجه سانتی گراد با سویه‌های تولید کننده پلی ساکارید حاصل می‌شود. سیمیتارو و سگال (۲۰۰۷) تاثیر ترکیبات مختلف محیط کشت و دماهای مختلف را بر روی میزان تولید اگزوپلی ساکارید در آغازگر YF-L811 بررسی کردند و گزارش نمودند که دمای گرمخانه گذاری ۴۳ درجه سانتی گراد منجر به تولید پلی ساکارید بیشتری در مقایسه با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد شد. همچنین مشاهده نمودند که نمونه‌های غنی شده با لاکتوز پلی ساکارید بیشتر و ویسکوزیته بالاتری دارا بودند.

ارزیابی حسی

دو نوع ارزیابی حسی توصیفی برای بررسی ویژگی‌های حسی معین (محصول‌گرا) و هدونیک (گرا) برای ارزیابی کلی محصول (مصرف‌کننده‌گرا) انجام شد.

ارزیابی حسی توصیفی

برای تعیین شدت طعم، بافت و عطر نمونه‌های تولید شده از این آزمون استفاده شد. از حدود ۱۵ نفر ارزیاب آموزش‌دیده و با روش خطی (خطی به طول ۱۰۰ mm) برای تعیین شدت ویژگی استفاده شد. از ارزیاب‌ها خواسته شد که بر اساس شدت ویژگی، نقطه‌ای را از صفر تا ۱۰۰ روی خط مشخص کنند و سپس مقادیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

ارزیابی حسی هدونیک ۵ طبقه‌ای

نمونه‌ها، برای تعیین درجه مقبولیت کلی هر کدام از آنها، در اختیار ۱۵ ارزیاب حسی که به صورت تصادفی انتخاب شدند؛ قرار داده شد و از آنها خواسته شد بر اساس میزان علاقه امتیازات ۱-۵ را به آنها اختصاص دهند (۵ برای بسیار خوشایند و ۱ برای بسیار ناخوشایند) (استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵ ۱۳۸۷).

طرح آماری

داده‌ها در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان (روزهای ۱، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ پس از تولید) توسط نرم‌افزار SAS ساخت شرکت SAS، شهر کری، کشور آمریکا آنالیز واریانس شدند و آزمون مقایسه میانگین حداقل مربعات به روش توکی برای تعیین اختلاف بین نمونه‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به آب‌اندازی، سفتی و گرانیروی نمونه‌های ماست طی دوره نگهداری و تحت تیمار با آغازگر تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید و غیرتولید کننده اگزوپلی‌ساکارید در جدول (۱) آورده شده است.

نمونه‌ها به حدود ۴/۲-۴/۱ (اسیدیته ۸۰-۷۰ درجه دورنیک) در گرمخانه گذاشته شد و سپس برای سفت شدن ژل به یخچال 6°C -۴ منتقل شدند.

آب‌اندازی در ماست

آب‌اندازی مطابق روش آماتایاکول و همکاران (۲۰۰۶b) بر اساس توزین نمونه ماست، قرار دادن آن تحت زاویه ۴۵ درجه، جمع‌آوری سرم جمع شده روی سطح ظرف توسط سرنگ و توزین دوباره نمونه ماست اندازه گرفته شد و به صورت وزن سرم به وزن اولیه نمونه ماست بیان شد. مدت زمان جمع‌آوری سرم توسط سرنگ به منظور ممانعت از نشت بعدی سرم از لخته ۱۰ ثانیه بود.

اندازه‌گیری گرانیروی

گرانیروی ظاهری نمونه‌های ماست ۱۰۰ گرمی مطابق روش اُزنولو (۲۰۰۵) بلافاصله پس از خروج از یخچال با استفاده از پروب FL 100 در دو سرعت برشی متفاوت ($22/6 \text{ min}^{-1}$ و $5/66 \text{ min}^{-1}$) و دو زمان متفاوت (۱ و ۱۰ دقیقه اعمال برش)، توسط گرانیروی‌سنج چرخشی Haake VT 24 ساخت شرکت هاک، شهر کارلسروهه، کشور آلمان، اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری سفتی ژل ماست

سفتی ژل ماست مطابق روش موتار و همکاران (۱۹۸۹) و با کمی تغییرات طبق روش آماتایاکول و همکاران (۲۰۰۶a) توسط دستگاه اینستران مدل ۱۱۴۰ ساخت شرکت اینستران، شهر باکینگ‌همشایر، کشور انگلیس با نیروی وارد شده ۵۰ N مربوط به دستگاه و حداکثر نیروی ۵ N مورد استفاده در این آزمون از طریق آزمون فشار با استفاده از پروب فشاری با قطر mm ۷۵، سرعت هد mm/min ۵۰، نسبت پروب به چارت ۲ به ۱ و ۴۵٪ فشردگی در نمونه ماست با عمق ۱۱۰ میلی‌متر صورت گرفت.

جدول ۱ - تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نمونه‌های ماست

منابع تغییرات	درجه آزادی	آباندازی	سفتی	گرانروی
آغازگر (A)	۱	*	*	*
زمان (B)	۳	*	*	*
اثر متقابل (AB)	۶	*	ns	ns
سرعت برشی (C) (در مورد گرانروی)	۱	-	-	*
زمان اعمال برش (D) (در مورد گرانروی)	۱	-	-	*
اثر متقابل (CD)	۱	-	-	*

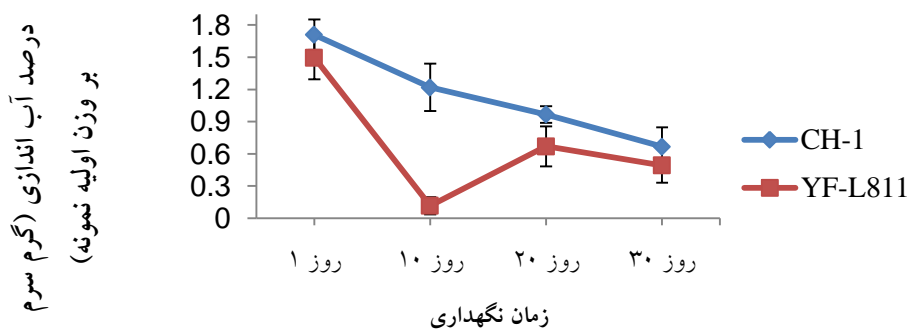
ns و * به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد

پروتئینی ماست و قابلیت نگهداری آب توسط آن بیان کردند. آنها همچنین نشان دادند که میزان آباندازی در طول دوره نگهداری در سرما با سرعت کم کاهش می‌یابد. همان طوری که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، آباندازی نمونه‌های تهیه شده با آغازگر YF-L811 از روز اول تا روز ۱۰ نگهداری کاهش یافت. پس از روز دهم نگهداری، آباندازی در نمونه‌های تهیه شده با این آغازگر افزایش یافت و پس از روز ۲۰ دوباره کاهش یافت. پورونداری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که آباندازی در اوایل دوره نگهداری احتمالاً به دلیل انبوهش ناشی از تهی شدن، در نتیجه بالا بودن غلظت اگزوپلی ساکارید و افزایش برهم‌کنش کازئین-کازئین افزایش می‌یابد. کاهش غلظت اگزوپلی ساکارید در اواخر دوره نگهداری موجب افزایش پایداری ترمودینامیکی سیستم و کاهش آباندازی می‌شود.

بررسی میزان آباندازی

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع مایه میکروبی و زمان نگهداری و تأثیر متقابل آنها بر میزان آباندازی نمونه‌ها معنی‌دار ($P < 0.001$) بود. همان طوری که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، آباندازی طی دوره نگهداری بتدریج کاهش یافت.

نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که آغازگر تولیدکننده اگزوپلی ساکارید توانسته است آباندازی را در نمونه‌های ماست نسبت به نمونه شاهد کاهش دهد. گوزل-سیدیم و همکاران (۲۰۰۵) و عباسی و همکاران (۲۰۰۹) در مورد ماست قالبی و گولر-آکین و همکاران (۲۰۰۹) در مورد ماست هم‌زده گزارش کردند که ماست‌های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید آباندازی کمتری نسبت به ماست‌های تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید داشتند که به دلیل حضور اگزوپلی ساکارید در شبکه

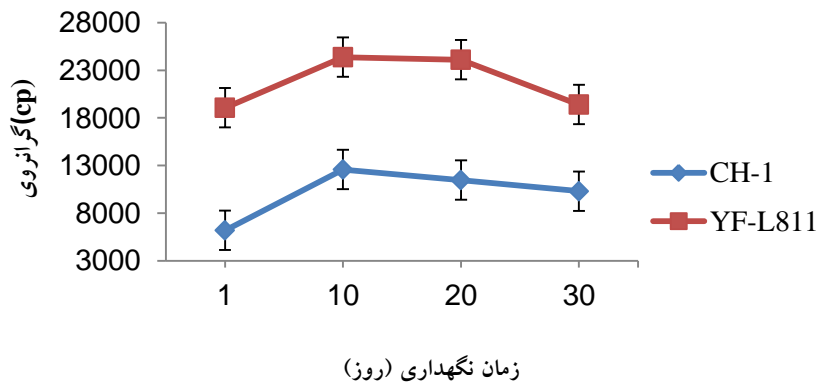


شکل ۱ - تغییرات آباندازی در نمونه‌های مختلف ماست طی دوره نگهداری

بررسی گرانروی

با توجه به یافته‌های این بررسی، نوع مایه میکروبی و زمان نگهداری دارای تأثیر معنی‌داری ($P < 0/001$) بر روی تغییرات گرانروی بود ولی اثر متقابل آنها بر پارامتر فوق معنی‌دار ($P > 0/05$) نبود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که استفاده از آغازگر تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید (YF-L811) توانست گرانروی نمونه‌های ماست را نسبت به نمونه‌های شاهد تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی‌ساکارید (CH-1) به طور قابل توجهی افزایش دهد. نتایج بدست آمده در مورد گرانروی در این مطالعه با نتایج بسیاری از محققان در این زمینه از جمله تدینی و همکاران (۱۳۸۸)، گوزل-سیدیم و همکاران (۲۰۰۵) و گولر-آکین و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی دارد. از سوی دیگر اثر میزان سرعت برشی اعمال شده و زمان اعمال برش و نیز اثر متقابل آنها بر روی تغییرات گرانروی معنی‌دار ($P < 0/001$) بود. به این صورت که با افزایش سرعت

برشی و یا افزایش زمان اعمال برش، گرانروی کاهش یافت. این امر ویژگی سودوپلاستیک (یا رقیق شونده با برش یعنی کاهش گرانروی با افزایش سرعت برشی) و تیکسوتروپیک (کاهش گرانروی با گذشت زمان در سرعت برشی ثابت) ماست را تأیید می‌کند. پورونداری و همکاران (۲۰۰۷)، هس و همکاران (۱۹۹۷) و هاسان و همکاران (۱۹۹۶) نیز گزارش کردند که ماست دارای ویژگی تیکسوتروپیک می‌باشد. مطابق شکل (۲) گرانروی نمونه‌ها تا روز ۱۰ نگهداری افزایش یافت و پس از آن رو به کاهش گذاشت. آنما و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در اثر کاهش pH و افزایش اسیدیته در طول نگهداری ماست، برهم کنش بین پروتئین‌های سرمی و میسل‌های کازئین افزایش یافته و گرانروی نیز افزایش می‌یابد. کاهش گرانروی در اواخر دوره نگهداری می‌تواند به دلیل ادامه فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در مایه کشت و تغییر در میکروساختار ماست باشد (ال‌کاداماری و همکاران ۲۰۰۳).

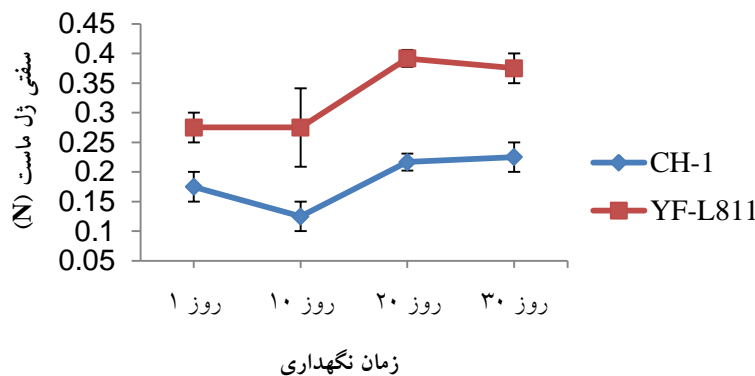


شکل ۲ - تغییرات گرانروی در نمونه‌های مختلف ماست طی دوره نگهداری

بررسی سفتی ژل

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، نوع مایه میکروبی و زمان نگهداری دارای تأثیر معنی‌داری ($P < 0/001$) بر روی تغییرات سفتی ژل بود ولی اثر متقابل آنها بر پارامتر مذکور غیرمعنی‌دار ($P > 0/05$) بود. با مقایسه مقادیر سفتی می‌توان به این نتیجه رسید که سفتی

نمونه‌ها در طی نگهداری میکروبی افزایش یافته است. گورسوی و همکاران (۲۰۱۰) نیز با مطالعه اثر سویه‌های مختلف تولیدکننده اگزوپلی‌ساکارید بر روی ماست قالبی، در مورد تغییرات سفتی در طی نگهداری به نتیجه مشابهی دست یافتند.



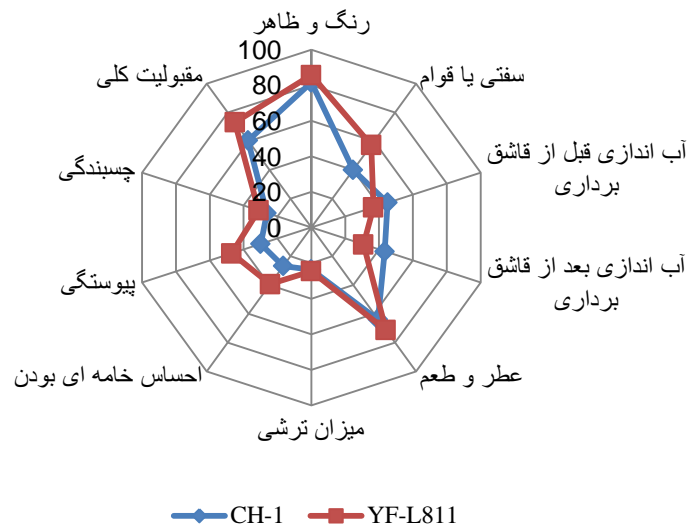
شکل ۳ - تغییرات سفتی در نمونه‌های مختلف ماست طی دوره نگهداری

داد که زمان بر روی هیچ یک از ویژگی‌های حسی دارای اثر معنی‌داری ($P > 0.01$) نبود به جز چسبندگی (چسبندگی بین ماست و قاشق) که زمان، اثر معنی‌داری ($P < 0.01$) بر آن داشت. اثر متقابل نوع آغازگر و زمان نیز فقط در مورد چسبندگی معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. نمونه‌های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید از نظر ارزیاب‌ها، سفیدتر، سفت‌تر و دارای آب‌اندازی قبل و بعد از قاشق‌برداری کمتر، عطر و طعم قوی‌تر، احساس خامه‌ای بودن، پیوستگی (میزان نیروی لازم برای برداشتن جزئی از کل نمونه) و چسبندگی بیشتری نسبت به نمونه‌های تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید بودند که همه این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی‌دار ($P < 0.05$) بودند. اختلاف بین ترشی نامطلوب در نمونه‌های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید و نمونه‌های تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید معنی‌دار ($P > 0.05$) نبود. نتایج بدست آمده از داده‌های مقبولیت کلی نمونه‌ها نشان داد که نمونه‌های تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید دارای مقبولیت بیشتری نسبت به نمونه‌های تولید شده با آغازگرهای غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید بودند (شکل ۴).

همان طوری که شکل (۳) نشان می‌دهد، استفاده از آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید سفتی نمونه‌های ماست را در مقایسه با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی- ساکارید به طور معنی‌داری ($P < 0.001$) افزایش داد. گیرارد و شافر (۲۰۰۷) گزارش کردند که اگزوپلی- ساکاریدهایی که شبکه وسیعی از بار منفی، وزن مولکولی بالا و گروه‌های سولفات زیادی دارند مؤثرترین نوع اگزوپلی ساکارید هستند که می‌توانند زمان تشکیل ژل را کاهش و سفتی ژل را به دلیل افزایش برهم‌کنش‌های کارژین-کارژین، افزایش دهند. هاسان و همکاران (۱۹۹۶ و ۲۰۰۳) و آمایاتا کول (۲۰۰۶a) در مورد سفتی نتایج متفاوتی با تحقیق حاضر بدست آوردند و گزارش کردند که در نتیجه حضور اگزوپلی ساکارید، سفتی ماست کاهش می‌یابد. این امر ممکن است به دلیل مداخله مولکول‌های اگزوپلی ساکارید در برهم‌کنش‌های پروتئین-پروتئین در شبکه ژل و جای گرفتن در بین مولکول‌های پروتئین باشد.

ارزیابی حسی

استفاده از آغازگرهای مختلف در تولید ماست می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در ویژگی‌های ارگانولپتیکی محصول شود. برای بررسی این تغییرات نمونه‌های مختلف ماست توسط پانلیست‌های آموزش‌دیده مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان



شکل ۴ - ارزیابی حسی نمونه‌های ماست تهیه شده با سویه تولید کننده اگزوپلی ساکارید (YF-L811) در مقایسه با سویه غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید (CH-1)

نتیجه‌گیری

مقبولیت بیشتری از لحاظ ویژگی‌های حسی از جمله کمتر بودن آب‌اندازی، سفت‌تر و سفیدتر بودن نسبت به نمونه‌های تهیه شده با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید بودند. با توجه به اهمیت بافت در افزایش بازار پسندی محصولات لبنی از جمله ماست و گرایش مصرف‌کنندگان به محصولات کاملاً طبیعی، اهمیت استفاده از آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید به عنوان جایگزینی مناسب برای هیدروکلوئیدهای گیاهی و حیوانی در تولید صنعتی ماست بیش از پیش محرز می‌شود. بنابراین شناسایی سویه‌های مختلف تولید کننده اگزوپلی ساکارید و ارتباط اگزوپلی ساکارید تولیدی با بافت مطلوب برای تولید محصولاتی سالم و مطابق با ذائقه مصرف‌کنندگان ضروری است.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که استفاده از آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید YF-L811 در مقایسه با آغازگر غیرتولید کننده اگزوپلی ساکارید CH-1 موجب کاهش آب‌اندازی و افزایش گرانبوی و سفتی نمونه‌های ماست شد. تأثیر زمان بر تغییرات میزان آب‌اندازی، گرانبوی و سفتی نمونه‌های مختلف ماست در سطح احتمال ۰/۱٪ معنی‌دار بود. آب‌اندازی نمونه‌ها در طی دوره نگهداری کاهش ولی گرانبوی و سفتی آنها افزایش یافت. اثر متقابل نوع مایه میکروبی و زمان نگهداری بر میزان آب‌اندازی نمونه‌های ماست معنی‌دار ($P < 0/001$) بود ولی بر گرانبوی و سفتی آنها معنی‌دار ($P > 0/05$) نبود. نمونه‌های ماست تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید از نظر ارزیاب‌ها دارای

منابع مورد استفاده

تدینی م، شیخ زین‌الدین م، دخانی ش، و سلیمان‌زاد ص، ۱۳۸۸. مقایسه میزان پلی ساکاریدهای مترشحه از باکتری‌های لاکتیک در چند نمونه ماست سنتی، صنعتی و تولید شده در آزمایشگاه و بررسی اثر آن بر خصوصیات فیزیکی محصول. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۸، صفحه‌های ۲۱۷-۲۰۷.

- Abbasi H, Ebrahimzadeh Mousavi M, Ehsani MR, Emam-Jomea Z, Rahimi J, and Aziznia S. 2009. Influence of starter culture type and incubation temperatures on rheology and microstructure of low fat set yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 62: 549–555.
- 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. *Journal of Dairy Science*. 85: 1023–1030.
- Amayatakul T, Halmos A L, Sherkat F, and Shah N P, 2006a. Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide-producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios. *International Dairy Journal*, 16: 40-51.
- Amatayakul T, Sherkat F, and Shah N P, 2006b. Syneresis in set yogurt as affected by EPS starter cultures and levels of solids. *International Journal of Dairy Technology*, 59: 216-221.
- Anema S G, Lowe E K, Li Y, 2004. Effect of pH on the viscosity of heated reconstituted skim milk. *International Dairy Journal*, 14: 541-548.
- Ayala-Hernandez I, Hassan A N, Goff H N, and Corredig M, 2009. Effect of protein supplementation on the rheological characteristics of milk permeates fermented with exopolysaccharide-producing *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. *Food Hydrocolloids*, 23: 1299-1304.
- De Vuyst L, Vanderveken F, Van de Ven S, and Degeest B, 1998. Production by and isolation of exopolysaccharides from *Streptococcus thermophilus* grown in a milk medium and evidence for their growth-associated biosynthesis. *Journal of Applied Microbiology*, 84: 1059-1068.
- Duboc P, and Mollet B, 2001. Application of exopolysaccharides in the dairy industry. *International Dairy Journal*, 11: 759-768.
- Girard M, and Schaffer-Lequart C, 2007. Gelation and resistance to shearing of fermented milk: Role of exopolysaccharides. *International Dairy Journal*, 17: 666-673.
- Girard M, and Schaffer-Lequart C, 2007. Gelation and resistance to shearing of fermented milk: Role of exopolysaccharides. *International Dairy Journal*, 17: 666-673.
- Guler-Akin M B, Akin M S, and Korkmaz A, 2009. Influence of different exopolysaccharide-producing strains on the physicochemical, sensory and syneresis characteristics of reduced-fat stirred yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 62: 422-430.
- Guzel-Seydim Z B, Sezgin E, and Seydim A C, 2005. Influences of exopolysaccharide producing cultures on the quality of plain set type yogurt. *Food Control*, 16: 205-209.
- Hassan A N, Frank J F, Schmidt K A, and Shalabi S I, 1996. Textural properties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. *Journal of Dairy Science*, 79: 2098-2103.
- Hassan A N, Ipsen R, Janzen T, and Qvist K B, 2003. Microstructure and rheology of yogurt made with cultures differing only in their ability to produce exopolysaccharides. *Journal of Dairy Science*, 86: 1632-1638.
- Hess S J, Roberts R F, and Ziegler G R, 1997. Rheological properties of nonfat yogurt stabilized using *lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* producing exopolysaccharide or using commercial stabilizer systems. *Journal of Dairy Science*, 80: 252-263.
- Kitazava H, Yamaguch T, Miura M, Saito T and Itoh T, 1993. B-Cell mitogen produced by slime-forming, encapsulated *Lactococcus lactis* ssp. *cremorls* isolated from ropy sour milk, viili. *Journal of Dairy Science*, 76: 1514-1519.
- Laws A, Gu Y and Marshall V, 2001. Biosynthesis, characterisation, and design of bacterial exopolysaccharides from lactic acid bacteria. *Biotechnology Advances*, 19: 597-625.
- Mottar J, Bassier A, Joniau M, and Baert J, 1989. Effect of heat-induced association of whey proteins and casein micelles on yogurt texture. *Journal of Dairy Science*, 72: 2247-2256.
- Ozunlu B T, 2005. Ayran kalitesinde etkili bazi parametreler uzerine arastirmalar. Doktora Tezi, Ankara Universitesi.

- Purwandari U, Shah N P, and Vasiljevic T, 2007. Effects of exopolysaccharide-producing strains of *Streptococcus thermophilus* on technological and rheological properties of set-type yoghurt. *International Dairy Journal*, 17: 1344-1352.
- Ruas-Madiedo P, Tuinier R, Kanning M, and Zoon P, 2002b. Role of exopolysaccharides produced by *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* on the viscosity of fermented milks. *International Dairy Journal*, 12: 689-695.
- Simitaru I, and Rodica S, 2005. Resaerchs concerning the biosynthesis of exopolysaccharids in the fermented dairy products with the yoghurt culture UF-L811. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca*, 63: 540-545.
- Tamime A Y, 2006. *Fermented milks*. Society of Dairy Technology. Blackwell Science Ltd.