نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۷ شماره ۴/ سال ۱۳۹۶/ صفحات ۱۷۱ تا ۱۸۱

تأثیر صمغ فارسی و صمغ دانه بالنگو شیرازی بر ویژگی‌های بافتی ماست همزده کم‌چرب

مریم ید ملت[۱]، حسین جوینده*[۲] و محمد حجتی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۳

[۱] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

[۲] دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

*مسئول مکاتبه: Email: hosjooy@yahoo.com

چکیده

صمغ‌ها به‌منظور بهبود بافت، افزایش ظرفیت نگهداری آب و حفظ کیفیت محصول طی مدت نگهداری به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. باتوجه به پتانسیل بالای تولید صمغ‌های بومی در ایران، در این تحقیق تأثیر افزودن دو صمغ فارسی در غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۱۵ و صمغ دانه بالنگو در غلظت‌های ۰/۰۲۵، ۰/۰۵ و ۰/۰۷۵ درصد بر ویژگی‌های بافتی ماست همزده کم‌چرب حاوی ۱/۵ درصد چربی طی مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای ٤°C بررسی گردید. افزودن صمغ‌ها، موجب کاهش سفتی نمونه‌ها نسبت به شاهد (نمونه بدون صمغ) گردید که در تیمارهای حاوی صمغ دانه بالنگو مشهودتر بود (P<۰/۰۵). کم‌ترین میزان سفتی در تیمار حاوی ۰/۰۷۵ درصد صمغ دانه بالنگو مشاهده شد. همچنین سفتی تیمارها در اثر افزایش غلظت صمغ‌ها کاهش و طی دوره نگهداری افزایش یافت (P<۰/۰۵). میزان چسبندگی در تیمارهای حاوی صمغ نسبت به شاهد پایین‌تر بود و تیمارهای حاوی ۰/۰۵ و ۰/۱ صمغ فارسی طی دوره نگهداری چسبندگی بیش‌تری داشتند. این شاخص نیز در اثر افزایش غلظت صمغ‌ها کاهش و طی دوره نگهداری افزایش یافت. افزودن صمغ‌ها منجر به افزایش خاصیت فنری و کاهش حالت صمغی و قابلیت جوندگی نسبت به شاهد گردید (P<۰/۰۵). این شاخص‌ها طی دوره نگهداری افزایش یافتند در حالی‌که شاخص پیوستگی تحت تأثیر افزودن صمغ‌ها قرار نگرفت (P<۰/۰۵). نتایج پژوهش حاضر نشان داد افزودن صمغ فارسی در غلظت ۰/۱ درصد می‌تواند روش موثری جهت بهبود ویژگی‌های بافتی ماست همزده باشد.

واژگان کلیدی: هیدروکلوئید، صمغ‌های بومی، بهبود بافت، زمان نگهداری

مقدمه

ماست محصول لبنی پرطرفداری است که در اثر تخمیر لاکتیکی شیر توسط باکتری‌های اسید لاکتیک گرمادوست *لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس*[1] و *استرپتوکوکوس سالیواروس زیرگونه ترموفیلوس*[2] شکل می‌گیرد. از نظر تاریخی تولید ماست از کشورهای بالکان و شرق مدیترانه نشأت گرفته است (تمیم و رابینسون ۲۰۰۷). امروزه در کشورهای مختلف، این محصول به اشکال و طعم‌های گوناگون تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرد اما به‌طورکلی، ماست به دو شکل قالبی و همزده که از نظر ویژگی‌های رئولوژیکی و فرآیند تولید متفاوتند، تولید و مصرف می‌گردد. فرایند تولید ماست همواره با مشکلاتی نظیر عیوب در بافت، ساختار و قوام و نیز سینرسیس[3] همراه است (ال ساید و همکاران ۲۰۰۲). یکی از راه‌های افزایش قوام و بهبود بافت ماست و محصولات لبنی مشابه کاربرد هیدروکلوئیدهاست. هیدروکلوئیدها، دامنه‌ی گسترده‌ای از بسیارقندی‌ها و پروتئین‌های محلول یا با قابلیت پراکنده شدن بالا در آب هستند که در غلظت-های پایین سبب ژله‌ای شدن محیط‌های مایی می‌گردند. این ترکیبات برای بهبود خواص رئولوژیکی و بافتی در صنایع غذایی کاربرد دارد. اغلب بعنوان مواد افزودنی به منظور افزایش ویسکوزیته، تشکیل ساختار ژل و افزایش مقاومت فیزیکی، تشکیل فیلم، کنترل تبلور، مهار سینرسیس و بهبود بافت به کار می‌روند. هیدروکلوئیدها به دلیل خاصیت هیدروفیلیک بالا با آب تعامل قوی برقرار کرده و با حبس آب آزاد موجود در ساختار مواد غذایی موجب بهبود بافت می‌شوند (گل محمدی و همکاران ۱۳۹۳).

درحال حاضر هیدروکلوئیدهای مختلفی از قبیل ژلاتین، نشاسته، پکتین، آلژینات، کاراگینان، مشتقات متیل سلولز، صمغ عربی، کتیرا، کارایا، صمغ لوبیای لوکاست و گوار در تولید ماست استفاده می‌گردند (اورت و مک لود ۲۰۰۵). این درحالیست که در میهنمان صمغ‌های بومی فراوانی تولید می‌گردد که از جمله می‌توان به صمغ فارسی[4] و صمغ دانه بالنگو شیرازی[5] اشاره نمود. براساس اطلاعات موجود، میزان تولید سالیانه و میانگین برداشت صمغ فارسی در ایران به‌ترتیب حدود ۷۰۰ تن و ۳۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که سالیانه حدود ۲۰۰ تا ٤۰۰ تن از آن به کشورهای اروپایی و عربی با ارزش ناچیز حدود ۱٤٥ دلار به ازای هر تن صادر می‌شود (برزگری و همکاران ۱۳۹۲). صمغ فارسی، نوعی صمغی تراوشی است که از تنه و شاخه‌های درخت بادام کوهی با نام علمی *Amygdalus scoparia Spach* ترشح شده و کاربردهای دارویی، نساجی، رنگ‌سازی، عایق کردن و غذایی دارد (رحیمی و عباسی ۱۳۹۳). صمغ دانه بالنگو گیاهی لعاب‌دار بومی از خانواده نعناعیان *(Lamiaceae)* می‌باشد و دارای گونه‌های متنوعی است که دو گونه شیرازی *(L. royleana)* و شهری *(L. iberica)* آن در ایران به فراوانی می‌روید و در صورت قرارگیری تخم آن در آب، موسیلاژی با ویسکوزیته بالا ایجاد می‌نماید. هرچند این صمغ نیز دارای خواص دارویی، صنعتی و غذایی فراوانی است (حدیدی و همکاران ۱۳۹۱)، اما تاکنون در مورد میزان تولید دانه و صمغ دانه بالنگوی شیرازی آماری ارایه نشده است.

پژوهش‌های متعددی در ارتباط با کاربرد هیدروکلوئیدها به‌منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی ماست انجام شده‌است. از آن جمله می‌توان به پژوهش پاسیفول و همکاران (۲۰۰۸) اشاره نمود که تأثیر افزودن اینولین بر ویژگی‌های رئولوژیکی ماست قالبی بدون چربی را بررسی نمودند. در این تحقیق اینولین با طول زنجیره‌های متفاوت در سطح ٤ درصد به ماست اضافه شد و در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای ٤°C، مورد بررسی‌های رئولوژیکی قرار گرفت. ماست حاوی اینولین در مقایسه با نمونه کنترل بدون اینولین، سفتی و

[1] *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*
[2] *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*
[3] Syneresis
[4] Persian gum
[5] Balangu-Shirazi gum

ویسکوزیته ظاهری کم‌تری نشان داد. همچنین ماست بدون چربی حاوی اینولین بلند زنجیره رفتار رئولوژیکی مشابه‌تری با ماست پرچرب داشت. نمونه ماست بدون چربی مذکور رفتار ضعیف شوندگی با برش از خود نشان داد که با ضریب تصحیح بالایی منطبق بر مدل هرشل بالکلی بود. همچنین امیری عقدایی و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر افزودن موسیلاژ دانه ریحان در سطوح ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و رئولوژیکی ماست کم‌چرب طی مدت ۱۵ روز نگهداری مورد بررسی قرار دادند. با افزایش غلظت موسیلاژ ویسکوزیته کاهش یافت. به لحاظ ویژگی‌های بافتی نیز با افزایش غلظت موسیلاژ در نمونه‌های ماست کم چرب سفتی بافت کاهش یافت، اما این کاهش سفتی در نمونه‌های حاوی ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد معنی‌دار نبود. از نظر چسبندگی، بالاترین و پایین‌ترین میزان به ترتیب در نمونه‌های ریحان ۰/۱۵ درصد و کنترل مثبت مشاهده شد. نتایج به دست آمده از این پژوهش بیان‌گر این مطلب بود که می‌توان از موسیلاژ دانه ریحان جهت بهبود ویژگی های رئولوژیکی ماست کم چرب استفاده نمود. قاسم‌پور و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای راجع به بهینه‌سازی تولید ماست پروبیوتیک حاوی صمغ زدو (فارسی) نشان دادند که هرچند به‌کارگیری این صمغ سبب بهبود قابل توجه ویسکوزیته و سینرزیس ماست می‌گردد، اما تأثیر معنی-داری بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها ندارد. اسمعیل‌زاده نصیری و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر به‌کارگیری جداگانه و تلفیق هیدروکلوئیدهای کتیرا، گوار، خرنوب، صمغ فارسی و کازئین را بر ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی ماست فوری تهیه شده از پودر ماست بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد برای ایجاد گرانروی مطلوب با صمغ فارسی به مقدار بیش از ۱ درصد صمغ نیاز است. همچنین استفاده از صمغ کتیرا به میزان ۰/٦ درصد بهترین نتیجه را از نظر ویژگی‌های حسی به‌دنبال داشت. در مورد به-کارگیری تلفیقی از صمغ‌های مذکور، بهترین نتیجه با استفاده از مخلوط گوار:کتیرا به نسبت ۸۰:۲۰ و به میزان ۰/٦ درصد به‌دست آمد. همچنین بهنیا و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی تأثیر افزودن صمغ دانه شاهی بر ویژگی‌های بافتی و غیزیکوشیمیایی ماست را مورد بررسی قرار دادند و کاهش ویسکوزیته در اثر افزایش غلظت صمغ و در طی دوره نگهداری را گزارش نمودند. افزودن غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی به ماست کم چرب تفاوت معنی‌داری را در میزان سفتی با نمونه شاهد ایجاد نکرد اما افزایش غلظت صمغ موجب کاهش چسبندگی در مقایسه با نمونه شاهد شد.

با توجه به مطالعات حاضر، پتانسیل بالای ایران در تولید صمغ‌های بومی و وارداتی بودن اکثر هیدروکلوئیدهای مصرفی در صنعت غذا، بررسی استخراج و کاربرد این ترکیبات هیدروکلوئیدی در صنعت ضروری به نظر می-رسد. این درحالی‌است که تا کنون تأثیر بکارگیری صمغ دانه بالنگوی شیرازی بر کیفیت ماست (قالبی، همزده، منجمد، فوری و سایر انواع ماست) و صمغ فارسی بر کیفیت ماست همزده تاکنون بررسی نشده است. بنابراین این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف دو نوع صمغ فارسی و صمغ دانه بالنگو شیرازی بر ویژگی‌های بافتی ماست همزده انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد

صمغ فارسی و دانه بالنگو شیرازی از فروشگاه‌های سنتی شیراز تهیه گردید و تا زمان آزمون در شرایط خنک و بدون رطوبت نگه‌داری شد. شیر کم چرب (۱/۵ درصد چربی) از یک بچ تولیدی شرکت کاله و کشت آغازگر با نام تجاری YC-X11 (شرکت کریستین هانسن، دانمارک) حاوی باکتری‌های آغازگر ماست (*لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*) تهیه گردید.

تهیه کشت آغازگر ماست

با توجه به دستور آماده‌سازی کشت آغازگر ماست، مقداری پودر آغازگر به شیر پس‌چرخ حرارت دیده

(دمای ۹۰°C به مدت ۱۵ دقیقه) در دمای ٤٥°C اضافه گردید. پس از تخمیر و رسیدن اسیدیته به ۹۰ درجه دورنیک، آغازگر ماست به میزان ۳ درصد جهت تولید ماست استفاده شد.

آماده سازی صمغ فارسی

کلوخه‌های صمغ فارسی پس از انتقال به آزمایشگاه و تمیز کردن، با آسیاب برقی (شرکت آسان توس شرق، مدل ۱۰۰۰، ساخت ایران) به‌طور کامل پودر شد و پس از عبور دادن از سری الک‌ها (شرکت دماوند، ایران)، ذرات زیر مش ٦٠ جمع‌آوری (عباسی و همکاران ۱۳۹۰) و تا زمان آزمون در ظرف دربسته شیشه‌ای غیرقابل نفوذ نگه‌داری شد.

آماده‌سازی صمغ دانه بالنگو شیرازی

پس از تمیز کردن دانه‌ها و جدا کردن ناخالصی‌ها، به منظور استخراج صمغ، دانه‌ها به نسبت ۱:۵۹ (وزنی/وزنی) با آب مقطر با دمای ۸۵°C و pH=۷ به مدت ۲۰ دقیقه مخلوط شد. دانه‌ها پس از هیدراته شدن در نقطه بهینه در مخلوط کن (پارس خزر، مدل BG-330p، ایران) به مدت ۳۰ ثانیه تحت تنش مکانیکی قرار گرفت. چرخش این پره‌های تیز، دانه‌ها و صمغ اطراف آن‌ها را بصورت یک مخلوط ناهمگن در آورد. مخلوط حاصل سپس با سرعت g ۲۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۵°C توسط دستگاه سانتریفیوژ (HERMLE Lab GmbH، مدل Z206A، آلمان) قرار گرفت تا محلول صمغ از دانه‌های شکسته شده جدا شود. سپس محلول صمغ جدا شده در آون دردمای ۵۰°C خشک، آسیاب و جهت آزمون‌های بعدی در جای خشک و خنک نگه‌داری شد (بخشی زاده شیرازی و همکاران ۱۳۹۲). در هنکام تهیه ماست، صمغ بالنگو در مقداری آب و با غلظت ٥ درصد (وزنی/حجمی) حل گردید. بعد از پاستوریزاسیون محلول حاوی صمغ در دمای ٦٥°C به مدت ۱۵ دقیقه، به‌منظور افزایش هیدراتاسیون، محلول به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ٤٥ °C نگهداری (رحمانی و همکاران ۱۳۹۳) و به مقدار لازم به شیر اضافه شد.

تولید ماست

به منظور تولید نمونه ماست کنترل (فاقد صمغ)، شیر در دمای ۹۰°C به مدت ۱۵ دقیقه تحت فرایند حرارتی قرار گرفت و سپس تا دمای تلقیح (٤٥°C) سرد شد. در نمونه-های حاوی صمغ بالنگو، محلول حاوی صمغ با نسبت‌های ۰/۰۲۵، ۰/۰۵ و ۰/۰۷۵ درصد (بر حسب مقدار وزن صمغ در یک‌صد گرم نمونه) به شیر مذکور اضافه شد، در مورد نمونه‌های حاوی صمغ فارسی، با توجه به نتایج آمون‌های ابتدایی، پودر صمغ فارسی قبل از فرایند حرارت‌دهی به شیر اضافه گردید. برای این منظور، این صمغ به میزان ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۱۵ درصد (وزنی/وزنی) به شیر در دمای ۹۰°C اضافه و به‌خوبی همزده شد تا کاملاً یکنواخت گردد. سپس شیر به مدت ۱۵ دقیقه حرارت داده شد و سپس به سرعت دمای آن تا دمای تلقیح کاهش یافت. در ادامه آغازگر ماست به میزان ۳ درصد تلقیح شد و نمونه‌ها در ظروف کوچک تقسیم شدند. سپس ظروف در دمای ٤٢°C به مدت ۳ ساعت گرم‌خانه گذاری شدند و پس از آن تا دمای ٤°C سرد شدند و به مدت یک شب در این دما نگه‌داری گردیدند. در انتها با همزن دور پایین لخته‌ها شکسته شدند و به مدت ۲۱ روز جهت انجام آزمون‌ها در یخچال نگهداری شدند و آزمون‌ها در روزهای ۱۱،۱ و ۲۱ انجام گرفتند (لی و لوسی ۲۰۱۰).

جدول ۱- تیمارهای مختلف ماست همزده

نمونه	صمغ فارسی (٪)	صمغ دانه بالنگوی شیرازی (٪)
Control	–	–
F-0.05	۰/۰۵	–
F-0.1	۰/۱	–
F-0.15	۰/۱۵	–
B-0.025	–	۰/۰۲۵
B-0.05	–	۰/۰۵
B-0.075	–	۰/۰۷۵

ارزیابی ویژگی‌های بافتی ماست

ویژگی‌های بافتی نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه سنجش بافت[1] (Stable Micro System، مدل TA.XT.PLUS، انگلستان) مطابق با روش جوینده (۲۰۰۹) با کمی تغییرات اندازه‌گیری شد. برای این منظور از دستگاه مجهز به لودسل ۵ Kg و پروب استوانه‌ای آلومنیومی با قطر ۳۶ میلی‌متر استفاده شد. نفوذ پروب به درون نمونه‌ها به میزان ۱۰ میلی‌متر (۵۰ درصد ارتفاع نمونه)، نیروی ماشه‌ای[2] ۳ g و سرعت اکتساب داده[3] ۲۰۰pps تنظیم گردید. سرعت پروب در حین انجام آزمون ۱mm/s و سرعت آن قبل و پس از انجام آزمون ۲mm/s تنظیم گردید. آزمون بافت برای هر نمونه در ۳ تکرار انجام پذیرفت و میانگین نتایج در محاسبات منظور گردید. شاخص‌های بافت شامل سفتی (نیوتون)، چسبندگی (ژول)، خاصیت فنری (میلی‌متر)، پیوستگی (بدون واحد)، حالت صمغی (نیوتون) و قابلیت جوندگی (نیوتون×میلی‌متر) اندازه‌گیری گردید (جوینده ۲۰۰۹).

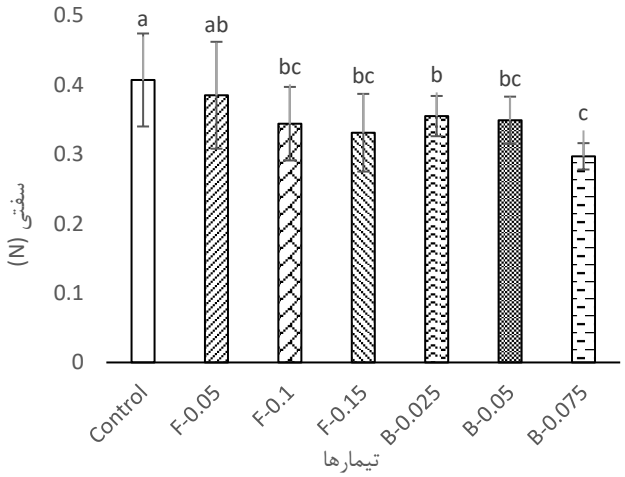
تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش با توجه به استفاده از دو نوع صمغ فارسی و دانه بالنگو هر کدام در ۳ سطح و همچنین نمونه شاهد، تعداد ۷ تیمار در سه تکرار تولید گردید. کیفیت نمونه‌ها طی ۲۱ روز نگهداری در ۳ زمان ۱، ۱۱ و ۲۱ روز پس از تولید مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21.0 انجام پذیرفت. برای بررسی اختلافات معنی‌دار میان ۷ تیمار ماست آنالیز واریانس ساده و جهت بررسی اثرات مقابل میان تیمارها و زمان نگهداری از طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند-دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال معنی‌داری ۵ درصد ($P<0.05$) صورت پذیرفت. تمامی نتایج به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان گردید.

نتایج و بحث

ارزیابی سفتی بافت ماست

شاخص سفتی، بیان‌گر بیشینه نیرو در حالت فشردگی می‌باشد که به عنوان یکی از ویژگی‌های مهم بافتی ماست مطرح می‌باشد (عزیزنیا و همکاران ۲۰۰۸). میانگین سفتی بافت تیمارهای ماست در شکل ۱ ارائه شده و نشان می‌دهد صمغ فارسی در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۱۵ و صمغ بالنگو در همه غلظت‌ها منجر به کاهش معنی‌دار سفتی نسبت به شاهد شده‌اند.



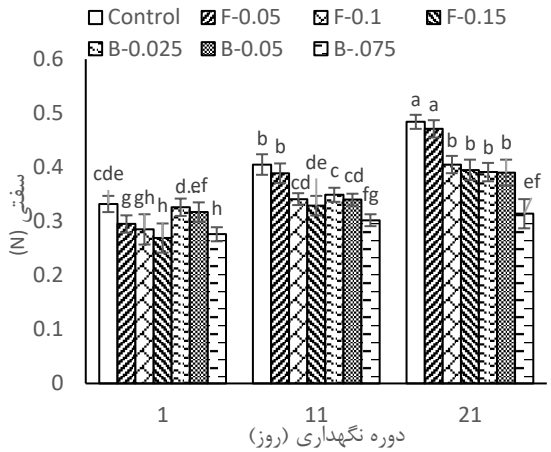
شکل ۱- ارزیابی میانگین سفتی نمونه‌های ماست همزده حاوی صمغ بالنگو شیرازی و صمغ فارسی

در شکل ۲، سفتی بافت تیمارهای ماست طی دوره نگهداری ارائه شده است که نشان دهنده کاهش معنی‌دار سفتی برای نمونه‌های حاوی صمغ فارسی و نمونه B-0.075 نسبت به شاهد در روز اول و برای تمامی نمونه‌ها به جز F-0.05 نسبت به شاهد در روز ۱۱ و ۲۱ بود (P<۰/۰۵). هم‌چنین نمونه‌های حاوی صمغ دانه بالنگو، سفتی کم‌تری نسبت به نمونه‌های حاوی صمغ فارسی داشتند، به طوری که سفتی نمونه B-0.075 در تمامی روزهای ارزیابی به صورت معنی‌داری پایین‌تر از نمونه-های دیگر بوده است. مقایسه‌ی شاخص سفتی نمونه‌ها در

[1] Texture analyzer
[2] Trigger force
[3] Data acquisition

طی دوره نگهداری نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار سفتی در تمامی نمونه‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

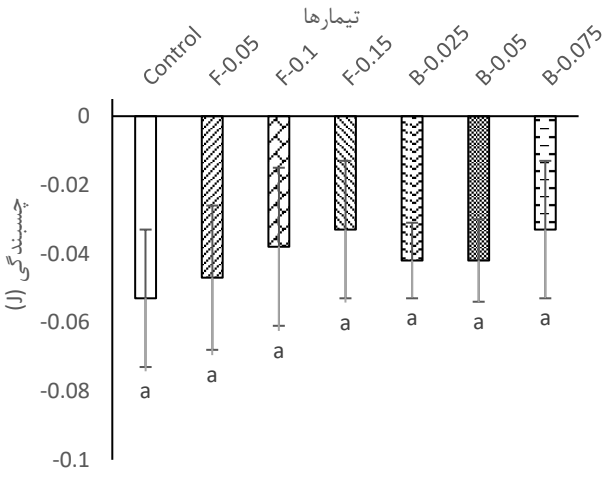
سفتی بافت ماست، به‌طور کامل بستگی به میزان ماده خشک محصول، میزان چربی و به‌خصوص پروتئین آن دارد. افزایش میزان ماده خشک و پروتئین، با افزایش میزان اتصالات عرضی در شبکه ژلی ماست، موجب تشکیل شبکه سه بعدی و ساختار ژلی مستحکم‌تر می‌شود، در حالی‌که در ماستی با میزان چربی بالا، افزایش فعل و انفعال گویچه‌های چربی با شبکه ژلی ماست، موجب باز شدن شبکه ژلی و افزایش نرمی بافت می‌گردد. افزودن هیدروکلوئید نیز به نمونه‌های ماست، به علت قرارگیری پلی‌ساکاریدهای تشکیل دهنده هیدروکلوئید در میان میسل‌های کازئین، موجب ایجاد تداخل در تشکیل شبکه سه بعدی پروتئین شده که در نهایت ساختار میکروسکوپی درشت‌تر و بازتری ایجاد می‌نماید و در نتیجه منجر به کاهش سفتی بافت حاصل می‌گردد. افزایش غلظت صمغ با افزایش فعل و انفعال هیدروکلوئید-پروتئین، و تغییر در آرایش شبکه ژلی، منجر به ایجاد بافت نرم‌تر خواهد شد. افزایش سفتی ماست در طول زمان نیز، به تغییر آرایش و اتصال پروتئین‌ها نسبت داده می‌شود (عزیزنیا و همکاران ۲۰۰۸ و امیری عقدایی و همکاران ۱۳۸۹).



شکل ۲- ارزیابی شاخص سفتی نمونه‌های ماست همزده حاوی صمغ بالنگو شیرازی و صمغ فارسی طی دوره نگهداری

ارزیابی چسبندگی بافت ماست

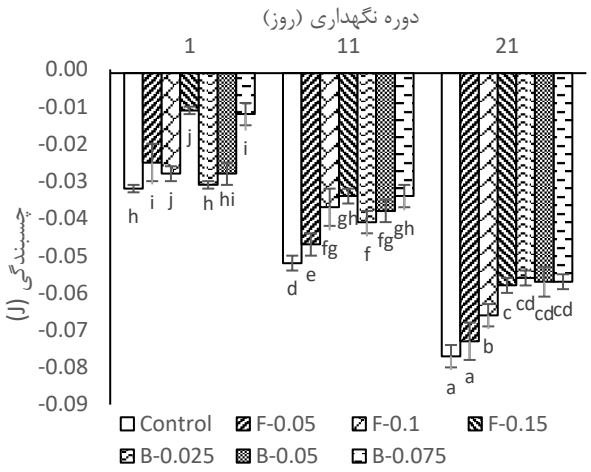
نیروی چسبندگی، کار لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات می‌باشد. ارتباط این شاخص با شاخص سفتی به این صورت می‌باشد که هر چه ساختار ژلی و شبکه پروتئینی نمونه‌های ماست از سفتی بیش‌تری برخوردار باشد، نیروی چسبندگی افزایش می‌یابد (بهنیا و همکاران ۱۳۹۳). شکل ۳ میانگین چسبندگی تیمارهای ماست را نشان می‌دهد. همانطوری که می‌توان ملاحظه نمود، نمونه‌های ماست حاوی صمغ نسبت به نمونه شاهد از مقادیر چسبندگی پایینتری برخوردار بودند. همچنین همانند ویژگی سفتی، طی دوره نگهداری نیز چسبندگی در نمونه‌های حاوی صمغ نسبت به شاهد پایین‌تر بود (شکل ٤). این کاهش در تمامی دوره‌های نگهداری تقریبا برای تمامی نمونه‌ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). در این میان نمونه F-0.05 در روز ۱۱، با میزان چسبندگی ۰/۰٤٦ و در روز ۲۱ با چسبندگی ۰/۰۷۲ به‌صورت معنی‌داری بالاتر از سایر نمونه‌های حاوی صمغ بود.



شکل ۳- ارزیابی میانگین چسبندگی نمونه‌های ماست همزده حاوی صمغ بالنگو شیرازی و صمغ فارسی

همچنین افزایش غلظت صمغ موجب کاهش معنی‌دار این شاخص در نمونه‌ها گردید (P<۰/۰۵). افزایش زمان نگهداری نیز منجر به افزایش معنی‌دار در میزان

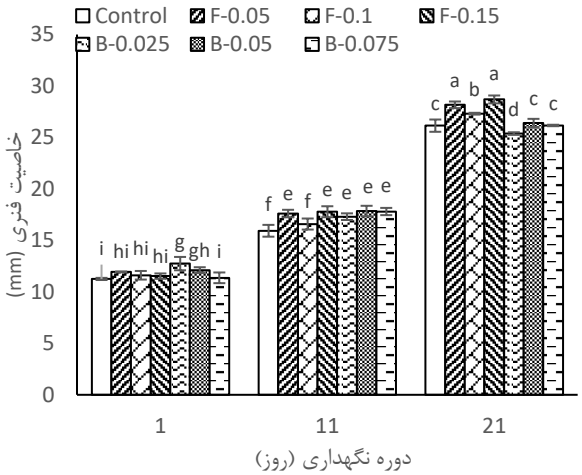
چسبندگی تمامی نمونه‌ها شد (P<۰/۰۵). شاخص چسبندگی نیز مانند شاخص سفتی تحت تأثیر شبکه سه بعدی ضعیف ایجاد شده توسط صمغ در مقایسه با شبکه سه بعدی پروتئین‌های شیر قرار می‌گیرد (معتمدزادگان و همکاران ۱۳۹٤).



شکل ۴- ارزیابی شاخص چسبندگی نمونه‌های ماست همزده حاوی صمغ بالنگو شیرازی و صمغ فارسی طی دوره نگهداری

ارزیابی خاصیت فنری بافت ماست

خاصیت فنری، طبق تعریف، سرعت بازگشت ماده غذایی تغییر شکل یافته به حالت اولیه خود، پس از حذف نیرو می‌باشد (پارک ۲۰۰۷). نتایج شکل ۵ نشان می‌دهد، به جز B-0.025 وB-0.05 تفاوت معنی‌داری در خاصیت فنری نمونه‌های حاوی صمغ با نمونه شاهد در روز اول وجود ندارد. اما در روزهای ۱۱ و ۲۱، خاصیت فنری نمونه‌های حاوی صمغ به صورت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد بالاتر است (P<۰/۰۵). مقایسه نمونه‌های حاوی صمغ فارسی و دانه بالنگو نیز نشان می‌دهد که خاصیت فنری در نمونه‌های حاوی صمغ فارسی بالاتر است (P<۰/۰۵). بنابراین صمغ فارسی خاصیت ارتجاعی بالاتری به نمونه‌های ماست داده است. این شاخص در طول زمان به صورت معنی‌دار افزایش یافت (P<۰/۰۵).



شکل ۵- ارزیابی خاصیت فنری نمونه‌های ماست همزده حاوی صمغ بالنگو شیرازی و صمغ فارسی طی دوره نگهداری

ارزیابی پیوستگی بافت ماست

شاخص پیوستگی تحت عنوان قدرت پیوندهای داخلی غذاها تعریف می‌شود، و قدرت کششی و پیوستگی غذاها را نشان می‌دهد (پارک ۲۰۰۷). مطابق جدول ۲، در طول مدت نگهداری، به‌جز در روز یازدهم، میان نمونه‌های حاوی صمغ و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. هم‌چنین نتایج بیان‌گر یک روند کاهشی و سپس یک روند افزایشی در نمونه‌ها طی دوره نگهداری می‌باشد که این روند نیز در اکثر نمونه‌ها معنی‌دار نیست (P<۰/۰۵). به نظر می‌رسد افزودن صمغ تأثیر مشخصی بر شاخص پیوستگی نمونه‌ها نداشته است.

ارزیابی حالت صمغی بافت ماست

حالت صمغی تحت عنوان نیروی مورد نیاز برای از هم پاشیدن مواد غذایی نیمه جامد به حالت آماده برای بلع، تعریف می‌شود (پارک ۲۰۰۷). براساس جدول ۲، حالت صمغی در روز اول برای نمونه شاهد با نمونه‌های حاوی صمغ دانه بالنگو تفاوت معنی‌داری ندارد (به جز B-۰/۰۷۵)، در حالی که با افزایش دوره نگهداری این شاخص به صورت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت (P<۰/۰۵). نمونه‌های حاوی صمغ فارسی به صورت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد، حالت صمغی

پایین‌تری داشتند. همچنین با افزایش غلظت صمغ، حالت صمغی کاهش یافت (P<۰/۰۵). در حالی که در طول دوره نگهداری، شاخص حالت صمغی تمامی نمونه‌ها افزایش یافت (P<۰/۰۵). تغییرات حالت صمغی مشابه شاخص سفتی نمونه‌ها بود، به صورتی که با تضعیف شبکه سه بعدی پروتئینی و کاهش سفتی بافت در اثر افزودن صمغ، حالت صمغی نیز کاهش یافت و در واقع نیروی لازم برای از هم پاشیدن بافت ماست کم شد، در حالی که با افزایش اتصالات عرضی پروتئین‌ها و استحکام بافت ماست، در اثر گذشت زمان، حالت صمغی نیز با افزایش مواجه شد.

جدول ۲- ارزیابی ویژگی‌های بافتی (پیوستگی، حالت صمغی و قابلیت جوندگی) نمونه‌های ماست همزده طی دوره نگهداری

نمونه	دوره نگهداری (روز)	پیوستگی	حالت صمغی (N)	قابلیت جوندگی (N.mm)
Control	۱	۰/۹۵۶±۰/۰۳۴^{abc}	۰/۳۱۷±۰/۰۱۶^{c}	۳/۵۷۲±۰/۲۰۲^{ij}
	۱۱	۰/۹۰۵±۰/۰۶۳^{bcdefg}	۰/۳۶۶±۰/۰۲۱^{b}	۵/۸۳۵±۰/۴۱۰^{g}
	۲۱	۰/۹۴۸±۰/۰۰۹^{abcde}	۰/۴۵۹±۰/۰۱۲^{a}	۱۲/۰۰۶±۰/۰۷۰^{b}
F-0.05	۱	۰/۸۹۸±۰/۰۰۸^{cdefg}	۰/۲۶۵±۰/۰۰۴^{ef}	۳/۱۵۹±۰/۰۵۳^{j}
	۱۱	۰/۹۴۹±۰/۰۹۱^{abcd}	۰/۳۷۰±۰/۰۴۲^{b}	۶/۵۱۰±۰/۶۸۲^{f}
	۲۱	۰/۹۵۳±۰/۰۱۲^{abc}	۰/۴۴۹±۰/۰۱۲^{a}	۱۲/۶۵۹±۰/۱۸۶^{a}
F-0.1	۱	۰/۹۲۵±۰/۰۰۶^{abcdefg}	۰/۲۶۳±۰/۰۰۶^{ef}	۳/۰۶۱±۰/۱۶۸^{j}
	۱۱	۰/۸۵۸±۰/۰۵۸^{fg}	۰/۲۹۳±۰/۰۲۹^{cde}	۴/۸۶۶±۰/۶۱۴^{h}
	۲۱	۰/۹۴۱±۰/۰۱۷^{abcde}	۰/۳۸۱±۰/۰۱۸^{b}	۱۰/۴۱۳±۰/۵۱۵^{c}
F-0.15	۱	۰/۹۲۵±۰/۰۱۴^{abc}	۰/۲۵۶±۰/۰۰۶^{f}	۲/۹۵۶±۰/۰۰۵^{j}
	۱۱	۰/۸۷۳±۰/۰۱۰^{defg}	۰/۲۸۷±۰/۰۱۰^{cdef}	۵/۱۱۵±۰/۳۰۷^{h}
	۲۱	۰/۹۳۷±۰/۰۶۷^{abcde}	۰/۳۷۰±۰/۰۲۲^{b}	۱۰/۶۱۹±۰/۶۰۷^{c}
B-0.025	۱	۰/۹۵۴±۰/۰۷۶^{abc}	۰/۳۱۱±۰/۰۱۰^{cd}	۳/۹۷۰±۰/۴۹۱^{i}
	۱۱	۰/۸۷۱±۰/۰۴۰^{efg}	۰/۳۰۴±۰/۰۱۰^{cd}	۵/۲۵۹±۰/۱۸۱^{gh}
	۲۱	۰/۹۸۶±۰/۰۰۱^{a}	۰/۳۸۵±۰/۰۰۷^{b}	۹/۷۸۰±۰/۲۲۵^{d}
B-0.05	۱	۰/۹۳۳±۰/۰۱۹^{abcdef}	۰/۲۹۵±۰/۰۱۵^{cde}	۳/۵۷۹±۰/۲۶۳^{ij}
	۱۱	۰/۸۵۰±۰/۰۳۷^{g}	۰/۲۸۹±۰/۰۲۲^{cdef}	۵/۱۵۵±۰/۲۴۵^{h}
	۲۱	۰/۹۹۵±۰/۰۰۴^{a}	۰/۳۸۸±۰/۰۰۵^{b}	۱۰/۲۴۴±۰/۲۸۴^{cd}
B-0.075	۱	۰/۹۶۴±۰/۰۳۷^{abc}	۰/۲۶۶±۰/۰۲۲^{ef}	۳/۰۳۴±۰/۳۹۰^{j}
	۱۱	۰/۹۱۹±۰/۰۴۰^{abcdefg}	۰/۲۷۷±۰/۰۲۰^{def}	۴/۹۳۴±۰/۲۷۴^{h}
	۲۱	۰/۹۸۲±۰/۰۰۶^{ab}	۰/۳۰۸±۰/۰۰۵^{cd}	۸/۰۶۲±۰/۱۲۸^{e}

حروف متفاوت در هر ستون، بیانگر معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد است.

ارزیابی قابلیت جوندگی بافت ماست

این شاخص تحت عنوان کار مورد نیاز برای جویدن مواد غذایی به حالت آماده برای بلع تعریف می‌شود. با توجه به جدول ۲ در می‌یابیم این شاخص اگرچه در روز اول برای هیچ یک از نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار نداشت، اما در روزهای ۱۱ و ۲۱ برای تمامی نمونه‌ها به جز F-0.05 نسبت به شاهد پایین‌تر بود (P<۰/۰۵). شاخص قابلیت جوندگی نیز مانند حالت صمغی برای نمونه‌های حاوی صمغ دانه بالنگو پایین‌تر از نمونه‌های حاوی صمغ فارسی بود. با افزایش غلظت هر دو نوع صمغ، شاخص قابلیت جوندگی کاهش یافت و با افزایش زمان نگهداری، این شاخص به صورت معنی‌دار افزایش یافت (P<۰/۰۵). قابلیت جوندگی نیز روندی مانند سفتی و حالت صمغی داشت، به طوری که با کاهش سفتی بافت در اثر افزودن صمغ، کار مورد

نیاز برای جویدن بافت ماست کاهش یافت و با افزایش زمان نگهداری و افزایش سفتی بافت ماست، کار مورد نیاز برای جویدن بافت ماست یا قابلیت جوندگی افزایش یافت. پژوهش‌های دیگری نیز در ارتباط با ویژگی‌های بافتی ماست در اثر افزودن هیدروکلوئید انجام شده است. رزمخواه و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که ماست فاقد چربی حاوی ۰/۲ درصد صمغ دانه ریحان و ۰/۲ درصد صمغ دانه مرو به ترتیب سفت‌ترین و نرم‌ترین نمونه‌ها بودند و از نظر آماری بین نمونه‌های شاهد، ۰/۰۵ درصد ریحان و غلظت‌های بالاتر از ۰/۱ درصد مرو، تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. عزیزنیا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند با افزودن صمغ کتیرا در ماست کم‌چرب میزان سفتی بافت کاهش می‌یابد، در حالی که ساهان و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن صمغ بتاگلوکان به ماست کم‌چرب تغییری در میزان سفتی بافت نمونه‌ها مشاهده نکردند. رستم‌آبادی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در تحقیقی راجع به تأثیر افزودن صمغ فارسی بر بافت پنیر سفید سنتی ایرانی گزارش نمودند که با بکارگیری صمغ فارسی، میزان قابلیت جوندگی نمونه‌های پنیر به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش می‌یابد.

نتیجه گیری

با توجه به قیمت بالای هیدروکلوئیدهای تجاری و نیاز روزافزون به مصرف این ترکیبات در مواد غذایی، نتایج پژوهش حاضر، امکان استفاده از صمغ فارسی و صمغ دانه بالنگو را به منظور بهبود خواص بافتی ماست همزده تایید می‌کند. در میان سطوح مصرفی این صمغ‌ها، به نظر می‌رسد سطح ۰/۱ درصد صمغ فارسی، با توجه به میزان بالای سفتی و چسبندگی که دو شاخص مهم در ارزیابی خواص کیفی ماست هستند، به عنوان بهترین سطح در میان سطوح مورد آزمون می‌باشد.

تشکر و قدردانی

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

منابع مورد استفاده

امیری عقدایی س، اعلمی م و رضایی ر، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب. پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ٦(۲): ۲۰۹-۲۰۱.

اسمعیل‌زاده نصیری م، عباسی س و سیدین اردبیلی م، ۱۳۹۰. بررسی برخی ویژگی های رئولوژیکی و حسی ماست فوری. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۱۲(٤٦): ١٦٦-١٥٥.

بخشی زاده شیرازی ش، فرحناکی ع، مصباحی غ، مجذوبی ن و مفتون آزاد ن، ۱۳۹۲. روش نوین جداسازی صمغ دانه‌های موسیلاژی بوسیله امواج فراصوت و بررسی برخی خصوصیات این صمغ‌ها. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه شیراز. شیراز.

برزگری م، رفتنی‌امیری ز، محمدزاده میلانی ج و معتمدزادگان ع، ۱۳۹۲. بررسی تاثیر جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با صمغ فارسی بر خواص کیفی سس مایونز. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۲(٤): ۳۹۲-۳۸۱.

بهنیا آ، کاراژیان ح، نیازمند ر و محمدی نافچی ع، ۱۳۹۳. تأثیر صمغ دانه شاهی بر خواص رئولوژیکی و بافتی ماست کم‌چرب. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۳(۳): ٢٦٦-٢٥٥.

حدیدی م، ضرابی ا و نادعلیان ز، ۱۳۹۱. بررسی خواص و کاربردهای صمغ‌های بومی ایران. دومین سمینار ملی امنیت غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه، سوادکوه.

رحمانی ب، نجف نجفی م و یاسینی اردکانی ع، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر استفاده از صمغ حاصل از دانه بالنگو شیرازی بر روی خواص

فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید کم چرب ایرانی. اولین همایش ملی میان وعده‌های غذایی،پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

رحیمی س و عباسی س، ۱۳۹۳. تعیین برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و ژل شوندگی صمغ فارسی. فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی، ۱۳(٤): ۲۷-۱۳.

رزمخواه شریبانی س، رضوی م، بهزاد خ و مظاهری تهرانی م، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر استفاده از پکتین، صمغ دانه‌های مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ٦(۱): ۳٦-۲۷.

رستم آبادی ح، جوینده ح و حجتی م، ۱۳۹۵. بهینه‌سازی فرمولاسیون پنیر سفید ایرانی سنتی محتوی صمغ‌های فارسی و بادام به عنوان جایگزین چربی با استفاده از روش سطح پاسخ. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۵(۳): ۲٤۸-۲۳۵.

عباسی س، محمدی س و رحیمی س، ۱۳۹۰. جایگزینی بخشی از ژلاتین با صمغ فارسی و استفاده از کندر برای تولید پاستیل فراسودمند. مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ٤۲(۱): ۱۳۱-۱۲۱.

قاسم‌پور ز، علیزاده م و رضازاد م، ۱۳۸۹. بهینه سازی تولیدماست زدو پروبیوتیک حاوی صمغ. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، ۲(۳): ۷۰-۵۷.

گل محمدی ف، مرتضوی ع، حصاری ج و مقدم واحد م، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر افزودن صمغ‌های گوار و کتیرا روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماست همزده. سومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی قوچان، قوچان.

معتمد زادگان ع، شهیدی ا، حسینی پرور ه و ابدالی س، ۱۳۹٤. بررسی اثر نوع ژلاتین بر ویژگی‌های کاربردی ماست قالبی فاقد چربی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۱۲(٤۷): ۲۳۰-۲۲۱.

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.

El-Sayed E, El-Gawad IA, Murad H and Salah S, 2002. Utilization of laboratory-produced xanthan gum in the manufacture of yogurt and soy yogurt. European Food Research and Technology 215(4): 298-304.

Everett DW and McLeod RE, 2005. Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. International Dairy Journal 15(11): 1175-1183.

Jooyandeh H, 2009. Effect of fermented whey protein concentrate on texture of Iranian white cheese. Journal of Texture Studies 40(5): 497-510.

Ladjevardi ZS, Gharibzahedi, SM and Mousavi M, 2015. Development of a stable low-fat yogurt gel using functionality of psyllium (*Plantago ovata Forsk*) husk gum. Carbohydrate Polymers 125: 272-280.

Lee WJ and Lucey JA, 2010. Formation and physical propertises of yogurt. Asian Australasian Journal 23: 1127-1136.

Park Y. W, 2007. Rheological characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 68(8): 73-78.

Paseephol T, Small DM and Sherkat F, 2008. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. Journal of Texture Studies 39(6): 617-634.

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.

Tamime AY and Robinson RK, 2007. Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology. 3rd edn., Woodhead Publishing Limited. London.

The effect of application of Persian and Balangu-Shirazi gums on textural properties of low-fat stirred yogurt

M Yademellat[1], H Jooyandeh[2*] and M Hojjati[2]

Received: December 18, 2016 Accepted: May 24, 2017
[1]MSc, Department of Food Science and Technology, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
[*]Corresponding author: Email: hosjooy@yahoo.com

Abstract
Gums are broadly used in food products to improve texture and moisture retention and to keep product quality throughout the storage. Regarding to the high potential of national gums production in Iran, in the present study the effect of addition of Persian gum at concentrations 0.05, 0.1 and 0.15% and Balangu-Shirazi (*Lallemantia royleana*) gum at concentrations 0.025, 0.05 and 0.075% on textural properties of low-fat stirred yogurt containing 1.5% fat, during 21 days of storage at 4°C were investigated. The addition of gums, led to decrease of hardness of treatments compared to control (sample without gum) and these effect was more evident in samples containing Balangu-shirazi gum ($P<0.05$). The lowest hardness was observed in treatments with 0.075% Balangu-shirazi gum. In addition, the hardness of treatments was decreased with increase of gum concentrations and increased with passing the storage time ($P<0.05$). Adhesiveness of samples containing gum was lower than control and samples containing 0.05 and 0.1% of Persian gum had more adhesiveness in the storage period. This parameter decreased with increase of concentration of gums and increased in the storage period. The addition of gums led to increase of springiness and decrease of gumminess and chewiness as compared to control ($P<0.05$). These parameters increased during the storage time, whereas cohesiveness did not affect by addition of gums ($P<0.05$). Results of present study indicated that addition of Persian gum at 0.1% concentration could be effective technique to improve textural properties of stirred yogurt.

Keywords: Hydrocolloid, Local gums, Texture improvement, Storage time