نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۷ شماره ۳/ سال ۱۳۹۶/ صفحات ۷۷ تا ۸۹

تأثیر موسیلاژ بامیه و صمغ گوار به عنوان جایگزین چربی بر زنده‌مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* و برخی خواص کیفی ماست کم چرب

رضا دلیلی[۱]، اصغر خسروشاهی اصل[*۲] و هادی الماسی[۲]

تاریخ دریافت: ۹٤/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۳

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

[۲] به‌ترتیب استاد و استادیارگروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[*] مسئول مکاتبه: Email: a.khosrowshahi@gmail.com

چکیده

هیدروکلوئیدهای مختلف، به دلیل توانایی اصلاح خواص رئولوژیکی و ویژگی‌های عملکردی مواد غذایی، به طور گسترده در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پژوهش، تاثیر موسیلاژ بامیه و صمغ گوار بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، حسی و زنده‌مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* ماست کم چرب در طول نگهداری به مدت ۲۱ روز در دمای ٤C° مورد بررسی قرار گرفت. موسیلاژ بامیه و صمغ گوار در غلظت‌های ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ درصد و ترکیب آن دو در سه نسبت ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ به ماست اضافه شد. نتایج نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها، موجب کاهش pH، افزایش اسیدیته و ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌های ماست شد. نمونه ماست حاوی ۰/۰۵ درصد گوار و موسیلاژ بامیه، بیشترین ظرفیت نگهداری آب و بالاترین امتیاز حسی بافت را به خود اختصاص دادند، اما این دو غلظت، موجب کاهش امتیاز طعم و رنگ گردید. اثر ترکیبی گوار و موسیلاژ نیز روی خواص فیزیکی و حسی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همچنین با افزودن موسیلاژ و صمغ در غلظت ۰/۰۸ درصد، زنده مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* تا روز هفتم افزایش و پس از آن کاهش یافت ولی میزان بقاء باکتری با افزایش دو هیدروکلوئید نسبت به نمونه شاهد افزایش معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$). بطور کلی، موسیلاژ بامیه نسبت به صمغ گوار تأثیر بیشتری روی خواص کیفی ماست پروبیوتیک نشان داد به‌طوری که در نمونه ماست با ۰/۰۵ درصد موسیلاژ بهترین ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و در نمونه‌های حاوی ۰/۰۲ درصد موسیلاژ و ۰/۰۸ درصد صمغ گوار بیشترین زنده مانی باکتری گزارش گردید.

واژگان کلیدی: *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم*، صمغ گوار، ماست کم چرب، موسیلاژ بامیه

مقدمه

هیدروکلوئیدها، ترکیباتی جاذب الرطوبه هستند که بدلیل وزن مولکولی بالا و توانایی اتصال با آب زیاد، به طور گسترده جهت بهبود بافت و خواص رئولوژیکی در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیبات اغلب به عنوان مواد افزودنی به منظور افزایش ویسکوزیته، تشکیل ژل و افزایش مقاومت فیزیکی مواد غذایی، تشکیل فیلم، مهار سینرزیس و بهبود بافت

کاربرد دارند. هیدروکلوئیدها بدلیل خاصیت آبدوستی بالا، با آب تعامل قوی برقرار می‌کنند و با محبوس کردن آب آزاد موجود در ساختار مواد غذایی موجب بهبود بافت و افزایش ماندگاری می‌شوند (روسل و همکاران ۲۰۰۱و طاهریان و همکاران ۲۰۰۷).

صمغ گوار از دانه‌های گیاهی بنام *Cyamopsis tetragonolobus* بدست می‌آید. ساختمان آن از گالاکتومانان‌ها است که از پلی ساکاریدهایی متشکل از واحدهای D گالاکتوز و D – مانوز با پیوند β6→1 تشکیل شده است (کاوامورا ۲۰۰۸). این صمغ می‌تواند در pH=۲ فعالیت نماید و به همین دلیل کاربرد وسیعی در محصولات تخمیری دارد (وانگ و همکاران ۲۰۰۰).

گیاه بامیه با نام علمی *Hibiscus esculentus* متعلق به خانواده *Malvaceae* یکی از گیاهان مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است که پراکندگی این گیاه در خاورمیانه (از جمله ایران) نیز گزارش شده است (سنگ خامپارن و همکاران ۲۰۰۹ و ماگانها و همکاران ۲۰۱۰). بامیه یکی از رایج ترین گیاهانی است که به صورت تازه یا خشک، جهت ایجاد عطر و طعم و قوام در مواد غذایی استفاده می شود. بامیه دارای یک پلی ساکارید اسیدی بوده و متشکل از گالاکتوز، رامنوز و گالاکتوروزیک اسید است که جهت تولید صمغ و هیدروکلوئید با خواص مطلوب، بسیار مورد استفاده قرار گرفته است (لنگسفلد و همکاران ۲۰۰٤). از این گیاه همچنین موسیلاژ نیز قابل استخراج است. موسیلاژ در واقع هیدروکلوئید خالص نشده و عصاره‌ای از گیاه است که علاوه بر ترکیبات پلیمری و هیدروکلوئیدها دارای قندهای ساده، ترکیبات فنولی، مشتقات پروتئینی و گاهاً پیگمنت های رنگی نیز می باشد (دوگاده و همکاران، ۲۰۱۲).

حسین و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افزودن ۰/۳ درصد صمغ بامیه به ماست قالبی موجب بهبود خصوصیات حسی و بافتی می شود. حسن و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر صمغ گوار و موسیلاژ دانه‌ی شاهی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از موسیلاژ یا صمغ در غلظت های حدود ۰/۰۵ درصد تأثیری در زمان تخمیر، pH و پروتئولیز در ماست همزده نگهداری شده در دمای ۵ درجه سانتی گراد نداشت و استفاده از صمغ یا موسیلاژ سبب افزایش سفتی، افزایش وسکوزیته و کاهش سینرزیس می‌شود. همچنین رومن چیک و همکاران (۲۰۰٦) تاثیر صمغ بامیه به عنوان جایگزین چربی شیر در دسر لبنی منجمد را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که رنگ و بوی محصول حاوی ۰/۱ درصد صمغ بامیه با دسرهای فاقد بامیه تفاوت معنی داری نداشت و بافت و عطر محصول در دهان و پذیرش کلی برای تمامی محصولات حاوی و فاقد صمغ بامیه بالاتر بود.

حفظ تعادل میکروفلور روده با اثرات سلامت بخشی زیادی همراه است که در حفظ این تعادل، پروبیوتیک‌ها از جمله گونه‌های بیفیدوباکتر و لاکتوباسیل نقش زیادی دارند (میچینلی ۲۰۰۵). با افزایش سطح آگاهی مصرف کنندگان در رابطه با اثرات سلامت بخش پروبیوتیک‌ها، تمایل برای مصرف محصولات پروبیوتیک به ویژه ماست افزایش یافته است (اووه هند و همکاران ۲۰۰۲).

در این پژوهش، هدف بررسی تأثیر موسیلاژ بامیه و صمغ گوار به عنوان جایگزین چربی بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی و زنده‌مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در ماست کم چرب در طول نگهداری می‌باشد.

مواد و روش ها

مواد مورد استفاده

شیر خام از دامپروی دانشگاه ارومیه تهیه شد و سپس با استفاده از دستگاه خامه گیر آزمایشگاهی (شرکت آسیا، ترکیه) مقدار چربی آن در ۱/۵ درصد تنظیم گردید. *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* BB۱۲ و استارتر ماست YC- X11، DVS از شرکت کریستین هانسن دانمارک، بامیه از بازار سنتی ارومیه و صمغ گوار از

شـــرکت ســـازیبا-تهران تهیه شـــد. کلیه حلال‌ها و مواد شـــیمیایی مورد اســـتفاده از شـــرکت مرک آلمان تهیه شدند.

استخراج موسیلاژ بامیه

پس از شستشوی میوه تازه بامیه، غلاف سبز رنگ میوه که حاوی موسیلاژ می‌باشد از میوه جدا شد و در آب به مدت ۵ تا ٦ ساعت قرار داده شد (کومار و همکاران ۲۰۱۰). سپس غلاف‌ها به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شد و به مدت یک ساعت اجازه داده شد تا موسیلاژ در آب، آزاد شود. موسیلاژ خارج شده در پارچه نخی چند لایه قرار داده شد تا عصاره آن جدا شود. آنگاه استون به منظور حذف ترکیبات رنگی موسیلاژ به نسبت ۱ به ۲ به موسیلاژ اضافه شده و فیلتر گردید و سه بار با آب شستشو داده شد. موسیلاژ استخراج شده، در آون با درجه حرارت ^{o}C ٤٠ خشک (تا رطوبت ٦/٥٣ درصد) و پس از الک کردن با مش ٤٠، در ظروف خشک نگهداری شد (احد و همکاران ۲۰۱۰).

تهیه ماست

به منظور تعیین غلظت مناسب صمغ گوار و موسیلاژ بامیه، پیش تولیدهایی انجام شد و مشاهده گردید که در غلظت‌های بالاتر از ۰/۰۸ درصد از هر دو ترکیب، امکان تولید ماستی با خواص مطلوب وجود ندارد. ابتدا درصدهای مختلفی از موسیلاژ بامیه (O.M) و صمغ گوار (G) در مقادیر ۰/۰۲، ۰/۰۵و ۰/۰۸ درصد (وزنی/وزنی) و ترکیب آن دو در سه نسبت ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ به شیر خام با دمای ^{o}C ٥٥ اضافه گردید و توسط مخلوط کن، موسیلاژ و صمغ به طور کامل در شیر حل شد. سپس مخلوط در دمای ^{o}C ۸۵ به مدت ۱۵ دقیقه در حال هم زدن آرام، در حمام آب گرم پاستوریزه شد. پس از خنک شدن شیر تا دمای ^{o}C ٤٣، مایه ماست به میزان ۰/۰۵ گرم بر لیتر و باکتری پروبیوتیک به میزان ۰/۲ گرم بر لیتر بر اساس دستورالعمل مربوطه، اضافه و مخلوط گردید. نمونه‌ها در گرم خانه با دمای ^{o}C ٤٣ قرار داده شد تا pH به ٤/٦ برسد. سپس نمونه‌های ماست تا دمای ٤ درجه سلسیوس سرد شد و به‌مدت ۲۱ روز در یخچال با دمای ٤ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در طول دوره نگهداری و در فواصل زمانی ۱، ۷، ١٤ و ۲۱ روز، نمونه‌های ماست مورد آزمایش قرار گرفتند.

اندازه گیری pH

برای اندازه گیری pH از pH متر دیجیتالی استفاده شد. الکترود pH متر مســـتقیماً در داخل نمونه‌های ماســـت قرار گرفت و pH خوانده شـــد (اســـتاندارد ملی ایران ۲۸۲۵ و ۱۳۸۵).

تعیین اسیدیته

پس از یکنواخت کردن نمونه‌ها، ۱۰ میلی لیتر ماســـت با ۱۰ میلی لیتر آب رقیق شـــد و ۵ قطره معرف فنل فتالئین اضافه شد و با سود ۰/۱ نرمال تا پیدایش رنگ صورتی تیتر گردید. اســـیدیته بر حســـب درصـــد اســـید لاکتیک محا سبه و گزارش گردید (ا ستاندارد ملی ایران ۲۸۲۵ و ۱۳۸۵).

اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب

۵ گرم نمونه با دقت ۰/۰۰۱ گرم در لوله‌های سانتریفیوژ وزن شد. سپس در سانتریفیوژ با دور rpm ٤٥٠٠ به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ^{o}C ۱۰ ســـانتریفیوژ شـــد. ســـرم جدا شـــده توزین و ظرفیت نگهداری آب به صـــورت درصد گزارش شد (ساهان و همکاران ۲۰۰۸).

ارزیابی حسی

ارزیابی حســـی مطابق اســـتاندارد ۸۵۸۹ (ISO 1988) توسط اعضای گروه چشایی[1] انجام شد. ارزیابی حسی با ۱۰ ارزیاب آموزش ندیده انجام گرفت و از ارزیاب‌ها خواســـته شـــد تا با اســـتفاده از پرســـشـــنامه‌های طراحی شده، با چشیدن و ارزیابی نمونه‌های ما ست، نظرخود را در مورد طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی بیان کنند. نمونه‌ها در روز اول پس از تولید، در اتاق با دمای ^{o}C ۲۰ و سه بار در هر روز آزمون آزمایش شدند و حداکثر

1. Taste Panel

امتیاز هر ویژگی حسی ۵ امتیاز بود (گالاردو-اسکامیلا و همکاران، ۲۰۰۷).

شمارش *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم*

برای شمارش باکتری پروبیوتیک *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم*، بعد از تهیه سری رقت‌ها توسط آب پپتون ۰/۱ درصد، در محیط RCA که فقط اجازه رشد *بیفیدوباکتریوم* را می‌دهد، به روش پور پلیت کشت داده شد و گرمخانه گذاری، تحت شرایط بی هوازی (جار بی هوازی حاوی گاز پک) در دمای ۳۷ °C به مدت ۷۲ ساعت انجام شد (استاندارد ملی شماره ۱۳۷۷۲، ۱۳۹۰).

طرح آماری

آزمایشات فاکتوریل به منظور تعیین تأثیر زمان و تیمار و اثر متقابل آنها روی نتایج مورد استفاده قرار گرفت. همهٔ آزمون‌ها در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. تحلیل و ارزیابی (ANOVA) با استفاده از مدل خطی (G.L.M) نرم افزار آماری SPSS۲۱ در سطح احتمال ۵٪ ($p<۰/۰۵$) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

زنده مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم*

یک محصول غذایی زمانی می‌تواند پروبیوتیک تلقی شود که از تعداد کافی از باکتری‌های مفید مدنظر در طول نگهداری محصول بصورت زنده برخوردار باشد. شکل ۱ زنده مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* را در نمونه‌های ماست نشان می‌دهد. باکتری‌های پروبیوتیک در تمامی نمونه‌ها در ابتدا به علت بیشتر بودن مواد مغذی با سرعت بیشتری رشد کرده و از روز ۷ به بعد مقدار آنها کم شده و در نهایت به کمترین مقدار خود در روز ۲۱ رسیدند. آنالیز آماری نشان داد که تأثیر زمان و تأثیر متقابل زمان و تیمار روی تعداد باکتری پروبیوتیک موجود در نمونه‌ها معنادار است ($p<۰/۰۵$).

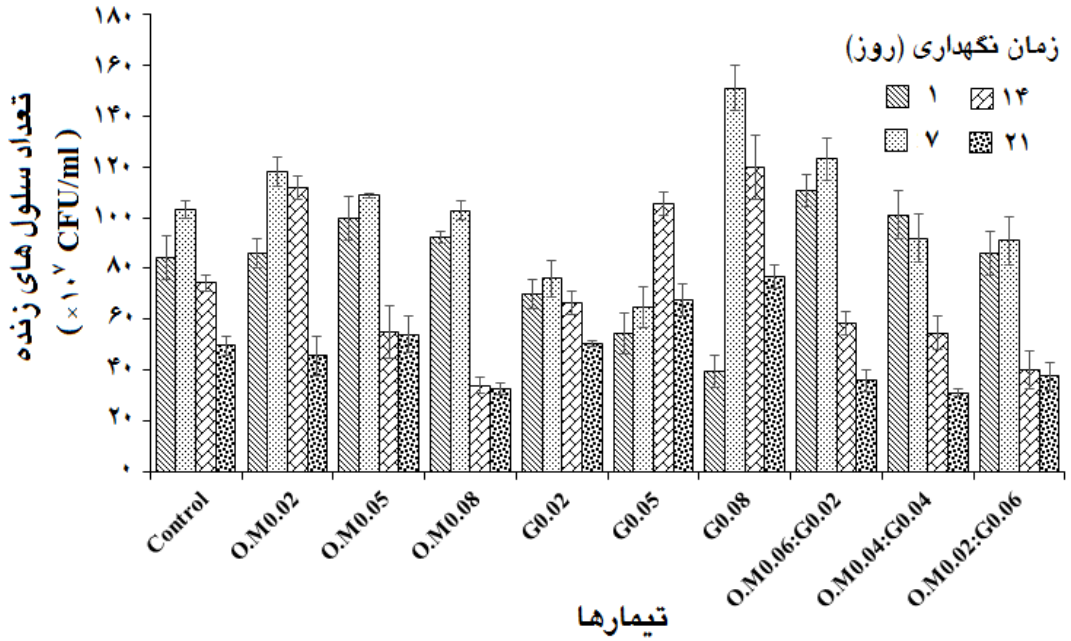
در نمونه‌های حاوی موسیلاژ، قابلیت زنده مانی و رشد باکتری پروبیوتیک *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* نسبت به نمونه‌های فاقد موسیلاژ بیشتر بود. افزودن پری بیوتیک می‌تواند مواد مغذی فرآورده را افزایش دهد و یا از اثرات منفی محیط بر روی باکتری ها بکاهد (دانکر و همکاران ۲۰۰۷). دلیل افزایش قابلیت زنده مانی *بیفیدو باکتریوم بیفیدوم* در طی نگهداری با افزودن موسیلاژ تا ۰/۰۲ درصد و با افزایش زمان نگهداری تا ۷ روز را می‌توان چنین توجیه کرد که بین پروبیوتیک و استارترها احتمالاً اثرات سینرژیستی رشد مشاهده می‌شود که می‌تواند بهبود دوام پروبیوتیک‌ها را در طی نگهداری ماست توضیح دهد. طبق گزارشات اوزر و همکاران (۲۰۰۷) آمینواسیدهای بدست آمده از فعالیت پروتئولیتیک *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* رشد بیفیدو باکتریوم ها را تقویت می‌کنند. در ابتدای زمان نگهداری، به علت زیاد بودن مواد مغذی در محیط و بالا بودن pH، رشد *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* افزایش نشان داد اما در انتهای زمان نگهداری، کاهش *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* به علت کاهش مواد مغذی و کاهش معنی‌دار pH و افزایش معنی‌دار اسیدیته است که باعث افزایش اسیدهای آلی (اسیدهای لاکتیک و استیک) می‌شود. معمولا pH کمتر از ٤/٣ در ماست، بر روی قابلیت زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک تأثیر منفی می‌گذارد (آریانا و ام سی گریو ۲۰۰۷). دانکر در سال ۲۰۰۷ گزارش کرد که کاهش در تعداد سلول‌های باکتریایی در طول دوره نگهداری در سرما می‌تواند همچنین به علت رقابت برای کسب مواد مغذی باشد. در تمامی نمونه‌ها مقدار باکتری پروبیوتیک بیشتر از حد استاندارد ($۱۰^{۶}$) بود ولی افزودن صمغ گوار و موسیلاژ بامیه باعث افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) زنده مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* شد. دلیل آن مربوط به خاصیت پری بیوتیکی گوار و موسیلاژ برای *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* است (دانکر و همکاران، ۲۰۰۷). بطوریکه نمونه ماست حاوی ۰/۰۲

2 . Reinforced Clostridial Agar

درصد موسیلاژ بامیه و نمونه ماست حاوی ۰/۰۸ در صد صمغ گوار بیشترین زنده مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* را از خود نشان دادند.

pH و اسیدیته

شکل ۲ و ۳ تغییرات pH و اسیدیته را در نمونه‌های ماست حاوی درصدهای مختلف صمغ گوار و موسیلاژ بامیه نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، در تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان pH کاهش پیدا کرده و تأثیر زمان روی pH تمامی نمونه‌ها معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همچنین افزودن صمغ گوار یا موسیلاژ بامیه، موجب کاهش سریع pH نسبت به نمونه شاهد شد. همان طور که در شکل ۲ مشخص است، نمونه‌های حاوی موسیلاژ بامیه، نسبت به نمونه‌های حاوی صمغ گوار pH کمتری از خود نشان دادند و این اختلاف در نمونه‌های حاوی مقادیر کم از این دو هیدروکلوئید بیشتر بود. در نمونه‌هایی که از ترکیب موسیلاژ بامیه و صمغ گوار استفاده شده است، با افزایش درصد موسیلاژ بامیه نسبت به صمغ گوار، کاهش قابل توجهی در pH رخ داد. به عبارت دیگر تأثیر موسیلاژ بر روی pH بیشتر از تأثیر صمغ گوار می‌باشد. موسیلاژ استخراج شده، خود دارای شرایط اسیدی بود. بنابراین افزودن آن به ماست می‌تواند باعث کاهش pH ماست شود.

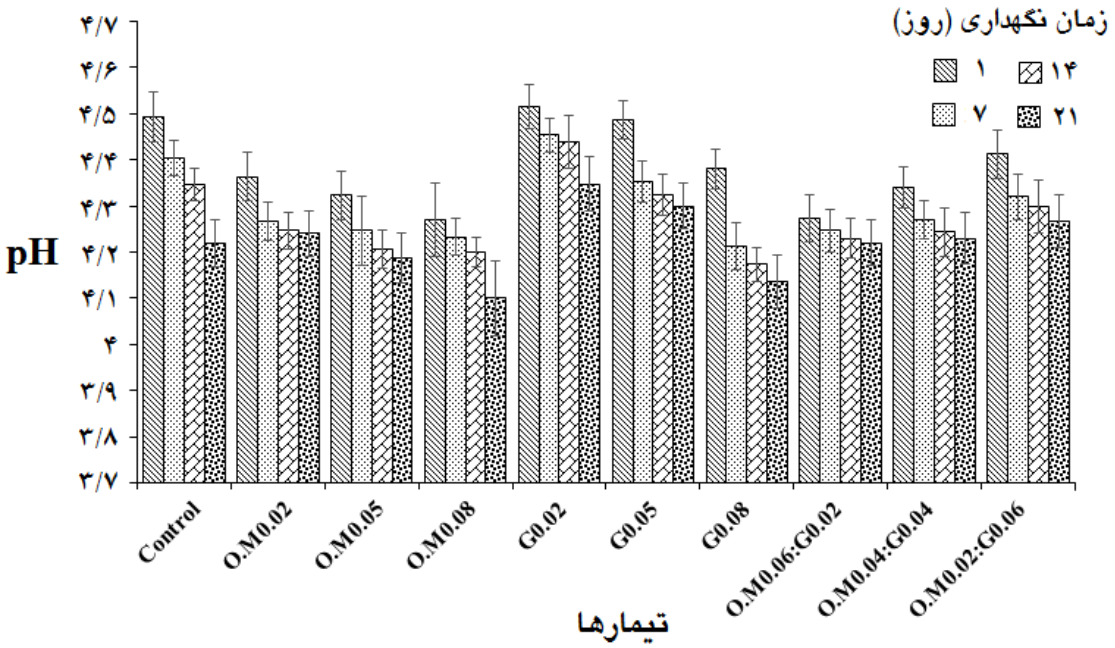


شکل ۱- تغییرات تعداد باکتری *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در نمونه های ماست حاوی موسیلاژ بامیه (O.M) و صمغ گوار (G) در طی نگهداری در ۴ درجه سلسیوس

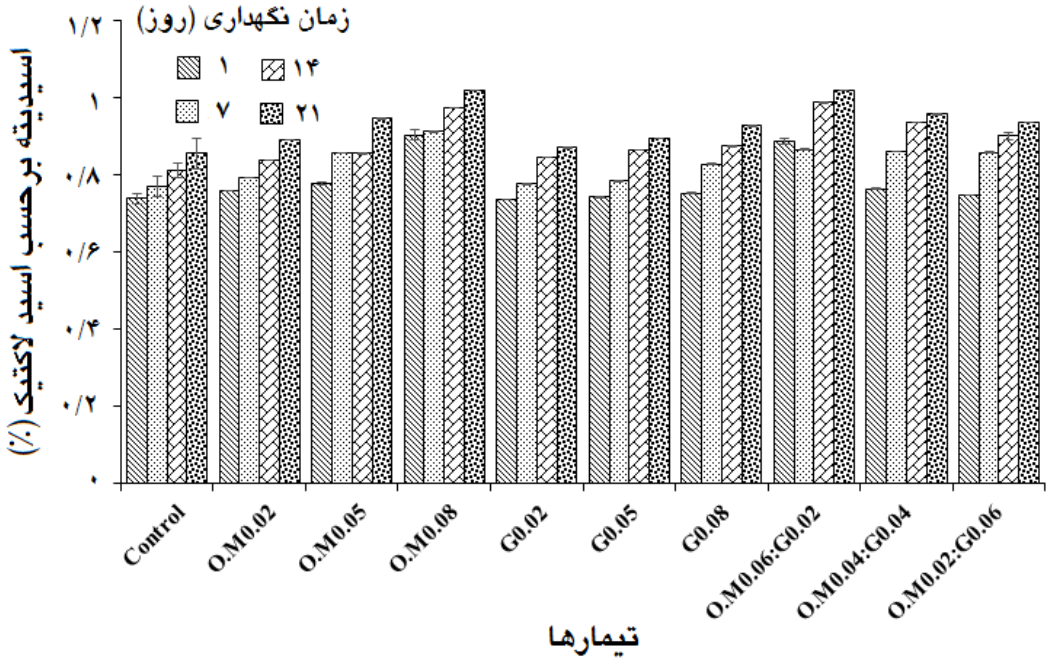
اسیدیته قابل تیتراسیون نیز تغییراتی مشابه ولی برخلاف pH نشان داد. بطوریکه با افزایش زمان نگهداری، اسیدیته در تمامی نمونه‌ها بیشتر شد و تأثیر زمان روی افزایش اسیدیته معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همچنین اثر متقابل زمان و تیمار نیز تأثیر معنادار روی اسیدیته نشان داد. با افزودن موسیلاژ بامیه، در مقایسه با صمغ گوار، اسیدیته بیشتر افزایش یافت و نمونه حاوی ۰/۰۸ درصد موسیلاژ در روز ۲۱ نگهداری بالاترین اسیدیته را نشان داد (۱/۰۲ درصد).

دانکر و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاهش pH در غذاهای تخمیری در طی نگهداری می‌تواند به رشد باکتری‌ها و تولید اسید لاکتیک نسبت داده شود و تنها

فرمولاسیون با محتوی پروتئین بالا می‌تواند ظرفیت بافری زیادی داشته باشد و سرعت افت pH محصول را کنترل کند. دلیل افزایش اسیدیته و کاهش pH در اثر افزایش مقدار صمغ گوار و موسیلاژ بامیه را می‌توان چنین توجیه کرد که با توجه به اثر پری بیوتیکی موسیلاژ بامیه و صمغ گوار، رشد استارترهای ماست افزایش یافت در نتیجه مقدار تولید اسید زیاد شده و موجب افزایش اسیدیته و کاهش pH گردیده است. دانکر و همکاران (۲۰۰۷) و حسن و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کرده‌اند که با افزایش درصد صمغ گوار و موسیلاژ دانه شاهی میزان pH ماست کاهش پیدا کرده و بر مقدار اسیدیته افزوده می‌شود. بر اساس مطالعات محمود و همکاران (۲۰۰۸)، pH ماست در طی مرحله نگهداری با استفاده از ترکیبات قوام دهنده استخراج شده از گیاهان محلی کاهش می یابد. در همین راستا نتایج تحقیقات میلانی و همکاران (۲۰۱۱)، نشان داد که افزایش میزان گوار می‌تواند به طور معنی داری باعث کاهش pH در ماست منجمد گردد. در تحقیق دیگری مشخص شد که افزایش ماده خشک کل تا میزان ۲۷ درصد می‌تواند موجب افزایش میزان اسید لاکتیک در دسر لبنی منجمد تا سطح ۱/٦٨ درصد گردد که این مقدار، اختلاف معنی داری با نمونه شاهد که حاوی ١٤ درصد ماده جامد کل بود، می باشد. بنابراین افزایش ماده خشک موجب افزایش تولید اسید می‌گردد. علت بالا رفتن اسیدیته می‌تواند افزایش ماده خشک محصول و تحریک فعالیت متابولیکی باکتریهای استارتر اسیدزا توسط گوار باشد که با نتایج میلانی و همکاران (۲۰۱۱) روی ماست منجمد مطابقت دارد.



شکل ۲- تغییرات *pH* نمونه های ماست حاوی درصدهای مختلف موسیلاژ بامیه (*O.M*) و صمغ گوار (*G*) در طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس



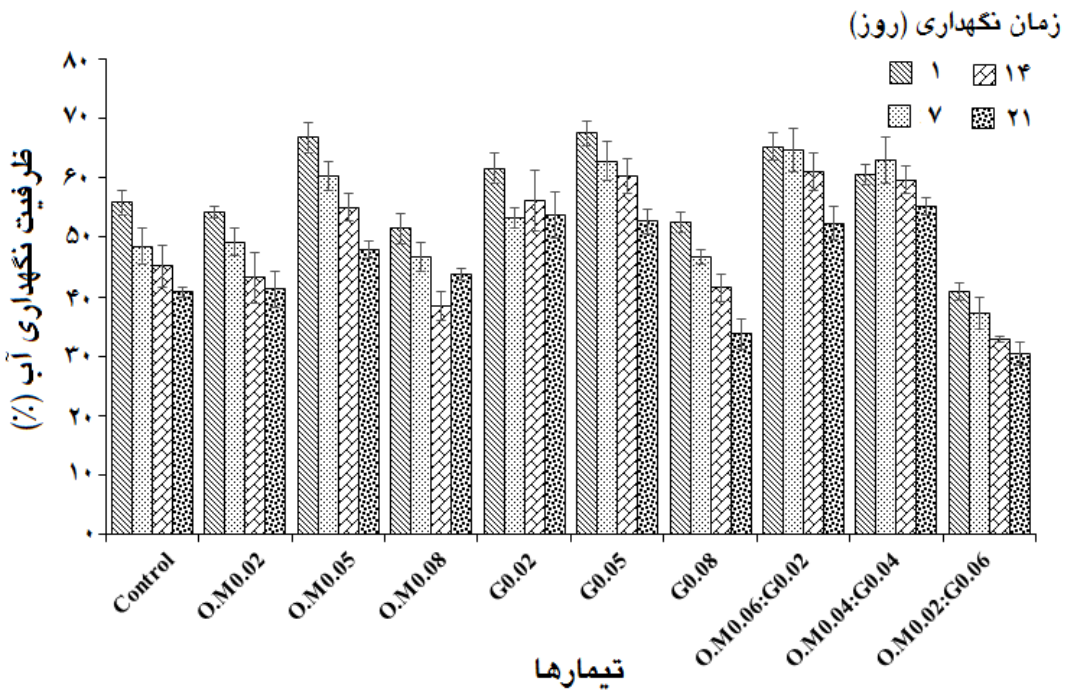
شکل ۳- تغییرات اسیدیته نمونه های ماست حاوی درصدهای مختلف موسیلاژ بامیه (*O.M*) و صمغ گوار (*G*) در طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس

ظرفیت نگهداری آب

شکل ٤ ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌های ماست را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ٤، بهترین درصد از صمغ گوار و موسیلاژ بامیه برای نگهداری آب، ۰/۰۵ درصد بود، بطوریکه در درصدهای بالاتر و پایین تر از این مقدار، میزان ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست کاهش پیدا کرد. ظرفیت نگهداری آب ایجاد شده در نمونه‌های حاوی موسیلاژ بامیه با نمونه‌های حاوی صمغ گوار، در سطح برابر، اختلاف معنی داری نداشتند. در نمونه‌هایی که از ترکیب صمغ گوار و موسیلاژ بامیه استفاده شده بود با افزایش نسبت موسیلاژ به صمغ ظرفیت نگهداری آب افزایش پیدا کرد. افزایش ظرفیت نگهداری آب با افزایش غلظت گوار و موسیلاژ بامیه با نتایج یونال و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد. آنها مشاهده کردند که با افزایش بیشتر غلظت گالاکتومانان‌ها، به دلیل تقویت ژل و کاهش خلل و فرج در ماست، ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته افزایش می‌یابد. برابر یافته‌های سیربه و همکاران (۱۹۹۸) با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای جذبی، مکانیسم انبوهش با اتصالات بین قطره‌ها به تثبیت استریک[3] می‌انجامد که در نتیجه موجب کاهش آب اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست می‌شود.

سودینی (۲۰۰۵) و تمییم و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند افزایش ماده خشک موجب پایدار شدن شبکه ژل می‌شود و همچنین افزایش ظرفیت اتصال آب نیز میزان خروج آب از بافت را کاهش می‌دهد. در نمونه‌های ماست تولید شده در این پژوهش، ظرفیت نگهداری آب، بیشتر تحت تاثیر درصد هیدروکلوئید قرار دارد. افزایش میزان هیدروکلوئید، میزان آب محصور شده در شبکه ژلی را افزایش می‌دهد. اما با افزایش بیشتر درصد هیدروکلوئید، ساختار ژلی تخریب شده و قدرت نگهداری آب آن کاهش می‌یابد (زارع ۲۰۱۱).

3 . Steric stabilization



شکل ۴- ظرفیت نگهداری آب نمونه های ماست حاوی درصدهای مختلف موسیلاژ بامیه (*O.M*) و صمغ گوار (*G*) در طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس

ارزیابی حسی

بررسی خواص حسی، مهمترین روش ارزیابی پذیرش بسیاری از فرآورده‌ها و کسب اطلاعات از رضایت مصرف کنندگان است (عزیزنیا و همکاران ۲۰۰۸). ارزیابی حسی روی نمونه‌های ماست در روز اول پس از تولید، به منظور بررسی خواص حسی مختلف مورد استفاده قرار گرفت.

ارزیابی رنگ

مطابق جدول ۱، نتایج ارزیابی رنگ نمونه‌های ماست نشان داد که با بیشتر شدن درصد گوار و موسیلاژ بامیه، امتیاز رنگ کاهش می‌یابد. کاهش امتیاز رنگ در نمونه‌های حاوی گوار و موسیلاژ بامیه نسبت به نمونه شاهد، شاید به دلیل ایجاد کدورت در محصول باشد. نتایج مطالعه‌ای نشان داده که گوار باعث بوجود آمدن رنگ تیره در محصول می‌شود بطوریکه در بعضی مواقع بصورت لکه‌هایی در محصول دیده می‌شود (کلارک ۲۰۰۸). با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی، بهترین امتیاز رنگ برای نمونه شاهد و کمترین نمره رنگ به ترتیب برای صمغ گوار ۰/۰۸ درصد و نمونه ماست حاوی ترکیب ۰/۰۲درصد موسیلاژ بامیه و ۰/۰۶ درصد صمغ گوار بدست آمد. هرچه میزان گوار و موسیلاژ بامیه افزایش می‌یابد میزان آب آزاد، کاهش یافته ودر اثر تغییر در انعکاس نور، کدورت محصول نیز افزایش می یابد که این کدورت تاثیر معنی داری روی امتیاز رنگ دارد. بطور کلی نمونه شاهد دارای بیشترین امتیاز از لحاظ رنگ بود و سفیدی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت.

ارزیابی بافت

نمونه ماست حاوی ۰/۰۵ درصد موسیلاژ بامیه بهترین امتیاز حسی و نمونه ماست ترکیبی ۰/۰۲ درصد موسیلاژ بامیه و ۰/۰۶ درصد صمغ گوار کمترین امتیاز حسی را از نظر بافت کسب نمود (جدول ۱). با افزایش درصد صمغ گوار و موسیلاژ بامیه تا ۰/۰۵ درصد، میزان ویسکوزیته افزایش و با افزایش میزان صمغ و

موسیلاژ، از این درصد به بالا دوباره میزان ویسکوزیته کاهش نشان داد (نتایج ویسکوزیته ارائه نشده است). افزایش پلیمرهای محلول با وزن مولکولی بالا مانند پروتئین‌ها در ماست، ویسکوزیته را افزایش می‌دهند و ویسکوزیته ارتباط مستقیم با بافت ماست دارد (ریجینا ۲۰۱۳).

ارزیابی طعم

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی (جدول ۱)، بهترین طعم برای نمونه شاهد و کمترین نمره طعم به ترتیب برای صمغ گوار ۰/۰۸ درصد و نمونه ماست حاوی ۰/۰۲ درصد موسیلاژ بامیه و ۰/۰۶ درصد صمغ گوار بدست آمد. میانگین نتایج حاصل از امتیاز طعم درنمونه‌های ماست حاوی گوار و موسیلاژ توسط گروه ارزیابی حسی، حاکی از ارائه بیشترین امتیاز به نمونه شاهد با امتیاز ٤/١ است. با افزایش غلظت گوار و موسیلاژ از ۰/۰۲ به ۰/۰۸ درصد، طعم کاهش پیدا کرده و امتیاز آن در نمونه حاوی گوار به ۳/۵۹ و در نمونه حاوی موسیلاژ به ۳/٤۳ رسید، ولی اختلاف معنی داری بین نمونه حاوی گوار و موسیلاژ بامیه ۰/۰۸درصد با نمونه شاهد وجود داشت ($p<۰/۰۵$). علت آن می‌تواند به دلیل افزایش سریع ویسکوزیته باشد که موجب کند شدن حرکت ماکرومولکول‌ها در فضای پیچیده مولکولی به وجود آمده، می‌شود. از طرفی، کند شدن حرکت در ترکیبات فرار و طعم زای ماست نیز به وقوع می‌پیوندد و در نتیجه این ترکیبات به مقدار کم در دهان آزاد شده و بر روی ارزیابی حسی طعم تأثیر می‌گذارند (روتاری ۲۰۱۱). بعلاوه ایجاد تلخی در محصول لبنی توسط هیدروکلوییید، تولید طعم چربی و بافت لزج نیز می‌تواند از دلایل عدم رضایت ارزیابان باشد (کورولتای ۲۰۰۰).

جدول ۱- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های ماست حاوی درصدهای مختلف موسیلاژ بامیه و صمغ گوار در روز اول پس از تولید

نمونه	طعم	رنگ	بافت	پذیرش کلی
شاهد	٤/١±۰/١١^{d}	٤/٨٦±۰/١٤^{d}	٣/٨٦±۰/٢٥^{c}	٤/۰±٤٧/١٨^{d}
بامیه ۰/۰۲ ٪	٣/٨٦±۰/٢٧^{c}	٤/٦٨±۰/١٧^{d}	٣/٧١±۰/٢٦^{c}	٤/۰٣±۰/١٦^{c,d}
بامیه ۰/۰۵ ٪	٣/٧٦±۰/١٢^{b}	٤/٧٨±۰/١٧^{d}	٤/١۰±۰/١٨^{d}	٤/٤٥±۰/١٣^{d}
بامیه ۰/۰۸ ٪	٣/٥٩±۰/١٨^{a}	٤/٤٦±۰/١٧^{c}	٣/٨٥±۰/١٩^{c}	٣/٧٣±۰/٢٥^{c}
گوار ۰/۰۲ ٪	٣/٨٩±۰/١٨^{c}	٤/٥٣±۰/١^{c,d}	٣/٦٩±۰/٢٢^{b}	٣/٨٥±۰/١٣^{c}
گوار ۰/۰۵ ٪	٣/٨١±۰/١٤^{c}	٤/٣٦±۰/۰٩^{c}	٣/٩٨±۰/٢٦^{d}	٣/٣٨±۰/٤٢^{a}
گوار ۰/۰۸ ٪	٣/٤٣±۰/٢٧^{a}	٤/٢٩±۰/٢٣^{b,c}	٣/٦٩±۰/٢٧^{b}	٣/٢٥±۰/٣٨^{a}
گوار ۰/۰۲ ٪ – بامیه ۰/۰٦٪	٣/٦٥±۰/٢^{a,b}	٤/۰٧±۰/١^{b}	٣/٨٥±۰/١٦^{c}	٣/٥٥±۰/١٨^{b}
گوار ۰/۰٤ ٪ – بامیه ۰/۰٤٪	٣/٤٩±۰/٢٢^{a}	٤/٢٤±۰/١٤^{b,c}	٣/٥٥±۰/٢٦^{b}	٣/٤٧±۰/١٦^{b}
گوار ۰/۰٦ ٪ – بامیه ۰/۰٢٪	٣/٤٩±۰/١٩^{a}	٣/٧٦±۰/١٩^{a}	٣/٢٤±۰/١٩^{a}	٣/٤٧±۰/۰٧^{b}

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵٪ است.

پذیرش کلی

نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش میزان گوار و موسیلاژ بامیه، امتیاز پذیرش کلی به طور معنی داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$) (جدول ۱). به طوری که بیشترین امتیاز مربوط به ماست شاهد و کمترین امتیاز مربوط به ماست حاوی ۰/۰۸ درصد موسیلاژ بامیه می‌باشد. نتایج بیانگر تأثیر منفی گوار و موسیلاژ بامیه بر پذیرش کلی نمونه‌ها بود. دلیل کاهش امتیاز پذیرش کلی احتمالاً

ترش بودن و افزایش اسیدیته محصول است که حتی در مقدار ناچیز تغییر می‌تواند امتیاز پذیرش کلی را تغییر دهد. همچنین در تحقیقی مشخص گردید که صمغ گوار و پکتین دارای اثرات مشابهی روی خصوصیات حسی ماست می‌باشند. به غیر از کاپاکاراگینان، صمغ‌های دیگر نمی‌توانند به طور معنی داری باعث افزایش طعم، مواد معطر و رنگ در محصول گردند (سوکولیس ۲۰۰۰). علاوه بر دلایل ذکر شده، صمغ گوار باعث ایجاد طعم روغنی در دهان می‌گردد که اثر نامطلوبی بر پذیرش کلی محصول دارد. محققین پیشنهاد می‌کنند برای از بین بردن احساس بد دهانی باید این صمغ در معرض پروسه پخت بخار تحت فشار قرار گیرد (فاکس ۱۹۹۳). به علاوه در تحقیقی دیگر نشان دادند که اضافه کردن گوار موجب افزایش ترکیبات عطر وطعم در محصول ماست نمی‌گردد (لو ۱۹۹۶).

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که موسیلاژ بامیه و صمغ گوار قادرند بعنوان جایگزین چربی، نقش قابل توجهی در بهبود خواص بافتی ماست کم چرب ایفا کنند و با افزایش ویسکوزیته و افزایش ظرفیت نگهداری آب، اثرات منفی کاهش چربی ماست را کاهش دهند. افزودن موسیلاژ بامیه به ماست موجب افزایش زنده مانی باکتری پروبیوتیک *بیفیدیوباکتریوم بیفیدوم* شد و نمونه ماست حاوی ۰/۰۲ درصد موسیلاژ بامیه و ۰/۰۸ درصد صمغ گوار بیشترین زنده مانی پروبیوتیک را از خود نشان داد. با این وجود، از نظر ویژگی‌های حسی، نمونه‌های حاوی موسیلاژ و صمغ، نتوانستند رضایت مصرف کنندگان را جلب کنند. از نظر پذیرش کلی، نمونه‌های حاوی صمغ گوار و موسیلاژ بامیه با اینکه نمره قابل قبولی داشتند ولی در بعضی از نمونه‌ها امتیاز آنها پایین‌تر از نمونه شاهد بود. بطور کلی، با در نظر گیری مجموع ویژگی ها، نمونه ماست حاوی ۰/۰۵ درصد گوار و نمونه حاوی ۰/۰۵ درصد موسیلاژ بامیه بهترین خواص فیزیکی، شیمیایی و حسی را در بین نمونه‌ها نشان دادند.

منابع مورد استفاده

استاندارد ملی ایران. شماره ۱۳۷۷۲، (۱۳۹۰). فرآورده های شیر- شمارش احتمالی بیفیدوباکتریوم در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد.

استاندارد ملی ایران. شماره ۲۸۵۲. (۱۳۸۵). شیر و فرآورده های آن – تعیین اسیدیته و pH – روش آزمون.

Ahad HA, Rajesh V, Raghavendra Gupta M, Lasya D, Harish N and Khamartaz M, 2010. Fabrication and in vitro evaluation of glimepiride hibiscus esculentus fruit mucilage sustained release matrix tablets International Journal of Pharmaceutical Technology and Research 2(1): 78-83.

Aryana K, Plauche S, Rao R, McGrew P and Shah N, 2007. Fat-Free Plain Yogurt Manufactured with Inulins of Various Chain Lengths and Lactobacillus acidophilus, Journal of Food Science 72(3): M79-M84.

Aziznia S, Khosrowshahi A, Madadlou A and Rahimi J, 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties Journal of Dairy Science 91(7): 2545-2552.

Deogade UM, Deshmukh VN and Sakarkar DM, 2012. Natural gums and mucilage's in NDDS: applications and recent approaches International Journal of Pharmaceutical Technology and Research 4(2): 799-811.

Donkor ON, Nilmini S, Stolic P, Vasiljevic T and Shah N, 2007. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage, International Dairy journal 17(6): 657-665.

Gallardo-Escamilla F, Kelly A and Delahunty C, 2007. Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids, International Dairy journal 17(4): 308-315.

Hassan LK, Haggag H, ElKalyoubi M, EL-Aziz MA, El-Sayed M and Sayed A, 2015. Physico-chemical properties of yoghurt containing cress seed mucilage or guar gum, Annals of Agricultural Sciences.

Kawamura Y, 2008. Guar gum chemical and technical assessment, Prepared for the 69th Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

Kumar S, Dagnoko S, Haougui A, Ratnadass A, Pasternak D and Kouame C, 2010. Okra (*Abelmoschus* spp.) in West and Central Africa: potential and progress on its improvement, African Journal of Agricultural Research 25: 3590-3598.

Kurultay S, Öksüz Ö and Simsek O, 2000. The effects of hydrocolloids on some physico-chemical and sensory properties and on the yield of Kashar cheese, Food/Nahrung 44(5): 377-378.

Lengsfeld C, Titgemeyer F, Faller G and Hensel A, 2004. Glycosylated compounds from okra inhibit adhesion of Helicobacter pylori to human gastric mucosa, Journal of Agricultural and Food Chemistry 52(6): 1495-1503.

Lo C, Lee K, Richter R and Dill C, 1996. Influence of guar gum on the distribution of some flavor compounds in acidified milk products, Journal of Dairy Science 79(12): 2081-2090.

Macrae R, Robinson RK and Sadler MJ, 1993. Encyclopaedia of Food science, Food Technology, and Nutrition. CRC Press.

Maganha EG, da Costa Halmenschlager R, Rosa RM, Henriques JAP, de Paula Ramos ALL and Saffi J, 2010. Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus Hibiscus, Food Chemistry 118(1): 1-10.

Mckinley MC, 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt, International Journal of Dairy Technology 58(1): 1-12.

Mehmood ST, Masud T, Mahmood T and Maqsud S, 2008. Effect of different additives from local source on the quality of yoghurt. Pakistan Journal of Nutrition 7(5): 695-699.

Milani E and Koocheki A, 2011. The effects of date syrup and guar gum on physical, rheological and sensory properties of low fat frozen yoghurt dessert. International Journal of Dairy Technology 64(1): 121-129.

Minekus M, Jelier M, Xiao J-z, Kondo S, Iwatsuki K, Kokubo S, Bos M, Dunnewind B and Havenaar R, 2005. Effect of partially hydrolyzed guar gum (PHGG) on the Bioaccessibility of fat and Cholesterol, Bioscience Biotechnology and Biochemistry 69(5): 932-938.

Ouwehand AC, Salminen S and Isolauri E, 2002. Probiotics: an overview of beneficial effects. Antonie Van Leeuwenhoek 82(1-4): 279-289.

Romanchik-Cerpovicz JE, Costantino AC and Gunn LH, 2006. Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert. Journal of the American Dietetic Association 106(4): 594-597.

Rosell C, Rojas J and De Barber CB, 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids 15(1): 75-81.

Routray W and Mishra HN, 2011. Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 10(4): 208-220.

Sahan N, Yasar K and Hayaloglu A, 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids 22(7): 1291-1297.

Sengkhamparn N, Bakx EJ, Verhoef R, Schols HA, Sajjaanantakul T and Voragen AG, 2009. Okra pectin contains an unusual substitution of its rhamnosyl residues with acetyl and alpha-linked galactosyl groups, Carbohydrate Research 344(14): 1842-1851.

Sodini I, Montella J and Tong PS, 2005. Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates. Journal of the Science of Food and Agriculture 85(5): 853-859.

Soukoulis C, Panagiotidis P, Koureli R and Tzia C, 2007. Industrial yogurt manufacture: monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. Journal of Dairy Science 90(6): 2641-2654.

Syrbe A, Bauer W and Klostermeyer H, 1998. Polymer science concepts in dairy systems—an overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. International Dairy journal 8(3): 179-193.

Taherian AR, Fustier P and Ramaswamy HS, 2007. Effects of added weighting agent and xanthan gum on stability and rheological properties of beverage cloud emulsions formulated using modified starch. Journal of Food Process Engineering 30(2): 204-224.

Tamime AY and Robinson RK 2007. Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology, Elsevier.

Trachoo N and Mistry V, 1998. Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. Journal of Dairy Science 81(12): 3163-3171.

Ünal B, Metin S and Işıklı ND, 2003. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. International Dairy Journal 13(11): 909-916.

Wang Q, Ellis P and Ross-Murphy S, 2000. The stability of guar gum in an aqueous system under acidic conditions. Food Hydrocolloids 14(2): 129-134.

Zare F 2011. Supplementation of Beverage, Yogurt and Probiotic Fermented Milk with Lentil and Pea Flour and Study of Their Microbial, Physical and Sensory Properties After Production and During Storage, McGill University Libraries.

Effect of okra mucilage (*Hibiscus esculentus l.*) and guar gum as fat replacers on viability of *Bifidobacterium bifudum* and some quality properties of low fat yoghurt

R Dalili[1], A Khosrowshahi Asl[2*] and H Almasi[2]

Received: December 26, 2015 Accepted: December 13, 2016

[1]MSc Graduated Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

[2]Professor and Assistance Professor, respectively, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

[*]Corresponding author: Email: a.khosrowshahi@gmail.com

Abstract

Hydrocolloids extracted from different sources are used widely in food industry due to their functional properties and their ability in improving of rheological properties of foods. In the present study the effect of okra mucilage and guar gum on and viability of *Bifidobacterium bifudum* and physicochemical and sensorial properties of low-fat probiotic yoghurt was evaluated during 21 days storage at 4 ° C. Okra mucilage and guar gum were added at various concentrations including 0.02, 0.05 and 0.08 % wt. and combination ratio of 75:25, 50:50 and 25:75 in yoghurt. Adding of both of hydrocolloids caused to decrease pH, increase acidity and water holding capacity. The results showed that yoghurts containing 0.05% guar gum and 0.05% okra mucilage had the highest sensorial score on of texture and water holding capacity. But the effect of these two concentrations on the sensorial scores of color, aroma and total acceptance was negative. Also the combined effect of okra mucilage and guar gum on physicochemical properties of yoghurt was significant ($p<0.05$). The viability of *B. bifudum* was increased up to 7 days of storage by addition of mucilage and gum and then was decreased. However, the counts of viable probiotic in the samples containing hydrocolloids were higher than that of control sample. Generally the effect of okra mucilage on properties of probiotic yoghurt was more than guar gum. The samples containing 0.05% mucilage showed the best physicochemical properties and samples containing 0.02% mucilage and 0.08% guar gum showed the highest bacterial viability.

Keywords: *Bifidobacterium bifudum*, guar gum, low-fat yogurt, okra mucilage