Archive of SID
DOI: 10.22059/ijbse.2019.271380.665129 مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸ (ص ۹۷۵-۹۶۳)

The Effect of Inulin and Quince Seed Gum Powder on the Physicochemical and Qualitative Properties of Low Fat Yogurt

NESA GHEYBI[1], ROGIEH ASHRAFI YORGANLOO[1*]

1 .Department of Food Science and Technology, West Azarbaijan Branch, Technical and Vocational University, Urmia, Iran

(Received: Dec. 12, 2018- Revised: May. 13, 2019- Accepted: June. 24, 2019)

ABSTRACT

Nowadays due to the problems caused by the consumption of high fat products, the use of fat substitutes in foods such as yogurt has increased. In this study, the effect of inulin in 0, 1.5 and 3% levels and Quince seed gum in 0, 0.25 and 0.5% levels was investigated on the qualitative properties of low fat yogurt at 4°C during 14 days of storage. The results showed that addition of inulin significantly decreased syneresis ($p<0.05$), at higher levels of Quince seed gum (at 0.5% level), increasing the amount of syneresis was prevented during storage. Water holding capacity and viscosity increased significantly with increasing inulin and Quince seed gum ($p<0.01$), while maximum water holding capacity was 64% and the highest viscosity was 5500 cpoise in a sample containing 3% inulin and 0.5% Quince seed gum powder. Hardness was increased significantly from 14N to 28N by adding inulin ($p<0.01$), at higher levels of Quince seed gum increasing of hardness was prevented over time. The highest color change was in the sample contained the highest amount of inulin and the lowest amount of Quince seed gum on the first day of storage. Optimum content of inulin and Quince seed gum was determined 2.5% and 0.4% respectively, in low fat yogurt. In overall acceptance, the optimized low-fat yogurt obtained a higher score than control yogurt (3% fat). The results of this study showed that it is possible to use inulin and Quince seed gum at optimal levels in the preparation of low-fat yogurt.

Key words: Low-fat yogurt, Inulin, Quince seed gum, Qualitative characteristics

*Corresponding Author's Email: r.ashrafi1@yahoo.com
www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تأثیر اینولین و پودر صمغ دانه به بر خواص فیزیکوشیمیایی و کیفی ماست کم چرب

نسا غیبی[۱]، رقیه اشرفی یورقانلو[۲*]

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۱- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۲/۲۳- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۴/۳)

چکیده

با توجه به مشکلات به وجود آمده در اثر مصرف محصولات با چربی بالا امروزه استفاده از جایگزین‌های چربی در مواد غذایی از جمله ماست افزایش پیدا کرده است. در این پژوهش تأثیر افزودن اینولین در سطوح ۰، ۱/۵ و ۳ درصد و صمغ دانه به در سطوح ۰، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد بر ویژگی‌های کیفی ماست کم چرب در دمای ۴ درجه سلسیوس طی ۱۴روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد، افزودن اینولین باعث کاهش معنی‌دار میزان آب‌اندازی شد ($p<۰/۰۵$)، در سطوح بالاتر صمغ دانه به (در سطح ۰/۵ درصد) با گذشت زمان از شدت افزایش آب‌اندازی کاسته شد. ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته با افزایش اینولین و صمغ دانه به صورت معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۱$)، به طوری‌که بیشترین ظرفیت نگهداری به میزان ۶۴ درصد و بالاترین ویسکوزیته به میزان ۵۵۰۰ سانتی پوآز در نمونه حاوی ۳ درصد اینولین و ۰/۵ درصد پودر صمغ دانه به مشاهده شد. سفتی بافت با افزودن اینولین از ۱۴ نیوتن به ۲۸ نیوتن به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۱$)، در سطوح بالاتر صمغ دانه به با گذشت زمان از افزایش سفتی جلوگیری شد. بالاترین تغییرات رنگ در نمونه حاوی بیشترین مقدار اینولین و کمترین مقدار صمغ دانه به در روز اول نگهداری بود. سطوح بهینه اینولین و صمغ دانه به در ماست کم چرب به ترتیب ۲/۵ و ۰/۴ درصد تعیین شد. از نظر پذیرش کلی ماست کم چرب بهینه شده امتیاز بالاتری نسبت به ماست شاهد (۳ درصد چربی) کسب کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که میتوان از اینولین و صمغ دانه به در سطوح بهینه، در تهیه ماست کم چرب استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ماست کم چرب، اینولین، صمغ دانه به، خواص کیفی

مقدمه

ماست از فرآورده‌های تخمیری پر مصرف شیر است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا تأثیر مثبتی در سلامتی دارد (Yildiz, 2010). ماست معمولی حاوی ۳ درصد چربی می‌باشد، تحقیقات نشان داده که میزان چربی بالا باعث ایجاد بیماری‌هایی از قبیل چاقی، ناراحتی قلبی، دیابت، فشار خون بالا و بسیاری از سرطان‌ها می‌شود (Maki *et al.*, 2002)، از طرف دیگر چربی موجب تولید کالری بالایی می‌شود. از آنجایی که مشکلاتی در سلامت مصرف کنندگان با دریافت کالری بالا ایجاد می‌گردد امروزه تقاضا برای استفاده از محصولات با چربی کاهش یافته افزایش یافته است. چربی تولید کننده کالری، مسئول ایجاد بافت خامه‌ای، ایجاد کننده پوشش دهانی مناسب[۱]، تقویت کننده طعم و نرمی بافت است (Gheybi *et al.*, 2015). با کاهش و یا حذف چربی آسیب جدی به بافت، خصوصیات رئولوژیکی و طعم محصول وارد می‌شود و باید از جایگزین‌های مناسب چربی جهت رفع این مشکلات استفاده کرد.

امروزه تلاش فراوانی برای استفاده از محصولات طبیعی در مواد غذایی می‌شود. در این میان هیدروکلوئیدها گروه اصلی از عوامل کاربردی هستند که در سال‌های گذشته مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هیدروکلوئیدها بیوپلیمرهایی با وزن مولکولی بالا و آبدوست هستند که موجب ایجاد ویژگی‌هایی از قبیل ایجاد قوام در محلول‌های آبی، پایداری کف‌ها، و امولسیون‌ها، بهبود احساس دهانی و ایجاد کردن حالتی مشابه یک ساختار چرب و روغنی برای محصولاتی که چربی آنها کاهش یافته است، می‌شود (Shih *et al.*, 2001; Dickinson, 2003). استفاده از هیدروکلوئیدها با توجه به خواص عملکردی ویژه در صنایع غذایی در سال‌های اخیر به شدت گسترش یافته است و بدیهی است که نیاز به جستجوی منابع جدیدتر و مقرون به صرفه بیش از پیش احساس می‌شود. در کشور ایران نیز منابع بالقوه‌ای برای هیدروکلوئیدها وجود دارد. یکی از این هیدروکلوئیدها صمغ دانه به می‌باشد. نام علمی میوه به *Cydonia oblonga* است. این میوه بومی مناطق آسیای جنوبی بوده و منشأ آن در مناطق ایران، داغستان، افغانستان و سوریه

* نویسنده مسئول: r.ashrafi1@yahoo.com

1. Mouthcoating

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. صمغ دانه به دارای راندمان استخراج بالا، ساختار ژل مانند قوی و حجم هیدرودینامیکی بالایی است و می‌تواند به عنوان جایگزین چربی در محصولات غذایی به عنوان قوام دهنده و تقلید کننده چربی به کار برده شود (Abbastabar *et al.*, 2014).

اینولین ترکیبی پلیمری از مولکول‌های فروکتوز است که دارای انتهای گلوکزی در ترکیب خود می‌باشد و در طبیعت به صورت کربوهیدرات ذخیره‌ای و غیر قابل هضم در گیاهانی مانند کاسنی، تره فرنگی، کنگر فرنگی و سیب زمینی ترشی است. دلیل استفاده از اینولین در محصولات غذایی ویژگی‌های تغذیه‌ای، تکنولوژیکی و خاصیت پری‌بیوتیکی آن است (Helal *et al.*, 2018). اینولین در معده و روده کوچک انسان هضم نشده و می‌تواند باعث ایجاد احساس سیری ،کاهش کلسترول خون، کاهش میزان شیوع سرطان روده‌ی بزرگ و تقویت سیستم ایمنی بدن شده و باعث افزایش فعالیت زیستی باکتری‌های مفید و بازدارندگی رشد باکتری‌های مضر در دستگاه گوارش شود (Ehsani & Mohsenzadeh, 2018 ;Meyer *et al.*, 2011). این کربوهیدرات هنگامی که با آب مخلوط می‌شود، شبکه ژلی سه بعدی را به وجود آورده، ماندگاری کف‌ها و امولسیون‌های غذایی را بهبود بخشیده و سبب بهبود احساس دهانی با بافت قابل گسترش می‌شود به همین دلیل می‌تواند به عنوان جایگزین چربی در مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد (Muzammil *et al.*, 2018; Karim *et al.*, 2018).

Karim *et al.* (2018)، در تحقیق خود از اینولین بلند زنجیر و صمغ CMC در ماست کم چرب استفاده کردند آنها در نتایج خود اعلام کردند که نمونه ماست حاوی ۰/۷۵٪ اینولین و ۰/۲۵ ٪ CMC به عنوان نمونه های ماست فراسودمند و پری بیوتیک برگزیده، با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی برتر معرفی شدند. Helal *et al* (2018)، از اینولین در ماست حاوی ۰/۱ درصد چربی استفاده کرده و اعلام نمودند که افزودن اینولین باعث بهبود ویژگی رئولوژیکی ماست شده و نمونه حاوی ۱ و ۲ درصد اینولین بالاترین امتیاز حسی رو از ارزیابان حسی دریافت نمود.

Yademellat *et al.* (2016)، از صمغ فارسی و صمغ دانه بالنگو شیرازی در غلظت‌های مختلف در ماست همزده کم چرب استفاده کرده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن را در طول مدت ۲۱ روز بررسی کردند. آنها در تحقیق خود مشاهده کردند که افزودن هر دو صمغ باعث کاهش آب‌اندازی نمونه‌ها گشت و پیشنهاد کردند که افزودن صمغ فارسی تا سطح ۰/۱۵ درصد باعث بهبود خواص کیفی ماست کم چرب می‌شود. Nikoofar *et al.* (2013)، صمغ دانه به را در سطوح ۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد ماست کم چرب به کار برده و مشاهده کردند که افزودن صمغ دانه به باعث کاهش میزان آب‌اندازی و کاهش سفتی و چسبندگی در ماست شد. که دلیل آن را برهمکنش بین صمغ دانه به دارای بار مثبت و میسل‌های کازئین دارای بار منفی اعلام نمودند. در این تحقیق با هدف تولید ماست کم چرب با کیفیت بالا، پلی ساکارید اینولین و صمغ دانه به در غلظت‌های مختلف به عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار گرفته و تأثیر آنها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی ماست کم چرب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش شیر استریلیزه و هموژنیزه (با ۱/۵ درصد چربی) از شرکت دامداران تهران، شیر خشک (با ۰/۰۱ درصد چربی) از شرکت گلا آمل، استارتر YoFlex، مخلوط باکتری *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* از شرکت Chr-Hansen (دانمارک)، اینولین HPX با خلوص ۹۹/۵ درصد، بلند زنجیر با درجه پلیمریزاسیون بیشتر از ۲۳ از شرکت حلمی نماینده شرکت Beneo Orafti آلمان در ایران خریداری شد. دانه به نیز از فروشگاه‌های محلی تهیه شد.

استخراج پودر صمغ دانه به

ابتدا دانه‌های به خریداری شده شسته شده و با آسیاب برقی خرد شدند. پودر دانه به با نسبت ۱۰:۱ با آب به مدت ۳ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس در pH ۶ مخلوط گشت، پس از گذشت این زمان به منظور حذف ناخالصی‌های موجود در محلول، از پارچه کتانی دو لایه جهت فیلتراسیون نمونه‌ها استفاده شد و برای تغلیظ محلول بدست آمده دستگاه روتاری اواپراتور مورد استفاده قرار گرفت، برای فیلتراسیون نهایی از سانتریفیوژ در ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه استفاده گشت. در نهایت در داخل آون مجهز به جریان هوا در دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک شد و توسط آسیاب برقی به اندازه ۱۸۰ میکرومتر پودر شد (Abbastabar et al., 2014).

آماده‌سازی نمونه‌ها

برای تولید ماست کم چرب پس از توزین مواد اولیه ابتدا شیر تا دمای ۴۵-۴۰ درجه سلسیوس گرم شد، سپس صمغ دانه به و اینولین با توجه به مقادیر موجود در جدول ۱ به شیر اضافه شده و در نهایت با استفاده از شیر خشک ماده جامد آن تا مقدار ۱۲درصد استاندارد شد، مقدار چربی در شیر مورد استفاده در تهیه ماست نیز ۱/۵ درصد بود. تمام نمونه‌ها با استفاده از همزن (Black & Decker250W، انگلستان) به طور کامل یکنواخت شد و فرایند حرارتی تحت دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

دقیقه اعمال و جهت تلقیح استارتر تا دمای ۴۲ درجه سلسیوس خنک گردید. هنگامی‌که دمای شیر به ۴۲ درجه سلسیوس رسید ۰/۵ درصد از استارتر اضافه شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت گرم‌خانه گذاری شده و بعد از رسیدن به pH ۴/۶ به سرعت تا دمای ۵ درجه سلسیوس خنک گردید و به این ترتیب ماست‌های قالبی تهیه شدند و در ظروف پلاستیکی درب‌دار از جنس پلی اتیلن بسته بندی شده و در همین دما نگهداری شدند. نمونه‌های تهیه شده در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ از نظر شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه گیری اسیدیته

اسیدیته ماست مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ تعیین شد.

میزان آب‌اندازی ماست[1]

جهت اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی ماست، ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی توزین و روی قیف قرار داده شد. میزان آب خارج شده بر حسب میلی‌متر از قیف در دمای ۴ درجه سلسیوس و پس از ۱۲۰ دقیقه با عنوان میزان آب‌اندازی بیان گردید (Aghajani *et al.*, 2011).

ظرفیت نگهداری آب[2]

به منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، ۵ گرم از نمونه ماست داخل فالکون ۱۵ میلی‌متری خالی ریخته شد و با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سلسیوس سانتریفوژ شد. در ادامه محلول رویی (سوپرناتانت) جداسازی شد و رسوب حاصل وزن گردید. در نهایت با استفاده از فرمول زیر میزان ظرفیت نگهداری آب بر حسب گرم بر کیلوگرم محاسبه شد: (Sahan *et al.*, 2008)

$$\text{ظرفیت نگهداری آب} = \frac{\text{وزن سرم خارج شده} - \text{وزن اولیه ماست}}{\text{وزن اولیه ماست}}$$

ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌های تولید شده با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (DV-II +Pro، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد. اسپیندل شماره ۶ به عنوان اسپیندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته انتخاب شد. ویسکوزیته کلیه آزمون‌ها در دمای ۵ درجه سلسیوس، در سرعت ۵۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۲۰ ثانیه قرائت شد (Amiri Aghdaei *et al.*, 2010a).

سفتی بافتی

اندازه‌گیری سفتی بافت نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (FR010)Zwick/Roell، آلمان) انجام شد. پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه‌ای با قطر ۵ میلی‌متر بود. سرعت نفوذ پروب به داخل نمونه یک میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ آن ۱۰ میلی‌متر انتخاب شد (Amiri Aghdaei *et al.*, 2010a).

فاکتورهای رنگ

رنگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (کونیکا مینولتا، مدل CR-400، ژاپن) اندازه‌گیری شد. جهت بیان میزان رنگ از پارامترهای هانتر برحسب سفیدی-سیاهی (L*)، قرمزی-سبزی (a*) و زردی-آبی (b*) استفاده شد. قبل از استفاده از رنگ‌سنج با استفاده از صفحه سرامیکی سفید دستگاه هریک از سه پارامتر رنگی مورد بررسی کالیبره شدند (Karim *et al.*, 2018).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها با آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۱۰ داور آموزش دیده (۸ زن و ۲ مرد) مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات مورد بررسی: رنگ، طعم، قوام، آب اندازی و پذیرش کلی[3] از نظر داوران بود.

محاسبات آماری

جهت بررسی اثر اینولین، صمغ دانه به و مدت زمان نگهداری بر متغیرهای وابسته که شامل اسیدیته، میزان آب‌اندازی، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته، سفتی بافت و فاکتورهای رنگ بود از روش سطح پاسخ استفاده شد و بهینه‌سازی فرمولاسیون به روش کاملاً تصادفی در قالب طرح مرکب مرکزی در سه سطح و پنج تکرار در نقطه مرکزی انجام گرفت. در جدول ۱ متغیرهای مستقل، کد و سطوح مربوطه آن‌ها آورده شده است. آنالیز داده‌ها (در سطح ۹۹٪ و ۹۵٪) و رسم شکل‌ها توسط نرم افزار Design Expert 10.0.0 انجام گردید. برای آنالیز حسی نیز نرم افزار SPSS.25 به‌کار گرفته شد.

جدول ۱- متغیرهای مستقل و مقادیر آن ها

متغیر مستقل		کد و سطح مربوطه	
		۱	۰	-۱
A*		۳	۱/۵	۰
B		۰/۵	۰/۲۵	۰
C		۱۴	۷	۱

***A، B و C به ترتیب درصد سطوح جایگزینی اینولین، صمغ دانه به و زمان نگهداری می‌باشد.**

1. Syneresis
2. Water Holding Capacity (WHC)
3. Total acceptance

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ضرایب رگرسیونی برای مدل‌های سطح پاسخ

فاکتورها	اسیدیته	آب‌اندازی (٪)	ظرفیت نگهداری آب (٪)	ویسکوزیته (سانتی‌پوآز)	سفتی (نیوتن)	L	a	b
A	۰/۱***	-۰/۷۴*	۱۰/۶۵***	۱۱۸۴/۳۶***	۲***	۹/۹***	۱***	-۰/۸*
B	۰/۰۵۱**	-۱/۳۶***	۷/۹۵**	۷۶۰/۲۲***	-۰/۷۱^{ns}	-۵/۴۰**	۰/۹***	۰/۹*
C	۰/۰۶۷**	۱/۳۰***	-۱۱/۱۷***	۳۷۷*	۱/۰۱*	-۵/۴۲**	-۰/۴۲*	۱/۱۹**
AB	۰/۰۵۹**	-۰/۲۵^{ns}	–	-۴۳/۷۵^{ns}	۰/۲۰^{ns}	–	–	–
AC	-۰/۰۲^{ns}	۰/۳۶^{ns}	–	-۴۱/۴۹^{ns}	-۱/۱۹*	–	–	–
BC	-۰/۰۵۷**	-۰/۷۶***	–	۱۴/۲۱^{ns}	-۱/۰۶*	–	–	–
A^2	۰/۰۱۹^{ns}	۱/۱۶***	–	-۷۴۴/۰۵*	–	–	–	–
B^2	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۶۶^{ns}	–	۷۱۹/۰۵*	–	–	–	–
C^2	۰/۰۸*	۱/۳۲***	–	۱۲۷/۷۱^{ns}	–	–	–	–
R^2	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۸۳	۰/۹۳	–	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۶۴
p	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۶	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	–	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۸

A: اینولین، B: صمغ دانه به، C: مدت زمان نگهداری $^{***}p<0.001$، $^{**}p<0.01$ ، $^{*}p<0.05$، ^{ns}غیر معنی‌دار

نتایج و بحث

اسیدیته

در طی مدت تولید و نگهداری ماست، کاتابولیسم لاکتوز توسط باکتری‌های آغازگر، موجب تولید اسید لاکتیک و افزایش اسیدیته می‌شود (Ramasubramanian *et al.*, 2008). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار اینولین میزان اسیدیته افزایش یافت، که دلیل آن خاصیت پری‌بیوتیکی اینولین بود که باعث افزایش فعالیت باکتری‌های لاکتیک اسید شد و در نتیجه تولید اسید توسط این باکتری‌ها افزایش یافت. از طرفی دیگر افزایش مقدار اینولین به دلیل افزایش مقدار ماده خشک باعث افزایش مواد مغذی برای فعالیت باکتری‌ها و افزایش تولید اسید شد (Milani & Koocheki, 2011). Oliveira *et al.* (2009) در مطالعه خود گزارش کردند که افزودن اینولین به شیر تخمیر شده باعث افزایش میزان اسیدیته شیر شد. Ehsani & Mohsenzadeh, 2018نیز در بررسی اثر اینولین بر ماست سن-بیوتیکی اعلام نمودند که افزودن اینولین تا سطح ۲ درصد منجر به افزایش اسیدیته و کاهش pH ماست شد. با افزایش صمغ دانه به اسیدیته کاهش یافت که دلیل آن کاهش میزان آب در دسترس در میکروب‌ها و کاهش فعالیت میکروب‌ها بود. نتایج بدست آمده از کاهش اسیدیته با افزودن صمغ دانه به با نتایج Nikoofar *et al.* (2013) مطابقت دارد. اثر برهمکنش اینولین و صمغ دانه به نیز معنی‌دار بود (جدول ۲)، به طوریکه در مقادیر پایین اینولین صمغ دانه به باعث جلوگیری از افزایش اسیدیته شد ولی در مقادیر بالاتر اینولین صمغ دانه به اثر معنی‌داری روی اسیدیته نداشت. اثر درجه دوم مدت زمان نگهداری روی اسیدیته معنی‌دار بود. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، تا روز هفتم نگهداری مقدار اسیدیته تغییر معنی‌داری نداشت ولی از روی هفتم تا چهاردهم اسیدیته افزایش یافت. افزایش اسیدیته در طول زمان نگهداری توسط بسیاری از محققان همچون Helal et al. (2018); Dalili *et al.* (2017) و Karim *et al.* (2018) گزارش شده است. در مقادیر پایین صمغ دانه به در طول مدت زمان نگهداری مقدار اسیدیته با شیب تندتری افزایش یافت ولی در مقادیر بالای صمغ دانه به شیب افزایش اسیدیته از روی هفتم تا چهاردهم کمتر شد، به عبارت دیگر صمغ دانه به در مقادیر بالاتر از ترش شدن بیش از اندازه ماست در طی دوره نگهداری جلوگیری کرد.

آب اندازی (سینرزیس)

آب اندازی در ژل به جدا شدن فاز آبی از فاز پیوسته یعنی شبکه ژلی گفته می‌شود. درصد چربی، باکتری‌های استارتر، میزان ماده خشک بدون چربی شیر[1]، افزودن فیبرها و پایدار کننده‌ها، دمای تخمیر و pH فرآورده از مهمترین عوامل موثر بر آب اندازی ماست می‌باشند (Anand et al., 2018) و یکی از معایب عمده ماست می‌باشد که در واقع به ظهور سرم در سطح ماست اطلاق می‌گردد (Ghasempour et al., 2011).

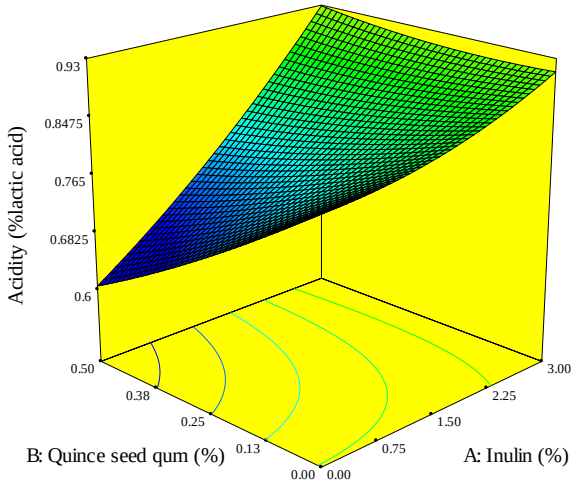
چروکیدگی در ساختار سه بعدی شبکه پروتئینی موجود در ماست باعث کاهش اتصال پروتئین‌های آب‌پنیر و در نهایت خروج آب از سرم ماست می‌شود (*Karim* et al., *2018*).

1. Milk Solid Not Fat (MSNF)

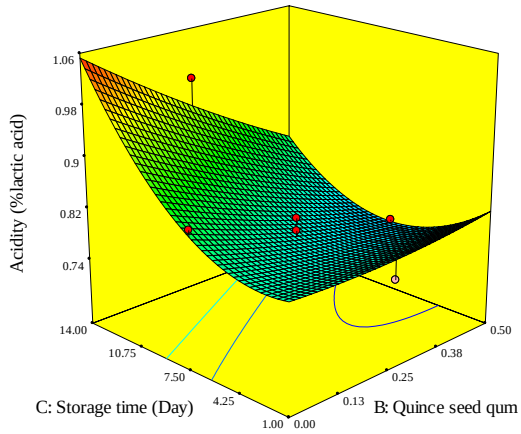
www.SID.ir

Archive of SID

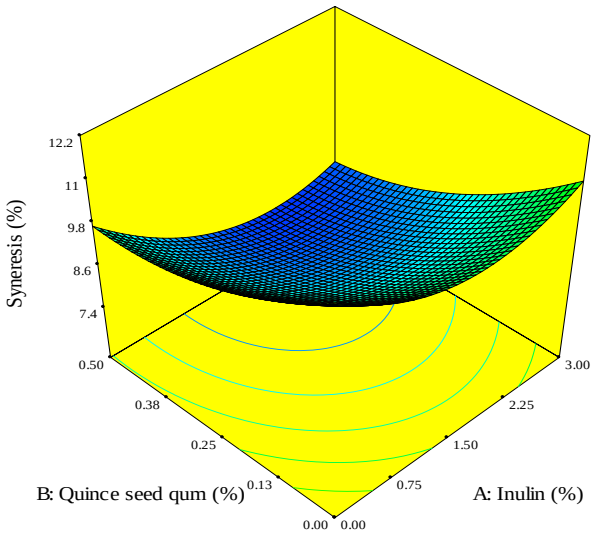
همانطور که در جدول ۲ آورده شده است، تأثیر درجه اول و درجه دوم اینولین تا سطح ۱/۵ درصد روی آب اندازی معنی‌دار بود. با افزایش میزان اینولین تا ۱/۵ درصد آب اندازی کاهش یافت ولی با افزایش مقدار اینولین از ۱/۵ تا ۳ درصد میزان آب اندازی تحت تأثیر مقدار اینولین قرار نگرفت. با افزودن اینولین مقدار ماده خشک و میزان قوام ماست افزایش یافت، از طرفی دیگر اینولین باعث تشکیل شبکه ژلی شد و جذب سریع آب توسط این شبکه ژلی اتفاق افتاد در نتیجه میزان آب‌اندازی کاهش یافت (Karim et al., 2018 ؛ Yeganehzad et al., 2007)، در سطوح بالاتر اینولین دلیل ثابت ماندن آب اندازی می‌تواند به خاطر نقش اینولین در جلوگیری از تشکیل ساختار پروتئینی مستحکم و تخریب شبکه ژلی باشد. در راستای این نتایج Amiri Aghdaei et al. (2011) و Karim et al. (2018) در بررسی خود مشاهده نمودند افزودن اینولین موجب کاهش آب‌اندازی در ماست شد. با افزایش مقدار صمغ دانه به میزان آب‌اندازی به شدت کاهش یافت (شکل ۳). هیدروکلوئیدها به علت بالا بودن وزن مولکولی قادرند پیوندهای محکمی با مولکول‌های آب ایجاد کرده، ویسکوزیته ظاهری ماست را افزایش دهند و شبکه ژلی متراکم‌تر به وجود آورند و با به دام انداختن آب و میسل‌های کازئینی در این شبکه، جداسازی فاز سرم و میزان آب‌اندازی را کاهش دهند (Iucey, 2004). Yademellat et al. (2016) در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که افزودن صمغ دانه بالنگوی شیرازی و صمغ فارسی باعث کاهش میزان آب‌اندازی در ماست شد. که دلیل آن را جذب آب توسط پلی‌ساکاریدهای تشکیل دهنده هیدروکلوئید و افزایش اتصال با مولکول‌های پروتئینی اعلام نمودند. Aghdaei Amiri et al. (2010a) اعلام کردند که افزودن موسیلاژ دانه ریحان باعث کاهش میزان آب‌اندازی در ماست شد و کمترین میزان آب‌اندازی در بیشترین سطح موسیلاژ دانه ریحان بود. زمان عامل بسیار مهمی در آب‌اندازی شبکه‌های ژلی می‌باشد. با افزایش مدت زمان نگهداری آب اندازی افزایش یافت. دلیل این افزایش میتواند هیدرولیز و هضم پروتئین‌های ماست توسط میکروب‌ها و ایجاد تغییرات در در اتصالات پروتئین-پروتئین موجود در شبکه سه بعدی پروتئینی باشد زیرا پروتئین‌های ایجاد کننده بافت خاصیت خود را از دست داده و پیوند آنها با آب گسسته می‌شود. افزایش میزان آب اندازی با گذشت زمان توسط محققانی همچون Karim et al. (2018) و Razmkhah et al. (2000) گزارش شده است. با توجه به معنی‌دار بودن برهمکنش صمغ دانه به و زمان نگهداری (شکل۴)، در مقادیر پایین صمغ دانه به در طی مدت زمان نگهداری نسبت به مقادیر کمتر صمغ دانه به با شدت کمتری افزایش یافت، به عبارت دیگر صمغ دانه به در مقادیر بالاتر توانست در طی مدت زمان نگهداری از آب اندازی ماست جلوگیری کند.



شکل ۱- سطح پاسخ اثر اینولین و صمغ دانه به روی اسیدیته



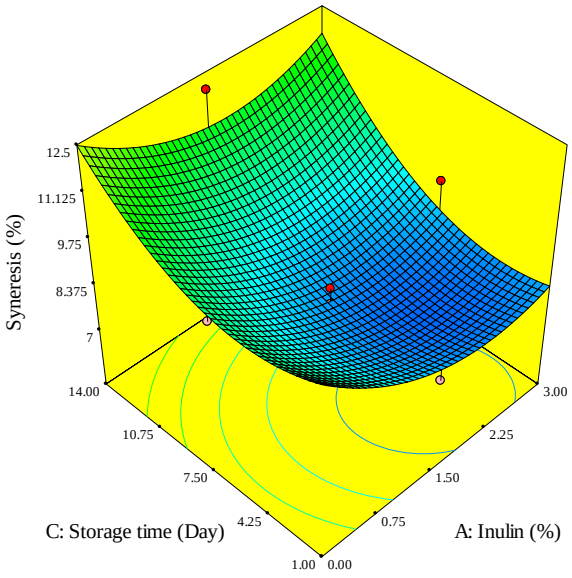
شکل ۲- سطح پاسخ اثر صمغ دانه به و مدت زمان نگهداری روی اسیدیته



شکل۳- سطح پاسخ اثر اینولین و صمغ دانه به روی آب اندازی

www.SID.ir

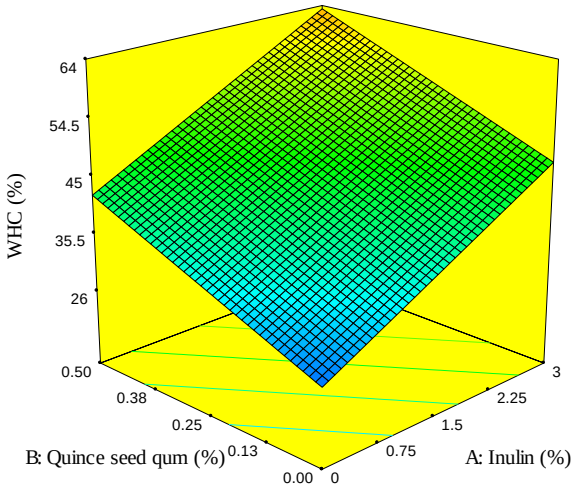
Archive of SID



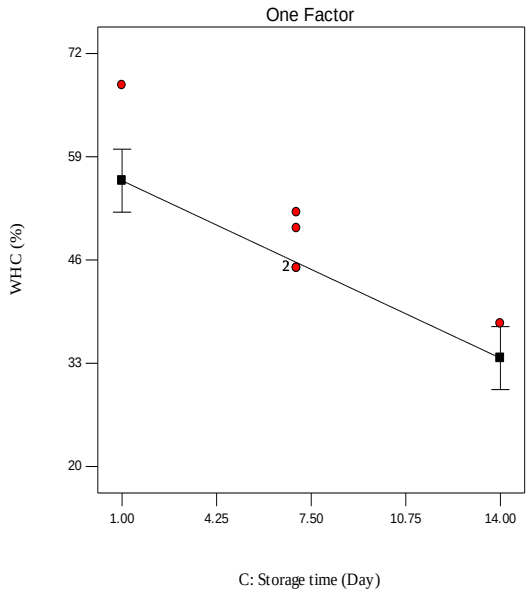
شکل ۴- سطح پاسخ اثر صمغ دانه به و زمان نگهداری روی آب اندازی

ظرفیت نگهداری آب

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثر درجه اول اینولین، صمغ دانه به و زمان نگهداری روی ظرفیت نگهداری آب معنی‌دار بود. با افزایش میزان اینولین و صمغ دانه به ظرفیت نگهداری آب افزایش یافت (شکل ۵) به طوریکه بالاترین ظرفیت نگهداری آب مربوط به بیشترین مقدار اینولین و صمغ دانه به بود که دلیل آن افزایش مقدار ماده خشک در ماست و ایجاد ساختمان متراکم‌تر، پایدار شدن شبکه ژلی و تخلخل کمتر بود که باعث افزایش قابلیت نگهداری آب در ماست شد (Aziznia *et al.*, 2008)، همچنین افزایش ظرفیت اتصال آب در نتیجه افزایش مقدار ماده خشک میتواند ظرفیت نگهداری آب را افزایش دهد، از طرفی دیگر صمغ دانه به به دلیل برقرار پیوند با آب، تقویت شبکه ژلی در ماست و کاهش میزان خلل و فرج، میزان خروج آب را از بافت ماست کاهش داد (Dalili *et al.*, 2017). Ghasempour *et al.* (2011) نشان دادند که افزودن صمغ زدو (فارسی) باعث افزایش قابلیت نگهداری آب در ماست شد. Dalili *et al.* (2017)، در نتایج خود مشاهده کردند که افزودن هیدروکلوئیدها بامیه و گوار باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست شد و در ماست حاوی ۰/۵ درصد گوار و موسیلاژ بامیه بیشترین ظرفیت نگهداری مشاهده شد. Karim *et al.* (2018) در بررسی نتایج خود اعلام کردند که با افزایش سطح اینولین بلند زنجیر در فرمولاسیون ماست قابلیت نگهداری آب افزایش می‌یابد. همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود در طی دوره نگهداری میزان ظرفیت نگهداری آب کاهش معنی داری داشت. که دلیل آن بازآرایی بیشتر شبکه ژلی در طول دوره نگهداری و افزایش تعداد اتصالات ذرات بود بنابراین شبکه تمایل بیشتر به چروکیدگی داشته و ظرفیت نگهداری آب کاهش و مایع بیشتری به خارج از بافت ماست ترشح پیدا کرد (Karim *et al.*, 2018).



شکل ۵- سطح پاسخ اثر اینولین و صمغ دانه به روی WHC



شکل ۶- اثر زمان نگهداری روی WHC

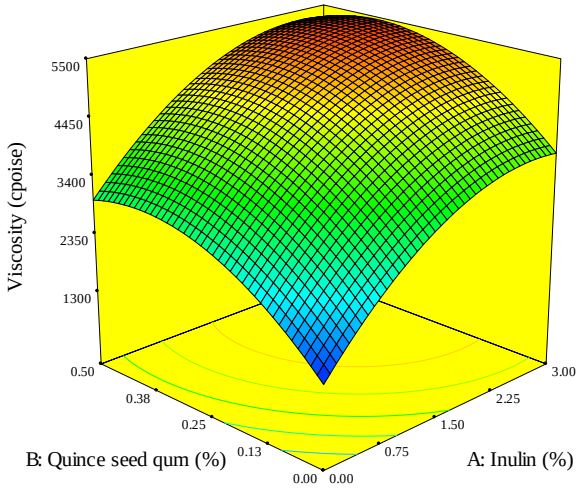
ویسکوزیته

ویسکوزیته ظاهری ماست تحت تأثیر ترکیبات شیر، تیمار حرارتی و مواد افزودنی قرار می‌گیرد (Helal *et al.*, 2018). همانطور که در جدول ۲ آورده شده است، تأثیر درجه اول اینولین، صمغ دانه به و زمان نگهداری و اثر درجه دوم اینولین و صمغ دانه به روی ویسکوزیته ماست معنی‌دار بود. همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار اینولین تا ۲ درصد مقدار ویسکوزیته افزایش شدیدی داشت ولی در مقادیر بالاتر از ۲ درصد اثر آن روی ویسکوزیته غیر معنی‌دار شد. از آنجاییکه ویسکوزیته تحت تأثیر کشش و پیوند بین ذرات کازئین و ساختار و توزیع فضایی

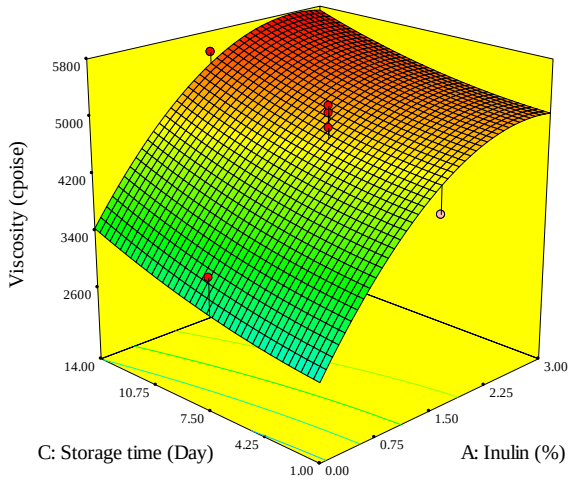
www.SID.ir

Archive of SID

آنها قرار می‌گیرد بالاتر بودن ماده خشک به دلیل افزایش اینولین می‌تواند منجر به تولید ماست با ویسکوزیته بالاتر شود. همچنین افزودن اینولین باعث ایجاد شبکه ژلی در ماست شد و بین اینولین و لخته‌های پروتئینی ماست توسط پیوندهای هیدروژنی اتصال ایجاد شد و قوام ماست افزایش یافت (Kip *et al.*, 2006). Karim *et al.* (2018) و Helal *et al.* (2018) در بررسی‌های خود اعلام کردند که افزودن اینولین به ماست کم چرب باعث افزایش ویسکوزیته ماست شد. با افزایش صمغ دانه به ویسکوزیته ماست افزایش یافت. همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، تا سطح ۰/۳ درصد صمغ دانه به، ویسکوزیته با شدت بیشتری افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر مقدار صمغ دانه به اثر آن روی ویسکوزیته غیر معنی‌دار شد. دلیل افزایش ویسکوزیته با افزایش صمغ دانه به به ویژگی‌های ساختمانی هیدروکلوئیدها مرتبط است که میتواند با آب آزاد موجود در بافت پیوند برقرار کند. Basiri *et al.* (2018) در نتایجی مشابه با نتایج تحقیق حاضر اعلام کردند که افزایش سطوح صمغ بذر کتان باعث افزایش ویسکوزیته ماست می‌شود Amiri Aghdaei *et al.* (2010b)، گزارش کردند که با افزودن صمغ دانه اسفرزه به ماست کم چرب ویسکوزیته ماست نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. با افزایش زمان نگهداری میزان ویسکوزیته افزایش یافت (شکل ۸) افزایش ویسکوزیته با گذشت زمان می‌تواند به علت افزایش تراکم شبکه ژلی، افزایش آب‌گیری و ایجاد تغییرات در اتصالات پروتئین-پروتئین موجود در شبکه سه بعدی پروتئینی نمونه‌های ماست و همچنین ناشی از بازآرایی پروتئین‌ها و تشکیل ساختمان چهار در این ماکرومولکول‌ها باشد. این نتایج با نتایج Guven *et al.* (2005); Amiri Aghdaei *et al.* (2010a) مطابقت دارد.



شکل ۷- سطح پاسخ اثر اینولین و صمغ دانه به روی ویسکوزیته



شکل ۸- سطح پاسخ اثر اینولین و زمان نگهداری روی ویسکوزیته

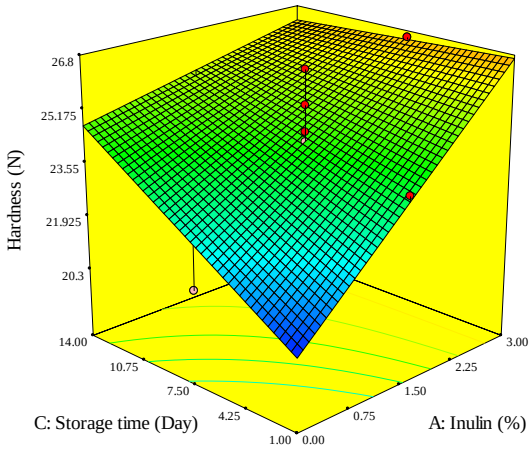
سفتی بافت

سفتی بافت تا حد زیادی وابسته به ماده خشک، میزان پروتئین و نوع پروتئین در ماست می‌باشد، هرچه میزان ماده خشک بیشتر باشد، اتصالات در شبکه ژلی بیشتر شده و در نهایت ساختار سفت‌تر و متراکم‌تر می‌گردد (Paseephol *et al.*, 2008). همانطور که در جدول ۲ آورده شده است تأثیر درجه اول اینولین و زمان نگهداری و اثر برهمکنش زمان نگهداری و اینولین و زمان نگهداری و صمغ دانه روی سفتی بافت معنی‌دار بود. به این صورت که با افزایش مقدار اینولین به دلیل افزایش ماده خشک محصول میزان سفتی بافت بیشتر شد (شکل ۹) افزایش مقدار ماده خشک باعث افزایش اتصالات عرضی و به دنبال آن تشکیل شبکه سه بعدی پروتئین و ساختار ژلی مستحکم‌تر در ماست شد. بر خلاف نتیجه بدست آمده در تحقیق حاضر Helal *et al.* (2018)، در نتایج خود مشاهده کردند که افزودن اینولین به فرمولاسیون ماست کم چرب باعث کاهش سفتی بافت شد. با گذشت زمان میزان سفتی بافت بیشتر شد. افزایش سفتی با در طول زمان نگهداری به دلیل ایجاد تغییرات در آرایش و اتصالات پروتئینی با یکدیگر بود که باعث تقویت ژل ماست در طول مدت زمان نگهداری شد. همچنین افزایش سفتی بافت با گذشت زمان نگهداری به دلیل بازیابی دوباره شبکه به دلیل نیروهای جاذبه بین میسل‌های کازئین بود که باعث افزایش برهمکنش با ژل ماست شد. Hassan *et al.* (2015)، اعلام نمودند که سفتی بافت ماست کم چرب در طول دوره نگهداری افزایش یافت. همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، در مقادیر پایین صمغ دانه به با گذشت زمان نگهداری میزان سفتی بافت افزایش شدیدتر داشت ولی در مقادیر بالای صمغ دانه به با گذشت زمان میزان سفتی بافت کاهش یافت. در نمونه‌های حاوی صمغ دانه به بالاتر به دلیل قرار گرفتن پلی ساکاریدهای صمغ بین پروتئین‌های کازئین در

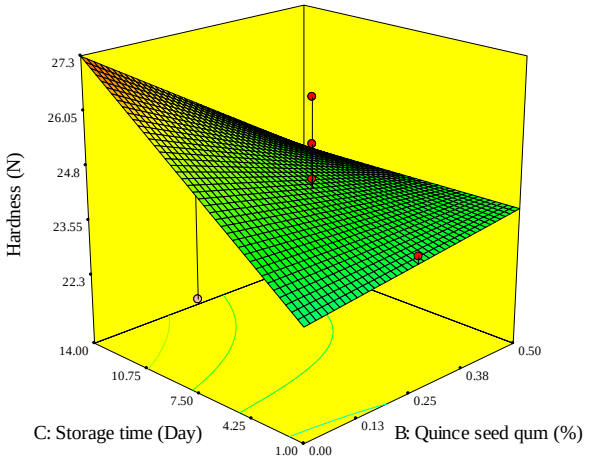
www.SID.ir

Archive of SID

تشکیل شبکه سه بعدی پروتئین اختلال ایجاد شد و در طی مدت زمان نگهداری از افزایش بیش از اندازه سفتی جلوگیری کرد.



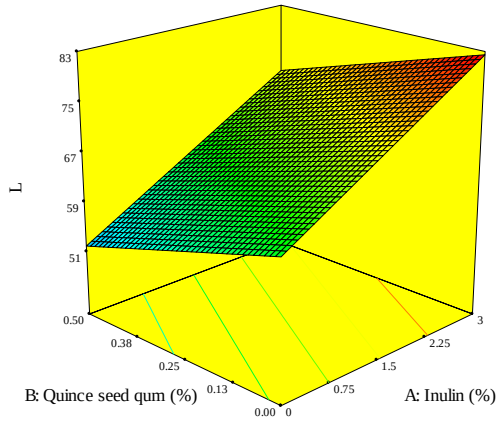
شکل ۹- سطح پاسخ اثر اینولین و زمان نگهداری روی سفتی



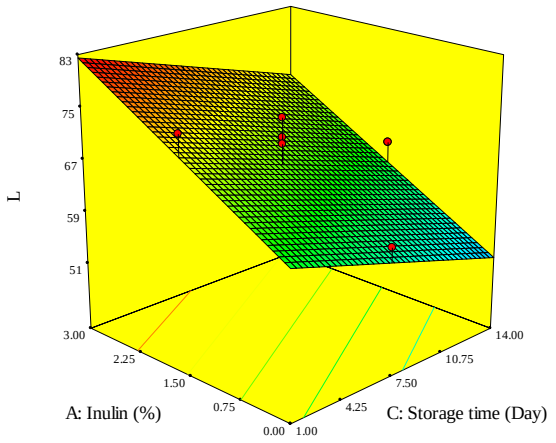
شکل ۱۰- سطح پاسخ اثر صمغ دانه به و زمان نگهداری روی سفتی

تغییرات رنگ

شاخص L میزان روشنایی ماست را نشان می‌دهد، دلیل روشنایی ماست پراکنده شدن نور توسط گلبول‌های چربی و ذرات کازئینی می‌باشد (Perez *et al.*, 2005). هرچه مقدار روشنایی در ماست بیشتر باشد باعث افزایش میزان پذیرش مصرف کننده می‌شود. همانطور که در جدول ۲ آورده شده است، اثر خطی اینولین، صمغ دانه به و زمان نگهداری روی شاخص روشنایی معنی‌دار بود. با افزایش اینولین شاخص روشنایی افزایش یافت، به طوریکه بیشترین مقدار روشنایی در نمونه حاوی ۳ درصد اینولین در روز اول مشاهده شد، دلیل افزایش روشنایی در ماست با افزودن اینولین این بود که با افزایش مقدار اینولین مقدار آب‌اندازی در ماست کاهش یافت از آنجاییکه آب‌اندازی باعث ایجاد توده متراکم و غلیظ در ماست می‌شود کاهش آن باعث کاهش میزان پراکندگی نور و افزایش روشنایی ماست شد (Singh *et al.*, 2012). همچنین اینولین پودری با رنگ کاملاً سفید و روشن بوده و افزودن آن باعث افزایش نواحی سطحی پخش کننده نور در ماست شد و توانست نقش چربی را در ماست ایفا کند. Villegas *et al.* (2009)، در بررسی خود مشاهده کردند که افزودن اینولین باعث افزایش میزان روشنایی در نوشیدنی شیری شد. در مقابل افزودن صمغ دانه به باعث کاهش شاخص روشنایی شد (شکل ۱۱)، با وجود اینکه افزودن صمغ دانه به نیز باعث کاهش میزان سینرزیس شد ولی با پروتئین‌های کازئینی موجود در ماست برهمکنش نشان داد و باعث کاهش پراکندگی و تفرق نور شد، از طرفی دیگر میزان جذب آب در نمونه افزایش یافت و کاهش مقدار آب سطحی باعث شاخص روشنایی در ماست شد (Yademellat *et al.*, 2016). شاخص روشنایی در طول دوره نگهداری کاهش یافت (شکل ۱۲) که احتمالاً ناشی از فعل و انفعالات جدید در طول زمان نگهداری در شبکه ژلی ماست بوده که منجر به ایجاد تجمع‌های بزرگتر میسل‌های کازئینی و نهایتاً کاهش پراکندگی و شاخص روشنایی گشت. همچنین کاهش pH در طی دوره نگهداری نیز می‌تواند باعث کاهش شاخص روشنایی شود که دلیل آن افزایش برهمکنش میان ذرات کازئینی شیر کاهش شاخص روشنایی می‌باشد (Yademellat *et al.*, 2016). نتایج بدست آمده در این تحقیق مشابه نتایج بدست آمده توسط Yademellat *et al.* (2016)، بود.



شکل ۱۱- سطح پاسخ اثر اینولین و صمغ دانه به روی شاخص L



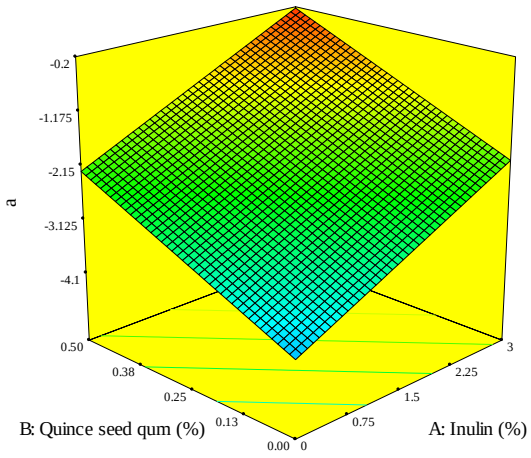
شکل ۱۲- سطح پاسخ اثر اینولین و زمان نگهداری به روی شاخص L

www.SID.ir

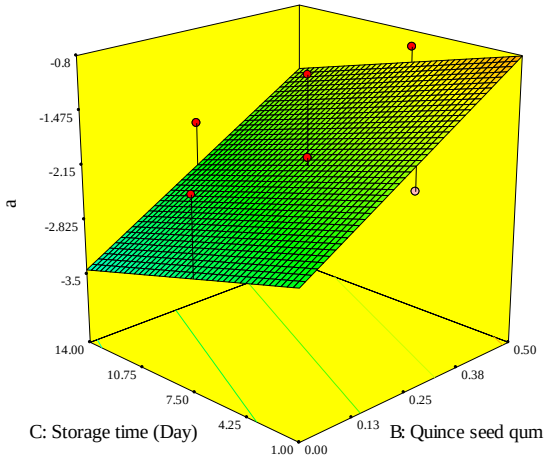
Archive of SID

شاخص a

در ارتباط با شاخص a هرچه مقدار a به سمت منفی پیش رود رنگ آن سبز و هرچه به سمت مثبت پیش رود رنگ محصول قرمز می‌شود. در این پژوهش شاخص a در محدوده رنگ سبز بود. همانطور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار اینولین و صمغ دانه به مقدار شاخص a کاهش یافت، با گذشت زمان میزان شاخص a افزایش یافت، به طوریکه بیشترین مقدار شاخص a مربوط به نمونه شاهد (بدون اینولین و صمغ دانه به) و در روز چهاردهم نگهداری بود. رنگ سبز در ماست به دلیل وجود رنگدانه ریبوفلاوین می‌باشد، رنگدانه ریبوفلاوین در سرم ماست قرار دارد و افزایش میزان آب اندازی باعث رها شدن سرم حاوی رنگدانه ریبوفلاوین می‌شود (Amiri Aghdaei *et al.*, 2010a). از آنجاییکه افزودن اینولین و صمغ دانه به باعث کاهش مقدار آب اندازی شد شاخص a کاهش یافت و به دلیل افزایش میزان آب اندازی در طول دوره نگهداری شاخص a با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت (شکل ۱۴).



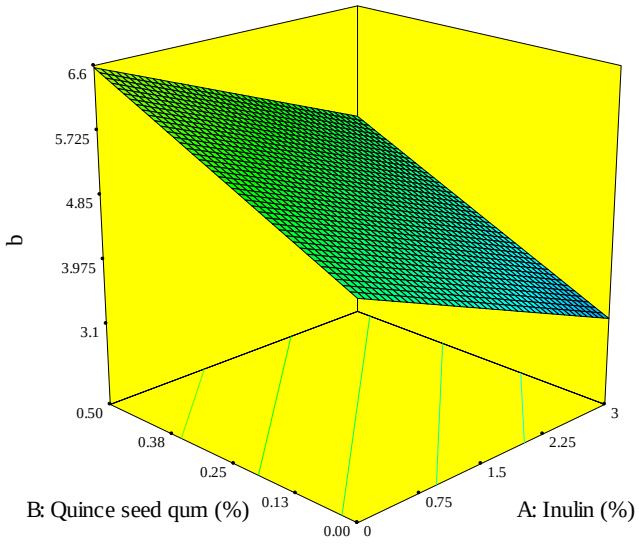
شکل ۱۳- سطح پاسخ اثر اینولین و صمغ دانه به روی شاخص a



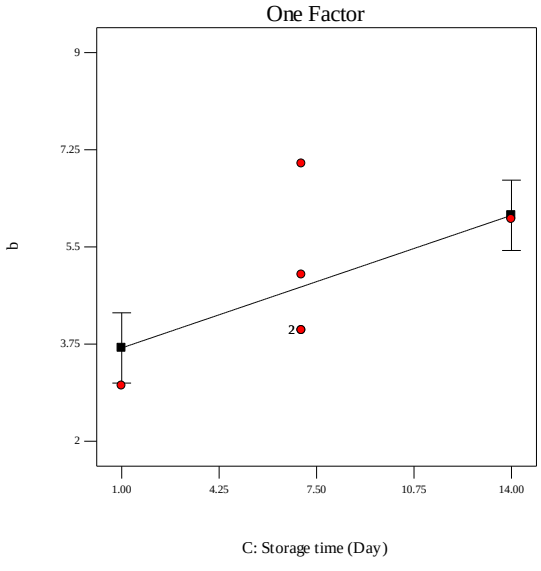
شکل ۱۴- سطح پاسخ اثر صمغ دانه به و زمان نگهداری روی شاخص a

شاخص b

شاخص b نشان‌دهنده میزان زردی نمونه‌های ماست است. همانطور که در شکل ۱۵ مشاهده می‌شود، با افزودن مقدار اینولین میزان زردی نمونه‌ها کاهش یافت که دلیل آن سفید بودن پودر اینولین بود که به هنگام افزوده شدن به فرمولاسیون ماست باعث کاهش میزان زردی شد. صمغ دانه به و زمان نگهداری باعث افزایش میزان زردی شدند (شکل ۱۶)، که دلیل آن برهمکنش بین ذرات پروتئین و پلی ساکارید صمغ دانه به و در نتیجه ناپایدار شدن میسل کازئین بود که حتی در دوره نگهداری نیز این شبکه ناپایدارتر گشت و در نتیجه میزان زردی ماست افزایش یافت، از طرفی دیگر به دلیل کاهش pH در طول دوره نگهداری شبکه ژلی ماست ناپایدار گشته و زردی افزایش یافت (Amiri Aghdaei *et al.*, 2010b; Yademellat *et al.*, 2016).



شکل ۱۵- سطح پاسخ اثر اینولین و صمغ دانه به روی شاخص b



شکل ۱۶- اثر زمان نگهداری روی شاخص b

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین سطوح بهینه اینولین و صمغ دانه به

با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز فاکتورهای فیزیکوشیمیایی ماست معمولی (۳ درصد چربی)، در بهینه‌یابی سطوح اینولین، صمغ دانه به و مدت زمان نگهداری تلاش بر این شد که فاکتورهای آب‌اندازی، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته، سفتی و میزان روشنایی ماست کم چرب بیشترین نزدیکی را به ماست معمولی داشته باشد. سطوح بهینه اینولین، صمغ دانه به و مدت زمان نگهداری به ترتیب ۲/۵ درصد، ۰/۴ درصد و ۱۱ روز تعیین شد. نمونه ماست با این سطوح تعیین شده توسط نرم افزار تهیه و آزمایشات مربوط به خواص فیزیکوشیمیایی تیمار بهینه انجام پذیرفت و با مقادیر پیش‌بینی شده توسط نرم افزار مورد مقایسه قرار گرفت مقایسه نتایج آزمایشگاهی با مقادیر پیش‌بینی شده نشان دهنده تأیید مدل بود (جدول ۴).

جدول ۳- مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده پارامترهای مختلف در فرمولاسیون نمونه بهینه

نمونه	آب اندازی (٪)	ظرفیت نگهداری آب (٪)	ویسکوزیته (cpoise)	سفتی (N)	میزان روشنایی
پیش‌بینی شده	۹/۲۲[a*]	۵۴/۲۹[a]	۵۶۰۰[a]	۲۵[a]	۶۷/۰۹[a]
اندازه‌گیری شده	[a]۸/۰±۸/۸۱	[a]۵۰/۳±۱۶/۴۰	[a]۵۵۱۶/۲۲۵±۶۶	[a]۲۲/۲±۶۶/۵۰	[a]۶۰/۵±۵/۵۸

*حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار هستند (p>۰/۰۵).

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی شامل رنگ، طعم، قوام، آب اندازی و پذیرش کلی نمونه شاهد (دارای ۳ درصد چربی) و نمونه بهینه شده در این مطالعه در جدول ۴ آورده شده است. در فاکتورهای طعم و آب‌اندازی بین نمونه شاهد و نمونه ماست کم چرب بهینه شده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)، یعنی نمونه ماست بهینه شده از نظر طعم و میزان آب‌اندازی توانست با نمونه شاهد پرچرب رقابت کند. این موضوع به این معنی است که صمغ دانه به و اینولین در سطوح استفاده شده در ماست روی طعم ماست اثر سوئی نگذاشتند و به دلیل داشتن خاصیت هیدروکلوئیدی جذب آب بالایی داشته و میزان آب‌اندازی ماست تهیه شده از آنها توانست امتیازی مشابه با نمونه پر چرب کسب کند. از طرفی دیگر از نظر رنگ، قوام و پذیرش کلی نمونه بهینه شده در این تحقیق توانست به صورت معنی‌داری امتیاز بالاتری نسبت به نمونه شاهد کسب کند، اینولین و صمغ دانه به به دلیل داشتن رنگ پودری سفید باعث بهبود رنگ ماست شدند و به دلیل داشتن خاصیت پلیمری و هیدروکلوئیدی باعث افزایش میزان جذب آب و در نتیجه بهبود قوام ماست شدند، این نتیجه نشان‌دهنده این موضوع است که اینولین و صمغ دانه در سطوح بهینه شده توانستند فاکتورهای رنگ، قوام و پذیرش کلی را بهبود بخشند و به عنوان جایگزین مناسب چربی در ماست عمل کنند. Guven *et al.* (2005)، در بررسی خود که از اینولین در سطوح مختلف در ماست استفاده کرده بودند، اعلام کردند که افزودن اینولین تا سطح ۱ درصد در نظر پذیرش کلی با ماست شاهد (پرچرب) اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد. Amiri Aghdaei *et al.* (2010b)، گزارش کردند که نمونه‌های ماست حاوی ۰/۱ درصد صمغ دانه اسفرزه باعث بهبود ویژگی‌های حسی ماست می‌شود. Yademellat *et al.* (2016)، صمغ دانه بالنگو شیرازی و صمغ فارسی را در ماست کم چرب استفاده کرده و مشاهده کردند که صمغ فارسی باعث بهبود ویژگی‌های حسی ماست شد ولی صمغ دانه بالنگو شیرازی تمام صفات حسی نمونه‌های ماست به صورت معنی‌داری کاهش داد.

جدول ۴- ارزیابی حسی نمونه ماست شاهد و ماست کم چرب

نمونه	رنگ	طعم	قوام	آب‌اندازی	پذیرش کلی
ماست شاهد	[b*]۴/۰±۱/۷۳	[a]۴/۰±۳/۷۸	[b]۳/۰±۸/۷۸	[a]۴/۰±۴/۸۴	[b]۴/۰±۳/۶۳
ماست کم چرب	[a]۴/۰±۵/۷۰	[a]۴/۰±۴/۶۱	[a]۴/۰±۸/۵۲	[a]۴/۰±۵/۷۰	[a]۴/۰±۵/۶۹

* حروف متفاوت در یک ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، استفاده از اینولین و صمغ دانه به در ماست کم چرب روی همه فاکتورهای مورد بررسی اثر معنی‌دار داشت. همچنین اینولین و صمغ دانه به توانستند به عنوان جایگزین چربی نقش قابل توجهی روی بسیاری از خصوصیات کیفی ماست ایفا کنند. اینولین و صمغ دانه به باعث کاهش میزان آب‌اندازی در ماست کم چرب شدند، از طرفی دیگر قابلیت نگهداری آب در ماست و ویسکوزیته را افزایش داده و قادر بودند در سطوح بالا (۳ درصد اینولین و ۰/۵ درصد صمغ دانه به) از سفت شدن بیش از اندازه بافت ماست کم چرب در طول مدت

www.SID.ir

Archive of SID

زمان نگهداری (۱۴ روز) بکاهند. سطوح بهینه استفاده از اینولین و صمغ دانه به در این تحقیق به ترتیب ۲/۵ و ۰/۴ درصد شد. از نظر ارزیابان حسی نمونه ماست کم چرب بهینه شده توانست امتیاز بالایی را کسب کند و قابل رقابت با ماست معمولی (حاوی ۳ درصد چربی) بود. استفاده از این دو ترکیب درسطوح بهینه بدست آمده در این تحقیق توانست باعث بهبود ویژگی‌های کیفی و حسی ماست کم چرب شود.

REFERENCES

Abbastabar, B., Azizi, M., Adnani, A. & Abbasi, S. (2014). Determining and modeling rheological characteristics of quince seed Gum. *Food Hydrocolloids*, 1-6.

Aghajani, A., Pourahmad, R. & Mahdavi Adeli, H. (2011). The Effect of Prebiotics on Probiotic Yogurt Containing *Lactobacillus casei*. Food Technology & Nutrition, 8: 1-11. (In Farsi)

Amiri Aghdaei, S., Aalami, M., Khomeiri, M. & Rezaei, R. (2010a). Effect of Basil seed mucilage (*Ocimum basilicum L.*) on the physicochemical and sensory characteristics of low fat yogurt. *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 2: 1-7. (In Farsi)

Amiri Aghdaei, S., Aalami, M. & Rezaei, R. (2010b). Investigation on the effect of Plantago ovata hydrocolloid on the physico-chemical and sensory properties of low-fat yogurt. Iranian Food Science and Technology, 6: 201-209. (In Farsi)

Anand, S., Gaare, M., Saini, P., Beniwal, A. & Grover, Ch. (2018). Synbiotic Yogurt Supplemented with Ocimum sanctum Essential Oil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3: 1250-1262.

Aziznia, S., Khosrowshahi, A. & Madadlou., A. (2008). Whey Protein Concentrate and Gum Tragacanth as Fat Replacers in Nonfat Yogurt: Chemical, Physical, & Microstructural Properties. *Journal of Dairy Science*, 91, 2545–2552.

Basiri, S., Haidary, N., Shekarforoush, S. & Niakousari, M . (2018). Flaxseed mucilage: A natural stabilizer in stirred yogurt. *Carbohydrate Polymers*, 1-27.

Dalili, R., Khosrowshahi, A. & Almasi, H. (2017). 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. *Journal of Food Industry Research*, 27:77-89. (In Farsi)

Dickinson, E. (2003). Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17(1): 25-39

Ehsani, J. & Mohsenzadeh, M. (2018). Chemical Characteristics, and Effect of Inulin Extracted from Artichoke (Cynara scolymus L.) Root on Biochemical Properties of Synbiotic Yogurt at the End of Fermentation. *Iran. J. Chem. Chem. Eng*, 37: 219-230.

Garcia-Perez, F.J., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas, E., Perez-Alvarez, J.A. & Sendra, E. (2005). Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation & cold storage. *Color Research and Application*, 30: 457-463.

Ghasempour, Z., Alizadeh, M. & R Bari, M. (2011). Optimisation of probiotic yoghurt production containing Zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*, 65: 118-125.

Gheybi, N., Raftan, Z. & Kasaai, R. (2015). Effect of stevia and inulin on the structure, physicochemical and sensory properties of dietetic ice cream. *Journal of Food Science and Technology*, 14: 1-14. (In Farsi)

Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. & Hayaloglu, A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58: 180-184.

Hassan, L., Haggag, H., ElKalyoubi, M., Abd EL-Aziz, M., El-Sayed, M. & Sayed, A. (2015). Physico chemical properties of yoghurt containing cress seed mucilage or guar gum. *Annals of Agricultural Science*, 1-8.

Helal, A., Rashid, N., Dyab, M., Otaibi, M. & Alnemr, T. (2018). Enhanced Functional, Sensory, Microbial and Texture Properties of Low-Fat Set Yogurt Supplemented With High-Density Inulin. *Journal of Food Processing & Beverages*, 6: 1-11.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, National Iranian Standard No. 2852.

IuceyJ, A. (2004). Cultured dairy products: An overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, 57:77-84.

Karim, M., Naderi, B., Mirzaie, M. & Sanjabi, N. (2018). Investigating the Physicochemical and Sensory Characteristics of Low-fat Yoghurt containing Long-chain Inulin and Carboxy-Methyl Cellulose. *Food Technology & Nutrition*, 15: 85-98. (In Farsi)

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

Maki, K., Davidson, M., Tsushima, R., Matsuo, N., Tokimitsu, I., Umporowicz, D., Dickeli,. M., Foster, G., Ingram, K., Anderson, B., Frost, S. & Bell, M. (2002).Consumption of diacylglycerol oil as part of a reduced-energy diet enhances loss of body weight and fat in comparison with consumption of a triacylglycerol control oil.*American Society for Clinical Nutrition*, 76: 1230-1236

Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A. & Costell, E. (2011). Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids*, 25: 188-1890

www.SID.ir

Archive of SID

Milani, E. & 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.

Muzammil, H., Rasca, B. & Junaid, M. (2018). Viability of Probiotics in Frozen Yogurt Supplemented with Inulin and Glycerol. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 7: 116-120.

Nikoofar, E., Hojjatoleslami, M. & Shariaty, M. (2013). Surveying the Effect of Quince seed Mucilage as a Fat Replacer on Texture and Physicochemical Properties of Semi Fat Set Yoghurt. International Journal of Farming and Allied Sciences, 2: 861-865.

Oliveira, S., Perego, P., Converti, A. & Oliveira, M.N. (2009). Effect of inulin supplementation of milk to prepare fermented biomilks. *Journal of Food Science*, 14: 1-7.

Paseephol, T., Small, D. & Sherkt, F. (2008). Rheology & texture of set yogurt as affected by inulin addition. *Journal of Texture Studies*, 39: 617–634.

Ramasubramanian, L., Restuccia, C. & Deeth, H. (2008). Effect of Calcium on the Physical Properties of Stirred Probiotic Yogurt. *Journal of Dairy Science*, 9: 4164-4175.

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: 27-36. (In Farsi)

Sahan. N., Yasar, K. & Hayaloglu, A.A. (2008). Physical, chemical & flavor quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage, *Food Hydrocolloids*, 22: 1291–1297.

Shih, EF., Daigle, KW. & Clawson, EL. (2001). Development of low oil uptake donuts. *Journal of Food Science*, 66: 141-144.

Singh, M., Kim, Sanghoon., X. & Liu., S. (2012). Effect of purified oat -glucan on fermentation of set-style yogurt mix. *Journal of Food Science*, 77: 195-201

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.

Yademellat, M., Jooyandeh, H. & Hojjati, M. (2016). Comparison of some physiochemical and sensory properties of low-fat stirred yogurt containing Persian and Balangu-Shirazi gums, *Journal of Food Science and Technology*, 14: 313-326. (In Farsi)

Yeganehzad, S., Mazaheri-Tehrani, M. & Shahidi, F. (2007). Studying microbial, physicochemical & sensory properties of directly concentration probiotic yogurt. *African Journal of Agricultural Research*, 2: 366-369.

Yildiz, F. (2010). Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products, Taylor & Francis Group, London, 3-60.

www.SID.ir