مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هشتم، شماره 2، تابستان 1392، صفحات 229-221

اثر جایگزینی بخشی از ماده خشک با ژلاتین بر خواص کاربردی ماست قالبی بدون چربی

سعیده ابدالی[1]، علی معتمدزادگان[2]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
2- استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، پست الکترونیکی: amotgan@yahoo.com

تاریخ دریافت: 92/1/21 تاریخ پذیرش: 92/4/25

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر، تمایل مصرف‌کنندگان برای استفاده از محصولات کم‌چرب و یا بدون چربی افزایش یافته است. این مطالعه با هدف جایگزینی بخشی از ماده خشک با ژلاتین بر خواص کاربردی ماست قالبی بدون چربی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش تأثیر افزودن ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل بالا و قدرت تشکیل ژل پایین در غلظت‌های 0/25، 0/5، 0/75 و 1 درصد بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی ماست بدون چربی حاوی 9 و 12/5 درصد ماده خشک مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ژلاتین به عنوان پایه تشکیل ژل با شبکه پروتئینی شیر ارتباط برقرار کرده و سبب استحکام شبکه کازئینی می‌شود، در نتیجه به طور معنی‌داری ($p<0/05$) سبب کاهش آب اندازی، افزایش گرانروی و سفتی بافت محصول می‌شود. به طوری که در غلظت‌های بالا آب اندازی به صفر رسید و نمونه حاوی 1% ژلاتین با قدرت تشکیل ژل بالا در ماده خشک 12/5%، با نیرویی معادل 116 گرم برای نفوذ پلانگر داخل بافت، سفت‌ترین بافت و گرانروی برابر 27266 pa.s بیشترین گرانروی را داشت.

نتیجه‌گیری: استفاده از ژلاتین تا حدودی می‌تواند نواقص حاصل از حذف چربی و کاهش ماده خشک را اصلاح کند.

واژگان کلیدی: بافت، کم کالری، ژلاتین، ماست قالبی، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

• مقدمه

در عصر حاضر مصرف‌کنندگان با افزایش خطر ابتلا به چاقی و اضافه وزن به عنوان مهم‌ترین معضل تهدید کننده سلامت جهانی، به حقیقت جمله "پیشگیری بهتر از درمان است" پی برده‌اند. در نتیجه پیروی از رژیم غذایی مناسب را، راه حلی مناسب برای کنترل سلامتی در طول زندگی، پیشگیری از ابتلای زود هنگام به بیماری‌های مزمنی مانند اختلالات گوارشی، بیماری‌های قلبی و عروقی، سرطان، اختلالات بافت‌های استخوانی و دستیابی به دوران سالخوردگی سالم‌تر می‌دانند (2، 1)، از این رو تولید و مصرف غذاهای کم‌چربی یا فاقد چربی بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

از دیرباز محصولات تخمیری شیر به دلیل خواص مطلوب تغذیه‌ای، ماندگاری بالا، عطر و طعم منحصر به فرد و خواص درمانی نقش به سزایی در تغذیه خانواده‌ها داشته اند. در این میان ماست که از تخمیر لاکتیکی شیر با فعالیت آغازگرهای باکتریایی تولید می‌شود، به دلیل دارا بودن خصوصیات متمایزی مانند حضور باکتری‌های زنده و میزان بالای لاکتیک اسید در آن، خواص تغذیه‌ای، درمانی و پروبیوتیک قابل ملاحظه مانند بهبود هضم غذا، تقویت سیستم ایمنی، فعالیت ضد سرطانی، مقدار بالای کلسیم و پتاسیم، همچنین عطر و طعم مطلوب ناشی از فعالیت باکتری‌های لاکتیکی یکی از پر طرفدارترین محصولات تخمیری به شمار می‌رود (3). از لحاظ ساختاری، ماست به صورت شبکه سه بعدی پروتئینی است که در طی فعالیت باکتری‌های لاکتیکی با بهم پیوستن رسوبات پروتئین کازئینی تشکیل شده است (4) و گلبول‌های چربی و پروتئین‌های سرمی دناتوره شده که در این شبکه به عنوان عوامل پرکننده (Filling agents) قرار می‌گیرند، خصوصیات کیفی ماست، از قبیل خصوصیات

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

بافتی، گرانروی و آب اندازی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (7-5). در نتیجه، ترکیب و ساختار اولیه شیر نقش به سزایی در مطلوبیت محصول دارد.

یکی از مهم‌ترین اهداف کارخانه‌های لبنی تولید محصولی کم‌چرب با حفظ کیفیت از لحاظ ظاهر، بافت، طعم و افزایش ماندگاری می‌باشد. اما کاهش و یا حذف گلبول‌های چربی شیر تأثیرات نامطلوبی بر خصوصیات حسی، مکانیکی و بافت فرآورده دارد. از جمله مهم‌ترین این عیوب می‌توان به کاهش گرانروی، افزایش آب اندازی، سستی بافت و افزایش دانه‌ای شدن (Graininess) در ماست اشاره کرد. روش‌های مختلفی برای رفع این عیوب پیشنهاد شده است از جمله این روش‌ها می‌توان به تغییر فرمولاسیون ماست، مانند استفاده از جایگزین‌های چربی و یا کنترل شرایط تولید مانند کنترل دمای تیمار حرارتی اشاره کرد (9، 8، 5). یکی از رایج ترین جایگزینی ها، استفاده از پودر شیرخشک بدون چربی است، که به دلیل افزایش دانسیته ساختار ماتریس پروتئینی، سبب سفت تر شدن بافت محصول می‌شود. در بسیاری از پژوهش ها، برای بهبود بافت ماست، ماده خشک کل شیر بین 16-15 درصد افزایش داده می‌شود. این نوع غنی سازی در صنعت هزینه‌های تولید را به طور چشم‌گیری افزایش می‌دهد (10). روش دیگر برای بهبود کیفیت محصولات لبنی استفاده از قوام دهنده‌های مختلف به منظور اصلاح بافت می‌باشد. این مواد با تحکیم ساختار شبکه پروتئینی ماست سبب بهبود بافت (افزایش گرانروی) و کاهش آب اندازی محصول می‌شوند (11، 4).

پژوهش‌های متعددی در خصوص استفاده از قوام دهنده‌های مختلف به منظور بهبود خواص ماست صورت گرفته است. Fiszman و همکاران نشان دادند که اضافه کردن ژلاتین با قدرت تشکیل ژل بالا به ماست سبب افزایش استحکام فرآورده تا 9 برابر و کاهش آب اندازی آن می‌شود (12). Gonçalvez و همکاران با افزودن ژلاتین با قدرت تشکیل ژل بالا به ماست مشاهده کردند، ویژگی‌های حسی و بافتی آن افزایش یافته و آب اندازی به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد (6). Decourcelle و همکاران با بررسی اثر نشاسته، پکتین، صمغ لوبیای لوکاست و آگار به ماست نشان دادند که استفاده از این ترکیبات، خصوصیات حسی فرآورده را بهبود می‌بخشد (13). علاوه بر این Supavititpatana و همکاران نشان دادند که ژلاتین در سطوح مختلف سبب بهبود ویژگی‌های ماست سویا می‌شود ولی در سطوح بالا، سفتی بافت نامطلوب می‌گردد (14). Kim و همکاران در پژوهش‌های خود دریافتند افزودن انواع پکتین سبب افزایش خاصیت ارتجاعی ماست می‌گردد در حالی که تا حدودی خصوصیات حسی آن را کاهش می‌دهد (15). Sahan و همکاران نشان دادند که افزودن بتاگلوکان به ماست بدون چربی سبب بهبود ویژگی‌های کیفی فرآورده و کاهش آب اندازی آن می‌شود (16). Alting و همکاران نشاسته تیمار شده با آمیلومالتاز را برای بهبود خصوصیات ماست کم‌چرب استفاده کردند. این پژوهشگران دریافتند که این نشاسته در میزان بسیار کم حالت خامه‌ای مشابه ماست پر چرب ایجاد می‌کند (17). امیر عقدایی و همکاران نشان دادند که استفاده از هیدروکلوئید دانه اسفرزه سبب افزایش گرانروی و بهبود خصوصیات کیفی ماست کم‌چرب می‌شود (18). رزمخواه شربیانی و همکاران به بررسی اثر صمغ دانه‌های ریحان (ocimum basilicum) و صمغ مرو (salvia macrosiphon boiss) از هیدروکلوئیدهای بومی ایران، بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده پرداختند و نشان دادند که این هیدروکلوئیدها سبب بهبود خواص حسی و فیزیکوشیمیایی ماست می‌گردند (19). Malone و همکاران با بررسی تأثیر انواع ژلاتین بر خصوصیات حسی و شناسایی طعم فراورده‌های مختلف، شدت آزاد شدن آروما در ژل‌های حاوی مقادیر بالای ژلاتین را مشاهده کردند (20). ژلاتین گاوی یکی از محبوب‌ترین پلیمرهای طبیعی است که به میزان وسیعی در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای چربی ماست مطرح شود. لذا بررسی خصوصیات کاربردی مستقیم ژلاتین به عنوان جایگزین چربی در ماست از اهمیت به سزایی برخوردار است. در حالی که در اغلب تحقیقات انجام شده صرف نظر از امکان استفاده از ژلاتین با قدرت تشکیل ژل متفاوت اثر ژلاتین بدون در نظر گرفتن اثر افزایش ماده خشک مورد مطالعه قرار گرفته و با توجه به تأثیر پذیری ساختار ماست در برابر افزایش ماده خشک، جایگزینی ماده خشک با ژلاتین راهکار مناسبی برای بررسی عملکرد تشکیل ژل در ماست است. همچنین بررسی مزایا و معایب استفاده از انواع ژلاتین با قدرت های تشکیل ژل متفاوت در محصولات مختلف از جمله ماست، زمینه سازی برای مطالعات آتی در خصوص امکان استفاده از منابع جایگزین ژلاتین نظیر منابع دریایی و به کار بردن آنها در فرمولاسیون های جدید با سایر هیدروکلوئید ها خواهد بود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

• مواد و روش‌ها

شیر خشک بدون چربی (کمتر از 0/5%) از شرکت پگاه تهران تهیه گردید. مایه کشت حاوی Streptococcus thermophilus و Lactobacillus bulgaricus با کد (YC-X11) از شرکت Chr- Hansen خریداری شد. ژلاتین گاوی مورد نیاز در دو نوع ژلاتین پودری با قدرت تشکیل ژل پایین (120) و ژلاتین ورقه‌ای با قدرت تشکیل ژل بالا (240) از شرکت Merck آلمان تهیه شد.

روش تهیه ماست: به منظور تولید ماست، ابتدا ژلاتین ورقه ای با بلوم بالا HBG (High Bloom Gelatin) (87/5% ماده خشک) و پودر ژلاتین با بلوم پایین LBG (Low Bloom Gelatin)(89% ماده خشک) در آب 50°C درون حمام آب گرم به طور کامل هیدراته شده و در غلظت‌های مناسب، با شیر خشک فاقد چربی به نسبت وزنی-حجمی تا رسیدن به ماده خشک کل 9% و 12/5% مخلوط گردید. سپس به منظور یکنواخت کردن مخلوط توسط دستگاه التراتوراکس (IKA, T25, Germany) با شدت 24000 هزار دور در دقیقه به مدت 3-4 دقیقه آمیخته شد. شیر همگن شده به مدت 5 دقیقه در دمای 95°C تحت فرآیند حرارتی قرار گرفته و سپس تا رسیدن به دمای 43-42 درجه سانتی‌گراد، در حمام آب سرد گذاشته شد. در این دما آغازگر خشک فوری به نسبت 0/08 گرم در لیتر ، به مخلوط اضافه گردید. سپس مخلوط حاصل در ظروف پلی اتیلنی 100 گرمی به قطر تقریبی 64 میلی‌متر ریخته شده و پس از درب بندی تا رسیدن به pH 4/5 تا 4/8 در دمای 43-42 درجه سانتی گراد درون گرمخانه قرار گرفت. سپس نمونه‌ها به سرعت تا دمای 4°C سرد شده و تا انجام آزمون‌ها به مدت 17 ساعت در دمای یخچال (4°C) باقی ماندند. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند.

اندازه‌گیری pH و اسیدیته: اسیدیته قابل تیتر 17 ساعت پس از اتمام انکوباسیون مطابق روش ارائه شده در استاندارد ملی ایران با شماره 2852 محاسبه گردید (21). pH با استفاده از pH متر دیجیتال (Jenway, 3505 ,UK) در دو نوبت بلافاصله بعد از گرمخانه‌گذاری و پس از 17 ساعت سرد شدن اندازه گیری شد.

ظرفیت نگهداری آب و آب اندازی: ظرفیت نگهداری به روش Sahan و همکاران (16) انجام شد، بر اساس این روش 5 گرم نمونه پس از توزین در سانتریفوژ با سرعت 4500rpm به مدت 30 دقیقه قرار گرفته و پس از دو فاز شدن، فاز آبی جدا شده و توده رسوبی جمع آوری و توزین گردید، ظرفیت نگهداری آب WHC (Water- holding capacity) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$WHC = (1 - \frac{w_t}{w_i}) \times 100$$

که در این رابطه W_t وزن توده رسوبی و W_i وزن اولیه نمونه است.

برای اندازه‌گیری میزان آب اندازی، آب تجمع یافته در سطح نمونه‌ها پس از 17 ساعت نگهداری در یخچال جمع‌آوری شده و توزین گردید و میزان آب جدا در 100 گرم نمونه به عنوان آب اندازی بیان شد.

تست نفوذ (Round per minuet): این آزمون به منظور بررسی قدرت ژل و آنالیز بافتی نمونه‌ها و بر اساس روش Fiszman و همکاران (12) توسط بافت‌سنج (Brookfield Engineering Laboratories, USA) در دمای 4±1 درجه سانتی‌گراد انجام شد. در این آزمون پروب استوانه‌ای با سطح مقطع صاف به قطر 12/7میلی‌متر و سرعت حرکت 1 میلی‌متر بر ثانیه مورد استفاده قرار گرفت و نتایج آزمون بر اساس تعاریف زیر بیان شد:

- نیروی گسستگی (Breaking force): به عنوان اولین شکست قابل توجه در نمودار نفوذ پلانگر درون ژل در طی 25 میلی‌متر جابه جایی تعریف می‌شود.
- سختی ژل (Gel rigidity): عبارت است از حداکثر ارتفاع منحنی نفوذ پلانگر.
- نیروی چسبندگی (Adhesiveness force): به حداکثر نیروی منفی که برای خارج شدن پلانگر از ژل مورد نیاز است گفته می‌شود.

گرانروی: گرانروی، با استفاده از ویسکومتر (Myr, V2L, Viscotech, Spain) مجهز به حمام آبی (Brookfield Engineering Laboratories , USA) اندازه گیری شد، در این آزمون با توجه به دامنه وسیع گرانروی محصول اسپیندل شماره L4 به عنوان اسپیندل مناسب مورد استفاده قرار گرفت. گرانروی تمام نمونه‌ها 2±17 ساعت پس از سرد کردن، در شرایط یکسان با دمای 4°C و سرعت 30 دور در دقیقه پس از 300 ثانیه اندازه گیری شد.

آنالیز آماری: این مطالعه در قالب طرح فاکتوریل با استفاده از نرم افزار SPSS 19.0 تجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

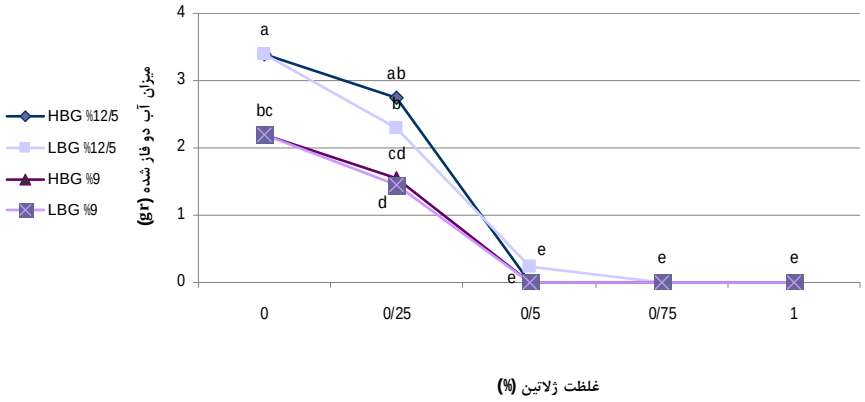
احتمال 5% استفاده گردید. تمامی نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم شدند.

• یافته‌ها

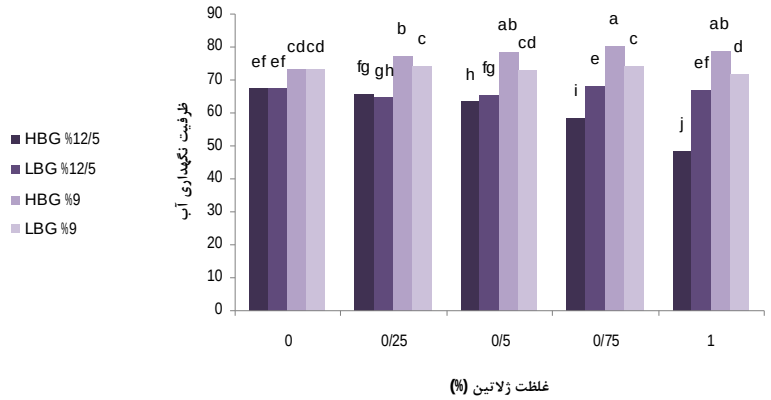
pH و اسیدیته: pH نمونه‌ها پس از انکوباسیون بطور متوسط 4/65 بود که این عدد پس از سرد کردن تا حدود 4/5±0/1 کاهش یافت، کاهش ماده خشک و استفاده از ژلاتین تأثیر معنی‌داری بر روند کاهش pH و اسیدیته در طی زمان نداشت (p>0/05).

آب اندازی و ظرفیت نگهداری آب: شکل‌های 1 و 2 به ترتیب روند تغییرات آب اندازی و WHC را با افزایش غلظت و تغییر در نوع ژلاتین در ماده خشک 9 و 12/5% نشان می‌دهند. بر اساس شکل 1 افزایش غلظت ژلاتین در تمام نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری (p<0/05) بر کاهش آب اندازی محصول دارد به طوری که در درصدهای بالای ژلاتین میزان آب اندازی به صفر می‌رسد. همچنین میزان آب اندازی تحت تأثیر نوع ژلاتین تغییر معنی‌داری نشان نداد.

بر اساس شکل 2 در نمونه‌های دارای ماده خشک بالا، میزان آب آزاد شده طی سانتریفوژ وابسته به غلظت ژلاتین می‌باشد، به طوری که با افزایش غلظت ژلاتین با بلوم بالا میزان آب اندازی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، در نمونه‌های حاوی ژلاتین با بلوم پایین این اثر دارای تفاوت معنی‌دار نمی باشد (P>0/05). همچنین مطابق شکل در نمونه‌های دارای ماده خشک پایین مقدار آب جدا شده طی سانتریفوژ بیشتر می‌باشد و حداقل ظرفیت نگهداری در نمونه حاوی ژلاتین با قدرت تشکیل ژل بالا و ماده خشک 12/5% مشاهده شد.



شکل 1. روند تغییرات آب اندازی در اثر نوع و میزان ژلاتین و ماده خشک (HBG ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل بالا و LBG، ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل پایین)

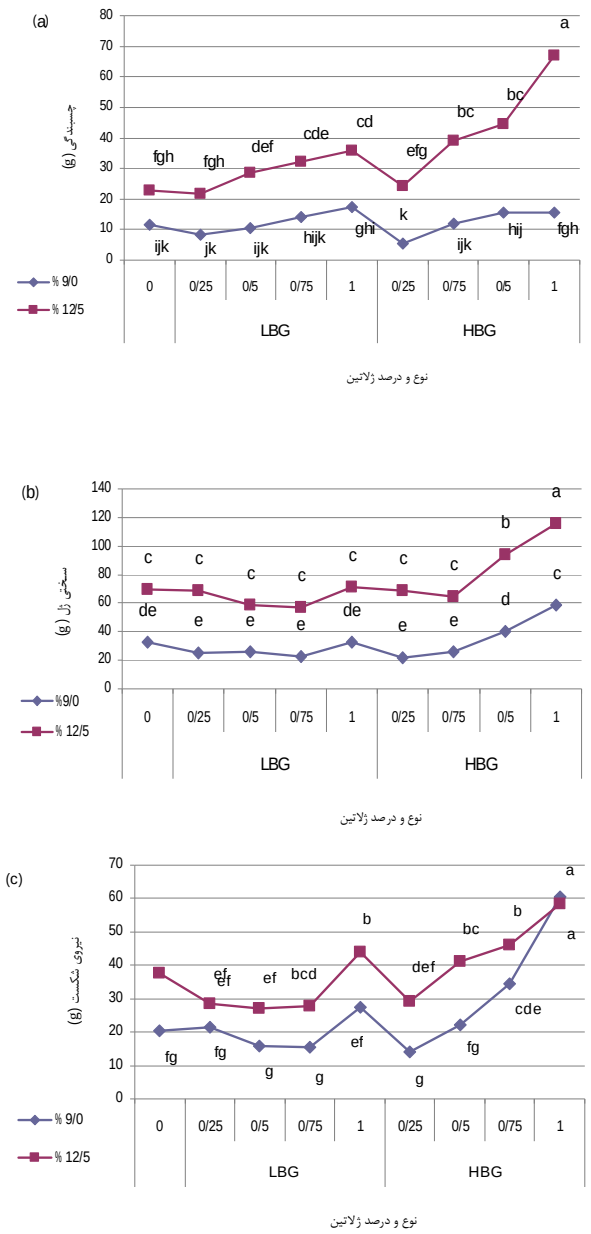


شکل 2. تاثیر نوع و میزان ژلاتین و ماده خشک بر ظرفیت نگهداری آب (HBG ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل بالا و LBG، ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل پایین)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

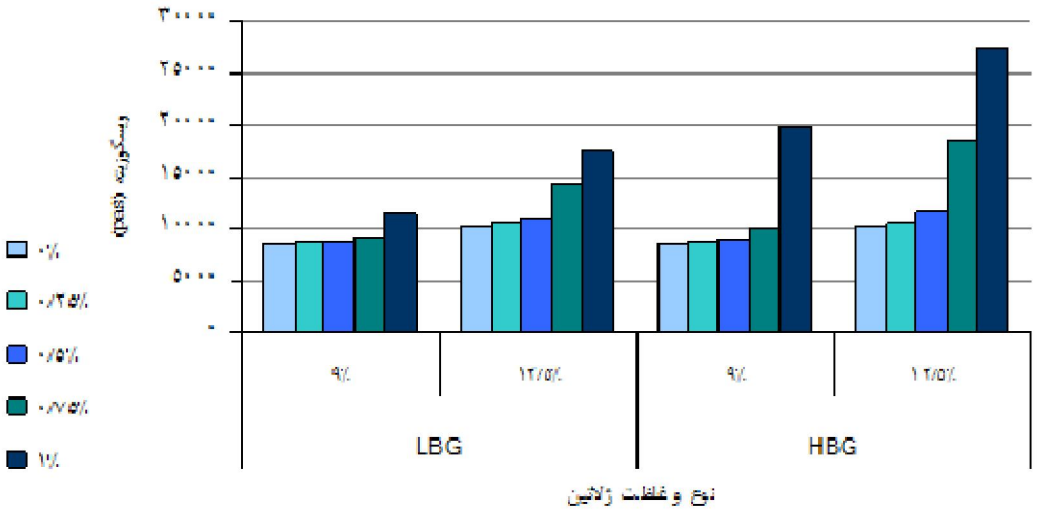
ویژگی‌های بافت: شکل 3 روند تغییرات ویژگی‌های بافتی ماست نظیر چسبندگی، سفتی ژل و نیروی گسستگی را با تغییر در نوع و غلظت ژلاتین و ماده خشک نشان می‌دهد. مطابق با شکل 3 افزایش مقدار ژلاتین و ماده خشک تأثیر قابل توجهی در بافت دارد. می‌توان گفت که تمام شاخص‌ها فوق با افزایش غلظت ژلاتین و ماده خشک افزایش می‌یابد. مطابق شکل 3(b)، سفتی بافت به شدت تحت تأثیر مقدار ماده خشک و نوع و غلظت ژلاتین قرار می‌گیرد، به طوری که حداکثر سفتی در نمونه‌های حاوی 1% ژلاتین با قدرت تشکیل بالا و ماده خشک 12/5% مشاهده می‌شود، افزایش میزان ماده خشک و ژلاتین سبب متراکم تر شدن ساختار پروتئینی شده و به طور معنی‌داری سفتی بافت را افزایش می‌دهد ($P<0/05$) همچنین افزودن ژلاتین سبب کاهش قابل ملاحظه‌ی دانه‌ای شدن (Graininess) بافت ماست می‌شود در حالی که افزایش ماده خشک، افزایش تعداد دانه‌های بافت ماست را به همراه دارد.

گرانروی: تأثیر افزودن نوع، مقدار ژلاتین و تغییر ماده خشک بر گرانروی ماست در شکل 4 نشان داده شده، مطابق این شکل بین گرانروی و غلظت ژلاتین رابطه مستقیم وجود داشته و نمونه‌های حاوی ژلاتین گرانروی بالاتری نسبت به نمونه فاقد ژلاتین دارند. همچنین افزایش قدرت تشکیل ژل نیز تأثیر مستقیمی بر بالا رفتن گرانروی دارد، به طوری که بیشترین گرانروی در نمونه حاوی 1% ژلاتین با قدرت ژل بالا گزارش شده است. همچنین روند افزایش گرانروی در نمونه‌های دارای 9% و 12/5% ماده خشک مشابه بود.



شکل 3. تاثیر ماده خشک و ژلاتین بر (a)میزان چسبندگی، (b) سختی ژل و (c) نیروی شکست (HBG ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل بالا و LBG، ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل پایین)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]



شکل 4. تأثیر ماده خشک و ژلاتین بر تغییرات گرانروی
(HBG ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل بالا و LBG، ژلاتین گاوی با قدرت تشکیل ژل پایین)

• بحث

مطابق نتایج به دست آمده pH ماست در طی نگهداری کاهش می‌یابد، این کاهش در میزان pH به دلیل فعالیت باکتری‌های ماست در طی سرد کردن بوده و افزایش استحکام شبکه پروتئینی را به همراه دارد، بر اساس نتایج Fiszman و همکاران (12)، افزودن ژلاتین تأثیر معنی‌داری بر فعالیت باکتری‌ها و تغییر pH نداشت، در این بررسی نیز افزودن ماده خشک و ژلاتین و نوع و غلظت آن تأثیر معنی‌داری بر زمان تخمیر، pH و اسیدیته ماست پس از سرد کردن ندارد. ژلاتین در طی سرد شدن، با ایجاد ساختارهای صفحه ای شبکه کازئینی ماست را به عنوان پایه ای برای تشکیل ژل قرار می‌دهد و از این رو اثر مستقیمی بر فعالیت باکتری‌های ماست و در نتیجه تولید اسید ندارد (12).

یکی از مهم‌ترین اهداف صنعت، تولید ماستی مطلوب با حداقل آب اندازی در طی نگهداری و یا حمل و نقل است. ساختار ماست را می‌توان به صورت شبکه سه بعدی از زنجیره‌ها و خوشه‌های میسل‌های کازئین که شکل کروی خود را حفظ کرده‌اند، تعریف کرد(20). آب اندازی عموماً به دلیل تغییر و شکست در شبکه پروتئینی ماست، چروکیدگی ساختار آن و کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر به شبکه کازئینی در طی نگهداری و اعمال تنش رخ می‌دهد (19، 4). به نظر می‌رسد که آب اندازی به میزان گسترده‌ای با مقدار ترکیبات کازئینی شیر و یا افزودن پایدار کننده‌ها ارتباط دارد (4). بر اساس نتایج به دست آمده افزودن ژلاتین به خصوص در غلظت‌های بالا به طور قابل ملاحظه ای سبب کاهش آب اندازی ماست می‌شود، این تأثیر به دلیل تشکیل سطوح ژلاتین متصل به شبکه کازئینی و در نتیجه تغییر ساختار میکروسکوپی بافت و ایجاد پیوند با گرانول‌ها و زنجیره‌های پروتئین شیر است. در نتیجه می‌توان گفت که افزودن ژلاتین سبب تشکیل ساختار شبکه‌ای دوتایی تقریباً هموژن و بدون انتها شده، که این شبکه بهم پیوسته به طور موثری فاز آبی را در خود نگه داشته و در نتیجه سبب کاهش آب اندازی شود (12).

نتایج ارائه شده توسط Fiszman (12) و Gonçalvez (6) نیز تأثیر مطلوب افزودن ژلاتین بر آب اندازی ماست را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه افزایش میزان آب اندازی خود به خودی با افزایش ماده خشک ماست می‌باشد، این افزایش در میزان آب اندازی را می‌توان به دلیل توده ای شدن بافت ماست با افزایش ماده خشک و گسترش سطح آزاد آن در ارتباط دانست، این نتایج با گزارش ارائه شده توسط Everett (4) و Fiszman (12)که نشان دادند در ماست هم زده

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

افزایش ماده خشک سبب کاهش آب اندازی می‌شود مغایرت دارد. این تفاوت در نتایج را می‌تواند به دلیل ماهیت انواع ماست قالبی و هم زده و تأثیر اعمال تنش و باز سازی شبکه پروتئینی بر جذب آب آزاد دانست.

همچنین نسبت آب جدا شده در طی سانتریفوژ به وزن اولیه ماست در نمونه‌های با ماده خشک 12/5% و در غلظت‌های بالای ژلاتین با بلوم بالا، به دلیل افزایش قدرت پیوند پروتئین‌های آب پنیر و در نتیجه افزایش استحکام ژل به طور قابل توجهی کاهش یافت. در طی فرآیند تشکیل ژل، اتصال آب آزاد با ژلاتین و اجزاء شیر (به خصوص پروتئین ها) سبب پایداری شبکه پروتئینی و محدود کردن حرکت آب با ایجاد پیوندهای مستحکم تر بین آب آزاد و ژلاتین می‌شود، در نتیجه کاهش آب اندازی و افزایش مقاومت پیوندهای شبکه در برابر تنش حاصل از سانتریفوز را به همراه دارد. ژلاتین با قدرت تشکیل ژل پایین به دلیل تشکیل ساختار ضعیف تر، تأثیر معنی‌داری در کاهش ظرفیت نگهداری آب نداشت.

در طی فرآیند سرد شدن شبکه نهایی ژلاتین (بایستی یادآوری شود که دمای بستن ژلاتین پایین‌تر از دمای تخمیر است) با پروتئین‌های شیر پیوندهای نزدیکی را ایجاد می‌کند که این امر سبب افزایش مقاومت مکانیکی می‌گردد. همچنین بالا بودن میزان پروتئین در نمونه‌ها سبب افزایش اتصالات عرضی و در نتیجه بالا بردن استحکام بافت و نیروی گسستگی در نمونه‌های حاوی درصد بالای ژلاتین می‌شود (21، 12). البته باید توجه داشت که غلظت‌های بالای ژلاتین سبب کاهش مطلوبیت ماست نزد مصرف کننده‌ها می‌شود (14). مطابق جدول 3(a) نیروی چسبندگی در نمونه‌های حاوی ژلاتین و ماده خشک بالا روند افزایشی دارد. با توجه به این که این پارامتر تحت عنوان نیروی لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات تعریف می‌شود (18)؛ لذا متراکم تر شدن ساختار بافت در اثر افزایش میزان ماده خشک و ژلاتین، نیروی چسبندگی نیز افزایش می‌یابد. در نمونه‌های حاوی درصد پایین ژلاتین و خصوصاً ژلاتین با درجه بلوم پایین سفتی بافت کمتر از نمونه‌های فاقد ژلاتین است، این امر را می‌توان به دلیل ایجاد شبکه سه بعدی ضعیف توسط ژلاتین در مقایسه با شبکه سه بعدی پروتئین‌های شیر دانست. نتایج به دست آمده در این گزارش با نتایج Fiszman (12) و Supavititpatana (14) مطابقت داشت در حالی که امیر عقدایی و همکاران (18) با افزودن هیدروکلوئید دانه اسفرزه (plantago Psyllium) کاهش در سفتی بافت ماست را مشاهده کردند و در بررسی‌های Sahan و همکاران (16) بتاگلوکان تأثیر معنی‌داری بر سفتی بافت نداشت.

بر اساس نتایج به دست آمده به دلیل برقراری پیوند بین آب آزاد موجود در بافت با ژلاتین، افزودن ژلاتین و ماده خشک سبب افزایش روند گرانروی محصول می‌شوند، و حداکثر گرانروی در نمونه‌های حاوی 12/5% ماده خشک و 1% ژلاتین با قدرت تشکیل ژل بالا مشاهده شد، (18). شایان ذکر است که ماست قالبی رفتار Rheomalaxis (بازگشت پذیر ناقص) از خود نشان می‌دهد و مانند سیالات تیکسوتروپیک با افزایش تنش و یا زمان آن گرانروی کاهش می‌یابد، با این تفاوت که پس از حذف تنش گرانروی افزایش می‌یابد ولی به مقدار اولیه خود نمی رسد. این رفتار در نمونه‌های حاوی ژلاتین مشهودتر است(22). نتایج به دست آمده با نتایج امیر عقدایی (18) و Sahan (16)، که تأثیر مثبت هیدروکلوئیدها را بر گرانروی گزارش کرده‌اند، مطابقت می‌کند.

بر اساس نتایج به دست آمده، علی رغم تأثیر ناچیز ژلاتین و ماده خشک بر میزان pH و اسیدیته ماست، ظرفیت نگهداری آب، خصوصیات بافتی و گرانروی محصول به نحو مطلوبی تحت تأثیر ژلاتین قرار گرفتند. اما آب اندازی خود به خودی در نمونه‌های دارای 12/5% ماده خشک به دلیل تراکم شبکه در ماست قالبی و افزایش دفع آب بیشتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی خصوصیات بافت بهترین نتایج در نمونه‌های حاوی 0/5% تا 0/75% ژلاتین به ماست کم‌چرب در ماده خشک 12/5 % مشاهده شد و ژلاتین با بلوم پایین خصوصیات بافتی نمونه را کمتر تحت تأثیر قرار داد.

• References

1. Carrillo E, Prado-Gascó V, Fiszman S, Varela P. How personality traits intrinsic personal characteristics influence the consumer's choice of reduced-calorie food. Accepted manuscript. Available online 2012.
2. Sandoval-Castilla O, Lobato-Calleros C, García-Galindo HC, Alvarez-Ramírez J, Vernon-Carter EJ. Textural properties of alginate–pectin beads and survivability of entrapped Lb. casei in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. Food Res Int 2010; 43: 111-17.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

3. Sandoval-Castilla O, Lobato-Calleros C, Aguirre-Mundujano E, Vernon-Carter E J. Microstructure and texture of yoghurt as influences by fat replacer. Int Dairy J 2003; 14: 151- 59.

4. Everett DW, McLeod RE. Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. Int Dairy J 2005; 15: 1175-83.

5. Aguirre-Mandujano E, Lobato-Calleros C, Beristain CI, Garcia HS, Vernon-Carter EJ. Microstructure and viscoelastic properties of low-fat yoghurt structured by monoglyceride gels. Food Science and Technology. 2009; 42: 938-44.

6. Gonçalvez D, .Pérez MC, Reolon G, Segura N, Lema P, Gámbaro A,Varela P, Ares G. Effect of Thickeners on the Texture of stirred Yogurt. Alimentos e Nutrição Araraquara 2003; 16(3): 207-11.

7. Purwandari U, Shah NP, Vasiljevic T. Effects of exopolysaccharide-producing strains of Streptococcus thermophilus on technological and rheological properties of set-type yoghurt. International Dairy Journal 2007; 17: 1344-52.

8. Torres I, Amigo Rubio JM, Ipsen R. Using fractal image analysis to characterize microstructure of low-fat stirred yoghurt manufactured with microparticulated whey protein. J Food Eng 2012; 109: 721-9.

9. Lal SND, O'Connor CJ, Eyres L. Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. Advances in Colloids and Interface Science 2006; 123-126: 433-7.

10. Amatayakul T, Sherkat F, Shah NP. Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. Food hydrocolloids. 2006; 20: 314-24.

11. Boland AB, Delahunty CM, Ruth SM. Influence of texture of gelatin gel and pectin gels on strawberry flavor release and perception. Food Chem 2005; 96: 452-60.

12. Fiszman, SM, Lluch, MA, Salvador A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. International Dairy Journal, 1999; 9: 895-901.

13. Decourcelle N, Lubbers S, Vallet N, Rondeau P, Guichard E., Effect of thickeners and sweeteners on the release of blended aroma compounds in fat-free stirred yoghurt during shear conditions. International Dairy Journal 2003; 14: 783-89.

14. Supavititpatana P, Indrarini Wirjantoro T, Apichartsrangkoon A, Raviyan P. Addition of gelatin enhanced gelatin of corn-milk yogurt. Food Chem 2008; 106: 211-16.

15. Kim Y, Kim YS, Yoo SH, Kim KO. Molecular differences of low methoxy pectins induced by pectin methyl esterase I: Effects on texture, release and perception of aroma in gel systems. Food Chem 2009; 123: 451-55.

16. Sahan N, Yasar k, Hayaloglu AA. Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloid 2006; 22: 1291-97.

17. Alting AC, Velde F, Kaning MW, Burgering M, Mulleners L, Sein A, Buwalda P. Improvement creaminess of low-fat yoghurt: the impact of amylomaltase-treated starch domains. Food hydrocolloid 2008; 23: 980-87.

18. Amiri aghdai S, Alami M, Rezai Z. Evaluation of plantago Psyllium seeds hydrocolloid on physicochemical and sensory effects of low fat yoghurt. Iran food science and technology research journal 2010; 6: 201-109. [In Persian].

19. Razmkhah sharabiani S, Razavi SMA, Behzad Kh, Mazaheri Tehrani M. The Effect of Pectin, Sage Seed Gum and Basil Seed Gum on Physicochemical and Sensory Characteristics of Non Fat Concentrated Yoghurt. Iran food science and technology research journal 2010: 27-36. [In Persian].

20. Malone ME, Appelqvist IAM, Norton IT. Oral behavior of food hydrocolloids and emulsions. Part 2. Taste and aroma release. Food hydrocolloid 2002; 17: 775-84.

21. Tamine AY, Robinson RK. Yogurt science and technology. Pergamon Press Ltd. Heading Hill Hall, Oxford, England.1985. p. 365–373.

22. Ghanbarzadeh B. Principle of food and food biopolymer rheology. University of Tehran press. 2009 [In Persian].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

Effect of partial replacement of solids with gelatin on functional properties of non-fat yogurt

Ebdali S[1], Motamedzadegan A[2]*

1- M.Sc Student in Food Science and Technology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

*2- *Corresponding author: Assistant prof, Dept. of Food Science and Technology, Food Science and Technology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, E-mail:amotgan@yahoo.com*

Received 10 Apr, 2013 **Accepted 16 Jul, 2013**

Background and Objective: In recent years, customer demand for low-fat or fat-free products have rapidly increased. This study evaluated the effect of the replacing the solid content of milk with gelatin on the functional properties of yogurt.

Materials and Methods: This study evaluated the effect of the addition of high bloom and low bloom bovine gelatin (0.25, 0.5, 0.75, 1%) on the physicochemical and textural properties of nonfat yoghurt with reduced total solids (9% and 12%).

Results: Gelatin interacts with the milk protein network and increases casein network resistance, significantly decreasing syneresis and increasing viscosity and firmness of texture. Even at high concentrations, drainage was at a minimum. The samples containing 1% high bloom gelatin with 12.5% total solids showed the highest force (116 g) and viscosity (27266 pa.s). Viscosity increased with the addition of gelatin ($p<0.05$) when fat is removed and total solid content was decreased.

Conclusion: Results indicated that gelatin can remedy defects caused by fat reduction or exclusion from yoghurt.

Keywords: Gelatin, Set yoghurt, Low calorie, Texture, Physicochemical properties

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]