مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نوزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات ۸۹-۷۷

تأثیر نانولیپوزوم‌های عصاره سنجد بر ویژگی‌های میکروبی، رئولوژیکی و حسی مایونز کم‌چرب حاوی موسیلاژ دانه به و ایزوله پروتئین سویا

سارا صانعی[۱]، علیرضا شهاب لواسانی[۲]، نسیم خورشیدیان[۳]، اورنگ عیوض‌زاده[۱]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۲- نویسنده مسئول: گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران. پست الکترونیکی: shahabam20@yahoo.com

۳- گروه تحقیقات صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۹

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به وجود روغن و نگهدارنده‌های سنتزی در مایونز و تأثیرات نامطلوب این ترکیبات بر سلامتی مصرف‌کنندگان، ضرورت استفاده از ترکیباتی با مضرات کمتر، یک مسئله جدی به‌حساب می‌آید.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق از موسیلاژ دانه (QSM) به و ایزوله پروتئین سویا (SPI) در سطوح ۱ و ۲ درصد به عنوان جایگزین چربی و از نانولیپوزوم عصاره سنجد (NLP) در سطوح ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد برای کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها در مایونز استفاده شد. نانولیپوزوم‌ها با استفاده از فراصوت حاوی ۱۵۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ppm ۱۰۰۰ لیسیتین تهیه شدند (NLP-150، NLP-250، NLP-500، و NLP-1000). مایونز تولید شده در دمای ^{o}C ۴ به مدت ۶ ماه نگهداری شدند.

یافته‌ها: بیشترین کارایی درون‌پوشانی، پتانسیل زتا و شاخص چند پخشی و کوچکترین اندازه ذره در نانولیپوزوم NLP-500 مشاهده شد. نانولیپوزوم‌ها سطوح متفاوتی از فعالیت ضد میکروبی را علیه سویه‌های باکتریایی و قارچی نشان دادند، اما *پنی‌سیلیوم گلوکوم* و *ساکارومایسس سرویزیه* بیشترین حساسیت (کمترین MIC) را نشان دادند. رشد *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سالمونلا اینتریتیدیس* و *اشرشیاکلی*، کپک و مخمر در تمامی نمونه‌های مایونز به استثنای تیمار بنزوات- سوربات نشان داده شد و با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. بیشترین رشد میکروبی متعلق به نمونه شاهد بود ($p<۰/۰۵$). نتایج آزمون‌های رئولوژیکی نشان داد که مدول ذخیره از مدول افت بالاتر بود ("G'> G) و با افزایش فرکانس زاویه‌ای، ویسکوزیته کمپلکس کاهش یافت. در ارزیابی حسی، از نقطه نظر طعم و بو، نمونه شاهد بیشترین امتیاز را کسب کرد ($p>۰/۰۵$). از نقطه نظر رنگ، بافت و پذیرش کلی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها گزارش نشد ($p>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره سنجد می‌تواند از رشد باکتری‌های پاتوژن و مولد فساد در مایونز جلوگیری نماید.

واژگان کلیدی: مایونز کم‌چرب، ایزوله پروتئین سویا، سنجد، موسیلاژ به‌دانه، نانولیپوزوم

پیام‌های اصلی

- نانولیپوزوم‌های عصاره سنجد از فعالیت *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سالمونلا اینتریتیدیس*، *پنی‌سیلیوم گلوکوم* و *ساکارومایسس سرویزیه* در محیط آزمایشگاهی جلوگیری کردند.
- نانولیپوزوم‌های عصاره سنجد رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن و مولد فساد را در مایونز به تعویق انداختند.
- بالاتر بودن مدول ذخیره از مدول افت نشان‌دهنده ماهیت الاستیک سس مایونز کم‌چرب حاوی موسیلاژ دانه به و ایزوله پروتئین سویا است.
- نانولیپوزوم‌های عصاره سنجد، اثرات منفی بر ویژگی‌های حسی مایونز کم‌چرب حاوی موسیلاژ دانه به و ایزوله پروتئین سویا نداشتند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

• مقدمه

مایونز در سبد کالای مصرفی مردم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و انتروتوکسین‌های تولیدشده توسط *استافیلوکوکوس اورئوس*، سالمونلا و *اشرشیاکلی* در این فرآورده می‌توانند موجب مسمومیت مصرف‌کننده شوند. بجز pH، فاکتورهای دیگری را در زمان بررسی ریسک خطر مایونز باید مد نظر قرار داد. یکی از این فاکتورها تخم‌مرغ است. تخم‌مرغ غیرپاستوریزه رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سالمونلا اینتریتیدیس* را افزایش می‌دهد. فرآورده‌هایی که در تولید آن‌ها از تخم‌مرغ غیرپاستوریزه استفاده می‌شود باید pH کمتر یا مساوی ۴/۱ داشته باشند و میزان اسید استیک در فاز آبی بیشتر یا مساوی ۱/۴ درصد باشد (۱). حضور لیزوزیم در تخم‌مرغ در مایونز اثرات ضد میکروبی به ویژه علیه باکتری‌های گرم منفی دارد (۲). عملیات سترون‌سازی مناسب (Good sanitation practices) احتمال آلودگی عرضی مایونز با میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه ریسک عفونت‌های انسانی را به حداقل می‌رساند. علاوه بر این ظروف بسته‌بندی محکم مایونز، آلودگی را کنترل می‌کند. پرسنل باید در زمینه‌های مختلف از جمله تولید بهداشتی، حمل و نقل و ذخیره‌سازی آموزش ببینند. این امر در کاهش آلودگی عرضی بسیار مهم است. از طرف دیگر، درجه حرارت پایین، *سالمونلا* را علیه اثرات اسیدهای آلی محافظت می‌کند. pHو اسیدیته اثر مهمی در کاهش این ارگانیسم‌ها دارند. کمترین pH که ارگانیسم‌ها قادر به رشد هستند حدود ۴ می‌باشد. پاتوژن‌هایی که در pH ۴ قادر به رشد هستند عبارتند از *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سالمونلا اینتریتیدیس* و *اشرشیاکلی*. از آنجا که اسیدیته مهمترین ویژگی درونی مایونز در تعیین رشد و بقاء باکتری‌های پاتوژن است، این پارامتر شیمیایی به عنوان یک ابزار کنترل پاتوژن‌ها باید در نظر گرفته شود. بطور کلی، بیشتر باکتری‌های موثر در بیماری‌های غذایی در pH کمتر از ۴/۵ قادر به رشد نیستند، بنابراین غذاهای اسیدی بطور معمول خطرات سلامتی عمده‌ای برای مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کنند. برای مثال حداقل pH برای رشد *اشرشیاکلی* و *سالمونلا* به ترتیب ۴/۴ و ۴/۵ تخمین زده شده است، در حالی‌که حداکثر pH برای رشد این دو گونه به ترتیب ۹ و ۷/۸ می‌باشد. بنابراین فرآورده‌های اسیدی رشد و بقاء میکروبی را محدود می‌کند. میزان این بقاء بستگی به نوع میکروارگانیسم‌ها در ماده غذایی و نوع و مقدار اسید، بویژه ظرفیت بافری دارد (۱). چون در فرآیند تولید مایونز از دما برای سالم‌سازی فرآورده استفاده نمی‌شود، لازم است بوسیله ترکیبات شیمیایی نگهدارنده مانند اسید بنزوئیک و اسید سوربیک از رشد میکروارگانیسم‌ها ممانعت شود. با توجه به اینکه مصرف این ترکیبات مضراتی را برای سلامتی انسان به دنبال دارند، بایستی از آنها در میزان حداقل استفاده شود. ادعا شده است که اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه ایمن GRAS (Generally Recognise as safe) بوده و به‌عنوان جایگزین افزودنی‌های مصنوعی می‌تواند برای کنترل عوامل بیماریزا و فسادزا و افزایش عمر نگهداری مواد غذایی کاربرد داشته باشند (۱). گیاهان و میوه‌های بسیاری وجود دارند که دارای ارزش بیولوژیکی زیادی هستند اما هنوز در صنعت غذا کشف نشده‌اند. یکی از آنها سنجد با نام علمی *Elaeagnus angustifolia* ازخانواده Elaeagnaceae بومی شمال آسیا و اروپا است. سنجد یکی از منابع گیاهی غنی از فیبر محسوب می‌شود (۳) و به‌علت دارا بودن مقدار فراوان تانن‌ها و فلاوونوئیدها دارای اثرات کاهش‌دهندگی کلسترول، اثرات سیتوتوکسیک بر روی سلول‌های سرطانی انسان و همچنین اثرات ضد درد و ضد التهابی است (۳). یکی از مهمترین مسائل و چالش‌ها در زمینه استفاده از اسانس‌ها و عصاره‌ها در مواد غذایی، بهبود و افزایش پایداری آنها در مراحل فرآوری و همچنین کنترل آزاد شدن تا زمان مصرف می‌باشد. بنابراین بهتر است قبل از استفاده در مواد غذایی به منظور محدود کردن افت آروما در طول فرآوری و نگهداری ریزپوشانی شوند. ریزپوشانی می‌تواند روشی مفید برای پوشاندن طعم غیرقابل‌قبول و متمایز و همچنین حفظ فراهمی زیستی و پایداری مواد فرار باشد و واکنش‌های شیمیایی را به تأخیر بیندازد (۴). انتخاب یک فناوری درون‌پوشانی مناسب می‌تواند باعث پایداری شیمیایی، قابلیت پخش شدن در آب و فراهمی‌زیستی اسانس و عصاره شود. به‌علاوه، تکنیک‌های درون‌پوشانی بر پایداری، کارایی انکپسولاسیون، مورفولوژی و مکانیسم آزادسازی مواد درون‌پوشانی شده تأثیر می‌گذارد. در دهه‌های اخیر، لیپوزوم‌ها برای درون‌پوشانی مواد مغذی، آنتی اکسیدان‌ها و آنزیم‌ها استفاده شده است. لیپوزوم‌ها وزیکول‌های کروی متشکل از دولایه فسفولیپیدی هستند که محیط آبی را احاطه کرده‌اند و می‌توانند دسترسی‌زیستی را از طریق مورفولوژی دولایه‌ای افزایش دهند (۵). از طرف دیگر، با افزایش چاقی و دیابت، توجه زیادی به جایگزین‌های چربی معطوف گردیده است. صمغ‌ها و موسیلاژها

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

از جمله ترکیباتی هستند که به عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیبات از منابع مختلفی بدست می‌آیند و شامل صمغ‌های مختلفی از جمله صمغ‌های دانه‌ای هستند (۶). دانه میوه به منبع بسیار خوبی از لعاب یا موسیلاژ QSM (Quince seed mucilage) است. میوه به از خانواده رزاسه به‌عنوان یک گیاه با ارزش تغذیه‌ای و دارویی فراوان در خاورمیانه، آفریقای جنوبی و اروپای مرکزی کشت می‌شود (۷). موسیلاژ دانه به در محصولات غذایی کم‌چرب مانند ماست (۸)، خامه صبحانه (۹)، دسرشیری (۱۰) و کیک (۱۱) استفاده شده است. جایگزین‌های چربی بر پایه پروتئین‌ها دارای کالری کمی هستند اما دارای محدودیت‌هایی می‌باشند، به عنوان مثال، نمی‌توان از آنها در درجه حرارت‌های بالا به طور بهینه استفاده کرد، چرا که در دماهای بالا، پروتئین‌ها دناتوره شده و تغییر ماهیت می‌دهند. ایزوله پروتئین سویا SPI (soy protein isolate) خالص‌ترین فرم از محصولات پروتئین سویا می‌باشد که به دلیل ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات عملکردی مطلوب در فراورده‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده به دلیل دارا بودن بالاترین درصد پروتئین (۹۰ درصد) منبع تأمین پروتئین برای تمام افراد نیازمند است (۱۲). به‌کارگیری SPI به عنوان جایگزین چربی در محصولات غذایی کم‌چرب مانند سس مایونز (۱۳)، سوسیس (۱۴) و محصولات گوشتی (۱۵) قبلاً گزارش شده است.در این تحقیق اثر ضد میکروبی عصاره لیپوزومی سنجد در مایونز کم‌چرب حاوی موسیلاژ دانه به و ایزوله پروتئین سویا بررسی گردید.

• مواد و روش‌ها

مواد

سنجد از فروشگاه محلی تهیه شد و پس از جداسازی ناخالصی‌ها در آسیاب به پودر تبدیل شد. دانه "به" از عطاری-های محلی تهیه گردید. سویه‌های استاندارد شامل *استافیلوکوکوس اورئوس* (ATCC 25923)، *سالمونلا اینتریتیدیس* (ATCC 4933)، *اشرشیاکلی* (ATCC 25922)، کپک *پنی سیلیوم گلوکوم* (ATCC 9849P) و مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* (ATCC 60782) به صورت خشک شده به وسیله انجماد از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. تمام محیط‌های کشت، سوربات پتاسیم و بنزوات سدیم و سایر مواد شیمیایی از نمایندگی شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. مواد تشکیل دهنده مایونز از فروشگاه محلی خریداری گردید.

درون‌پوشانی عصاره سنجد (تولید نانولیپوزوم)

پس از استخراج عصاره آبی با روش خیساندن، چهار فرمول نانولیپوزوم با استفاده از فراصوت و لیسیتین در غلظت‌های ۱۵۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ppm ۱۰۰۰) تهیه شد (با نام‌های NLP-150، NLP-250، NLP-500، و NLP-1000). ابتدا لیسیتین با ۲۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه در اواپراتور چرخشی در دمای ۳۰ تا۵۰ درجه سانتی‌گراد با دور rpm ۷۰ به مدت یک‌شبانه روز هیدراته شد. سپس عصاره سنجد با لیسیتین هیدراته شده در دمای ۶۰°C به مدت ۱۰ دقیقه همزده شد. سپس ml ۴۰ بافر فسفات با عصاره مخلوط و در دستگاه همزن قرار گرفت. سوسپانسیون‌های لیپوزومی با استفاده از یک پروب اولتراسونیک به مدت ۱۵ دقیقه فراصوت شدند و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. سپس سوسپانسیون‌ها به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. فرمولاسیون تولید شده به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری و سپس به یخچال منتقل شد (۱۶).

بررسی ویژگی نانولیپوزوم‌ها

کارایی درونپوشانی

برای بررسی کارایی درون‌پوشانی از تکنیک جداسازی ذرات غیر کپسوله از وزیکول‌های لیپوزومی استفاده شد. پس از فیلتر کردن، عصاره بدون کپسول (۱ میلی‌لیتر) با کربنات سدیم ۰/۲ مولار (۱ میلی‌لیتر) و معرف فولین‌سیوکالتیو (۲۰۰ میکرولیتر) مخلوط شد و سپس در ۲۲۶ × g به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از نگهداری محلول در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه، به روش طیف سنجی بررسی شد (رابطه ۱) (۱۶):

راندمان کپسولاسیون = (عصاره کل – عصاره غیرکپسوله / عصاره کل) × ۱۰۰

اندازه ذرات و پتانسل زتا

برای تعیین میانگین قطر ذرات از روش پراکندگی نور لیزری استفاده شد. شاخص پلی دیسپرسیتی (PDI) مواد انکپسوله شده توسط یک آنالایزر اندازه ذرات (Horiba sz_100، ساخت ژاپن) ارزیابی شد. برای بررسی بار سطحی (ζ-پتانسیل) از زتاسایزر (Horiba sz_100، ساخت ژاپن) استفاده شد. برای این منظور، سوسپانسیون‌ها ۵۰ برابر با آب مقطر رقیق شدند و روی pH 4.7 تنظیم شدند (۱۶).

خواص ضد میکروبی

با استفاده از روش رقت لوله‌ای، حداقل غلظت مهارکنندگی رشد (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) تعیین شد (۱۷).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

تهیه موسیلاژ دانه به

برای استخراج موسیلاژ ابتدا ۱۰ گرم دانه با سه برابر وزن خودش اتانول ۹۶٪ مخلوط شد و به مدت ۵ دقیقه توسط همزن مغناطیسی همزده شد. سپس دانه‌ها از اتانول جدا شد و در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. دانه‌ها به نسبت ۱ به ۳۰ با آب دیونیزه مخلوط شد و با همزن در دمای ۴۵ درجه با دور ۱۱۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه همزده شد (قبل از همزدن اجازه داده شد تا دانه‌ها متورم شوند). محلول حاصل با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۱ فیلتر شد و در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پودر حاصل در جای خشک و خنک نگهداری شد (۹).

استفاده از نانولیپوزوم عصاره سنجد در فرمولاسیون سس مایونز کم‌چرب

فاز روغنی شامل روغن سویا به سرعت به فاز آبی شامل نمک، شکر، سرکه و زرده تخم‌مرغ اضافه شد و با میکسر آزمایشگاهی مخلوط شد. موسیلاژ دانه به (QSM) و ایزوله پروتئین سویا (SPI) در سطوح ۱ و ۲ درصد و نانولیپوزوم عصاره سنجد (NLP) در سطوح ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد اضافه شد. آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ در سطوح مجاز (تا ppm ۲۰۰) به روغن بدون آنتی اکسیدان اضافه شد. نگهدارنده بنزوات- سوربات در سطوح مجاز (ppm ۷۵۰) به روغن خالص اضافه شد. مایونز بدون هیچ گونه افزودنی نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در مجموع ۱۳ تیمار تهیه شد (جدول ۱). نمونه‌ها در دمای ^{o}C ۴ نگهداری شدند و آزمون‌های میکروبی (در طول ۶ ماه)، رئولوژیکی و حسی روی آنها انجام شد.

جدول ۱. تیمارهای مایونز

تیمار	QSM +SPI(٪)	NLP(٪)
۱	۱	۰/۵
۲	۱	۰/۷۵
۳	۱	۱
۴	۱	۱/۵
۵	۱	۲
۶	۲	۰/۵
۷	۲	۰/۷۵
۸	۲	۱
۹	۲	۱/۵
۱۰	۲	۲
شاهد	-	-
TBHQ	-	-
بنزوات- سوربات	-	-

ویژگی های میکروبی

برای شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* از روش کشت سطحی در محیط برد پارکر آگار و گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. برای شمارش *اشرشیاکلی* از روش کشت سطحی در محیط EC آگار و گرمخانه-گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. برای شمارش *سالمونلا اینتریتیدیس* از روش کشت سطحی در محیط سالمونلا شیگلا آگار و گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. برای شمارش کپک و مخمر از روش کشت سطحی در محیط دی کلران رز بنگال آگار (DRBC) و گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت استفاده شد (۱).

ویژگی‌های رئولوژیکی

به‌منظور تعیین ویژگی‌های ویسکوالاستیک نمونه، آزمون فرکانس متغیر (Frequency Sweep test) در محدوده فرکانس زاویه‌ای ۱۰۰ تا ۰/۰۱ هرتز با رئومتر صفحه و مخروط (بروکفیلد، آمریکا) انجام شد و مقادیر مدول ذخیره (G′) و مدول افت (G″) در ناحیه ویسکوالاستک خطی ثبت شد (۱۸).

ویژگی‌های حسی

برای بررسی ارزیابی حسی، نمونه های مایونز توسط ۲۰ نفر ارزیاب آموزش‌دیده از نظر خصوصیات طعم، رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی به روش هدونیک ۵ نمره ای مورد ارزیابی قرار گرفت. گزینه‌های بسیار خوب: ۵، خوب: ۴، متوسط: ۳، بد: ۲ و بسیار بد: ۱ امتیازدهی شدند (۱۹).

تحلیل آماری

این پژوهش در سه تکرار (به جز آزمون حسی) انجام گرفت. تحلیل و ارزیابی (ANOVA) توسط نرم‌افزار SPSS برای تأیید وجود اختلاف بین داده ها انجام شد. با تشکیل جداول آنالیز واریانس، معنی‌دار بودن یا نبودن آزمایش‌ها مورد بررسی قرار گرفت ($p<۰/۰۵$).

• یافته‌ها

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نانو لیپوزوم‌ها

ویژگی‌های انواع نانولیپوزوم در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین کارایی درون‌پوشانی، کوچکترین اندازه ذره، بیشترین پتانسیل زتا و بیشترین شاخص چند پخشی PI (Polydispersity Index) در نانولیپوزوم NLP-500 مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). نانولیپوزوم NLP-150 کمترین کارایی درون‌پوشانی و بیشترین اندازه ذره را نشان داد ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

جدول ۲. خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های مختلف نانولیپوزوم

تیمار	کارایی درونپوشانی (٪)	اندازه ذرات (nm)	پتانسیل زتا (mV)	PI	زیست‌دسترسی
NLP-150	^{d}۶۶/۳۷±۰/۲۱	۱۳۹	-۱۷/۳۵	۰/۴۱۲	^{d}۰/۴۲±۰/۰۲
NLP-250	^{c}۷۲/۸۱±۰/۳۲	۹۹/۳	-۱۹/۶۴	۰/۳۹۲	^{c}۰/۹۲±۰/۰۱
NLP-500	^{a}۸۸/۴۲±۰/۴۰	۷۲/۹	-۳۱/۵۴	۰/۴۱۹	^{a}۲/۰۴±۰/۰۳
NLP-1000	^{b}۸۲/۸۵±۰/۲۷	۸۵/۱	-۲۴/۳۳	۰/۳۸۲	^{b}۱/۵۵±۰/۰۲

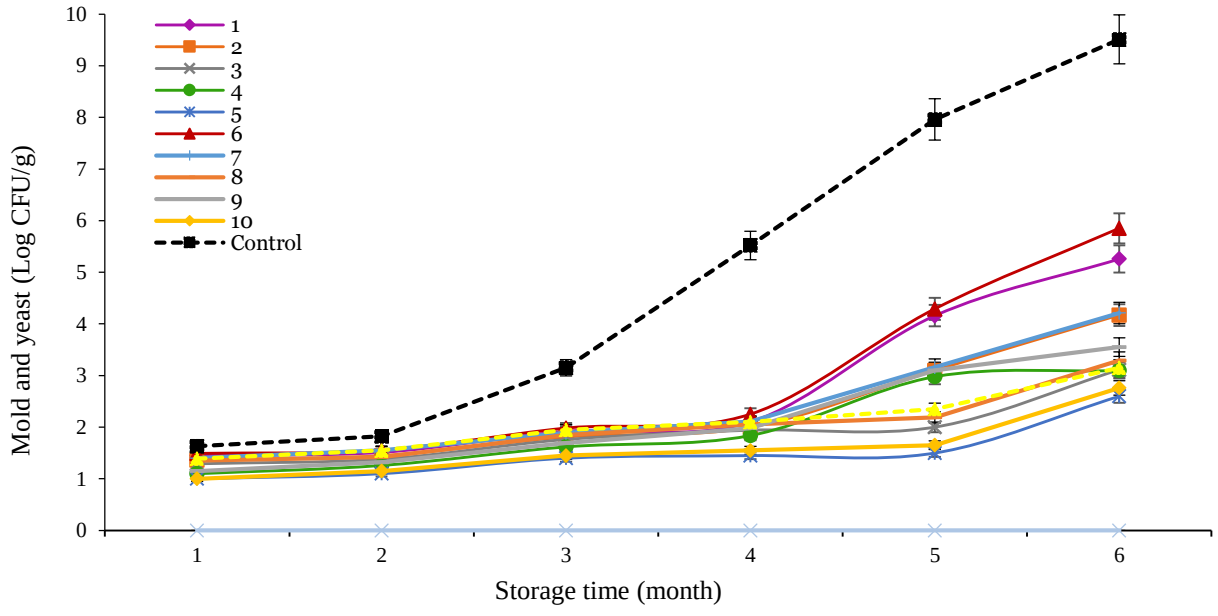
میانگین±انحراف معیار. حروف متفاوت در ستون نشاندهنده اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

جدول ۳. فعالیت ضد میکروبی نمونه‌های مختلف نانولیپوزوم

تیمار	(mg/mL) MIC					(mg/mL) MBC				
	استاف اورئوس	*اشرشیاکلی*	*سالمونلا اینتریتیدیس*	*پنی سیلیوم گلوکوم*	*ساکارومایسس سرویزیه*	*استاف اورئوس*	*اشرشیاکلی*	*سالمونلا اینتریتیدیس*	*پنی سیلیوم گلوکوم*	*ساکارومایسس سرویزیه*
NLP-150	۵۰	۱۰۰	۱۰	۲۵	۵۰	-	-	-	-	-
NLP-250	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲/۵	۲۵	-	-	-	-	-
NLP-500	۲۵	۵۰	۵۰	۶/۲۵	۱۲/۵	-	-	-	۱۲/۵	۲۵
NLP-1000	۱۲/۵	۲۵	۲۵	۶/۲۵	۱۲/۵	-	-	-	۱۲/۵	۲۵

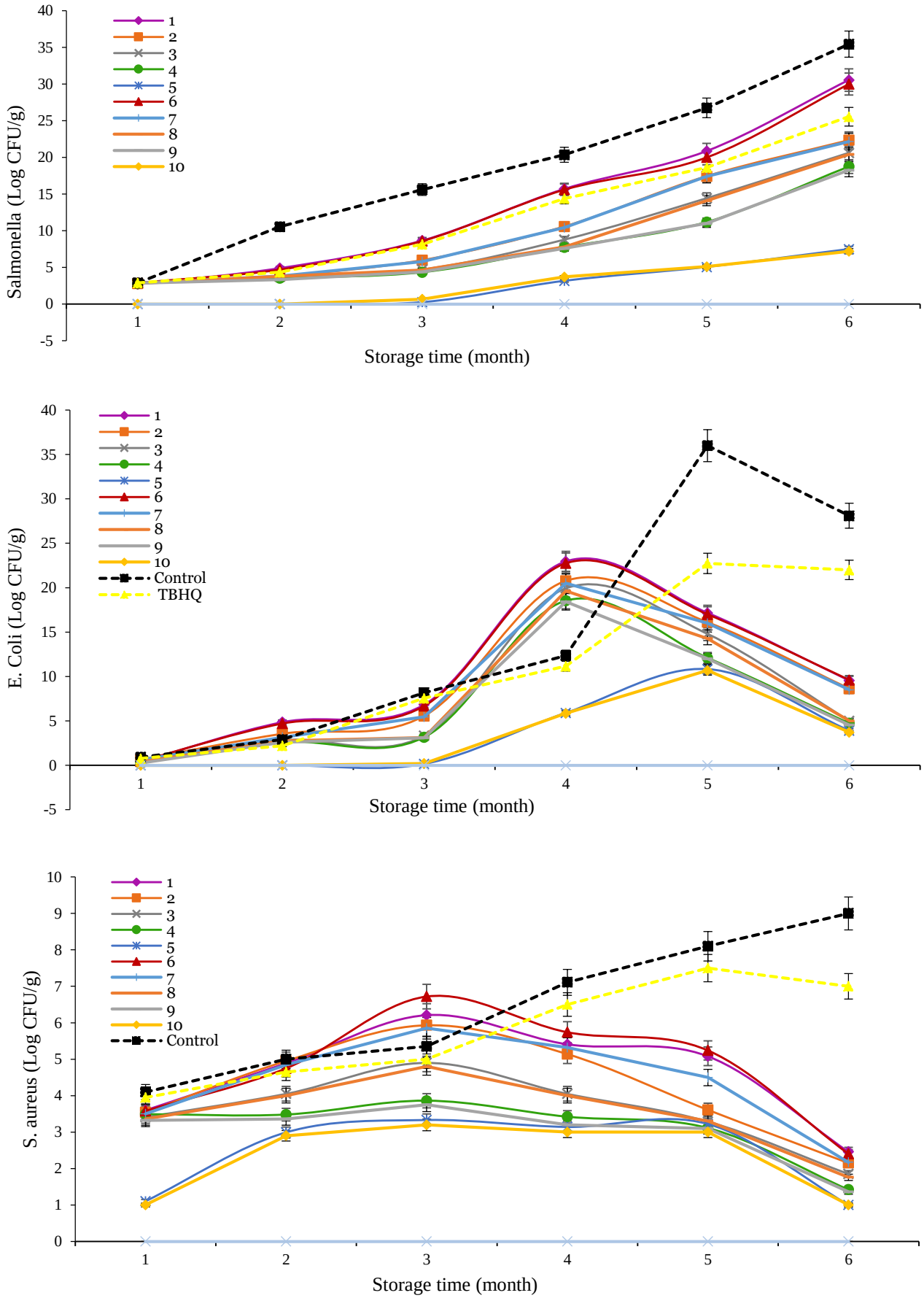
ویژگی‌های ضد میکروبی: ویژگی‌های ضد میکروبی انواع نانولیپوزوم در جدول ۳ نشان داده شده است. نانولیپوزوم‌ها سطوح متفاوتی از فعالیت ضد میکروبی را علیه سویه‌های باکتریایی و قارچی نشان دادند و از رشد آنها جلوگیری کردند.

ویژگی‌های میکروبی مایونز: شکل ۱، رشد باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سالمونلا اینتریتیدیس* و *اشرشیاکلی* و کپک و مخمر را در تمامی نمونه های مایونز به استثنای تیمار بنزوات- سوربات نشان می‌دهد ($p<۰/۰۵$). با گذشت زمان نگهداری رشد میکروبی بصورت معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$)، ولی رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشرشیاکلی* روند آهسته‌تری را نشان داد. در کل دوره نگهداری، بیشترین رشد میکروبی متعلق به نمونه شاهد بود.



[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]



شکل ۱. رشد میکروبی (Log cfu/g) در تیمارهای مختلف مایونز در طول ۶ ماه ($p<۰/۰۵$). الف: کپک و مخمر ($cfu/g \times ۱۰^۲$)، ب: سالمونلا، ج: *اشرشیاکلی*، د: *استافیلوکوکوس اورئوس*

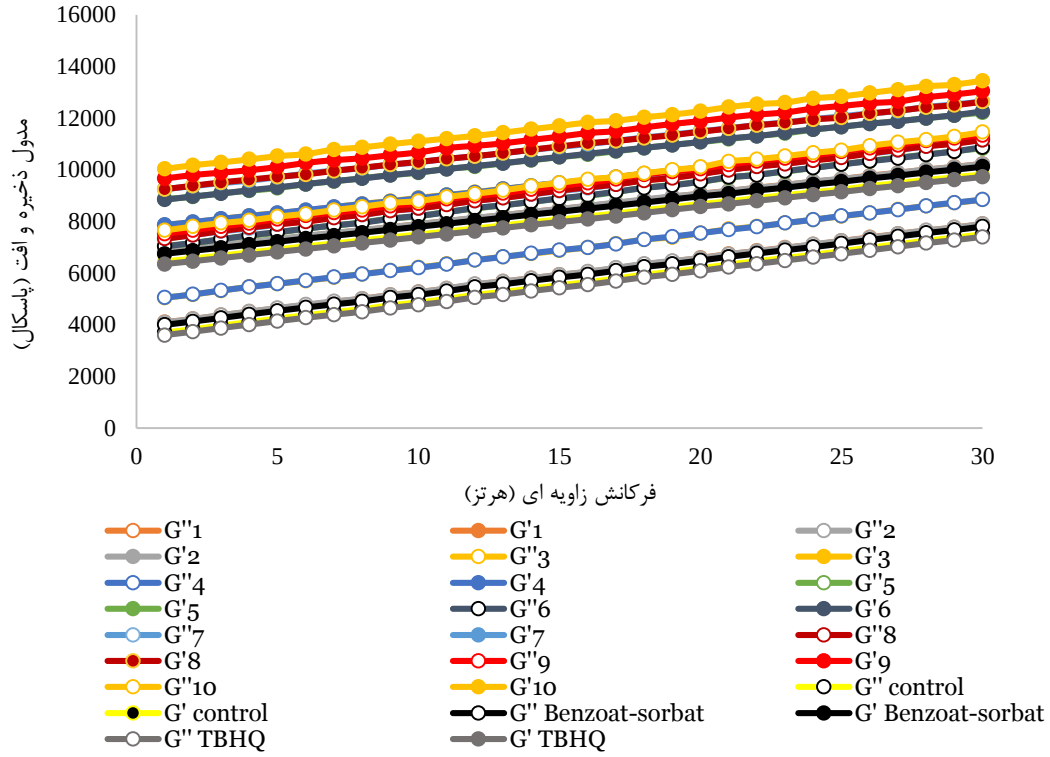
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

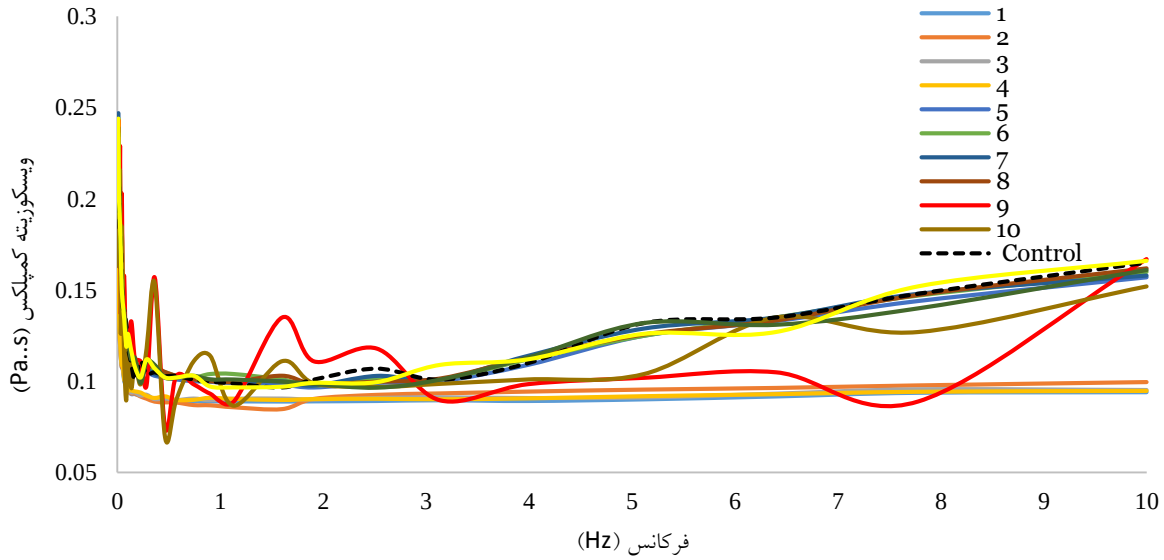
ویژگی‌های رئولوژیکی مایونز

شکل ۲ تغییرات مدول ذخیره (G′) و افت (G″) را به صورت تابعی از فرکانس زاویه‌ای (ω) برای نمونه‌های مختلف سس مایونز نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که با افزایش میزان فرکانس زاویه‌ای در دامنه مورد بررسی مدول ذخیره و مدول افت سس مایونز افزایش یافت. نمونه ۱۰ دارای بیشترین و نمونه TBHQ دارای کمترین مدول ذخیره و افت نسبت به سایر تیمارها بودند. در تمامی نمونه‌ها مقادیر مربوط به مدول ذخیره از مدول افت بالاتر بود (G'> G"). وابستگی قابل توجهی از هر دو مدول به فرکانس زاویه‌ای پیدا شد.

با افزایش میزان فرکانس زاویه‌ای، ویسکوزیته کمپلکس سس مایونز کاهش یافت. تیمارهای TBHQ، شاهد، بنزوات-سوربات دارای بیشترین ویسکوزیته کمپلکس نسبت به سایر تیمارها بودند. همچنین تفاوت چشمگیری بین ویسکوزیته کمپلکس نمونه‌های مختلف مشاهده نشد (شکل ۳).



شکل ۲. مدول ذخیره و مدول افت نمونه‌های مختلف مایونز بعنوان تابعی از فرکانس زاویه‌ای در دمای ºC



شکل ۳. ویسکوزیته کمپلکس نمونه‌های مختلف سس مایونز بعنوان تابعی از فرکانس زاویه‌ای در دمای ۲۵ ºC

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]
[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

ویژگی‌های حسی مایونز

در جدول ۴ تأثیر نانولیپوزم عصاره سنجد، موسیلاژ دانه به و SPI بر ویژگی‌های حسی سس مایونز نشان داده شده است. از نقطه نظر طعم و بو، نمونه‌های شاهد، ۱ و ۶ بیشترین امتیاز را کسب کردند ($p>۰/۰۵$). از نقطه نظر رنگ، بافت و پذیرش کلی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها گزارش نشد ($p>۰/۰۵$).

جدول ۴. ویژگی‌های حسی سس مایونز

تیمارها	ویژگی حسی				
	طعم	بو	رنگ	بافت	پذیرش کلی
۱	^{ab}۴/۸±۰/۴۲	^{ab}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۵/۰±۰/۰	^{a}۴/۴±۰/۵۱	^{a}۴/۷±۰/۴۸
۲	^{ab}۴/۶±۰/۵۱	^{ab}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۴/۴±۰/۵۱	^{a}۴/۷±۰/۴۸
۳	^{ab}۴/۶±۰/۵۱	^{ab}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۴/۶±۰/۵۱	^{a}۴/۶±۰/۵۱
۴	^{bcd}۴/۵±۰/۵۲	^{ab}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۴/۶±۰/۵۱	^{a}۴/۷±۰/۴۸
۵	^{bcd}۴/۵±۰/۵۲	^{ab}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۵±۰/۵۲	^{a}۴/۷±۰/۴۸
۶	^{ab}۴/۷±۰/۴۸	^{ab}۴/۷±۰/۴۸	^{a}۵/۰±۰/۰	^{a}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۹±۰/۳۱
۷	^{bcd}۴/۵±۰/۵۲	^{ab}۴/۶±۰/۵۱	^{a}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۷±۰/۴۸	^{a}۴/۷±۰/۴۸
۸	^{cd}۴/۲±۰/۴۲	^{ab}۴/۵±۰/۵۲	^{a}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۴/۷±۰/۴۸	^{a}۴/۸±۰/۴۲
۹	^{cd}۴/۲±۰/۴۲	^{ab}۴/۷±۰/۴۸	^{a}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۶±۰/۵۱	^{a}۴/۸±۰/۴۲
۱۰	^{cd}۴/۱±۰/۳۱	^{ab}۴/۶±۰/۵۱	^{a}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۶±۰/۵۱	^{a}۴/۸±۰/۴۲
شاهد	^{ab}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۵/۰±۰/۰	^{a}۵/۰±۰/۰	^{a}۴/۷±۰/۴۸	^{a}۴/۸±۰/۴۲
TBHQ	^{a}۵/۰±۰/۰	^{ab}۴/۹±۰/۳۱	^{a}۵/۰±۰/۰	^{a}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۴/۹±۰/۳۱
بنزوات-سوربات	^{ab}۴/۸±۰/۴۲	^{a}۵/۰±۰/۰	^{a}۵/۰±۰/۰	^{a}۴/۶±۰/۵۱	^{a}۴/۹±۰/۳۱

میانگین±انحراف معیار. حروف متفاوت در ستون نشاندهنده اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

• بحث

برای فرمولاسیون‌های NLP-500 و NLP-1000 کارایی بالای ۸۲٪، مناسب بودن نانولیپوزوم برای انکپسولاسیون عصاره سنجد را نشان داد. به عبارت دیگر، مقدار کمی عصاره بدون کپسول باقی مانده است. تفاوت در کارایی درون پوشانی نمونه-های مختلف ممکن است به دلیل شرایط مختلف تشکیل کپسول‌ها باشد (۲۰). برخی از عوامل، مانند مواد دیواره، تعامل بین مواد دیواره و هسته و روش انکپسولاسیون، می‌توانند بر راندمان انکپسولاسیون تأثیر بگذارند. مطالعات قبلی گزارش داده‌اند که اندازه ذرات و سطح ویژه لیپوزوم‌ها عوامل موثری در راندمان انکپسولاسیون مواد حساس یا ارزشمند در سیستم لیپوزومی هستند (۲۲، ۲۱).اندازه ذرات و توزیع آنها، نقش مهمی در ویژگی‌های فیزیکی سیستم‌های کلوئیدی مانند پایداری، کدورت و ویژگی‌های رئولوژیکی و همچنین دسترسی زیستی و خواص ارگانولپتیکی فرآورده غذایی دارد. کاهش اندازه ذرات به مقیاس نانومتری موجب افزایش ویژگی‌های مطلوب نظیر بهبود پایداری، حفظ روغن و کارایی انکپسولاسیون سیستم می‌شود که به نوبه خود پایداری اکسیداتیو را بهبود می‌بخشد (۲۰). سطح پایین‌تر محصولات اکسیداسیون نیز در امولسیون‌های روغن سویا در آب با کاهش اندازه ذرات گزارش شده است (۲۳). پتانسیل زتا بهترین شاخص برای تعیین وضعیت الکتریکی سطح ذرات است، چون نشان‌دهنده میزان تجمع بار در لایه غیرمتحرک و شدت جذب یون‌های مخالف بر سطح ذره است. تغییر در بار سطحی به ماهیت و خلوص مواد پوششی نسبت داده‌شده است (۲۴). مقدار پتانسیل زتا $\leq ۳۰\pm$ میلی‌ولت نشان‌دهنده پایداری الکترواستاتیکی خوب سوسپانسیون نانوکپسول است. به طور مشابه، نانولیپوزوم‌هایی با پایداری الکترواستاتیکی پایین $<۳۰-$ میلی‌ولت (۲۵) و نانولیپوزوم‌هایی با پایداری الکترواستاتیکی بالای ۳۰- میلی‌ولت (۲۴) گزارش شده‌اند. بنابراین، مقادیر بالای پتانسیل زتا $<۳۰-$ میلی‌ولت در این تحقیق نشان‌دهنده پایداری فیزیکی لیپوزوم‌ها و نانولیپوزوم‌های تولیدی بود. نانولیپوزم NLP-500 بیشترین پتانسیل زتا (۳۱/۵۴ mV-) و کمترین اندازه ذرات (۷۲/۹ nm) را دارا می‌باشد. کاهش پتانسیل زتا با افزایش اندازه ذرات مطابقت دارد که این مشاهدات مطابق با یافته‌های Auwal و همکاران (۲۶) است که پتانسیل زتا پایین را با افزایش اندازه ذرات گزارش کردند.نانولیپوزم NLP-500 بیشترین و نانولیپوزم NLP-1000 کمترین میزان PI را نشان دادند. شاخص چندپخشی کوچکتر، توزیع اندازه ذرات همگن‌تر را بیان می‌کند و بنابراین یکنواختی مطلوب در قطر را نشان می‌دهد (۲۱).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

در بین میکروارگانیسم‌های مورد بررسی، حساس‌ترین میکروارگانیسم (کمترین MIC) *پنی‌سیلیوم گلوکوم*، *ساکارومایسس سرویزیه* و *استافیلوکوکوس اورئوس اورئوس* و مقاوم‌ترین آنها *سالمونلا اینتریتیدیس* و *اشرشیاکلی* بودند. بنابراین اثرات ضد میکروبی نانولیپوزوم‌ها علیه قارچ‌ها و باکتری گرم مثبت قوی‌تر از باکتری‌های گرم منفی بوده است. ترکیبات فنلیک عصاره سنجد احتمالا مسئول خواص ضد میکروبی لیپوزوم‌ها است (۲۸، ۲۷). ترکیبات فنولیک اثرات ضد میکروبی خود را در غشای سیتوپلاسمی با تغییر ساختار و عملکرد آن انجام می‌دهند. توانایی ترکیبات فنولی در مداخله در متابولیسم سلولی از طریق مکانیسم‌هایی مانند شکستن غشا، غیرفعال-سازی آنزیمی و شلاته کردن فلزات است. نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی عامل مرگ سلول است. همچنین ترکیبات غیر فنولیک نیز مؤثر می‌باشند (۱۷). به‌طور معمول قارچ‌ها نسبت به باکتری‌ها حساس‌تر هستند که این امر ناشی از ساختار سلولی متفاوت آنهاست (۱۷). همچنین باکتری‌های گرم‌مثبت نسبت به اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی حساس‌تر از باکتری‌های گرم‌منفی هستند. نتایج بدست آمده در این تحقیق، (بالاتر بودن MIC علیه باکتری‌های گرم‌منفی) نیز حاکی از حساس‌تر بودن باکتری‌های گرم‌مثبت بود. به دلیل وجود غشاهای خارجی نسبتاً نفوذ ناپذیر احاطه‌کننده دیواره سلولی در باکتری‌های گرم‌منفی (لیپوپلی ساکاریدهای دیواره سلولی) منطقی بنظر می‌رسد که این باکتری‌ها در برابر اثرات ضدمیکروبی حساسیت کمتری از خود نشان دهند. این غشاء خارجی انتشار مواد هیدروفوب از میان لایه لیپوپلی‌ساکاریدی را محدود می‌کند. لیپوپلی-ساکاریدهای دیواره سلولی احتمالا مانع از رسیدن ترکیبات فعال به غشای سیتوپلاسمی باکتری های گرم منفی می‌شود (۱۷).در این تحقیق کلونی‌های *اشرشیاکلی* و *سالمونلا اینتریتیدیس* در نمونه‌های مایونز مشاهده شد. کلونی‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* نیز مشاهده شد. علت این امر، آلودگی عرضی (cross contamination) با مواد اولیه بویژه وجود تخم-مرغ، ظروف، وسایل و تجهیزات آلوده است که باعث شده این باکتری پاتوژن در مایونز بقا پیدا کند (۱).مطالعات نشان داده است *استافیلوکوکوس اورئوس* قادر به رشد در مقادیر پایین pH و a_w می‌باشد. احتمالاً شوک وارده بر باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* هنگام ورود به محیط اسیدی دلیل کاهش آن است. به عبارت دیگر، مرگ باکتری با رشد و تزاید آن برابری کرده است. این نتایج بیان می‌کنند فاکتورهای متعددی در بقاء باکتری‌ها موثر هستند که بطور مستقل یا سینرژیستی با ترکیبات دیگر فرآورده عمل می‌کنند. برخی فاکتورها از جمله pH، اسیدیته، مقدار آب، a_w پایین، درجه حرارت، ویسکوزیته و حضور لیزوزیم در تخم مرغ کامل مسئول غیرفعال شدن سریع باکتری‌ها در مایونز است (۱). اولین فاکتور بازدارنده pH است. در این بررسی، pH حدود ۴ نمونه‌های مایونز، نزدیک حد تحمل اکثر پاتوژن‌ها می‌باشد. اثر اسیداستیک، با کاهش pH افزایش می‌یابد. اثرات سینرژیستی اسید استیک و pH پایین در جلوگیری از رشد پاتوژن‌ها نقش دارد. بنابراین pH اثر مهمی بر مرگ باکتری‌های گرم منفی دارد. از آنجا که *اشرشیاکلی* در مقایسه با *سالمونلا* تحمل بیشتری به شرایط اسیدی دارد، مطالعات اشاره می‌کند که فاکتورهای حفاظتی در مایونز سرکوب‌شده یا از بین می‌روند. برای جلوگیری از انتقال سالمونلوزیس توسط مایونز استفاده از سرکه به عنوان یک عامل اسیدی برای بدست آوردن pH بین ۳/۶ و ۴ پیشنهاد شده است. در دماهای پایین توانایی حفاظت سلول های سالمونلا علیه اثرات ضد میکروبی اسیدهای آلی وجود دارد (۱). در مورد قارچ‌ها، دیواره سلولی مخمر بسیار قوی است و می‌تواند بسیار متخلخل باشد. این دیواره، غالبا از مونوپروتئین، ۱،۳-β گلوکان و کیتین تشکیل شده است. توانایی رشد در محیط اسیدی و محیط‌های مایع، باعث فساد مایونز توسط مخمرها می‌شود. رشد کپک و مخمر در نمونه‌های مایونز به استثنای تیمار بنزوات- سوربات گزارش شد و با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. تیمارهای ۱۰ و ۵ بعد از تیمار بنزوات- سوربات کمترین آلودگی قارچ را نشان دادند (به ترتیب ۲/۷۶ و ۲/۶ ×۱۰^{۲} cfu/g)، ولی نمونه شاهد بیشترین رشد قارچ (۹/۵۱×۱۰^{۲} cfu/g) را نشان دادند.انتقال پروتون از غشای سلولی به سلول‌های مخمر توانایی تنظیم pH داخل سلولی را می‌دهد. زیرا مخمرها بسیار مقاوم بوده و غشای پلاسمایی کارآمدی دارند. مخمرها همچنین به a_w پایین تحمل نشان می‌دهند. به‌طور معمول رشد کپک‌ها در درجه حرارت پایین، pH پایین و در حضور اسیداستیک جلوگیری می‌شود و در حضور ۰/۵ درصد اسیداستیک نمی‌توانند رشد کنند. علاوه بر این مقادیر کم اکسیژن موجود در مایونز رشد کپک را محدود می‌کند. علت رشد کپک و مخمر در مایونزهای این تحقیق احتمالاً آلاینده‌های‌های هوا (airborne contaminants)، تجهیزات و وسایل، محیط، پرسنل و ... است (۱). مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۹۶۵ (۲۹)، شمارش *اشرشیاکلی* و سالمونلا در مایونز منفی و حداکثر مجاز کپک و مخمر cfu/g ۱۰^{۲} است. به‌نظر می‌رسد فقط تیمار بنزوات-سوربات در دامنه استاندارد قرار داشت. تیمارهای ۵ و ۱۰، کمتر از ۳ ماه قابل نگهداری بودند. در سایر تیمارها از ماه اول شاهد رشد باکتری و از ماه سوم شاهد رشد کپک و مخمر بودیم. تیمارهای ۱۰ و ۵ که کمترین میزان چربی (۳۲ درصد ~) و pH (۳/۹۱ ~) را نشان دادند، کمترین آلودگی باکتریایی و قارچی را نیز نشان

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

دادند. در عوض، تیمارهای ۱ و ۶ بیشترین چربی (< ۳۴/۹ درصد) و بیشترین آلودگی میکروبی را نیز نشان دادند. به‌نظر می‌رسد، مایونزهای پرچرب در مقایسه با مایونزهای کم‌چرب، پایداری کمتری نشان دادند که اشاره به حمایت چربی از رشد میکروارگانیسم‌ها دارد. به عبارت دیگر، مقاومت به غیرفعال‌شدن در مایونز پرچرب نسبت به مایونز کم‌چرب، بیشتر بنظر می‌رسد. اختلاف در بقاء میکروارگانیسم در دو نوع مایونز پرچرب و کم-چرب احتمالاً به دلیل اختلاف در pH، مواد مغذی (چربی، پروتئین و کربوهیدرات)، میزان آب و ترکیبات مایونز است (۱). در بین تمام نمونه‌ها، نمونه‌های حاوی بنزوات سدیم- سوربات پتاسیم به قارچ‌ها اجازه رشد ندادند و هیچگونه رشد میکروبی مشاهده نشد. سرعت بالای غیر فعال شدن میکروارگانیسم‌ها ناشی از واکنش های ضد میکروبی سینرژیستی بین ترکیبات سفیده تخم‌مرغ (لیزوزیم)، pH اسیدی، اسید استیک، بنزوات و سوربات است. سوربات پتاسیم اثر چندانی بر باکترها ندارد اما بنزوات سدیم سرعت نابودی باکتری را تسریع می کند (۱). رشد میکروبی کمتر در تیمارهای ۱۰ و ۵ احتمالاً به علت غلظت بالای نانولیپوزوم‌های حاوی عصاه سنجد و واکنش ترکیبات فنولیک آن با غشا سلولی و دیواره سلولی باکتری‌ها است که با افزایش نفوذپذیری غشا و نشت مواد از دیواره سلولی، تورم غشا، کاهش عملکرد غشا به دلیل جلوگیری از فعالیت آنزیم‌ها و همچنین توانایی جذب مواد مغذی باکتری‌ها، از رشد آنها جلوگیری می‌کند (۳۰). اثرات ضد میکروبی اسانس و عصاره-های گیاهی در مایونز بستگی به pH دارد. بنابراین احتمالاً اسیدیته و pH مایونز اجازه رشد میکروبی در مایونز را نمی‌دهد (۳۱). بنابراین ماهیت اسیدی مایونز، توانایی اسانس یا عصاره را برای نفوذ به غشای سلولی باکتریایی بهبود می‌بخشد. طبق یک قاعده کلی، حساسیت میکروارگانیسم‌ها به اثر ضد میکروبی اسانس یا عصاره با کاهش pH ماده غذایی، درجه حرارت نگهداری و مقدار اکسیژن موجود در فرآورده افزایش می‌یابد (۱). درجه حرارت بکار رفته در طول دوره نگهداری مایونز در این مطالعه (۴ ^{o}C)، فعالیت ضد میکروبی عصاره سنجد را فزایش می‌دهد (۳۱).نتایج مشابهی در اثر استفاده از ترکیبات ضد میکروب طبیعی مانند اسانس بومادران (۱)، اسانس ریحان و شوید (۳۲)، اسانس پونه‌کوهی، میخک و دارچین (۳۳)، اسانس زیره سبز (۳۴)، عصاره سیر (۳۵) در مایونز گزارش شده است. بزرگتر بودن G' از G'' نشان‌دهنده ماهیت الاستیک سس مایونز در مقایسه با ماهیت ویسکوز است. در نتیجه سس مایونز در دسته ژل‌های ضعیف طبقه‌بندی می‌شوند. مهمترین عامل در بروز این خصوصیات حضور موسیلاژ دانه به و پایدارکننده می‌باشد که با ایجاد ساختار ویسکوالاستیک به وسیله تشکیل توده‌های بزرگ این امر را موجب می‌شود. به عبارت دیگر سس مایونز در دسته مواد ویسکوالاستیک و شبه‌جامد دسته‌بندی می‌شود ("G'> G). این مواد دارای خاصیت الاستیک بالاتری نسبت به ویسکوز هستند. مدول ذخیره و مدول افت کاملاً وابسته به فرکانس بودند که روند تغییرات این مدول ها اشاره به ساختار ژلی ضعیف داشت و بزرگی مقدار تغییرات مدول ها به غلظت پایدارکننده بستگی داشت. نمونه ۱۰ دارای بیشترین و نمونه TBHQ دارای کمترین مدول ذخیره و افت نسبت به سایر تیمارها بودند. این تغییرات می‌تواند با تغییرات pH و اسیدیته مایونز مرتبط باشد. تیمار ۱۰ با بیشترین G' و G''، کمترین pH و تیمار TBHQ با کمترین G' و G''، بیشترین pH را نشان دادند. پارامترهای شیمیایی به نوبه خود بر پارامترهای رئولوژیکی تأثیر می‌گذارد. نتایج افزودن نانو امولسیون عصاره سیر تأثیر معنی‌داری بر خواص رئولوژیکی سس مایونز نداشت و همه نمونه‌ها رفتار رقیق شوندگی با برش را نشان دادند (۳۵).با توجه به نتایج به دست آمده از ارزیابی حسی، می‌توان گفت که سطح پذیرش مایونزهای حاوی نانولیپوزوم نسبتا مناسب بوده است. نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره، تداخلات طعمی با سایر ترکیبات مایونز ندارد و در واقع بدون نگرانی از اثرات منفی بر روی ویژگی‌های حسی، به راحتی در مایونز قابل کاربرد است. نتایج حسی مشابه و مطلوبی در اثر کاربرد سایر اسانس‌ها و عصاره‌ها مانند اسانس آویشن شیرازی (۳۶)، اسانس ریحان و شوید (۳۲)، اسانس پونه کوهی (۳۳)، نانوامولسیون اسانس زیره سبز (۳۴)، نانو امولسیون عصاره سیر (۳۵)، عصاره میوه گل رز (۳۷) و اسانس انکپسوله خردل (۳۸) در مایونز گزارش شده است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد نانولیپوزوم NLP-500 دارای بیشترین کارایی درون‌پوشانی، پتانسیل زتا و شاخص چند پخشی و کمترین اندازه ذره بود. *پنی‌سیلیوم گلوکوم* و *ساکارومایسس سرویزیه* بیشترین حساسیت را به نانولیپوزوم‌ها نشان دادند. نتایج این پژوهش بیانگر اثرات مثبت نانولیپوزوم عصاره سنجد در کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها در مایونز بود. نمونه شاهد بیشترین رشد میکروبی را نشان داد. بالاتر بودن مدول ذخیره از مدول افت ("G'> G) بیانگر خاصیت الاستیک بالاتر نمونه‌های مایونز بود. نانولیپوزوم‌های حاوی عصاره سنجد بدون اثرات منفی بر ویژگی‌های حسی، به راحتی در مایونز قابل کاربرد بود و تداخلات طعمی با سایر ترکیبات مایونز نداشت. با این‌حال، صنعتی شدن این محصول مستلزم مطالعات بیشتری در زمینه افزایش مدت ماندگاری و جلوگیری از رشد میکروبی می‌باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

• References

1. Ahmadi Dastgerdi A, Ezzatpanah H, Asgary S, Dokhani S, Rahimi E.. Antibacterial and antifungal effect of achillea millefolium essential oil during shelf life of mayonnaise. Food science and technology. 2019a.
2. Raghubeer E, Ke J, Campbell M, Meyer R. Fate of *Escherichia coli 0157:H7* and Other Coliforms in Commercial Mayonnaise and Refrigerated Salad Dressing. Journal of Food Protection. 1994; 58: 13-18.
3. Erdemoglu N, Akkol EK, Yesilada E, CalIs I. Bioassayguided isolation of anti-inflammatory and antinociceptive principles from a folk remedy, Rhododendron ponticum L. leaves. Journal of Ethnopharmacol. 2008; 119:172-78.
4. Farokhzad P, Ahmadi Dastgerdi A, Tabatabeian Nimavard J. The Effect of Chitosan and Rosemary Essential Oil on the Quality Characteristics of Chicken Burgers during Storage. Journal of Food Processing and Preservation. 2023: 1-8.
5. Venugopalan VK , Gopakumar LR , Kumaran AK , Chatterjee NS , Soman V , Peeralil S , Mathew S , McClements DJ, Nagarajarao RC. Encapsulation and Protection of Omega-3-Rich Fish Oils Using Food-Grade Delivery Systems. Foods. 2021; 10.
6. Kirtil E, Oztop MH. Characterization of emulsion stabilization properties of quince seed extract as a new source of hydrocolloid. Food Research International. 2016; 85: 84-94.
7. Renfrew AG, Cretcher LH. Quince seed mucilage. Journal of Biological Chemistry. 1932; 97(2): 503-510.
8. Gürbüz Z, Kotan TE, Şengül M. Evaluation of physicochemical, microbiological, texture and microstructure characteristics of set-style yoghurt supplemented with quince seed mucilage powder as a novel natural s. International Dairy Journal. 2020.
9. Derakhshan Far MR, Ghods Roohani M , Najaf Najafi M. Effect of Quince Seed Mucilage on Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Light (Single) Cream. J Innovation in Food Science and Technology. 12, 4: 85-97 **[in Persian].**
10. Karbalaei Amini S S, Aminifar M, Yousefi S S. Inverstigation of structural and sensory physicochemical properties of low – fat milky dessert modified with Balangu (Lallemantia) and Quince (Cydonia oblonga) native gums. FSCT. 2021; 18:131-146 **[in Persian].**
11. Gholamian Z, Salehi EA, Mahdian E. *et al.* Evaluation of the effect of quince seed gum and licorice on the quality properties of batter and cake. Food Measurements. 2023; 17, 4541-4550.
12. Singh P, Kumar R, Sabapathy SN and Bawa S.Functional and edible uses of soy protein products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2008; 7: 14-28.
13. Heikal YAR , Hassan A , Abou-Arab A , Abu-Salem FM , Azab D. Nano formulated soy proteins as a fat replacer in low fat mayonnaise formula. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2023; 7: 469-479.
14. Zhang M, Liu H, Wang Q. Characterization of β-Glucan-Peanut Protein Isolate/Soy Protein Isolate Conjugates and Their Application on Low-Fat Sausage. Molecules. 2022, 27.
15. Cui B, Mao Y, Liang H, Li Y, Li J, Ye S, Chen W, Li B. Properties of soybean protein isolate/curdlan based emulsion gel for fat analogue: Comparison with pork backfat. International Journal of Biological Macromolecules. 2022: 481-488.
16. Ahmadi E, Elhamirad AH, Mollania N, Saeidi Asl MR, Pedramnia A. Incorporation of white tea extract in nanoliposomes: optimization, characterization, and stability. Journal of Food Science & Agriculture. 2021.
17. Ahmadi Dastgerdi A, Ezzatpanah H, Asgary S, Dokhani S, Rahimi E. Phytochemical, Antioxidant and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from Flowers and Leaves of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium.* Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2017; 20: 395-409.
18. Liu H , Xu X.M, Guo Sh.D. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. LWT. 2007: 946–954
19. Ahmadi Dastgerdi A, Ezzatpanah H, Asgary S, Dokhani S, Rahimi E. Oxidative stability of mayonnaise supplemented with essential oil of *achillea millefolium ssp millefolium* during storage. Food science and technology. 2019b.
20. Santhanam AK, Lekshmi M, Chouksey MK, Tripathi G, Gudipati W. Delivery of Omega-3 Fatty Acids into Cake Through Emulsification of Fish Oil-in-Milk and Encapsulation by Spray Drying with Added Polymers. Drying Technology. 2015; 33: 83-91.
21. Ojagh SM, Hasani S. Characteristics and oxidative stability of fish oil nano-liposomes and its application in functional bread. Journal of Food Measurement and Characterization. 2018.
22. Rasti B, Jinap S, Mozafari MR, Yazid AM. Comparative study of the oxidative and physical stability of liposomal and nanoliposomal polyunsaturated fatty acids prepared with conventional and Mozafari methods. Food chemistry. 2012; 135: 2761-2770.
23. O'Dwyer PS, O'Beirne D, Eidhin DN, O'Kennedy BT. Effects of sodium caseinate concentration and storage conditions on the oxidative stability of oil-in-water emulsions. Food Chemistry. 2013. 138: 1145–1152
24. Mohan A, McClements DJ, Udenigwe CC. Encapsulation of Bioactive Whey Peptides in Soy Lecithin- Derived Nanoliposomes: Influence of Peptide Molecular Weight. Food Chemistry. 2016. 213: 143–148.
25. Da Rosa Zavareze E, Telles AC, Mello El Halal SL, Da Rocha M, Colussi R, Marques De Assis L, Suita De Castro LA, Guerra Dias AR, Prentice-Hernández C. Production and Characterization of Encapsulated Antioxidative Protein Hydrolysates from Whitemouth Croaker (Micropogonias furnieri) Muscle and Byproduct. LWT - Food Science and Technology. 2014; 59: 841–848.
26. Auwal SM, Zarei M, Tan CP, Saari N. Comparative physicochemical stability and efficacy study of lipoid S75-biopeptides nanoliposome composite produced by conventional and direct heating methods. International Journal of Food Properties. 2018; 21: 1646–1660.
27. Şahin N. Bioactive components and nutritional properties of fiber-rich cookies produced with different parts of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture. 2023; 14: 6975-6983.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

28. Yaghoubi M, Kazem Alirezalu K, Hesari J, Peighambardoust SH, Marcinkowska-Lesiak M, Barzegar Y, Hoseinian-Khosrowshahi SR, Marszałek K, Mousavi Khaneghah A. Application of oleaster leaves (*Elaeagnus angustifolia* L.) essential oil and natural nanoparticle preservatives in frankfurter-type sausages: An assessment of quality attributes and stability during refrigerated storage. Meat Science. 2023; 198.

29. Iranian National Standardization Organization. Microbiology of mayonnaise and salad sause-Specifications and test methods- Amd. No. 1. INSO 2965. Amd No. 1. 2019.

30. Holley RA, Patel D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology. 2005; 22: 273–292.

31. Manios S, Lambert R, Skandamis PA. Generic model for spoilage of acidic emulsified foods: Combining physicochemical data, diversity and levels of specific spoilage organisms. International. Journal of Food Microbiology. 2014; 170: 1-11.

32. Teneva D, Denkova Z, Denkova-Kostova R, Goranov B, Kostov G, Slavchev A, Hristova-Ivanova Y, Uzunova G, Degraeve P. Biological preservation of mayonnaise with *Lactobacillus plantarum* LBRZ12, dill, and basil essential oils. Food Chemistry. 2021; 344.

33. Muñoz-González R, Pino C, Henríquez H, Villanueva F, Riquelme A, Montealegre R, Agostini D, Batista-González A, Leiva, G. Elucidation of antimicrobial and antioxidant activities of selected plant-based mayonnaise-derived essential oils against lactic acid bacteria. J Food Processing and Preservation. 2022; 46.

34. Moradi A, Davati N, Emamifar A. Effects of *Cuminum cyminum L.* essential oil and its nanoemulsion on oxidative stability and microbial growth in mayonnaise during storage. Food Science & Nutrition. 2023; 11, 8: 4781-4793

35. Hassanzadeh H, Rahbari M, Galali Y, Hosseini M, Ghanbarzadeh B. The garlic extract-loaded nanoemulsion: Study of physicochemical, rheological, and antimicrobial properties and its application in mayonnaise. Food Science & Nutrition. 2023; 11: 3799-3810.

36. Ahmadi Dastgerdi A, Fallah N, Zokaei M, Gholami-Ahangaran M.The Role of Thyme (*Zataria multiflora* Boiss) Essential Oil as Natural Antioxidant on the Lipid Oxidation in Mayonnaise. Journal of Food Quality. 2022: 1-7.

37. Soltan O, Gazwi H , Ragab A , Aljohani A , El-Ashmawy I, El-Saber Batiha G , Hafiz A, Abdel-Hameed S. Assessment of Bioactive Phytochemicals and Utilization of Rosa canina Fruit Extract as a Novel Natural Antioxidant for Mayonnaise . Molecules. 2023, 28.

38. Goli SAH, Keramat S, Soleimanian-Zad S, Ghasemi Baghabrishami R.Antioxidant and antimicrobial efficacy of microencapsulated mustard essential oil against *Escherichia coli* and *Salmonella Enteritidis* in mayonnaise. International Journal of Food Microbiology. 2024; 410.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]

Effects of Nanoliposomes of Oleaster (*Eleaagnus angustifolia*) Extract on the Microbial, Rheological and Sensory Characteristics of Low-fat Mayonnaises Containing Quince Seed Mucilage and Soy Protein Isolate

*Sanei S[1], Shahab Lavasani A[*2], Khorshidian N[3], Eyvazzadeh O[1]*

1- Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

2- [*]Corresponding Author: Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran. Email: shahabam20@yahoo.com

3- Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition Sciences, Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received 2 Aug, 2000 **Accepted 11 Nov, 2000**

Background and Objectives: Regarding high oil contents and synthetic preservatives of mayonnaises and adverse effects of these compounds on consumers' health, use of natural compounds is addressed.

Materials & Methods: In this study, quince seed mucilage (QSM) and soy protein isolate (SPI) were used as fat substitutes and oleaster (*Eleaagnus angustifolia*) extract nanoliposomes were used to control the growth of microorganisms in mayonnaise. Four nanoliposome formulations were prepared using ultrasound and 150, 250, 500 and 1000-ppm lecithin (NLP-150, NLP-250, NLP-500 and NLP-1000, respectively).

Results: The highest encapsulation efficiency, zeta potential, polydispersity index, bioavailability and the smallest particle size were observed in NLP-500 nanoliposomes ($p < 0.05$). Nanoliposomes showed various levels of antimicrobial activity against bacterial and fungal strains; however, *Penicillium glaucoma* and *Saccharomyces cerevisiae* showed the highest sensitivity (the lowest MIC). In the second phase of the study, QSM and SPI at 1 and 2% and oleaster extract nanoliposomes at 0.5, 0.75, 1, 1.5 and 2% concentrations were used in the formulation of mayonnaise. Three control samples (without additives), TBHQ (200 ppm) and benzoate-sorbate (750 ppm) were produced. Samples were stored at 4 ^{o}C for 6 m. Growth of *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, molds and yeasts was shown in all mayonnaise samples, except benzoate-sorbate treated samples, and increased during storage time. The highest microbial growth belonged to the control sample ($p < 0.05$). Results of the rheological assessments showed that the storage modulus was higher than the loss modulus (G' > G") and with the increase of the angular frequency, the complex viscosity decreased. In sensory evaluation for taste and odor, the control sample received the highest score ($p > 0.05$). Regarding color, texture and overall acceptability, no significant difference was reported between the samples ($p > 0.05$).

Conclusion: Therefore, nanoliposomes of oleaster extract, without the negative effects on sensory characteristics, can be used in mayonnaises, preventing growth of pathogenic and spoilage bacteria.

Keywords: Low-fat mayonnaise, Soy protein isolate, Oleaster, Quince seed mucilage, Nanoliposomes

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61186/nsft.19.4.77]