بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم‌چرب حاوی اینولین بلند زنجیر و کربوکسی متیل سلولز

مهری کریم[a*]، بهناز نادری[a]،معصومه میرزایی[b]، نجات سنجابی [c]

[a] دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
[b] کارشناس ارشد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد آیت اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
[c] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۰۱

چکیده

مقدمه: در تهیه ماست قالبی، هدف فقط تهیه یک محصول با قابلیت قاشق‌برداری مطلوب نیست، بلکه در کنار این ویژگی، به دست آوردن ظاهری جذاب و به همان اندازه، نرمی و وجود بافتی عاری از ذرات خشن با حداقل آب‌اندازی مورد توجه است. در این پژوهش، اثرات اینولین بلند زنجیر(از آن جایی که اینولین بلندزنجیر دارای خواص تغذیه‌ای نیز می‌باشد) و کربوکسی متیل سلولز، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم‌چرب طی مدت ۱۵ روز نگه‌داری مورد بررسی قرار گرفت تا مناسب‌ترین تیمار مشخص شود و در تحقیقات آتی به کار رود.

مواد و روش‌ها: نمونه‌ها در این تحقیق ابتدا باتوجه به کاربرد دو متغیر مستقل اینولین بلندزنجیر (DP≥22) و کربوکسی متیل سلولزدر قالب۵ تیمارماست طرح‌ریزی شدند. سپس ۲۴ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید نمونه‌ها آزمون‌های pH، اسیدیته، درصد آب اندازی، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته، رنگ و آزمون‌های حسی بر روی آن‌ها انجام شد.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که افزودن اینولین‌بلند زنجیر و کربوکسی متیل سلولز به ماست تأثیر معنی‌داری بر تغییرpH ، اسیدیته، مقادیر L^* وa^* ماست نداشت. اما در تمامی سطوح موجب کاهش آب اندازی، افزایش ظرفیت نگهداری آب، افزایش ویسکوزیته و بهبود ویژگی‌های حسی(به جز بو) نمونه‌های ماست شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصله، نمونه R۲ (حاوی ۰/۷۵٪ اینولین و ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز)، پس از آن نمونه R۳ (حاوی ۰/۵٪ اینولین و ۰/۵٪ کربوکسی متیل سلولز) به عنوان نمونه‌های ماست فراسودمند و پری‌بیوتیک برگزیده، با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی برتر در این پژوهش معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: *اینولین بلند زنجیر، کربوکسی متیل سلولز، ماست کم چرب، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: mehri.karim@ag.iut.ac.ir

مقدمه

ماست یکی از محبوبترین فرآورده‌های لبنی است که در سراسر دنیا به طور وسیعی مصرف می‌شود، که با توجه به بالا بودن ارزش تغذیه‌ای و وجود باکتری‌های مفید در آن مورد توجه فراوانی قرارگرفته است. امروزه ماست‌های تولید شده در صنعت بسیار متنوع است، از آن جمله می‌توان به ماست‌های کم‌چرب، ماست‌های پروبیوتیک و ماست نوشیدنی اشاره نمود (Paton *et al*., 1999).

با توجه به اینکه عملکرد مفید ماست در بدن به اثبات رسیده است، سالیان متمادی است که ازآن به عنوان غذای سلامتی یاد می‌شود (Robinson & Tamine, 1985). امروزه مشخص شده است که افزایش مصرف چربی در رژیم غذایی به‌ویژه چربی‌های حیوانی باعث افزایش ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی می‌گردد. از آنجایی که چربی‌های حیوانی (از جمله چربی شیر) باعث افزایش کلسترول خون می‌شوند، از این رو تقاضای مصرف‌کنندگان جهت مصرف فرآورده‌های کم‌چرب (فرآورده‌های لبنی کم‌چرب) افزایش یافته است (Sandoval-Castilla *et al*., 2004). اما با توجه به این که مقدار ماده جامد کل در شیر، تا حد زیادی بر ویژگی‌های فیزیکی و بافت ماست‌های تولید شده تأثیر گذار خواهد بود و با کاهش چربی میزان ماده جامد آن کاهش خواهد یافت، لذا ماست تولید شده از این ترکیبات دارای بافتی ضعیف و میزان آب اندازی بالایی می‌باشد (Rohm & Jaros, 2003). به همین دلیل مطالعات فراوانی جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی ماست‌های کم‌چرب و بدون چربی با استفاده از مواد افزودنی متنوع انجام شده است.

اینولین به عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک به خصوص نوع بلند زنجیر آن به عنوان یک ترکیب ژل کننده و قوام دهنده کاربردش در فراورده های غذایی خصوصا لبنی گسترش یافته است، در ضمن این ترکیب می‌تواند نقش جایگزینی چربی را در غذاهای کم‌چرب داشته باشد (Villegas *et al*., 2009). توانایی اینولین زنجیر بلند در ایفای این نقش‌ها به تشکیل میکروکریستال آن مرتبط است که طی واکنش با هم توده‌هایی کوچک را به وجود می‌آورند. این توده‌ها مقدار زیادی آب را درون خود جمع کرده و سبب ایجاد احساس دهانی چرب، بافت نرم و ایجاد ویسکوزیته و پایداری بیشتر می‌شوند (*et al*., 2009 Guggisberg). اینولین ماندگاری کف‌ها وامولسیون‌ها را بهبود می‌بخشد و به همین علت می‌تواند جایگزین پایدار کننده‌ها در مواد غذایی مختلف باشد (Frank, 2002).

گیلبوسکی و کووالسکا اثر افزودن اینولین بلند زنجیر در کفیر را بررسی کردند ونتایج افزایش قوام، افزایش زمان ماندگاری و افزایش ارزش غذایی و کالری کمتری را نشان داد (Glibowski & Kowalska, 2012). کربوکسی متیل سلولز (Carboxymethyl cellulose) یک پلیمر آنیونی، خطی و محلول در آب است که به صورت اسید آزاد، نمک سدیم و یا مخلوط هر دو وجود دارد. CMC به شکل اسید آزاد، در آب نامحلول بوده و از این‌رو نمک سدیم CMC، رایج‌ترین شکل آن برای مصارف غذایی می‌باشد. مشتق حاصل از اصلاح شیمیایی سلولز بوده و از تیمار قلیایی سلولز با کلرو استیک اسید به دست می‌آید (Coffey *et al*., 2006). نمک سدیم CMC با داشتن خواص قوام‌دهندگی، امولسیفایری، اتصال و نگهداری آب در مایونز و سس‌های سالاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. خواص این ماده به درجه استخلاف و درجه پلیمریزاسیون آن بستگی دارد (Belitz *et al*., 2009).

در واقع حلالیت CMC با افزایش وزن مولکولی، کاهش متیله شدن و افزایش غلظت کاهش می‌یابد (Phillips & Williams, 2000). CMC یک ماده بی‌بو و بی مزه می‌باشد (McClements, 2005) که به صورت پودر یا دانه‌های سفید تا کرم رنگ، تولید می‌شود. پودر آن جاذب رطوب بوده و به آسانی با پراکنده شدن در آب، تشکیل محلول‌های کلوئیدی شفاف می‌هد (Food chemical codex, 2004).

سلولزهای اصلاح شده به روش شیمیایی، در مواد غذایی دارای نقش‌های مهمی از قبیل تنظیم خواص رئولوژیکی، امولسیون کنندگی، افزایش ظرفیت نگهداری آب، کاهش آب اندازی و در نهایت ایجاد ویسکوزیته مناسب در سیستم‌های با چربی کاهش یافته می‌باشند. CMC از طریق تمرکز بر سطح آب - چربی و ایجاد یک مانع به صورت پلیمر هیدراته در اطراف هر قطره، نه تنها به پایداری امولسیون کمک می‌کند بلکه در مواد غذایی کم‌کالری نیز، حس دهانی مشابه محصولات پرچرب را شبیه سازی می‌نماید. CMC ترکیبی است که می‌تواند به عنوان یک جایگزین غیرمغذی بر روی تراکم مواد مغذی،

کاهش بار الکتریکی و ساختن انواع وسیع از محصولات تأثیر داشته باشد (Coffey *et al*., 2006; Food chemical codex, 2004).

تاکنون در خصوص استفاده از انواع هیدروکلوئیدها جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست، مطالعاتی صورت گرفته است. محققان با بررسی تأثیر افزودن سطوح مختلف بتاگلوکان به ماست بدون چربی نشان دادند که بتاگلوکان باعث بهبود ویژگی‌های بافتی و کاهش میزان سینرزیس می‌گردد (Kip *et al*., 2006). رزمخواه و همکاران نیز ضمن افزودن صمغ‌های دانه ریحان و مرو به ماست چکیده، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی آن را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که بیشترین امتیاز حسی در ۰/۵٪ صمغ حاصل شد (Razmkhah *et al*., 2000). سایر محققین نیز از پایدار کننده‌های متنوعی (نشاسته ذرت، زانتان، ژلان، ژلاتین، پکتین با متوکسیل پایین و صمغ گوار و کاپا کاراگینان) جهت بررسی بهبود جذب آب ماست و افزایش ویسکوزیته آن استفاده نمودند (Kalab & Emmons, 1975; Keogh & O'Kennedy, 1998; Fiszman *et al*., 1999). اطلاعات قابل دسترسی از کاربرد اینولین بلند-زنجیر و کربوکسی متیل سلولز در ماست کم‌چرب وجود ندارد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر استفاده از اینولین بلندزنجیر و کربوکسی متیل سلولز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی در ماست کم چرب می‌باشد.

مواد و روش ها

- مواد

استارتر خشک شده به روش انجمادی حاوی ترکیبی از باکتری‌های آغازگر لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس از شرکت هانسن، شیر کم‌چرب شرکت دام‌دوشان آلاشت، شیرخشک بدون چربی از شرکت پگاه تهران، اینولین بلند زنجیر Frutafit TEX از شرکت سنسوس هلند و کربوکسی متیل سلولز از شرکت سانروز ژاپن خریداری شد. مواد شیمیایی مورد در این پژوهش هیدروکسید سدیم و فنل فتالئین شرکت مرک آلمان بود.

- تولید ماست

نمونه‌ها در این تحقیق با توجه به کاربرد دو متغیر مستقل اینولین بلندزنجیر (DP≥22)[1] و کربوکسی متیل سلولز جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب (۱/۴ ٪ چربی) در قالب ۵ تیمار ماست (جدول۱) طرح‌ریزی شدند. قبل از تهیه ماست، ابتدا استارتر خشک شده به روش انجمادی که حاوی ترکیبی از باکتری‌های لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس بود به میزان ۲٪ به ۵۰۰ میلی‌لیتر شیر پس چرخ استریل اضافه گردید و جهت تهیه ماست به ازای هر ۱۰۰۰ میلی لیتر شیر، دو میلی لیتر از این مخلوط آماده، تلقیح شد.

به منظور تهیه ماست، ماده جامد شیر با چربی ۱/۴٪ به میزان ۱۲٪ درصد با استفاده از شیر خشک پس چرخ استاندارد شد. سپس توسط هیتر مدل 90 F (شرکت Falc ایتالیا) در حالی که عملیات اختلاط با همزن هموژن کننده مدلDI18 Basic (شرکت Ika آلمان) بطور مداوم انجام می‌شد، دمای شیر به ۷۰ درجه سانتی‌گراد رسید. بعد ازآن اینولین بلند زنجیر و کربوکسی متیل سلولز تیمارهای مختلف به نمونه‌های شیر داخل بن ماری مدل Wi4m-2 (شرکت Shellab آمریکا) افزوده شد. تیمارها ۱۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه توسط همزن‌هموژنایزر با دور ۲۴۰۰ دور در دقیقه به طور کامل هم‌زده و یکنواخت شدند. سپس شیرهای حاصل به دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد رسیده و به مدت ۳۰ دقیقه در این دما مورد تیمار حرارتی قرار گرفتند و به سرعت تا دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خنک شدند. هنگامی که دمای شیر به ۴۵ درجه سانتی‌گراد رسید ۲ میلی لیتر استارتر تهیه شده به ۱۰۰۰ میلی لیتر شیر تلقیح شد و در ظروف پلاستیکی۱۰۰۰ گرمی ریخته شد. ظروف حاوی نمونه، تا رسیدن به اسیدیته معادل ۸۰ درجه دورنیک در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند. سپس ظروف تا دمای ۵ درجه سانتی‌گراد خنک گردیده و در همین دما نگه‌داری شدند. در نهایت آزمون رنگ سنجی ۱۵ روز پس از تولید نمونه‌ها و آزمون‌های pH، اسیدیته، میزان آب‌اندازی، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و ارزیابی حسی پس از ۲۴ ساعت، ۷ و ۱۵ روز از زمان تولید، در سه تکرار بر روی نمونه شاهد و کلیه تیمارها صورت گرفت.

[1] DP: The Degree of Polymerization

جدول ۱- معرفی تیمارهای ماست

تیمارها	مقادیر اینولین (۰-۱٪)	مقادیر CMC (۰-۱٪)
R۱	۱	۰
R۲	۰/۷۵	۰/۲۵
R۳	۰/۵	۰/۵
R٤	۰/۲۵	۰/۷۵
R٥	۰	۱
شاهد	۰	۰

- آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی

- اندازه‌گیری pH

سنجش pH نمونه‌های ماست براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ و با استفاده از دستگاه pH متر (WTW 730ساخت شرکت Inolab آلمان)، در ۲۵ درجه سانتیگراد صورت گرفت (استاندارد ۲۸۵۲، ۱۳۸۶).

- اندازه‌گیری اسیدیته

براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲، ابتدا به ۹ گرم از نمونه ماست مقداری آب مقطر افزوده شد. سپس با سود یک دهم نرمال در حضور معرف فنل فتالئین، تیتر انجام شد (استاندارد ۲۸۵۲، ۱۳۸۶).

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

N = مقدار میلی لیتر سود۰/۱نرمال مصرف شده

M = وزن نمونه

- میزان آب اندازی

جهت اندازه‌گیری میزان آب اندازی ماست ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ توزین و روی قیف قرار داده شد. میزان آب خارج شده از قیف پس از ۱۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تحت عنوان آب اندازی بیان گردید (Tamime *et al*., 1996).

- ظرفیت نگه‌داری آب

به منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب، ۵ گرم از نمونه ماست را داخل ظروف ویژه سانتریفوژ ریخته و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه در سانتریفیوژ مدل4KW (شرکت Funk Gerber آلمان) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتریفیوژ شد. پس از این عمل محلول رویی جداسازی شده و رسوب حاصل وزن گردید. در نهایت با استفاده از فرمول زیر میزان ظرفیت نگه‌داری آب محاسبه شد (Sahan *et al*., 2008).

۲) ظرفیت نگه داری آب (درصد) = ۱- $\frac{\text{وزن حاصل از سانتریفیوژ}}{\text{وزن نمونه اولیه}}$ ×۱۰۰

- ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌های تولید شده در این پژوهش با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (RV-DVII) اندازه‌گیری شد. در این آزمایش پس از آزمون‌های اولیه، اسپیندل شماره ۶ به عنوان اسپیندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته انتخاب شد (با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپیندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته، اسپیندلی است که در سرعت مورد نظر گشتاوری بالاتر از ۱۰ درصد را نشان دهد). کلیه آزمون‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و با شرایط یکسان انجام پذیرفت. به طوری‌که ویسکوزیته نمونه‌ها در سرعت ۷۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش اسپیندل قرائت شد (Akin *et al*., 2007).

- ارزیابی رنگ

جهت انجام آزمون رنگ سنجی از دستگاه رنگ‌سنج (U.S.A Hunter lab color flex No45/0) استفاده شده و شاخص‌های رنگی نمونه‌ها شامل L^* (میزان روشنایی)، a^* (میزان تمایل به رنگ قرمز) و b^* (میزان تمایل به رنگ زرد) تیمارهای مختلف و نمونه شاهد قرائت شد (Kaya & Belibagli, 2002).

- ارزیابی حسی

ده نفر ارزیاب پس از آموزش‌های مقدماتی مربوطه برای انجام ارزیابی حسی انتخاب شدند و با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه‌ای) نمونه‌های ماست تهیه شده را به لحاظ ظاهر، بافت، بو و مزه و پذیرش کلی ارزیابی نمودند. به این ترتیب که بیش‌ترین نمره ۵ به منزله "عالی بودن" نمونه و ۱ کم‌ترین نمره که نشان دهنده "خیلی بد بودن" نمونه است (Barrantes *et al*., 1994).

- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های مختلف، از نرم افزار مینی تب ۱۶ استفاده شد و تجزیه وتحلیل‌ها مطابق با طرح کاملاً تصادفی متعادل و در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام گرفت. با استفاده از این نرم‌افزار ابتدا نرمال بودن نتایج نمونه‌ها بررسی شد. سپس اگر نتایج بر منحنی توزیع نرمال منطبق بودند، از آزمون پارامتری آنالیز واریانس یا انووا[1] و در صورت عدم انطباق، از آزمون غیر پارامتری کروسکال والیس[2] جهت بررسی تفاوت معنی‌دار بین داده‌ها استفاده گردید. بررسی معنادار بودن میانگین نتایج نمونه‌ها با یکدیگر با آزمون توکیز کامپریزون[3] انجام شد.

یافته‌ها

جدول ۲ میزان تغییرات pH و اسیدیته را در طول دوره نگهداری در نمونه‌ها نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری در pH و اسیدیته تیمارها با نمونه شاهد در طول نگهداری وجود ندارد ($p>0/05$). ضمنا افزودن اینولین و کربوکسی متبل سلولز تفاوت معنی‌داری در pH واسیدیته تیمارهای مختلف ایجاد نکرده است ($p>0/05$).

pH تمامی نمونه‌ها و نمونه شاهد با گذشت زمان کاهش و اسیدیته تمامی آن‌ها افزایش یافته است که احتمالا به دلیل فعالیت باکتری‌های ماست و تولید اسید می‌باشد. نتایج درصد آب اندازی و ظرفیت نگه‌داری آب نمونه‌ها در جدول ۳ آورده شده است. در خصوص آب اندازی و ظرفیت نگهدری آب تیمارهای مختلف با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($p<0/05$).

به طوری‌که بیشترین آب اندازی در نمونه شاهد و کمترین آب اندازی در نمونه R۲ (حاوی ۰/۷۵٪ اینولین و ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز) و پس از آن در نمونه R۳ (حاوی ۰/۵٪ اینولین و ۰/۵٪ کربوکسی متیل سلولز) مشاهده شد که به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. آب اندازی تمامی تیمارها با گذشت زمان افزایش یافته است اما در نمونه شاهد این افزایش نسبت به سایر تیمارها بیشتر است که این امر اثر مثبت اینولین (به خصوص) و کربوکسی متیل سلولز را در کاهش آب اندازی نشان می‌دهد. ضمنا بالاترین ظرفیت نگه‌داری آب مربوط به نمونهR۲ (حاوی ۰/۷۵٪ اینولین و ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز)، پس از آن نمونه R۳ (حاوی ۰/۵٪ اینولین و ۰/۵٪ کربوکسی متیل سلولز) و کم‌ترین میزان مربوط به نمونه شاهد بود. میزان ظرفیت نگه‌داری آب تمامی تیمارها با گذشت زمان کاهش یافته است اما در نمونه شاهد این کاهش نسبت به سایر تیمارها بیشتر است که این امر اثر مثبت اینولین (به خصوص) و کربوکسی متیل سلولز را در افزایش ظرفیت نگه‌داری آب نشان می‌دهد.

جدول ۲-pH و اسیدیته تیمارهای مختلف ماست و نمونه شاهد در ۲۴ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید

تیمارها	pH ۲۴ ساعت پس ازتولید	pH ۷ روز پس از تولید	pH ۱۵روز پس از تولید	اسیدیته۲۴ ساعت پس از تولید (درجه درنیک)	اسیدیته ۷ روز پس از تولید (درجه درنیک)	اسیدیته ۱۵ روز پس از تولید (درجه درنیک)
شاهد	۴/۲۱ ± ۰/۰۰^{a}	۴/۰۷ ± ۰/۰۰^{a}	۳/۹۲ ± ۰/۰۰ ^{a}	۸۴/۶ ± ۰/۰۰^{a}	۹۴/۵ ± ۰/۰۰^{a}	۱۰۲/۱ ± ۰/۰۰^{a}
R۱	۴/۲۲ ± ۰/۰۰^{a}	۴/۱۱ ± ۰/۰۳^{a}	۳/۹۴ ± ۰/۰۲ ^{a}	۸۴/۶ ± ۰/۰۰^{a}	۹۵/۴ ± ۰/۰۱^{a}	۱۰۳/۲ ± ۰/۰۳^{a}
R۲	۴/۲۱ ± ۰/۰۰^{a}	۴/۰۹ ± ۰/۰۰^{a}	۳/۹۲ ± ۰/۰۰ ^{a}	۸۵/۴ ± ۰/۰۳^{a}	۹۴/۵ ± ۰/۰۰^{a}	۱۰۳/۲ ± ۰/۰۳^{a}
R۳	۴/۲۲ ± ۰/۰۰^{a}	۴/۰۷ ± ۰/۰۰^{a}	۳/۹۳ ± ۰/۰۱ ^{a}	۸۴/۶ ± ۰/۰۰^{a}	۹۶/۳ ± ۰/۷۲^{a}	۱۰۲/۱ ± ۰/۰۰^{a}
R۴	۴/۲۱± ۰/۰۰^{a}	۴/۰۸ ± ۰/۰۱^{a}	۳/۹۴ ± ۰/۰۰ ^{a}	۸۴/۶ ± ۰/۰۰^{a}	۹۴/۵ ± ۰/۰۰^{a}	۱۰۳/۲ ± ۰/۰۲^{a}
R۵	۴/۲۲ ± ۰/۰۰^{a}	۴/۰۷ ± ۰/۰۰^{a}	۳/۹۲ ± ۰/۰۰ ^{a}	۸۴/۶ ± ۰/۰۰^{a}	۹۵/۴ ± ۰/۰۱^{a}	۱۰۳/۲ ± ۰/۰۰^{a}

نتایج به صورت(میانگین ± انحراف معیار) گزارش شده و مقادیر با حرف فوقانی مشابه، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند ($p>0/05$).

[1] ANOVA [2] Kruskal – Walis [3] Tukey,s Pairwise Comparision

جدول ۳- درصد آب اندازی و درصد ظرفیت نگهداری آب تیمارهای مختلف ماست و نمونه شاهد در ٢٤ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید

تیمارها	آب اندازی ٢٤ساعت پس ازتولید (درصد)	آب اندازی ۷ روز پس از تولید (درصد)	آب اندازی ۱۵ روز پس از تولید (درصد)	ظرفیت نگه‌داری آب ٢٤ساعت پس از تولید (درصد)	ظرفیت نگه‌داری آب ۷ روز پس از تولید (درصد)	ظرفیت نگه‌داری آب ۱۵ روز پس از تولید (درصد)
شاهد	۱۷/۱۴ ±۰/۰۷^{a}	۱۷/۵۷ ± ۰/۴۰^{a}	۱۷/۹۲ ±۰/۰۰ ^{a}	۵۴/۲۲ ± ۰/۱۰^{a}	۵۳/۷۵±۰/۵۶^{a}	۵۳/۲۳ ±۰/۱۰^{a}
R۱	۱۵/۸۱± ۰/۰۸^{bc}	۱۵/۸۵±۰/۰۱^{bc}	۱۵/۹۴ ± ۰/۲۰^{bc}	۵۷/۹۲ ± ۰/۴۵^{bc}	۵۷/۸۱ ±۰/۴۰^{bc}	۵۷/۷۷ ± ۰/۱۲^{bc}
R۲	۱۴/۲۱±۰/۰۹^{e}	۱۴/۲۵ ± ۰/۶۶^{e}	۱۴/۳۲ ± /۰۳^{e}	۵۹/۳۴ ± ۰/۲۳^{e}	۵۹/۲۹±۰/۰۳^{e}	۵۹/۱۱±۰/۱۳^{e}
R۳	۱۵/۰۳±۰/۴۰^{d}	۱۵/۰۷ ± /۳۰^{d}	۱۵/۱۳±۰/۰۰۱^{d}	۵۸/۴۵ ± ۰/۰۹^{de}	۵۸/۳۵±۰/۴۲^{d}	۵۸/۲۷±۰/۶۰^{de}
R۴	۱۵/۳۲±۰/۰۰^{cd}	۱۵/۳۶ /۰۲^{cd}	۱۵/۴۰ ± /۰۲^{cd}	۵۸/۲۵ ±۰/۰۷^{bcd}	۵۸/۱۵ ±۰/۰۷^{cd}	۵۸/۱۲±۹۲۰^{bcd}
R۵	۱۶/۲۲±۰/۰۰^{b}	۱۶/۲۷ ± ۰/۰۰^{b}	۱۶/۳۲ ± ۰/۳۳^{b}	۵۷/۶۹ ± ۰/۶۷^{b}	۵۷/۵۴ ±۰/۲۳^{b}	۵۷/۳۳ ± /۶۰^{b}

نتایج به صورت (میانگین ± انحراف معیار) گزارش شده و مقادیر با حرف فوقانی مشابه، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (p>۰/۰۵).

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که نمونه‌های دارای اینولین و کربوکسی متیل سلولز، ویسکوزیته بالاتری نسبت به نمونه کنترل داشتند (جدول ۴). به طوری‌که بالاترین ویسکوزیته مربوط به نمونه R۲ و کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونه شاهد بوده است. ضمنا ویسکوزیته تیمارهای مختلف با گذشت زمان افزایش یافته است که این افزایش در نمونه شاهد بسیار کم می‌باشد. با افزایش اینولین در تیمارها به همراه کربوکسی متیل سلولز میزان ویسکوزیته افزایش یافته است. اما میزان ویسکوزیته، در حداکثر میزان اینولین به کار رفته در نمونه R۱ (۱٪) که حاوی یک نوع هیدروکلوئید است، کم‌تر از میزان ویسکوزیته در زمانی است که اینولین در حداکثر مقدار به کار برده شده در ترکیب با هیدروکلوئید دوم است. این موضوع اثر سینرژیستی اینولین با کربوکسی متیل سلولز را در افزایش ویسکوزیته و تاثیر بیشتر اینولین بلند زنجیر را در این موضوع نشان می‌دهد. نتایج ارزیابی رنگ پارامترهای L^* (میزان روشنایی)، a^* (میزان قرمزی)، b^* (میزان زردی) نمونه‌های ماست ۱۵ روز پس از تولید در جدول (۴) آورده شده است. بررسی آماری تحلیل واریانس پارامترهای L^* و a^* پس از ۱۵ روز با احتمال خطای کمتر از ۵٪ تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و کلیه تیمارها نشان نمی‌دهد (p >۰/۰۵). اما فاکتور b^* نمونه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار با نمونه شاهد بوده و در مقایسه با نمونه شاهد، میزان تمایل به رنگ زرد میزان فاکتور b^* (زردی) کلیه تیمارهای حاوی اینولین و کربوکسی متیل سلولز کمی افزایش یافت.

نتایج حاصل از ارزیابی حسی بر روی ۵ نمونه حاوی اینولین و کربوکسی متیل سلولز و نیز نمونه شاهد نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری در مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی میان نمونه شاهد با تیمارهای مورد آزمون در ۲۴ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید وجود دارد. ضمنا با گذشت زمان کلیه ویژگی‌های ارگانولپتیک (به جز بو) بهبود معناداری پیدا کردند. اما تفاوت معنی‌داری در فاکتور بو میان نمونه شاهد با تیمارهای مورد آزمون در ۲۴ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید وجود ندارد (p < ۰/۰۵) (جدول ۵). با توجه به نتایج مأخوذه با درصد اطمینان بیش از ۹۵٪ می‌توان بیان داشت، با افزودن اینولین و کربوکسی متیل سلولز در نمونه‌ها، فاکتورهای ظاهر و قوام از نظر ارزیاب‌ها بهبود یافتند، بطوری‌که نمونه R۲ بیشترین و نمونه شاهد کمترین امتیاز فاکتورهای ظاهر، مزه، پذیرش کلی و بافت را کسب نمود (p <۰/۰۵).

بحث

- pH و اسیدیته

جدول ۲ میزان تغییرات pH و اسیدیته را در طول دوره نگهداری در نمونه ها نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان pH در مدت زمان نگهداری در محدوده ۳/۹۲ تا ۴/۲۲ است. pH نمونه‌ها با گذشت زمان کاهش یافت که احتمالا به دلیل فعالیت باکتری‌های ماست و تولید اسید می‌باشد. با گذشت زمان همزمان با کاهش pH تغییراتی نیز در میزان اسیدیته مشاهده می‌شود و با

جدول ٤- میزان پارامترهای رنگ نمونه‌های ماست پس از ۱۵ روز و ویسکوزیته بر حسب میلی پاسگال ثانیه در ٢٤ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید

تیمارها	ویسکوزیته ٢٤ساعت پس از تولید (میلی پاسگال ثانیه)	ویسکوزیته ۷ روز پس از تولید (میلی پاسگال ثانیه)	ویسکوزیته ۱۵ روز پس از تولید (میلی پاسگال ثانیه)	*L*	*a*	*b*
شاهد	۱۵۲۳/۲۳±۰/۰۴^{a}	۱۵۲۸/۰۳± ۰/۴۰ ^{a}	۱۵۳۱/۴۵ ± ۰/۹۰^{a}	۸۹/۲۱ ±۰/۱۰ ^{a}	−۲/۲۳ ±۰ /۰۲ ^{a}	۶/۲۲±۰/۰۴ ^{a}
R۱	۱۶۸۰/۳۴± ۱/۲۸^{c}	۱۶۹۹/۳۴ ± ۰/۰۲^{bc}	۱۷۲۰/۳۴ ± ۱/۵۰^{bc}	۸۹/۱۲±۰/۴۳^{a}	−۲/۳۲ ± ۰/۳۵	۷/۴۲ ± ۰/۰۱^{b}
R۲	۱۸۵۴/۱۱ ± ۱/۲۰^{e}	۱۸۸۸/۰۹ ± ۰/۶۶^{d}	۱۹۰۹/۷۵ ± ۳/۸۸^{d}	۸۹/۳۲ ± ۰/۰۱^{a}	−۲/۱۵ ± ۰/۰۴^{a}	۷/۳۹ ± ۰/۲۲^{b}
R۳	۱۷۷۱/۴۶ ± ۶/۵۰^{d}	۱۷۹۹/۰۷ ± ۰/۳۰^{cd}	۱۸۳۵/۹۰ ± ۳/۹۶^{cd}	۸۹/۳۲ ± ۰/۰۱^{a}	−۲/۳۰ ± ۰/۰۷^{a}	۷/۳۶ ± ۰/۱۶^{b}
R۴	۱۷۲۳/۲۷ ± ۰/۱۱^{cd}	۱۷۷۲/۰۵ ±۰/۰۱^{c}	۱۸۱۸/۳۳ ± ۰/۳۵^{c}	۸۹/۲۴± ۰/۰۲^{a}	−۲/۶۵ ± ۰/۰۸^{a}	۷/۳۴ ± ۰/۵۴^{b}
R۵	۱۵۹۷/۶۵ ± ۲/۰۵^{b}	۱۶۳۸/۸۷ ± ۰/۰۰^{b}	۱۶۸۶/۱۲ ± ۳/۲۲^{b}	۸۹/۱۳ ± ۰/۰۱^{a}	−۲/۲۵ ± ۰/۱۲^{a}	۷/۳۳± ۰/۱۱^{b}

نتایج به صورت (میانگین ± انحراف معیار) گزارش شده و مقادیر با حرف فوقانی مشابه، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (p>۰/۰۵).

جدول ۵- ارزیابی حسی تیمارهای مختلف ماست و نمونه شاهد در ٢٤ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید

نمونه	زمان انجام آزمون	ظاهر	بو	مزه	بافت	پذیرش کلی
	۲۴ساعت	۲/۲۱ ± ۰/۱۲^{a}	۲/۵۹ ± ۰/۳۴^{a}	۲/۸۴ ± ۰/۴۳^{a}	۳/۳۴ ± ۰/۲۵^{a}	۲/۳۵ ± ۰/۸۶^{a}
شاهد	۷ روز	۲/۳۲ ± ۰/۳۳^{a}	۲/۶۳ ± ۰/۰۴^{a}	۲/۸۹ ± ۰/۰۹^{a}	۳/۴۷ ± ۰/۷۶^{a}	۲/۶۱ ± ۰/۳۶^{a}
	۱۵ روز	۲/۳۶ ± ۰/۴۲^{a}	۲/۶۹ ± ۰/۵۱^{ab}	۲/۹۲ ± ۰/۴۸^{a}	۳/۵۴ ± ۰/۳۶^{a}	۲/۷۲ ± ۰/۷۶^{a}
	۲۴ساعت	۳/۷۵ ± ۰/۱۱^{bc}	۲/۶۱ ± ۰/۰۱^{a}	۳/۷۶ ± ۰/۳۹^{bc}	۳/۷۶ ± ۰/۹۲^{b}	۳/۶۱ ± ۰/۶۶^{abc}
R۱	۷ روز	۳/۸۴ ± ۰/۰۷^{bc}	۲/۴۷ ± ۰/۳۷^{a}	۳/۸۳ ± ۰/۰۲^{bc}	۳/۸۹ ± ۰/۳۳^{b}	۳/۷۱ ± ۰/۸۴^{abc}
	۱۵ روز	۳/۹۵ ± ۰/۲۲^{bc}	۲/۷۳ ± ۰/۰۱^{ab}	۳/۸۶ ± ۰/۷۲^{bc}	۳/۹۸ ± ۰/۵۲^{b}	۳/۸۳ ± ۰/۳۴^{abc}
	۲۴ساعت	۴/۴۶ ± ۰/۴۲^{d}	۲/۴۶ ± ۰/۲۷^{a}	۴/۵۸ ± ۰/۰۷^{de}	۴/۴۵ ± ۰/۳۷^{d}	۴/۶۵ ± ۰/۳۶^{e}
R۲	۷ روز	۴/۶۳ ± ۰/۸۶^{d}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{a}	۴/۶۱ ± ۰/۳۵^{de}	۴/۵۵ ± ۰/۶۶^{d}	۴/۸۴ ± ۰/۰۲^{e}
	۱۵ روز	۴/۶۹ ± ۰/۰۳^{d}	۲/۴۶ ± ۰/۰۸^{a}	۴/۶۲ ± ۰/۱۷^{de}	۴/۶۵ ± ۰/۴۳^{d}	۴/۹۵ ± ۰/۱۲^{e}
	۲۴ساعت	۴/۲۶ ± ۰/۰۹^{cd}	۲/۳۷ ± ۰/۵۶^{a}	۴/۲۰ ± ۰/۰۵^{d}	۴/۳۳ ± ۰/۵۴^{cd}	۴/۱۹ ± ۰/۲۷^{de}
R۳	۷ روز	۴/۳۸ ± ۰/۶۷^{cd}	۲/۵۱ ± ۰/۸۳^{a}	۴/۲۹ ± ۰/۷۶^{d}	۴/۳۷ ± ۰/۷۸^{cd}	۴/۳۳ ± ۰/۵۶^{de}
	۱۵ روز	۴/۵۴ ± ۰/۴۴^{cd}	۲/۶۴ ± ۰/۶۳^{a}	۴/۳۶ ± ۰/۶۵^{cd}	۴/۴۷ ± ۰/۲۹^{cd}	۴/۵۹ ± ۰/۳۷^{de}
	۲۴ساعت	۴/۰۱ ± ۰/۶۵^{c}	۲/۳۹ ± ۰/۹۴^{a}	۴/۰۳ ± ۰/۸۵ ^{cd}	۴/۰۹ ± ۰/۶۵^{c}	۴/۱۰ ± ۰/۹۶^{cd}
R۴	۷ روز	۴/۲۷ ± ۰/۴۱^{c}	۲/۵۴ ± ۰/۷۱^{a}	۴/۱۱ ± ۰/۰۵^{cd}	۴/۱۶ ± ۰/۰۹^{c}	۴/۲۸ ± ۰/۳۴^{cd}
	۱۵ روز	۴/۳۳ ± ۰/۳۷^{c}	۲/۴۸ ± ۰/۸۴^{a}	۴/۱۷ ± ۰/۱۳^{cd}	۴/۱۷ ± ۰/۰۵^{c}	۴/۳۲ ± ۰/۳۸^{cde}
	۲۴ساعت	۳/۴۶ ± ۰/۵۷^{b}	۲/۴۱ ± ۰/۵۶^{a}	۳/۳۵± ۰/۳۹^{b}	۳/۵۵± ۰/۰۹^{ab}	۳/۵۱ ± ۰/۲۷^{b}
R۵	۷ روز	۳/۵۰ ± ۰/۶۳^{b}	۲/۳۷ ± ۰/۷۳^{a}	۳/۵۱ ± ۰/۴۷^{b}	۳/۶۲ ± ۰/۳۳^{ab}	۳/۵۹ ± ۰/۸۶^{b}
	۱۵ روز	۳/۵۷ ± ۰/۱۷^{b}	۲/۴۹ ± ۰/۳۸^{a}	۳/۵۹ ± ۰/۶۳^{b}	۳/۶۹ ± ۰/۱۳^{ab}	۳/۷۵± ۰/۴۳^{b}

نتایج به صورت(میانگین ± انحراف معیار) گزارش شده و مقادیر با حرف فوقانی مشابه، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند(p>۰/۰۵).

گذشت زمان میزان اسیدیته روند افزایشی داشت به طوری‌که بالاترین میزان اسیدیته در نمونه‌ها، در روز ۱۵ نگهداری مشاهده شد. نوع و میزان پایدارکننده‌های مورد استفاده در این پژوهش اثر معنی‌داری بر اسیدیته و H مخلوط نداشتند. از آنجا که میزان استفاده از پایدارکنندها بسیار اندک است، چنین نتیجه‌ای قابل پیش‌بینی بود. اسیدیته و pH به میزانMSNF (Milk Solid non Fat) محصول نیز بستگی دارد. اگر فراورده لبنی مصرفی در تولید ماست کیفیت مطلوبی داشته باشد، اسیدیته مخلوط نیز طبیعی خواهد بود (Marshal *et al*., 2004). از آنجا که مواد جامد کل در مخلوط‌های ماست تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند MSNF نمونه‌ها که می‌تواند اسیدیته را تحت تأثیر قرار دهد، در کلیه نمونه‌ها مشابه بود. بنابراین، انتظار می‌رود که اسیدیته مخلوط‌ها نیز با هم تفاوت معنی‌داری نداشته باشند.*Baer* و همکاران هم نشان دادند که نوع و میزان امولسیفایر تأثیری بر اسیدیته قابل تیتراسیون ندارد (Bear *et al*., 1997). با توجه به نتایج آزمون‌های شیمیایی و معنادار نبودن اختلاف شاخص pHنمونه‌ها، مشخص می‌شود که به کارگیری اینولین و کربوکسی متیل سلولز اثر قابل توجهی بر pH نمونه‌ها نداشته است. Frank بیان کرد که اینولین بلند زنجیر جزء پلیمرهای خنثی بوده و اثری بر اسیدیته محصولات غذایی ندارد (Frank, 2002). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزودن این دو هیدروکلوئید در ماست چه در ترکیب با هم و چه به صورت تکی تاثیری بر اسیدیته و pH نداشته است. نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط El-Seyed و همکاران و Sahan و همکاران هنگام افزودن صمغ زانتان و بتاگلوکان جو به ماست مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند که افزودن صمغ‌های مذکور تأثیر معنی‌داری بر میزان pH و اسیدیته نداشته است (Sahan *et al*., 2008; El-Seyed *et al*., 2002). ضمنا در تحقیقی که توسط مندوزا و همکاران و نیز علیمی و همکاران بر روی استفاده از به‌ترتیب اینولین و نشاسته اصلاح شده و اینولین، در فرمولاسیون سوسیس‌های تخمیری کم چربی و سس مایونز کم چربی انجام شد نتایج مشابهی به دست آمد و pH و اسیدیته نمونه‌ها طی دوره نگهداری با درصد اطمینان بیش از ۹۵٪ با نمونه شاهد اختلاف معناداری نشان ندادند (مندوزا و همکاران، ۲۰۰۱ ; علیمی و همکاران، ۲۰۱۳).

- میزان آب اندازی ماست

آب اندازی یکی از ویژگی‌های نامطلوب ماست است که در نتیجه بازآرایی شبکه ژلی اتفاق می‌افتد و سبب افزایش تعداد اتصالات ذرات شده و بنابراین شبکه تمایل به چروکیدگی پیدا کرده و مایع داخلی به خارج مترشح می‌شود (Tamime *et al*., 1996). هیدروکلوئیدها درواقع از طریق افزایش گرانروی ظاهری فاز پیوسته و ایجاد شبکه ژلی ضعیف و به دام انداختن آب و میسل‌های کازئینی دراین شبکه، جداسازی فاز سرم و رسوب لخته‌های کازئین را طبق قانون استوک به تعویق می‌اندازند و یا این‌که طی برهمکنش‌های کلوئیدی و برقراری ارتباط بین آب و کازئین مشکل آب انداختگی را کاهش می‌دهند (Foroghinia *et al*., 2007; Amice-Quemeneur *et al*., 1995) همان‌طورکه مشاهده می‌شود افزودن اینولین و کربوکسی متیل سلولز به ماست باعث کاهش میزان آب‌اندازی نمونه‌ها شد و با افزایش غلظت آن دو (خصوصا اینولین) در نمونه‌های ماست، میزان آب اندازی نیز روندی نزولی داشت، که به علت ایجاد شبکه ژلی متراکم تر در مقایسه با نمونه کنترل در نتیجه خاصیت جذب آب هیدروکلوئید موجود در نمونه است (جدول ۳). کمترین میزان آب‌اندازی در نمونه R۲ (حاوی ۰/۷۵٪ اینولین و ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز) و پس از آن در نمونه R۳ (حاوی ۰/۵٪ اینولین و ۰/۵٪ کربوکسی متیل سلولز) مشاهده شد که به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. با توجه به نتایج آزمون، نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز به طور معنی‌داری بیشترین آب اندازی را در بین نمونه‌های ماست حاوی هیدروکلوئید دارد. با افزایش اینولین در تیمارها به همراه کربوکسی متیل سلولز میزان آب اندازی کاهش یافته است. اما میزان آب اندازی، در حداکثر میزان اینولین به کار رفته در نمونه R۱ (۱٪) که حاوی یک نوع هیدروکلوئید است، بیشتر از میزان آب اندازی در زمانی است که اینولین در حداکثر مقدار به کار برده شده در ترکیب با هیدروکلوئید دوم است. این موضوع اثر سینرژیستی اینولین با کربوکسی متیل سلولز را

در کاهش آب اندازی و تاثیر بیشتر اینولین بلند زنجیر را در این موضوع نشان می‌دهد که این امر به دلیل تشکیل شبکه ژلی توسط اینولین بلند زنجیر وجذب سریع آب توسط این ترکیب است. با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای جذبی، اتصالات بین مولکول‌های هیدروکلوئید، موجب کاهش آب اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست می‌شود که اثر اینولین در کاهش معنی‌دار آب اندازی نسبت به نمونهٔ شاهد مربوط به این مکانیسم است (Syrbe *et al*., 1998). کربوکسی متیل سلولز از طریق پایداری استریکی (پایداری توسط مولکول‌های فعال سطحی) در پایدارسازی امولسیون‌های غذایی نقش دارد. در واقع کربوکسی متیل سلولز به عنوان یک ماکرومولکول با بار آنیونی، در فضای بین سطحی فازهای پراکنده و پیوسته جذب شده و با ایجاد غشاهای بادوام به دور قطرات چربی موجود در نمونه‌ها، موجب پایداری آن‌ها می‌شود (Yokoyama *et al*., 1988). با توجه به استفاده از تیمارهای کم چرب در این تحقیق و اثر بیشتر کربوکسی متیل سلولز برروی قطرات چربی در ایجاد پایداری، احتمالا تاثیر بیشتر اینولین بر کاهش آب اندازی در نمونه‌ها به همین موضوع مرتبط است. ضمنا کسب نتایج ضعیف کاربرد تکی هیدروکلوئیدهای مذکور حتی در حداکثر غلظت و اخذ نتایج مطلوب کاربرد ترکیبی آن‌ها به نوعی بیانگر وجود یک اینتراکشن سینرژیستی میان آنها در کاهش آب اندازی ماست بوده است (فروغی نیا و همکاران، ۱۳۸۷ ; Amice *et al*., 1995).

امیری و همکاران نیز در گزارش خود بیان کردند افزودن موسیلاژ دانه اسفرزه سبب کاهش میزان آب اندازی ماست کم‌چرب شده است (امیری و همکاران، ۱۳۸۹). رزمخواه شربیانی و همکاران نیز کاهش آب اندازی را با افزایش غلظت صمغ در ماست چکیده گزارش کردند(Razmkhah *et al*., 2000). Dello Staffolo و همکاران (۲۰۰۴) میزان حدود ۱/۳درصد اینولین را به ماست اضافه کردند و به این نتیجه رسیدند که ماست‌ها حتی پس از ۲۱ روز نگهداری در ۴ درجه سانتی‌گراد سینرسیس را نشان ندادند. در طول دوره نگهداری نیز درصد آب اندازی نمامی تیمارها اندکی افزایش نشان داد. در نمونه شاهد افزایش بیشتری مشاهده شد ولی در نمونه‌های حاوی اینولین و کربوکسی متیل سلولز این افزایش ناچیز بود که این موضوع به علت وجود شبکه ژلی و به دام افتادن آب و میسل‌های کازئینی دراین شبکه در نمونه‌های حاوی اینولین و کربوکسی متیل سلولز و عدم وجود چنین شبکه‌ای در نمونه‌ی شاهد می‌باشد. Razmkhah و همکاران(۲۰۰۰) گزارش کردند که میزان آب اندازی نمونه‌های حاوی پکتین، صمغ دانه‌های مرو و ریحان در طی نگهداری نمونه‌ها افزایش یافت. این نتایج در مورد نمونه شاهد نیز صادق بود که می‌تواند به دلیل تأثیر زمان باشد زیرا زمان عامل بسیار مهمی در آب اندازی شبکه‌های ژلی به علت بازآرایی بیشتر شبکه ژلی در طول نگهداری و افزایش تعداد اتصالات ذرات می‌باشد. بنابراین شبکه تمایل به چروکیدگی بیشتری پیدا کرده و مایع بیشتری به خارج مترشح می‌شود (Al-kadamany *et al*., 2003).

- ظرفیت نگه‌داری آب

نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها سبب افزایش ظرفیت نگه‌داری آب نسبت به نمونه‌ی کنترل شده است و با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها (خصوصا اینولین) خاصیت نگه‌داری آب افزایش یافته است (جدول ۳). ماست‌هایی که ساختار متراکم‌تر و تخلخل کم‌تری دارند، ظرفیت نگه‌داری آب بالاتری دارند. از آن جا که با افزایش غلظت هیدروکلوئید ماست‌های تولید شده دارای ماده جامد کل بیش‌تری بودند، بنابراین ساختار متراکم‌تر و بنابراین ظرفیت نگه‌داری آب آن‌ها نیز افزایش یافته است (آذری کیا و همکاران، ۱۳۸۷). این ترکیبات در واقع از طریق افزایش گرانروی ظاهری فاز پیوسته و ایجاد شبکه ژلی ضعیف و به دام انداختن آب و میسل‌های کازئینی دراین شبکه، جداسازی فاز سرم و رسوب لخته‌های کازئین را طبق قانون استوک به تعویق می‌اندازند و یا این‌که طی برهمکنش‌های کلوئیدی و برقراری ارتباط بین آب و کازئین مشکل آب انداختگی را کاهش و ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهند. بالاترین ظرفیت نگه‌داری آب مربوط به نمونه‌هایR۲ (حاوی ۰/۷۵٪ اینولین و ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز)، پس از آن در نمونه R۳ (حاوی ۰/۵٪ اینولین و ۰/۵٪ کربوکسی متیل سلولز) و کم‌ترین میزان مربوط به نمونه شاهد بود. این موضوع نیز می‌تواند حاکی از اثر بیشتر اینولین در افزایش ظرفیت

نگه‌داری آب در ماست در مقایسه با کربوکسی متیل سلولز به‌دلیل تشکیل شبکه ژلی توسط اینولین بلند زنجیر و جذب بیشتر آب توسط این ترکیب باشد. با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای جذبی، مکانیسم اتصالات بین مولکول‌های هیدروکلوئید، موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست می‌شود که اثر اینولین در افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست نسبت به نمونهٔ شاهد مربوط به این مکانیسم است (Syrbe *et al*., 1998). کربوکسی متیل سلولز از طریق پایداری استریکی (پایداری توسط مولکول های فعال سطحی) در پایدارسازی امولسیون‌های غذایی نقش دارد. در واقع کربوکسی متیل سلولز به عنوان یک ماکرو مولکول با بار آنیونی، در فضای بین سطحی فازهای پراکنده و پیوسته جذب شده و با ایجاد غشاهای بادوام به دور قطرات چربی موجود در نمونه‌ها، موجب پایداری آن‌ها می‌شود (Yokoyama *et al*., 1988). با توجه به استفاده از تیمارهای کم چرب در این تحقیق و اثر بیشتر کربوکسی متیل سلولز برروی قطرات چربی در ایجاد پایداری، احتمالا تاثیر بیشتر اینولین بر افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست‌ها همانند آب اندازی به همین موضوع مرتبط است. ضمنا کسب نتایج ضعیف کاربرد تکی هیدروکلوئیدهای مذکور حتی در حداکثر غلظت و اخذ نتایج مطلوب کاربرد ترکیبی آن‌ها به نوعی بیانگر وجود یک اینتراکشن سینرژیستی میان آنها در افزایش ظرفیت نگهداری آب ماست بوده است (فروغی نیا و همکاران،۱۳۸۷; Amice *et al*., 1995). در طول دوره نگهداری ظرفیت نگهداری آب تمامی تیمارها اندکی کاهش نشان داد. در نمونه شاهد کاهش بیشتری مشاهده شد ولی در نمونه‌های حاوی اینولین و کربوکسی متیل سلولز این کاهش ناچیز بود که همانند آب اندازی می‌تواند به دلیل تأثیر زمان باشد زیرا زمان عامل بسیار مهمی در آب اندازی شبکه‌های ژلی به علت بازآرایی بیشتر شبکه ژلی در طول نگهداری و افزایش تعداد اتصالات ذرات می‌باشد. بنابراین شبکه تمایل به چروکیدگی بیشتری پیدا کرده، ظرفیت نگه‌داری آب کاهش یافته و مایع بیشتری به خارج مترشح می‌شود (Al-kadamany *et al*., 2003).

- ویسکوزیته

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که نمونه‌های دارای اینولین و کربوکسی متیل سلولز ویسکوزیته بالاتری نسبت به نمونه کنترل داشتند و این افزایش ویسکوزیته با افزایش غلظت آن‌ها رابطه مستقیم داشت (جدول ۴). به این دلیل که هیدروکلوئیدها با باندکردن آب آزاد موجود در نمونه باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردند. در میان تمامی نمونه‌ها بیشترین و کم‌ترین ویسکوزیته به ترتیب در نمونه R۲ و نمونه شاهد مشاهده شد که این روند در طول دوره نگه‌داری نیز ادامه یافته است. بالاترین میزان ویسکوزیته (۱۸۵۴ سانتی پوآز) در نمونه‌ی دارای ٪۰/۷۵ اینولین، ٪۰/۲۵ کربوکسی متیل سلولز مشاهده شد که نسبت به نمونه ی کنترل به‌طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر بود. کمترین میزان ویسکوزیته پس از نمونه شاهد مربوط به نمونه R۵ (حاوی ۱٪ کربوکسی متیل سلولز) می‌باشد که این موضوع نشان دهنده‌ی این مطلب است که کربوکسی متیل سلولز به تنهایی قادر به ایجاد ویسکوزیته و قوام مناسب در ماست کم چرب نیست و سایر نمونه‌های حاوی آن به علت برهمکنش سینرژیستی با اینولین ویسکوزیته بالاتری دارند. این نتیجه احتمالا مربوط به توانایی اینولین و کربوکسی متیل سلولز در اتصال با مولکول‌های آب و اتصال میان برخی پروتئین‌های شیری با آن دو می‌باشد (Schaller-Povolny & Smith, 1999). این اتصالات می‌تواند منجر به افزایش وزن مولکولی پروتئین‌های شیر و افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته محصول گردد (Tarrega & Costell, 2006). ساها و باتاچاریا اینگونه بیان کردند که افزایش ویسکوزیته از تعامل بین زنجیره‌های پلیمری ترکیبات قوام دهنده ایجاد شده و در سیستم های با ویسکوزیته بالا مولکول‌های موجود در شبکه ژلی ایجاد شده با یکدیگر تماس بیشتری پیدا می‌کنند و تحرک ذرات فاز پراکنده کاهش پیدا می‌کند. هیدروکلوئیدها شبکه‌های منسجم و متراکم ایجاد کرده و موجب عدم تحرک و درگیر شدن فاز پراکنده در فاز سوسپانسیون می‌شوند. البته تاثیر قوام دهندگی ایجاد شده توسط هیدروکلوئیدها بستگی به نوع هیدروکلوئید، غلظت آن، سیستم غذایی مورد استفاد، pH و دما دارد (Saha & Bhattacharya, 2010). در تیمارها با افزودن دو متغیر، ویسکوزیته بطور معناداری افزایش داشته که نتیجه ایجاد شبکه ژلی ضعیف و کمپلکس میان اینولین و لخته‌های پروتئینی ماست از طریق تشکیل باندهای هیدروژنی و نیز افزایش ویسکوزیته

فاز پیوسته و نهایتا محصول می‌باشد (kip *et al*., 2006). استافالوو همکاران نیز نتایج مشابهی از افزودن اینولین به ماست وتاریگا و کاستل از افزودن اینولین به دسرهای لبنی بدون‌چربی، در خصوص افزایش ویسکوزیته به‌دست آوردند (Tarrega & Costell, 2006; Dello Staffolo *et al*., 2004). با افزایش زمان نگهداری ویسکوزیته نمونه‌ها افزایش پیدا کرد که ناشی از بازآرایی پروتئین‌ها و تغییرات اتصالی پروتئین-پرتئین می‌باشد (Sahan *et al*., 2008).

- ارزیابی رنگ

نتایج ارزیابی رنگ پارامترهای L^* (میزان روشنایی)، a^* (میزان قرمزی)، b^* (میزان زردی) نمونه‌های ماست ۱۵ روز پس از تولید در جدول (۴) آورده شده است. بررسی آماری تحلیل واریانس پارامترهای L^* و a^* پس از ۱۵ روز با احتمال خطای کمتر از ۵٪ تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و کلیه تیمارها نشان نمی‌دهد ($p >$ ۰/۰۵). اما فاکتور b^* نمونه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار با نمونه شاهد بوده و در مقایسه با نمونه شاهد، میزان تمایل به رنگ زرد یا میزان فاکتور b^* (زردی) کلیه تیمارهای حاوی اینولین و کربوکسی متیل سلولز کمی افزایش یافت. بیشترین زردی در نمونه‌ی حاوی ۱٪ اینولین و پس از آن در نمونه‌ی دارای ۰/۷۵٪ اینولین و ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز است. که این موضوع اثر بیشتر اینولین را در افزایش میزان فاکتور b^* نشان می‌دهد. با توجه به این‌که L^* یا میزان روشنایی هیچ یک از نمونه‌های ماست دارای اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نبوده است، احتمالا اینولین و کربوکسی متیل سلولز به تنهایی و یا به صورت ترکیب با یکدیگر توانسته‌اند ذراتی به اندازه ذرات میسلی موجود در ماست ایجاد کنند و ایجاد میزان روشنایی مشابه با نمونه شاهد تجاری نمایند (Chantrapornchai *et al*., 1999). در خصوص کاربرد تکی اینولین، در تحقیقی که توسط ویلگالس بر روی نوشیدنی‌های شیری انجام شده بود با افزایش اینولین میزان L^*، a^*، b^* افزایش پیدا کرده بود (Villegas *et al*., 2009).

- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی بر روی ۵ نمونه حاوی اینولین و کربوکسی متیل سلولز و نیز نمونه شاهد نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری در مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی میان نمونه شاهد با تیمارهای مورد آزمون در ۲۴ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید وجود دارد. اما تفاوت معنی‌داری در فاکتور بو میان نمونه شاهد با تیمارهای مورد آزمون در ۲۴ ساعت، ۷ و ۱۵ روز پس از تولید وجود ندارد ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۵). با توجه به نتایج مأخوذه با درصد اطمینان بیش از ۹۵٪ می‌توان بیان داشت، با افزودن اینولین و کربوکسی متیل سلولز در نمونه‌ها فاکتورهای ظاهر و قوام از نظر ارزیاب‌ها بهبود یافتند، بطوری‌که نمونه R۲ بیشترین امتیاز فاکتورهای ظاهر، مزه، پذیرش کلی و بافت را کسب نمود ($p <$ ۰/۰۵) و این موضوع با نتایج ویسکوزیته و آب اندازی کاملا مطابقت داشت. ضمنا با گذشت زمان کلیه ویژگی‌های ارگانولپتیک (به جز بو) بهبود معناداری پیدا کردند. در میان تمامی نمونه‌ها بیشترین و کم‌ترین امتیاز ارزیابی حسی مربوط به (به ترتیب) نمونه R۲ و نمونه شاهد بود و این روند در طول دوره نگه‌داری نیز ادامه یافته است. کسب امتیاز بالاتر بافت و ظاهر محصول با افزایش اینولین (به‌خصوص) و به همراه کربوکسی متیل سلولز تایید کننده تاثیر مثبت این هیدروکلوئیدها بر بافت ماست به علت ایجاد ساختار ژلی توسط اینولین در فاز پیوسته و اینتراکشن میان کازئین و اینولین بوده که منجر به دام انداختن آب و افزایش گرانروی محصول شده و همگی در آزمون‌های قبلی نیز به اثبات رسید. در خصوص افزایش قوام محصول با افزودن اینولین و تاثیر آن به عنوان ترکیب باند شونده با آب و نقش قوام دهندگی آن، نتایج مشابهی قبلا به دست آمده است (گاگیسبرگ و همکاران، ۲۰۰۹; کیپ و همکاران، ۲۰۰۶). لازم به ذکر است نمونه حاوی ۱٪ CMC از کمترین امتیاز بافت پس از نمونه شاهد برخوردار شده است. این موضوع تایید کننده این مطلب است که کربوکسی متیل سلولز به تنهایی قادر به ایجاد ویسکوزیته و قوام مناسب در ماست کم چرب نیست. در خصوص بهبود بافت محصول با افزودن اینولین و کربوکسی متیل سلولز و تاثیر آن به عنوان ترکیبات باند شونده با آب و نقش قوام دهندگی آن‌ها، نتایج مشابهی قبلا به دست آمده است. از نظر فاکتور بو نیز علت اصلی عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان نمونه‌های ماست و نمونه شاهد را می‌توان ناشی از بی بو بودن مواد اولیه (اینولین و کربوکسی متیل سلولز) به کار

رفته در فرمول‌ها و عدم تاثیر آن‌ها بر بوی نمونه‌ها دانست (Coffey *et al*.,2006 ;Guggisberg *et al*., 2009; Kip *et al*., 2006)

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، استفاده از اینولین و کربوکسی متیل سلولز در فرمولاسیون ماست‌کم چرب تأثیری بر میزان اسیدیته و pH نداشت. اما سبب بهبود ویسکوزیته، ظرفیت نگهداری آب و کاهش آب اندازی ماست شده است. از نظر ارزیاب‌ها بهترین نمونه‌ها به لحاظ پذیرش کلی نمونه حاوی ۰/۷۵٪ درصد اینولین و ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز (R۲) و پس از آن نمونه حاوی ۰/۵٪ اینولین و ۰/۵٪ کربوکسی متیل سلولز(R۳) بود. در کل نتایج این پژوهش بیان‌گر این مطلب بود که افزودن اینولین و کربوکسی متیل سلولز موجب افزایش قوام و کاهش آب اندازی نمونه‌ها شده و از طرفی در بهبود ویژگی‌های حسی ماست کم‌چرب نیز مؤثر است.

منابع

آذری کیا، ف.، عباسی، س. و عزیزی، م. (۱۳۸۷). بررسی کارائی و سازوکار برخی ترکیبات هیدروکلوئیدی در جلوگیری از دو فازه شدن دوغ. *مجله علوم و صنایع غذائی ایران*، جلد ۴. شماره۱، صفحات ۱۱-۲۲.

امیری عقدایی، س.، اعلمی، م. و رضایی، ر. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب، *نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۶، شماره ۳، صفحات ۲۱۰-۲۰۹.

بی نام. (۱۳۸۶). شیر و فراورده‌های آن، روش آزمون اسیدیته و PH. موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲.

فروغی‌نیا، س.، عباسی، س. و حمیدی اصفهانی، ز. (۱۳۸۷). تأثیر افزودن تکی و ترکیبی صمغ‌های کتیرا، ثعلب و گوار درپایدارسازی دوغ. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد۲ ، صفحات ۱۵-۲۵.

Akin, M. B., AkIn, M. S. & 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.

Al-kadamany, E., Khattar, M., Haddad, T. & Toufeili, I. (2003). Estimation of shelf life of concentrated yoghurt by monitoring selected microbiological and physiological changesn during storage. Journal of Dairy Scince, 85, 1023–1030.

Anon. (2004). 3rd ed., National Academy Press, Washington, USA

Amice-Quemeneur, N., Haluk, J. P. & Hardy, J. (1995). Influence of the acidification process on the colloidal stability of acidic milk drinks prepared from reconstituted nonfat dry milk. Journal of Dairy Science, 78, 2683-2690.

Barrantes, E., Tamime, A. Y. & Sword, A. M. (1994). Production of lowcalorie yogurt using skim milk powder and fat-substitute. Microbiological & organoleptic qualities. Milchwissenschaft, 49, 205–208.

Belitz, H. D., Grosch, W. & Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. 4th edn, Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Baer, R. J., Wolkow, M. D. & Kasperson, K. M. (1997). Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat icecream. Journal of Dairy Science, 80, 3123–3132.

Cho, S. S. & Dreher, M. L. (2001). Hand Book of Dietry Fiber. Marcel Dekker, New York, USA.

Chantrapornchai, W., Clydesdale, F. & McClements, D. J. (1999). Influence of droplet characteristics on the optical properties of colored oil-in water emulsions. Colloid. Surfaces A, 155, 373-382.

Coffey, D. G., Bell, D. A. & Henderson, A. (2006). Cellulose and cellulose derivatives, in: Stephen, A.M., Philips, G.O. & Williams, P. A. (Eds.). Food Polysaccharides and Their Applications, 2th ed, CRC Press, FL, pp. 146-179.

Dello Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M. & Bevilacqua, Y. A. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. International Dairy Journal, 14, 263–268.

Donkor, O. N., Nilmini, S. L. I., Stolic, P., Vasiljevic, T. & Shah, N. P. (2007). Survival & activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. International Dairy Journal, 17, 657-665.

El-Seyed, E. M., Abd El-Gawad, I. A., Murad, H. A. & Salah, S. H. (2002). Utilization of laboratory produced xanthan

gum in the manufacture of yogurt and soy yoghurt, Eur Food Reserch Technology, 215, 298–304.

Fiszman, S. M., Lluch, M. A. & Salvador, A. (1999). Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. International Dairy Journal, 9, 895–901.

Frank, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition, 87(2), 287–291.

Glibowski, P. & Kowalska, A. (2012). Rheological, texture and sensory properties of kefir with high performance and native inulin. Journal of Food Engineering, 111(2), 299–304.

Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., Butikofer, U. & Eberhard, P. (2009). Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. International Dairy Journal, 19, 107–115.

Jaros, D. & Rohm, H. (2003). The rheology and textural properties of yoghurt. Chapter 13 in Texture in Food, Volume 1: Semi-solid Foods. B. M. McKenna, ed. CRC Press, New York, NY.

Kalab, M. & Emmons, D. B. (1975) .Milk-gelstructure.IV.MicroStructure of yoghurts in relation to the presence of thickening agents.J.DairyRes, 42,453–458.

Kaya, A & Belibagli, K, B. (2002). Rheology of solid Gaziantep Pekmez. Journal of Food Engineering, 54, 221–226.

Keogh, M. K. & O'Kennedy, B.T. (1998). Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein, and hydrocolloids.Jornal of Food Science, 63,108–112.

Kip, P., Meyerb, D. & Jellema, R. H. (2006). Inulins improve sensoric & textural properties of low-fat yoghurts. International Dairy Journal, 16, 1098-1103.

Mariscal, P. D. & Bell, D. A. (1996). Fiber-Based Fat Mimetics: Methylcellulose Gums. In: S, Roller, S. A, Jones (eds), Handbook of fat replacers. CRC Press, Florida.

Marshal, R. & Arbuckle, W. S. (2004). Ice Cream, translator: Yadolah Tarkashvand, first edition, Tehran, Ata publication, [in Persian].

McClements, D. J. (2005). Food Emulsions; Principles, Practice, and Techniques, 2th ed, CRC Press, FL, pp 533-543.

Paton, A., Harley, M. R. & Harley, M. M. (1999). The Genus Ocimum. In: Basil (edited by R., Hiltumen, Y., Holm). pp. 1–38. The Netherlands: HarwoodAcademic Publishers.

Phillips, G. O. & Williams, P. A. (2000). Hand Book of Hydrocolloids. Woodhead Publishing, Abington, USA. Smith, J. & Hong-Shum, L. (2011). Food Additives Data Book. Blackwell Publishing, Iowa, USA.

Razmkhah Shabiami, S., Razavi, S. M. A., Behzad, Kh. & Mazaheri Tehrani, M. (2000). The effect of pectin, gum Mary and basil seeds on physicochemical and sensory properties of strained fat-free yogurt. Journal of Food Science and Technology Research, 6(1), 27-36.

Saha, D. & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloida as thickening and gelling agents in food: a critical review. Journal of Food Science and Technology, 47, 587-597.

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

Sandoval-Castilla, O. C., Lobato-Calleros, E., Aguirre-Mandujano, E. & Vernon-Carter, J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. International Dairy Journal, 14, 151–159.

Schaller-Povolny, L. A. & Smith, D. E. (1999). Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content. Journal of Food Science, 64, 555–559.

Syrbe, A., Bauer, W. J. & Klostermeyer, H. (1998). Polymer science concepts in dairy system- An overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. Dairy Journal, 8, 179–193.

Tamine, A. Y. & Robinson, R. K. (1985). Yogurt science and technology. Oxford: Pergamon Press, pp. 365–373.

Tamime, A. Y., Barrantes, E. & Sword, A. M. (1996). The effects of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. Journal of the Society of Dairy Technology, 49, 1–10.

Ta´ rrega, A. & Costell, E. (2006). Effect of inulin addition on rheological and sensory properties of fat-free starch-based dairy desserts. International Dairy Journal, 16, 1104–1112.

Villegas, B., Tárrega, A., Carbonell, I. & Costell, E. (2009). Optimising acceptability of

new prebiotic low-fat milk beverages. Food Quality and Preference, Article in press.

Yokoyama, A., Srinivasan, K. R. & Fogler, H. S. (1988). Stabilization mechanism of colloidal suspentions by gum tragacant: the influence of pH on stability. Journal of Colloid and Interface Science, 126(1), 147-149.