(مقاله پژوهشی)

تاثیر نانوامولسیون‌های حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5* در فرمولاسیون سس‌مایونز پروبیوتیک غنی‌شده با پودرکلم بروکلی

مرجان رضاخان[۱]، تکتم مستقیم[۲*]

۱-دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده‌کشاورزی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲ – استادیار،گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحدشهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۵

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی استفاده از پودر کلم بروکلی در میزان بقای باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5* در طی۶۰ روز نگهداری در سس مایونز فراسودمند است. برای این منظور نانوامولسیون های حاوی باکتری تهیه و خصوصیات مورفولوژیکی، سایز و شاخص پایداری تیمارهای سس مایونز ارزیابی شد. سپس مقادیر ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد از پودر کلم بروکلی در تهیه و فرمولاسیون سس مایونز به همراه مقادیر ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوامولسیون پروبیوتیک استفاده شد. آزمون ها شامل ارزیابی عدد اسیدی، عدد پراکسید، pH، شاخص پایداری امولسیونی، شاخص های رنگ سنجی(شاخص روشنایی(L^*)، زردی(b^*)، قرمزی(a^*))، میزان بقای جمعیت *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 در طی بازه های زمانی روزهای اول، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ ام تولید ارزیابی گردید. تحقیق در قالب طرح کامل تصادفی و در سه تکرار صورت پذیرفت. نتایج ارزیابی با روش آنالیز واریانس دو طرفه و با مقایسه میانگین دانکن و نرم‌افزار22 SPSS آنالیزگردید. نتایج نشان داد با افزایش درصد استفاده از پودرکلم بروکلی، شاخص های پایداری امولسیونی، عدد اسیدی ، روشنایی، عدد پراکسید تیمارهای سس مایونز به طور معنی داری کاهش یافت($p\leq ۰/۰۵$). با استفاده از مقادیر نانوامولسیون، میزان بقای پروبیوتیک در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به طور معنی داری بالاتر از بقیه تیمارها بود($p\leq ۰/۰۵$). نهایتا تیمار سس مایونز دارای ۳۰۰ میلی گرم نانوامولسیون پروبیوتیک و ۰/۵ درصد کلم بروکلی به عنوان تیمار بهینه در مقایسه با تیمار شاهد و سایر تیمارها انتخاب گردید. میزان باکتری در انتهای روز ۶۰ ام به ۶/۶ سیکل لگاریتمی رسید.

واژه های کلیدی: *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5* ، پودر کلم بروکلی، سس مایونز، نانوامولسیون، پروبیوتیک.

[*] مسئول مکاتبات: toktammostaghim@yahoo.com

۱-مقدمه

روند تغذیه‌ای صنعت غذا درسال‌های اخیر موجب ایجاد چالش‌های‌جدیدی درزمینه طراحی و فرمولاسیون محصولات غذایی جدید شده است. یکی از مسائل مهم و تاثیرگذار در ذائقهم صرف‌کنندگان ،فرهنگ تغذیه‌ای آن کشور می‌باشد که بر روی فرمولاسیون و تنوع حصولات تاثیر بسزایی دارد. صنعت کنسرو نیز از این روند مستثنی نیست (۲).اصطلاح پروبیوتیک[1] که ریشه لاتین‌دارد، به معنی "برای زندگی" است و سازمان جهانی بهداشت، این اصطلاح را به "ارگانیسم های زندهای" اطلاق می‌کند که در صورت مصرف به میزان لازم، اثرات "سلامت‌زایی" موثری برای میزبان خود دارند (۱۶). وجود کلسترول، که از ترکیبات عمده در فرآورده‌های لبنی میباشد، وجود افراد با خصوصیت عدم تحمل لاکتوز، سبب کاهش مصرف محصولات لبنی می‌شود. اگر جایگزین مناسبی برای محصولات پروبیوتیک بر پایه لبنی برای افراد گیاهخوار وجود نداشته باشد، به تدریج پروبیوتیک ها با خواص دارویی بسیار بالا جایگاه خود را در بین قشر وسیعی از افراد جامعه از دست خواهند داد(۱۵). سس مایونز نوعی امولسیون روغن در آب بوده و ترکیبات اصلی تشکیل‌دهنده آن شامل روغن، تخم‌مرغ، سرکه، شکر، نمک، خردل و افزودنی‌های‌مختلف میباشند. مقاومت باکتری های پروبیوتیک در مواد غذایی یک چالش است به این جهت که فاکتورهای بسیاری بر روی زنده ماندن سلول‌ها درطی فراوری و نگهداری تاثیر دارد. به منظور استفاده از اثرات سلامتی بخش آن ها، فدراسیون بین المللی لبنیات [2] پیشنهاد داد که حداقل میزان پروبیوتیک‌ها باید در حدود $۱۰^{۶}$ -$۱۰^{۷}$CFU/mL در محصول نهایی باشد(۱۶). ریزپوشانی پروبیوتیک ها در فرآورده های پروبیوتیک زنده مانی آن ها به دلیل کاهش اثر شرایط نامساعد فرآورده (نظیر اسیدیته، pH پایین، اکسیژن مولکولی، ترکیبات مضر پدید آمده طی فرآیند، آنزیم‌ها و تهاجم فاژها) بر پروبیوتیک‌ها، کاهش اثر ترکیبات ومتابولیت‌های خطرزای تولیدشده‌توسط‌ریززنده‌های‌آغازگربرگونه‌موردنظرپروبیوتیک (نظیراسیدهای‌آلی، پراکسید هیدروژن، باکتریوسین‌ها، اسیدهای چرب کوتاه زنجیره و مواد رایحه‌دار کربونیلی) و کاهش اثر ترکیبات مضر تولیدشده بر هر نوع پروبیوتیک بر خود آن (مانند تولید اسیدهای آلی و در نتیجه کاهش اسیدیته) را افزایش می‌دهد(۱). نتایج پژوهش محققین در این زمینه نشان می‌دهد ریزپوشانی باکتری‌های پروبیوتیک با آلژینات و نشاسته ذرت در سس مایونز فراویژه ضمن افزایش زنده مانی پروبیوتیک‌ها، موجب کسب امتیاز حسی بالاتری نیز در این فراورده می‌شود(۹). نانوامولسیون‌ها سامانه‌های غیرتعادلی هستند که به صورت خودبه‌خودی تشکیل نمی‌شوند و اعمال انرژی برای تولید آن‌ها مورد نیاز است. به واسطه ویژگی اندازه، نانوامولسیون‌ها با چشم غیرمسلح به‌صورت شفاف یا نیمه‌شفاف قابل مشاهده اند و پایداری بالایی دارند(۲۳). ساختار و ویژگی‌های منحصربه فرد نانوامولسیون‌ها در مقایسه با امولسیون‌های معمولی مزیت‌هایی را برای کاربرد آنها در صنایع غذایی ایجاد کرده است. از کاربردهای سامانه‌های نانو امولسیونی در صنایع غذایی می‌توان به نقش‌آن‌ها در ریزپوشینه‌دارکردن(انکپسوله کردن) و کنترل رهایش ترکیبات فراسودمند مانند انواع رنگ‌ها، اسانس‌ها، ویتامین‌ها و غیره اشاره‌کرد(۲). موسوی‌وهمکاران‌ماندگاری باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA-5* را در سس‌مایونز کم چرب بررسی‌کرده و شاخص‌های شیمیایی، میکربی و حسی در تیمارهای مورد آزمایش را مشخص کردند. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که تمامی تیمارها از لحاظ قابلیت زیستی طی ۵۵ روز نگهداری در یخچال دارای حداقل جمعیت قابل قبول $۱۰^{۷}$ Cfu/ml در سس مایونز بودند(۱۱). کارایی ریزپوشانی پروبیوتیک‌ها و میزان فعالیت باکتری پس از آن تابع شرایط عملکردی فرایند و تغییرات محیط می باشد(۱). بذرافشان و همکاران در پژوهشی در زمینه اثر تغییرات محیطی بر زنده مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA-5*

1 -Probiotic
2 -International Dairy Federation

دریافتند مقاومت باکتری در فاز ایستایی رشد چند برابر فاز لگاریتمی‌رشد بوده و میتوان با تیمارآن در شرایط سخت، میزان زنده‌مانی آنرا افزایش داد(۳).یکی از گیاهانی که به دلیل داشتن مقادیر بالایی از مواد معدنی، آلی و ویتامین ها ارزش دارویی‌بالایی‌دارد،کلم‌بروکلی می‌باشد. ترکیبات کلم بروکلی شامل‌آب، نیتروژن، اسیدهای آمینه، چربی، فیبر، خاکستر و بسیاری عناصر معدنی می‌باشد(۲۲). کلم بروکلی همچنین یک آنتی‌اکسیدان قوی است(۱۲). هدف کلی و ویژه در تحقیق حاضر فرمولاسیون و تولید نوعی سس‌مایونز پروبیوتیک جدید بر پایه نانوامولسیون میکربی است که به دلیل داشتن پودر کلم بروکلی،ازخواص تغذیه‌ای و حسی منحصر به فردی برخوردار است و از آن‌جا که مصرف پروبیوتیک ها روشی مناسب و بی خطر جهت حفظ تعادل میکروفلور روده می باشد، تولید این محصول گام موثری در جهت حفظ و ارتقای سلامت مصرف کننده محسوب می گردد.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- مواد

کلم بروکلی مورد استفاده در این تحقیق از موسسه تحقیقات و اصلاح نهال و بذرکرج و مواد شیمیایی شامل محلول ها از شرکت مرک آلمان و محیط های کشت از شرکت سیگما تهیه شدند. سویه *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA-5* Batch No: 3246262 به صورت خالص و لیوفیلیزه ساخت شرکت کریستین هانسن دانمارک از کلکسیون باکتری های سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران تهیه شد.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- تهیه پودر کلم بروکلی

کلم بروکلی واریته *Gypsy* تهیه شده از موسسه تحقیقات و اصلاح نهال و بذرکرج پس از شستشو به وسیله مخلوط کن برقی خرد و در انکوباتور در دمای ۴۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا رطوبت آن کاهش یابد. سپس از انکوباتور خارج و در هاون چینی به پودر تبدیل شد. در انتها پودر در انکوباتور در دمای ۳۰-۴۰ درجه سلسیوس قرار گرفت تا خشک شود و پس‌ازآن‌درکیسه‌های‌پلاستیکی بسته بندی و علامت‌گذاری شدوتازمان‌استفاده‌دریخچال۴درجه سلسیوس قرار گرفت(۱۲).

۲-۲-۲- آماده سازی ارگانیسم پروبیوتیک

بسته حاوی باکتری در شرایط استریل باز و پس از فعال سازی، در کرایوتیوپ‌های مخصوص در دمای۱۸- درجه سلسیوس نگهداری گردید. در هر مرحله یک‌گرانول از باکتری در ۱۰۰ میلی‌لیتر محیطMRS، به صورت یکنواخت مخلوط و در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. در نهایت سوسپانسیون باکتری در ۴۵۰۰ دور بر دقیقه، به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. رسوب حاصل از سانتریفوژ، جداسازی و در دو مرحله با محلول ۰/۱ درصد آب پپتونه شسته و رسوب باکتری درآن حل گردید. جذب نوری باکتری با دستگاه اسپکتروفتومتر و سپس شمارش باکتری انجام شد(۴).

۲-۲-۳-تهیه‌نانوامولسیون‌های*لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*

روغن‌آفتابگردان به نسبت ۷ : ۳ به آب دیونیزه حاوی Tween 80درغلظت های صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزن کل اضافه‌گردید و به کمک یک همزن مغناطیسی به مدت ۱۵ دقیقه مخلوط شد. سپس پیش مخلوط امولسیونی، به محفظه ویژه سونیفیکاسیون که به شکل یک استوانه دو جداره برای کنترل دما می‌باشد، منتقل گردید. برای سونیکاسیون و تولید امولسیون از یک دستگاه مولد امواج فراصوت با قدرت ۷۵۰ وات و فرکانس۳۰kHz استفاده شد و باکتری‌های پروبیوتیک با جمعیت 10^7 CFU/ml به امولسیون اضافه‌گردید. انتقال امواج از مبدل پیزوالکتریک به مخلوط توسط یک سونوترود از جنس تیتانیوم به قطر ۱۹mm که تا عمق یک سانتی متر زیر سطح مایع غوطه ور می باشد، انجام شد. مدت زمان سونیکاسیون سه دقیقه به صورت مداوم در نظر گرفته شد. دمای مخلوط در طول مدت صوت دهی در ۲۰ درجه سلسیوس حفظ گردید(۲۱).

جدول ۱- کد بندی تیمارهای سس مایونز (بر اساس درصد وزنی/ وزنی)

کد تیمارها	پودر کلم بروکلی (درصد وزنی/ وزنی)	میزان نانوامولسیون پروبیوتیک (میکرولیتر در ۱۰۰گرم)
T	۰	(باکتری آزاد)$۱۰^{۷}$Cfu/ml
T_1	۰/۵	۱۰۰
T_2	۱	۱۰۰
T_3	۱/۵	۱۰۰
T_4	۰/۵	۲۰۰
T_5	۱	۲۰۰
T_6	۱/۵	۲۰۰
T_7	۰/۵	۳۰۰
T_8	۱	۳۰۰
T_9	۱/۵	۳۰۰

۲-۲-٤-آزمون‌های بهینه‌سازی نانوامولسیون‌های حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*

اندازه نانوامولسیون های حاصل از هریک از تیمارها و فراوانی هر یک از آن‌ها با استفاده از دستگاه اندازه گیری قطر ذرات مدل(SALD-2101 SHIMADZU Japan) تعیین گردید. برای تعیین‌مورفولوژی نانوامولسیون ها و مشاهده شکل ظاهری آن‌هاازمیکروسکوپ‌الکترونی SEM[1]استفاده‌شد.میکروسکوپ الکترونی‌روبشی‌یا SEM با کمک بمباران الکترونی تصاویری از اجسام تهیه می‌کند. در این پژوهش، پرتو الکترونی در خلا به صورت عمودی از میکروسکوپ عبورکرده سپس با عبور ازمیدان‌های‌الکترومغناطیسی و لنزهای ویژه به صورت متمرکز به نمونه تابانده شد. بمباران نمونه سبب شد تا از نمونه الکترون‌هایی به سمت صفحه دارای بار مثبت رها شود که این الکترون ها در آن‌جا تبدیل به سینگال شده و به محض برخورد پرتو با نمونه، الکترون ها و اشعه های ایکس از نمونه خارج و سپس آشکارسازهای پرتوهای ایکس، الکترون‌های اولیه و الکترون‌های ناشی از برخورد الکترون های اولیه با جسم را جمع‌آوری وآن‌ها را به سیگنال تبدیل‌کرده و به صفحه نمایش کامپیوتر منتقل کردند و به این طریق تصویر نهایی تهیه شد. با چرخاندن پیچ مخصوص میتوان روی تصویر حرکت کرده و از قسمت های مورد نظر با بزرگنمایی های مختلف عکس تهیه‌کرد. ولتاژدستگاه ۱۰۰ کیلو ولت بود و با استفاده از نیروی اتمی، ساختار نانو امولسیون مشاهده شد(۲۵).

۲-۲-۵-مارش تعداد باکتری‌های به‌دام‌افتاده‌درنانوکپسول

یک گرم از نمونه تهیه شده در ۹۹ میلی‌لیتر محلول یک درصد وزنی/حجمی سدیم سیترات استریل در pH حدود ۶ پراکنده و به مدت۱۰دقیقه دردمای اتاق هم زده شد تا نانوامولسیون ها به طور کامل حل و باکتری ها آزاد شوند. آن‌گاه در شرایط هوازی، دمای ۳۷ درجه سلسیوس و به مدت زمان ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری شد و تعداد باکتری ها شمارش گردید، این شمارش در سه تکرار صورت پذیرفت(۱۸).

۲-۲-٦- تهیه و فرمولاسیون سس مایونز

سس‌مایونز در شرایط آزمایشگاهی تهیه شده و پس از تهیه مخلوط نهایی با استفاده از هموژنایزر (اولتراتاراکس مدل تی ۸۱۰، آلمان) با دور بالا (۱۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۵ دقیقه هموژن شد، لازم به ذکر است که برای هر تیمار مقدار یک کیلوگرم نمونه تهیه گردید(۱۴).

1 - Scanning Electron Microscope

جدول ۲- ترکیبات و مقادیر آن در سس مایونز

نوع ترکیبات	مقدار بر حسب درصد
روغن	٦٥/٠٠
زرده تخم مرغ	۱۳/۱۵
سرکه	۷/۷۰
شکر	۳/۸۵
نمک	۱/۵۰
پودر خردل	۰/۳۰
اسید سیتریک	۰/۱۰
بنزوات سدیم	۰/۱۰
آب	۸/۰۰-۸/۲۰
صمغ زانتان	۰/۱۰-۰/۳۰

۲-۳- آزمون های سس مایونز

۲-۳-۱- پایداری امولسیونی و رسوب ذرات در سس مایونز

نمونه های سس مایونز در ظروف پلاستیکی درب بسته به مدت۵۶ ساعت در آون ۵۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت و از نظر جدا شدن روغن و رسوب ذرات پودر کلم بروکلی‌به صورت ظاهری مورد بررسی قرار گرفت. پایداری نمونه‌ها به مدت سه‌ماه در دمای یخچال (۴الی۵ درجه سلسیوس) مورد ارزیابی قرار گرفت. مبنای آزمون، وجود یا عدم وجود هر گونه روغن در سطح نمونه و تجمع ذرات جامد پودر کلم بروکلی در کف ظروف شیشه‌ای می باشد (عدداسیدی و اندیس پراکسید بر اساس استاندارد ۹۲۰/۴۳ AOAC اندازه گیری شد. برای اندازه گیری pH نمونه های سس‌مایونز، ازدستگاه pH متر مدل ۶۲۲ شرکت Metrohm و بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۴ استفاده شد(۱۰).

۲-۳-۲-ارزیابی‌قابلیت‌زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5*

برای شمارش *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* از محیط MRS آگار (مرک آلمان)، تحت شرایط بی‌هوازی به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس استفاده شد(۲۰).

۲-٤- روش و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

از طرح کاملا تصادفی برای تجزیه و تحلیل استفاده شد و برای این منظور نرم‌افزاری آماری(SAS) به کار برده شد. برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون دانکن درسطح ۵ درصد استفاده شد. برای‌ترسیم‌نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده گردید.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-نتایج‌ارزیابی‌اندازه‌ذرات نانوامولسیون‌ها ونحوه پراکنش آن ها

با توجه به جدول ۳ خصوصیات سایز و پتانسیل زتا و همچنین شاخص پایداری نانوامولسیون ها نشان داده شده است. بررسی نتایج ارزیابی نانو امولسیون‌های حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5* نشان داد که ذرات زیر سایز۱۰۰ نانومتر با میزان شاخص پلی دیسپرسیتی بیانگر میزان پایداری‌آن بود.

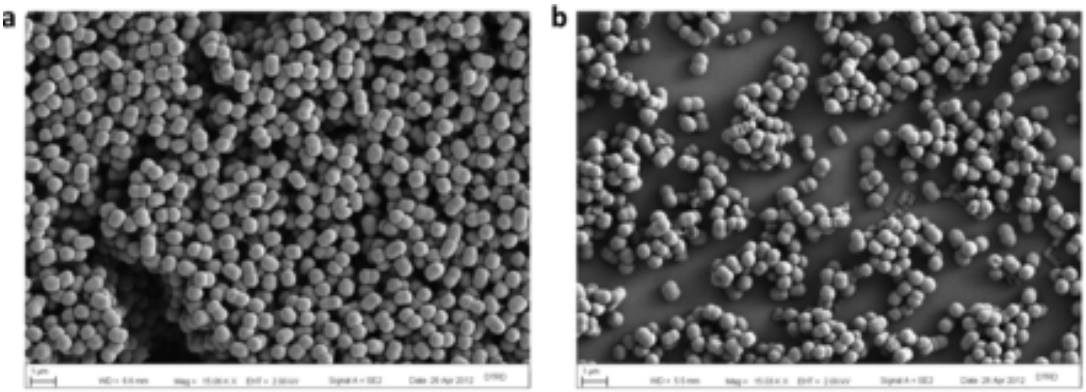
میزان به دام‌اندازی نیز با تحقیقات مقالات ریز پوشانی پروبیوتیک در توافق بوده و به دلیل افزایش سطح تماس در ابعاد نانو در مقایسه با میکروکپسول ها میزان به دام اندازی بالاتری‌نشان داد. صابری و همکاران (۱۳۹۲) بررسی‌زنده مانی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم A7* ریزپوشینه دار شده با آلژینات و آب پنیر در مایونز کم چرب را بررسی نمودند و به نتایج مشابهی در مقایسه با تحقیق حاضر دست یافتند(۶).

جدول ۳- مقایسه میانگین اندازه ذرات نانوامولسیون، پتانسیل زتا و شاخص پایداری

سایز نانوامولسیون (nm)	پتانسیل زتا (mV)	درصد به دام اندازی	شاخص پایداری PDI
۹۵/۰۰±۰/۰۲	۳٤/۰۰±۰/۰۱	۸٦/٦۰±۰/۰۱	۰/۰۳±۰/۰۰

۳-۲- نتایج تعیین مورفولوژی نانوامولسیون ها

شکل۱تصویر نانوامولسیون های دارای باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5*رانشان‌می‌دهدکه‌شکل ظاهری نانوامولسیون دارای شکل کروی و نرم و هموژن بوده و توزیع اندازه ذرات یکنواخت بوده و سایز اندازه ذرات کمتراز۱۰۰نانومترمی‌باشد. نتایج‌مورفولوژی‌نانوذرات‌نیزتشکیل‌نانوذرات بیوپلیمری کروی شکل و با اندازه های نسبتا یکنواخت را تایید نمود. نانوذرات به صورت مجزا از هم و کروی و یکنواخت بودند و میزان استفاده از سلول های پروبیوتیک در ویژگی های ظاهری و مورفولوژیکی میکروکپسول ها موثر نبوده است. نتایج تحقیق باویژگی‌های‌مورفولوژیکی‌دانک‌های‌تهیه‌شده توسط نالکاکول و همکاران (۲۰۱۲) نیز مطابقت نشان داد(۱۹). کپسول های آلزینات کلسیم دارای سطحی صاف و یکنواخت هستند و همچنین حضور لایه های ایزوله آب پنیر را می توان در شکل مشاهده کرد. خسروی زنجانی و همکاران (۱۳۹۲) نیز با کپسوله‌کردن *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* با استفاده از کیتوزان و آلژینات‌کلسیم‌به‌تصاویرمیکروسکوپی مشابهی دست یافتند(۵).

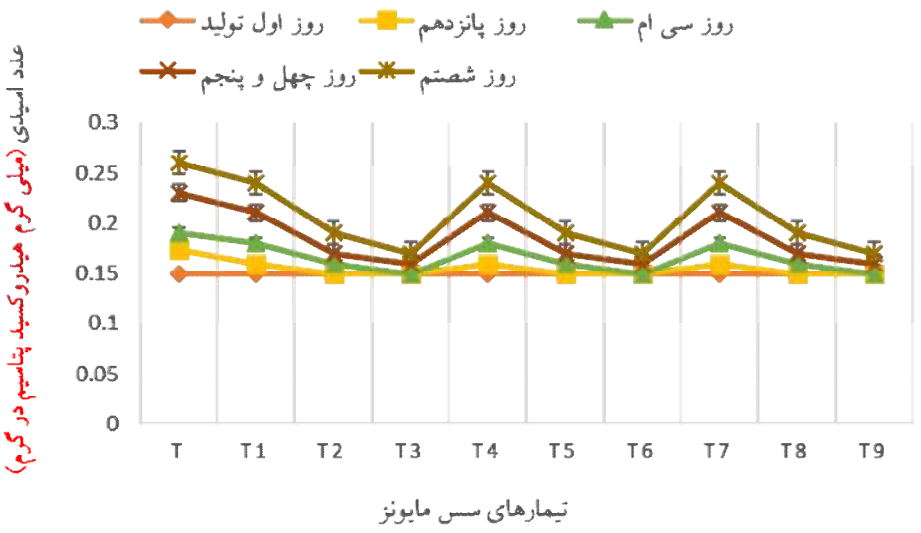


شکل ۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی مربوط به نانوامولسیون های حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5*

۳-۳- نتایج ارزیابی عدد اسیدی

نمودار۱اختلافات معنی‌داری بین میانگین شاخص عدد اسیدی تیمارشاهد با تیمارهای سس مایونز پروبیوتیک فراسودمند نشان می‌دهد($p\leq$ ۰/۰۵). به طورکلی میزان میانگین عدد اسیدی تیمارهای سس‌مایونز با افزایش میزان میزان درصد استفاده از پودرکلم بروکلی کاهش یافت($p\leq$ ۰/۰۵). بالاترین میزان عدد اسیدی به تیمار سس مایونز شاهد و کمترین آن نیز به تیمارهای سس مایونز دارای ۱/۵ درصد پودر کلم بروکلی تعلق‌داشت($p\leq$۰/۰۵). استفاده از نانوامولسیون های پروبیوتیک تاثیرات‌معنی‌داری‌بر روی میزان شاخص عدد اسیدی تیمارهای

سس مایونز نداشت($p>۰/۰۵$). میزان میانگین شاخص عدد اسیدی در تیمارهای سس مایونز دارای مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد پودر کلم بروکلی کمتر از میزان میانگین شاخص عدد اسیدی تیمار شاهد بود($p\leq ۰/۰۵$). در طی ۶۰ روز نگهداری، میزان شاخص عدد اسیدی تیمار شاهد به طور معنی داری با افزایش مواجه بود به طوری که بالاترین میزان میانگین عدد اسیدی تیمارهای سس مایونز در طی ۶۰ روز نگهداری به تیمار سس مایونز شاهد (T) تعلق داشت($p\leq ۰/۰۵$). در سایر تیمارهای سس‌مایونزدارای پودر کلم بروکلی در طی ۶۰ روز نگهداری، میزان افزایش شاخص عدد اسیدی با میزان پودر کلم بروکلی مورد استفاده رابطه منفی و معنی داری داشته و با افزایش میزان استفاده از پودر کلم بروکلی میزان شاخص عدد اسیدی با کم‌ترین تغییرات مواجه بود($p\leq ۰/۰۵$). به طوری ک‌کم ترین میانگین میزان شاخص عدد اسیدی به تیمار سس مایونز دارای ۱/۵ درصد پودر کلم بروکلی تعلق داشت و استفاده از نانوامولسیون‌های پروبیوتیک نیز تاثیرات معنی‌داری در میزان شاخص‌عدداسیدی‌تیمارهای سس‌مایونز طی ۶۰ روز نگهداری نداشت($p\leq ۰/۰۵$).ارزش‌اسیدی یا عدداسیدی،مقدار میلی‌گرم پتاسیم هیدروکسید لازم برای خنثی‌سازی یک گرم از یک ماده می‌باشد. عدد اسیدی مقیاسی از تعداد گروه‌های کربوکسیلیک اسید موجود در یک ترکیب مثل یک اسید چرب یا مخلوطی از ترکیبات می‌باشد. در یک روش معمول مقدارمشخصی‌ازنمونه‌دریک‌حلال آلی (معمولاً ایزوپروپانول) حل شده و با محلولی از پتاسیم هیدروکسید با غلظت معین تیتر می‌شود. در این روش از فنل فتالئین به عنوان شناساگر استفاده می‌شود. استفاده از پودرکلم بروکلی به طور معنی‌داری میتواند از افزایش شاخص عدد اسیدی تیمارهای سس مایونز در طی ۶۰ روز نگهداری ممانعت کند که به دلیل خصوصیات آنتی‌اکسیدانی کلم بروکلی‌می‌باشد. کلم بروکلی دارای حاوی مقادیر زیادی ایزوتیوسیانات (اغلب به شکل پیش سازهای گلوکوزینولات) هستند که بعضی از آن‌ها (به عنوان مثال سولفورافان یا ۴- متیل سولفینیل بوتیل ایزوتیوسیانات) مهارکننده‌های‌قوی‌آنتی‌اکسیدانی‌بوده‌وازپیشرفت واکنش‌های اکسیداسیون و تولید محصولات ثانویه ممانعت می کند. بروکلی، همچنین حاوی سایر ترکیبات محافظ نظیر بتا- کاروتن، ویتامین C و ویتامین E هستند که در جهت کاهش گونه‌های فعال اکسیژن به طور موثری از پیشرفت اکسیداسیون ممانعت می‌کند. بنابراین افزایش درصد استفاده از پودر کلم بروکلی از ۰/۵ درصد وزنی/وزنی به ۱/۵ درصد وزنی/وزنی به مهار بیشتر اکسیداسیون و کاهش عدد اسیدی در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار دارای ۰/۵درصد وزنی/وزنی پودر کلم بروکلی منجر می گردد. در این راستا تحقیقات مشابهی نیز وجود داشت. عادلی میلانی و همکاران (۱۳۸۹) اثر پودر خردل زرد برpH جمعیت میکروبی زنده و خواص حسی سس مایونز را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از این عصاره می‌تواند از پیشرفت عدد اسیدی ممانعت کند که با نتایج تحقیق‌حاضردرتوافق بود(۸). ادرسون وهمکاران (۲۰۱۷) نیز در بررسی بازده، خصوصیات و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پالپ آووکادو استخراج شده با استفاده از روش پرس سرد به نتایج مشابهی دست یافتند. آن ها دریافتند که حضور درصد بالای لوتئین در روغن استخراجی ارتباط مستقیمی با میزان عدد اسیدی روغن استخراجی داشت که با نتایج تحقیق حاضر نیز همراستا می باشد(۱۷).

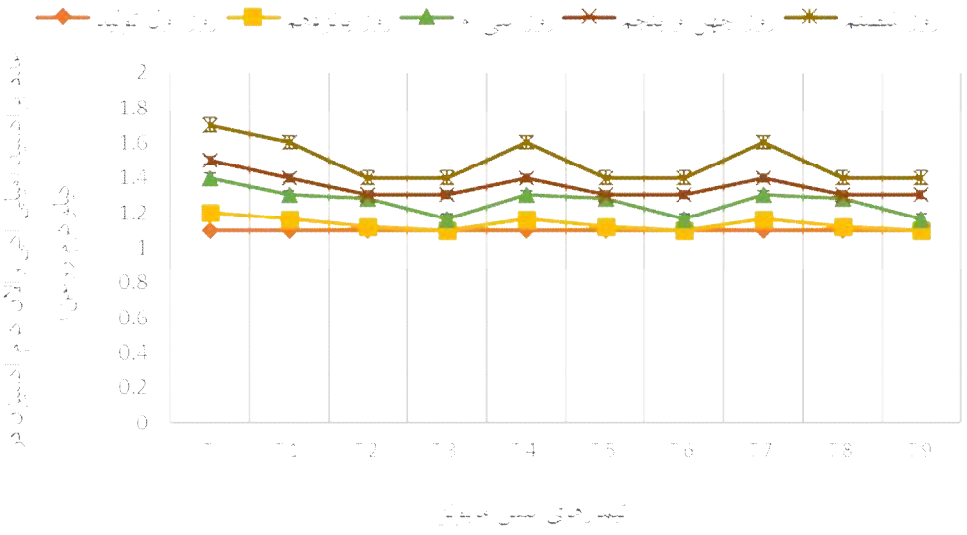


نمودار ۱- مقایسه شاخص عدد اسیدی تیمارهای سس مایونز در طی ٦٠ روز

۳-٤- نتایج ارزیابی عدد پراکسید

با توجه به نمودار ۲ مشاهده گردید که اختلافات معنی داری بین میزان میانگین شاخص عدد پراکسید تیمارهای سس مایونز در طی زمان نگهداری۶۰ روز وجود داشت (p≤۰/۰۵). به طورکلی روند افزایشی معنی‌داری در میزان عدد پراکسید تیمارهای سس مایونز با افزایش مدت زمان نگهداری دیده شد (p≤ ۰/۰۵). به طوری که کمترین میزان میانگین شاخص عدد پراکسید به روز اول تولید و بالاترین میزان عدد پراکسید تیمارهایسس‌مایونزنیزبه‌روز۶۰ ام نگهداری تعلق داشت (p≤ ۰/۰۵). در طی۶۰ روز نگهداری میزان شاخص عدد پراکسید تیمار شاهد به طور معنی داری با افزایش مواجه بود به طوری که بالاترین میزان میانگین عدد پراکسید تیمارهای سس مایونز به تیمار سس مایونز شاهد (T) تعلق داشت (p≤ ۰/۰۵). در سایر تیمارهای سس مایونز دارای پودر کلم بروکلی میزان افزایش شاخص عدد پراکسید با میزان پودر کلم بروکلی مورد استفاده رابطه منفی و معنی‌داری داشته و با افزایش میزان استفاده از پودر کلم بروکلی میزان شاخص عدد پراکسید با کم ترین تغییرات مواجه بود(p≤ ۰/۰۵). به طوری که کم‌ترین میانگین میزان شاخص عدد پراکسید در طی۶۰ روز نگهداری به تیمار سس مایونز دارای ۱/۵ درصد پودر کلم بروکلی تعلق داشت و استفاده از نانوامولسیون‌های پروبیوتیک نیز تاثیرات معنی‌داری در میزان شاخص عدد پراکسید تیمارهای سس‌مایونز نداشت(p≤ ۰/۰۵). اندیس پراکسید بصورت میلی‌اکی والان پراکسید در ۱۰۰۰گرم نمونه که یدید پتاسیم را تحت شرایط آزمون اکسید می کند بیان می‌شود وشاخصی‌برای اندازه گیری میزان اکسیداسیون چربی است. عوامل مختلفی مانند نور، یونهای فلزی و اکسیژن قادر به بالا بردن اندیس پراکسید می باشند. به طوری که افزایش عدد پراکسید باعث کاهش پایداری اکسیداتیو می شود. این فاکتور یکی از پرکاربردترین شاخص‌های کیفی است که مقدار کل پراکسیدهای موجود در روغن را به عنوان فراورده‌های اولیه حاصل از اکسایش نشان می‌دهد. کاهش عدد پراکسید پس از رسیدن به حد بیشینه آن طی مراحل ابتدایی اکسایش گزارش شده است که بیانگر ناپایدار بودن پراکسیدها و شکست آن‌ها به فراورده‌های ثانویه طی مراحل بعدی است. پیوندهای غیر اشباع موجود در تمامی چربیها و روغن‌ها مراکز فعالی را تشکیل می دهند که ممکن است با اکسیژن وارد واکنش شوند .این واکنش منتهی به تشکیل

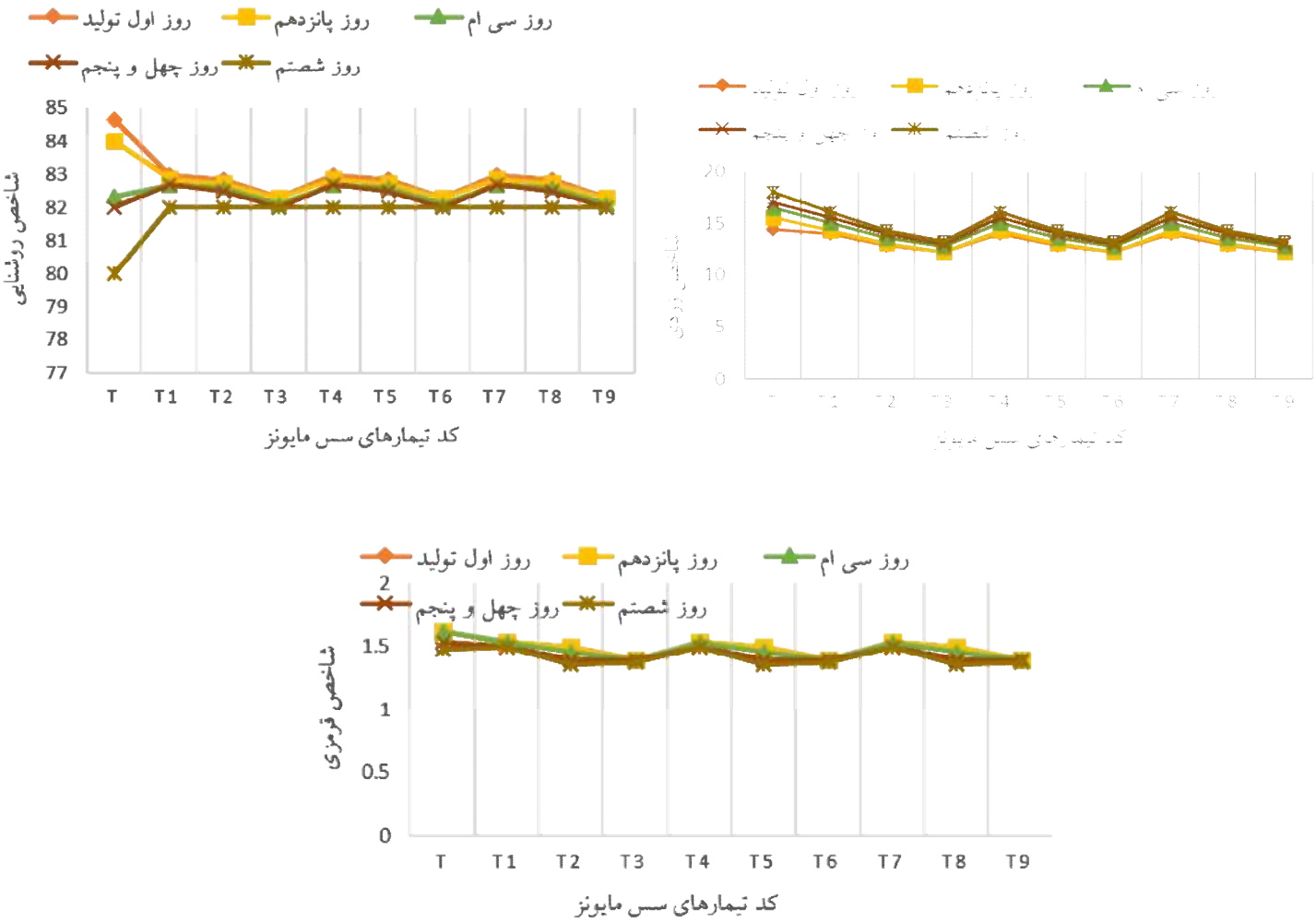
محصولات اولیه وثانویه اکسیداسیون می شود. سس مایونز معمولی‌دارای دو فاز آبی و روغنی بوده و به لحاظ اکسایش، پیچیده تر از روغن ساده میباشد. در مورد سس مایونز روغن مایع به کاررفته روغن سویا است که دارای درجه غیر اشباعیت نسبی بالایی نسبت به سایر دانه های روغنی می باشد. در این تحقیق نتایج نشان داد که با افزایش میزان استفاده از کلم بروکلی در فرمولاسیون سس مایونز، میزان عدد پراکسید تیمارها به طور معنی داری کاهش یافت($p\leq$ ۰/۰۵). علت این پدیده را می توان به خصوصیات پرواکسیدانی کلم بروکلی در غلظت‌های‌بالانسبت‌داد. زیرا با افزایش‌کلم بروکلی، به موازات افزایش ترکیب‌های فنولیک، ناخالصی های موجود در اسانس نیز افزایش می یابد و موجب افزایش تأثیرات پرواکسیدانی و در پی آن کاهش فعالیت ضد اکسایشی می شود. دلیل افزایش عدد پراکسید در تمام تیمارها به دلیل تجزیه ترکیبات اولیه ناپایدار اکسیداسیون به ترکیبات ثانویه شامل‌آلدهیدها، کتون‌ها، الکل ها و اسیدهای چرب است. افزایش عدد پراکسید در طول زمان نگهداری ناشی از شدت یافتن اکسیداسیون با افزایش مدت زمان فرآیند است. در تیمار ضایعات کلم بروکلی به میزان ۱/۵ درصد، روند افزایشی هیدروپراکسیدها بسیار کند است و حداقل تغییرات پراکسید مربوط به این تیمار بوده که نشان دهنده این است که عصاره کلم بروکلی به طور مؤثری تشکیل هیدروپراکسیدها را مهار کرده است. در تحقیقات عابدین پور و کوهی کمالی (۱۳۹۴) مقایسه ای در مورد قدرت آنتی اکسیدانی عصاره فنلی کلم بروکلی با آنتی اکسیدانهای طبیعی و مصنوعی صورت گرفت و مشخص شد قدرت ممانعت کنندگی عصاره کلم بروکلی در جلوگیری از اکسیداسیون روغن آفتابگردان از آنتی اکسیدان مصنوعی کمتر، ولی از آنتی اکسیدان طبیعی بیشتر می باشد(۷). کلم بروکلی بدلیل داشتن فعالیت متالوپروتیینازی، خاصیت‌سرکوب‌سلول‌های‌سرطانی در سرطان سینه را دارد که این امر از دیدگاه تخصصی، بدلیل افزایش آبرسانی‌به ماتریس سلولهای سرطانی می باشد(۲۲). نوشیروانی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی اثرات آنتی اکسیدانی عصاره و پودر پوست سبزگردو براکسیداسیون روغن آفتابگردان دریافتندکه‌عصاره‌وپودر سبزگردو دارای اثرات آنتی اکسیدانی است که می تواند از افزایش عدد پراکسید ممانعت نماید که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت(۱۳).



نمودار ۲- مقایسه شاخص عدد پراکسید تیمارهای سس مایونز در طی ۶۰ روز

۳-۵- نتایج ارزیابی رنگ سنجی

با توجه به نمودار۳ نیز مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان‌میانگین‌شاخص‌روشنایی(L*)سس‌مایونزبراساس اختلاف در میزان کلم بروکلی مورد استفاده و همچنین مدت زمان نگهداری وجود داشت($p\leq$۰/۰۵). با افزایش میزان استفاده از پودرکلم‌بروکلی‌درطی ۶۰روزنگهداری‌میزان‌شاخص‌روشنایی (L*)تیمارهای‌سس‌مایونزدر مقایسه با تیمار شاهد(T) به میزان کمتری کاهش یافت($p\leq$۰/۰۵). به طور کلی‌کمترین میزان روند تغییرات میانگین شاخص روشنایی(L*) به تیمارهای دارای ۱/۵ درصد پودر کلم بروکلی و بالاترین آن نیز به تیمار شاهد(T) تعلق داشت($p\leq$۰/۰۵). تیمارهای سس مایونز دارای مقادیرمختلف‌نانوامولسیون پروبیوتیک نیز دارای تاثیرات معنی داری بر روی میزان میانگین شاخص روشنایی(L*) نداشت ($p\leq$۰/۰۵). با توجه به نمودار مشاهده شد که اختلافات معنی داری بین میزان میانگین شاخص قرمزی(a*) سس مایونز براساس‌اختلاف‌در میزان کلم بروکلی مورد استفاده و همچنین مدت زمان نگهداری وجود داشت($p\leq$۰/۰۵). با افزایش میزان استفاده از پودر کلم بروکلی در طی۶۰ روز نگهداری، میزان شاخص قرمزی(a^*) تیمارهای سس مایونز در مقایسه با تیمار شاهد(T) به میزان کمتری افت پیدا کرد($p\leq$۰/۰۵). به طور کلی‌کمترین میزان روند تغییرات میانگین شاخص قرمزی(a^*) به تیمارهای دارای ۱/۵ درصد پودر کلم بروکلی و بالاترین آن نیز به تیمار شاهد تعلق داشت($p\leq$۰/۰۵). مقادیر مختلف نانوامولسیون پروبیوتیک نیز دارای تاثیرات معنی داری بر روی میزان میانگین شاخص قرمزی(a*) تیمارهای سس مایونز نبودند($p>$۰/۰۵). بررسی نتایج ارزیابی شاخص رنگ سنجی تیمارهای سس مایونز نشان داد که استفاده از عصاره کلم بروکلی باعث کاهش شاخص روشنایی(L*) تیمارهای سس مایونز می گردد که به جهت غالب بودن رنگدانه‌های سبز پودر کلم بروکلی می باشد که افزایش درصد استفاده از آن، می تواند باعث هر چه تیره تر شدن سس مایونز و کاهش شاخص روشنایی(L*) تیمارهای سس مایونزگردد. در طی زمان نگهداری نیز به دلیل افزایش میزان اکسیداسیون، افزایش شاخص‌زردی(b*)مشاهده‌شده‌وازمیزان شاخص روشنایی(L*) تیمارهای سس مایونز در طی زمان کاسته می شود. از سوی دیگر با افزایش درصد جایگزینی پودرکلم بروکلی میزان شاخص‌زردی(b*) نمونه های سس مایونز افزایش و میزان قرمزی یا شاخص قرمزی نمونه ها کاهش می یابد و حتی منفی‌شدن شاخص (a*) در نمونه های سس مایونز حاوی ۱/۵ درصد پودر کلم بروکلی، نشان دهنده گرایش نمونه به سمت رنگ سبز است که می توان آن را به حضور رنگدانه های سبز پودرکلم بروکلی در آن نسبت داد. همچنین با افزایش شاخص زردی به سبزی و غالب بودن این تغییرات رنگی میزان شاخص قرمزی نیز به طور معنی داری کاهش می یابد. Wekwete و همکاران (2008) نیزدر بررسی‌اثرات استفاده از میوه آووکادو به عنوان جایگزین چربی در تهیه و فرمولاسیون کلوچه تهیه شده از آرد چاودار به نتایج مشابهی دست یافتند. آن ها دریافتند که جایگزینی میوه آووکادو در فرمولاسیون کلوچه به عنوان جایگزین چربی شاخص زردی تیمارهای کلوچه را افزایش و شاخص قرمزی و روشنایی را کاهش داد که با نتایج تحقیق حاضر در توافق بود(۲۴).



نمودار۳- – مقایسه شاخص های رنگ سنجی تیمارهای سس مایونز در طی ۶۰ روز نگهداری

۳-۶- نتایج ارزیابی pH

با توجه به نمودار۳ مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان‌میانگین‌شاخص pH تیمارهای سس مایونز بر اساس میزان پودر کلم بروکلی مورد استفاده وجود داشت($p\leq$ ۰/۰۵). با توجه به نمودار مشاهده می شود که روند کاهشی معنی‌داری در pH تیمارهای سس مایونز با افزایش میزان استفاده از پودر کلم بروکلی وجود داشت($p\leq$ ۰/۰۵). به عبارت دیگر تیمار سس مایونزدارای پودر کلم بروکلی به میزان ۱/۵ درصد دارای بالاترین میزان pH و تیمارسس مایونز شاهد فاقد پودر کلم بروکلی(T) دارای کم‌ترین میزان میانگین شاخص pH بود($p\leq$ ۰/۰۵). میزان‌میانگین pH تیمارهای سس مایونز دارای مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد پودرکلم بروکلی دارای میزان pH کمتر از تیمار دارای ۱/۵ درصد و بالاتر از تیمار شاهد(T) بود. با توجه به نمودار ۳ مشاهده گردید که در طی زمان نگهداری میزان میانگین شاخص pH تیمارهای سس‌مایونز با کاهش معنی‌داری‌مواجه بود($p\leq$ ۰/۰۵). بالاترین‌میزان میانگین شاخص pH به روز اول تولید و کمترین میزان میانگین شاخص pH نیز به روزام نگهداری تعلق داشت($p\leq$ ۰/۰۵). همچنین مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان میانگین pH سس مایونز بر اساس اختلاف در میزان کلم بروکلی مورد استفاده و مدت

زمان نگهداری وجود داشت(p≤ ۰/۰۵). با افزایش میزان استفاده از پودر کلم بروکلی در طی ۶۰ روز نگهداری، میزان pH تیمارهای سس مایونز در مقایسه با تیمار شاهد(T) به میزان کمتری افت پیدا کرد(p≤ ۰/۰۵). به طور کلی کم ترین میزان روند تغییرات میانگین شاخصpH به تیمارهای دارای یک و نیم درصد پودر کلم بروکلی و بالاترین آن نیز به تیمار شاهد(T) تعلق داشت(p≤ ۰/۰۵). مقادیر مختلف نانوامولسیون پروبیوتیک نیز دارای‌تاثیرات معنی‌داری بر روی میزان میانگین pHتیمارهای‌سس‌مایونزنداشتند. اسیدیته و pH از فاکتورهای شیمیایی بسیار مهم در سس‌های سالاد از جمله مایونز می باشند. افزایش pH ممکن است شرایط رشد باکتری‌های بیماری‌زا را فراهم کند. اسیدیته بهینه ۱/۲ -۰/۷ درصد است. بررسی نتایج ارزیابی‌شاخص pH در پژوهش حاضر بیانگر افزایش معنی‌دار این شاخص در اثر افزودن پودر کلم بروکلی می باشد. به این دلیل که pH کلم بروکلی بین ۶/۸-۶/۰ می‌باشد، افزایش میزان استفاده از پودرکلم بروکلی در فرمولاسیون سس مایونز می‌تواند به طور معنی داری باعث افزایش میزان pH شود که بالاترین میزان آن در تیمار سس مایونز دارای ۱/۵ درصد پودر کلم بروکلی مشاهده گردید. در این راستا تحقیقات مشابهی نیز وجود داشت. عابدین پور و کوهی‌کمالی (۱۳۹۴) ویژگی آنتی‌اکسیدانی عصاره فنولی کلم بروکلی با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مصنوعی و تاثیر آن‌ها بر اکسیداسیون روغن‌آفتابگردان را مقایسه کردند و دریافتند که استفاده از عصاره آنتی‌اکسیدانی عصاره فنولی کلم بروکلی به طور معنی داری شاخص pH را افزایش داد که با نتایج تحقیق حاضر هم راستا بود(۷).

۳-۷-نتایج ارزیابی بقای جمعیت *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5*

با توجه به نمودار مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص جمعیت باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5* براساس مقدار استفاده از نانوامولسیون های باکتری های پروبیوتیک و همچنین میزان پودر کلم بروکلی مورد استفاده وجود داشت(p≤ ۰/۰۵). افزایش میزان استفاده از پودرکلم بروکلی به میزان ۰/۵ درصد باعث افزایش بقای باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5*درطی‌زمان ۶۰ روز نگهداری گردید(p≤ ۰/۰۵). اما استفاده از پودر کلم بروکلی به میزان ۱ و ۱/۵ درصد باعث کاهش میزان جمعیت باکتری‌های پروبیوتیک شد(p≤ ۰/۰۵). همچنین روند کاهشی معنی داری در میزان باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 در تیمار شاهد در طی‌زمان نگهداری به مدت ۶۰ روز وجود داشت (p≤ ۰/۰۵). در تیمارهای سس مایونز دارای مقدار ۳۰۰ میلی گرم نانوامولسیون باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5، میزان بقای باکتری‌ها بالاتر از تیمارهای سس مایونز دارای ۲۰۰ و ۱۰۰ میلی گرم از نانوامولسیون باکتری بود(p≤ ۰/۰۵). ریزپوشانی‌باکتری‌های‌پروبیوتیک موجب کاهش اثرات عوامل نامساعدمانند اسیدیته بالا، اکسیژن ملکولی محیط، تهاجم فاژها و غیره می‌گردد بنابراین ترکیبات مضر حین فرایند را کاهش داده و موجب می‌شود ترکیبات مخاطره آمیز تولید شده توسط ریز زنده‌های آغازگر مانند باکتریوسین‌ها، اسیدهای آلی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیره و سایر نرکیبات مشابه کاهش یابند. درنتیجه‌ضمن‌حفظ بیشتر و بهتر باکتری های پروبیوتیک، اثر ترکیبات مضر کاهش‌یافته و نتیجه کاربردی ۳۰۰ میلی‌گرم نانوامولسیون در بقای باکتری موثرتر می باشد. کلم بروکلی یک آنتی‌اکسیدان قوی است به طوری که استفاده از آن در مقادیر بالاتر، موجب کاهش چشمگیر عدد اسیدی می شود. ولی‌این‌ماده در غلظت‌های بالا، بجای خاصیت آنتی اکسیدانی، به عنوان یک پرو اکسیدان قوی عمل می کند چون با افزایش میزان کلم بروکلی، در عین افزایش ترکیبات فنلیک، ناخالصی‌های موجود در اسانس نیز افزایش یافته(۷)که این مساله علاوه بر تشدید خاصیت پرو اکسیدانی، در مقادیر ۱ و ۱/۵ درصد موجب کاهش بقای باکتری‌های پروبیوتیک می‌شود. به‌طوری‌که بالاترین میزان بقای جمعیت باکتری های پروبیوتیک در طی ۶۰ روز نگهداری به تیمار سس مایونز دارای پودر کلم بروکلی ۰/۵ درصد وزنی/وزنی و دارای ۳۰۰

میلی‌گرم‌نانوامولسیون‌های باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 و کمترین آن نیز به تیمار شاهد دارای باکتری به فرم آزاد تعلق دارد($p\leq ۰/۰۵$).

٤-نتیجه گیری

در سال‌های اخیر تمایل به مصرف غذاهای سلامتی بخش مانند محصولات پروبیوتیک، به دلیل وجود خواص تغذیه‌ای و درمانی افزایش یافته زیرا مصرف پروبیوتیک ها روشی مناسب و بی‌خطر جهت حفظ تعادل میکروفلور روده و در نتیجه حفظ و ارتقای سلامت مصرف‌کننده می‌باشد. در این تحقیق، با به کارگیری‌نانوامولسیون های حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 و پودر کلم بروکلی، سس مایونز پروبیوتیک غنی شده ای فرموله و تولید شد که در عین داشتن ساختار امولسیونی پایدار، از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و خواص حسی مناسبی برخوردار بود. نتایج کاربردمقادیرمختلف نانوامولسیون میکربی و پودرکلم بروکلی نشان داد تیمار سس مایونز دارای ۳۰۰ میلی‌گرم نانوامولسیون پروبیوتیک و ۰/۵ درصد کلم بروکلی، تیمار بهینه در مقایسه با تیمار شاهد و سایر تیمارها بود که میزان باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 آن در انتهای روز۶۰ ام نگهداری، به میزان ۶/۶ سیکل لگاریتمی رسیدکه نشان ازتولید محصولی فراسودمند با خواص‌تغذیه ای بالا در جهت حفظ ایمنی و سلامت مصرف کننده می باشد.

٥-منابع

۱. اسمعیلی، س.، سهراب وندی، س.، مرتضویان، ا. م.، نعمت اللهی، آ.، شادنوش، م. و ایوانی، م.ج. ۱۳۹٤. مروری‌بر کارایی ریزپوشانی پروبیوتیک ها. *علوم‌وصنایع‌غذایی‌ایران*، دوره۲٤، شماره۳، صفحه ۹-۲۲.

۲. ایزدی، م.، اسکندری، م. ه.، نیاکوثری، م.، ایزدی، ز. و حنیف پور، م.ا. ۱۳۹۳. بررسی‌اثرترکیبات مکمل بر زنده‌مانی باکتری‌ها در پودر ماست پروبیوتیک. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، دوره ۱۱ ، شماره ٤۲، صفحه ۱۱٦-۱۰۷.

۳. بذرافشان، م. و همایونی راد، ع. ۱۳۸۹. اثر تنش‌های محیطی بر زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس‌اسیدوفیلوس. *نشریه زیست فناوری میکربی*، دوره۲، شماره٦، صفحه ٥٦-٤۷.

٤. توتونچی، پ.، حصاری، ج.، مرادی، م. و فتحی آچاچلویی، ب. ۱۳۹٤. ارزیابی امکان تولیدآب انگور قرمز پروبیوتیک با استفاده از *لاکتوباسیلوس کازئی* ٤۳۱ و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La- 5* . *پژوهش‌های‌صنایع‌غذایی*،جلد۲٥، شماره٤، صفحه ٦٥٥-٦٦٦.

٥. خسروی زنجانی، م.ع.، محمدی، ن.، اهری، ح. و غیاثی‌طرزی، ب. ۱۳۹۲. تاثیر ریزپوشانی با پوشش کیتوزان بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازیی* و *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در بستنی. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*. سال هشتم، شماره٤، صفحه ۱۲٥-۱۳٤.

٦. صابری، پ.، سلیمانیان‌زاد، ص و شیخ زین الدین، م. ۱۳۹۲. بررسی‌زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* A7 ریزپوشینه دار شده با آلژینات و آب پنیر در مایونز کم چرب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده ی کشاورزی و منابع طبیعی.

۷. عابدین پور، آ. و کوهی‌کمالی، س. ۱۳۹٤. مقایسه ویژگی آنتی‌اکسیدانی عصاره فنولی کلم بروکلی با آنتی اکسیدان‌های طبیعی و مصنوعی و تاثیر آن ها براکسیداسیون‌روغن‌آفتابگردان،پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم وصنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس، دانشکده ی کشاورزی.

۸. عادلی‌میلانی، م.، میزانی، م. و قوامی، م. ۱۳۸۹. اثر پودرخردل زرد بر pH، جمعیت میکروبی زنده

و خواص حسی سس مایونز. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*. سال پنجم، شماره ۲، صفحه ۴۴-۳۵.

۹. محمدی، ن.، فهیم‌دانش، م.، اهری، ح. و خسروی زنجانی، م.ع. ۱۳۹۳. تولید سس مایونز فراویژه با تلقیح باکتری‌های پروبیوتیکی ریز پوشانی شده با آلژینات و نشاسته مقاوم ذرت. *علوم غذایی و تغذیه*. سال یازدهم، شماره ۲، صفحه ۸۰-۷۳.

۱۰. موسسه‌استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۳. میکروبیولوژی‌سس‌مایونز و سس سالاد: ویژگی ها وروش‌های‌آزمون.استانداردملی‌ایران، شماره۲۴۵۴، چاپ اول.

۱۱. موسوی، م.، تاج آبادی ابراهیمی، م. و پوراحمد، ر. ۱۳۹۳. بررسی ماندگاری باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس وتاثیرآن بر برخی خواص کیفی سس مایونز کم‌چرب پروبیوتیک. *نوآوری در علوم و فناوری غذایی*. سال ششم، شماره ٤، صفحه ۹۷-۹۱.

۱۲. نادری فارسانی، ح. ر.، حاجی مرادلو، ع. ا. و تقی زاده، و. ۱۳۹۵. اثرپودرکلم‌بروکلی‌بربرخی شاخص‌های‌موکوس‌ماهی‌کپورمعمولی.*بهره برداری و پرورش آبزیان*. جلد پنجم، شماره۳، صفحه ۴۶-۳۳.

۱۳. نوشیروانی، ن.، فصیحی، ه. و مرادی، پ. ع. ۱۳۹٤. اثرات آنتی اکسیدانی عصاره و پودر پوست سبز گردو بر اکسیداسیون روغن آفتابگردان. مجله *علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*. سال دهم، شماره ۳، صفحه ۹۰ -۷۹.

14. Alves Gomes, I., Santos Gomes, F., Freitas-Silva, O. and Janine Pesos, L. 2017. Ingredients of mayonnaise: Future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts. *IOSR Journal of Pharmacy*, 67 (3): 187-199.

15. Buruleanu, L. C., Nicolescu, L., Avram, D., Bratu, M. G. and Manea, l. 2009. Survival of probiotic bacteria during lactic acid fermentation of vegetable juices. *Journal of Agro Processing and Technology*, 15(1):132-139

16. Ding, W. K. and Shah, N. P. 2008. Survival of Free and Microencapsulated Probiotic Bacteria in Orange and Apple Juices. *International Food Research Journal*, 15(2): 219-232.

17. Ederson, P. X., Lorendane, C., Jocilane, P. and Igor, V.B. 2017. Synthesis of supermacroporous cryogel for bioreactors continuous starch hydrolysis. *Journal of Electrophoresis*, 38 (1): 22-23.

18. Fireston, D. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. 15th edn. Arlington, USA.

19. Nualkaekul, S., Lenton, D., Cook, M.T. and Khutoryanskiy, V. 2012. Chitosan coated alginate beads for the survival of microencapsulated Lactobacillus plantarum in pomegranate juice. *Journal of Carbohydrate Polymers*, 90(3): 1281-1287.

20. Ong, L., Henriksson, A. and Shah, N. P. 2007. Chemical analysis and sensory evaluation of Cheddar cheese produced with *Lactobacillus acidophilus, Lb. casei, Lb. paracasei or Bifidobacterium sp. International Dairy Journal*, 17: 937–945.

21. Rao, A.V., Shiwnarain, N. and Maharaj, I. 1989. Survival of microencapsulated *Bifidobacterium pseudolongum* in simulated gastric and intestinal juices. Canadian Institute of conditions in yoghurt.

22. Rose, P., Huang, Q., Ong, C. N. and Whiteman, M. 2005. Broccoli and watercress suppress matrix metalloproteinase activity and invasiveness of human breast cancer cells. *Toxic applied pharmacology*, 209: 105 –113.

23. Tadros, T., Izquierdo, R., Esquena, J. and Solans, C. 2004. Formation and stability of nano emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 108(2): 303–318.

24. Wekwete, B. and Khursheed, P. 2008. Effects of Avokado fruit puree and oatrim as fat replacer on the physical, textural and sensory properties of oatmeal cookies. *Journal of Food Quality*, 31:131-141.

25. Zielinska, A., Skwarek, E., Zaleska, A., Gazda, M. and Hupka, J. 2009. Preparation of silver nanoparticles with controlled particle size. *Procedia Chemistry*, 1, 1560–1566.

(Original Research Paper)

The Effects of Nanoemulsions Containing *Lactobacillus Acidophilus La-5* on Formulation of Probiotic Mayonnaise Sauces Enriched by Broccoli Powder

Marjan Rezakhan[1], Toktam Mostaghim[2*]

1- MSc Graduated of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahr - e - Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received:10/06/2020 Accepted:15/08/2020

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of broccoli powder on the survival of *Lactobacillus acidophilus La-5* during 60 days of storage in Mayonnaise sauce. For this purpose, nanoemulsions containing bacteria were prepared and morphological characteristics such as particle size, susceptibility and stability index of Mayonnaise treatments were evaluated. Then, 0/5, 1, 1/5 percent of broccoli powder was used in formulation of mayonnaise with amounts of 100, 200 and 300 mg/kg. Mayonnaise tests included acidity number, peroxide value, pH, emulsion stability index, colorimetric indices (brightness index (**L*), yellowness (**b*), redness (**a*)), survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La-5 during the first production days, 15, 30, 45- and 60. The research was conducted in a complete randomized design with three replications. The results were analyzed by two-way ANOVA based on Duncan's comparison test and SPSS-22 software. The results showed that with increasing percentage of use of broccoli powder, the emulsion stability index, acid number, Lightness, peroxide value mayonnaise treatments decreased significantly ($p\leq$0/05). Indices of rigidity, pH, increased the size of Mayonnaise particles ($p<$0/05). The use of nanoemulsions did not have a significant effect on the indices. Only in the probiotic survival index in 300 mg treatment was significantly higher than other treatments (p≥0/05). Finally, mayonnaise treatment had 300 mg of probiotic nanoemulsion and 0/5 percent of broccoli as optimum treatment compared to control and other treatments. The amount of bacteria reached 6/6 logarithmic cycles at the end of the sixth day.

Keywords: *Lactobacillus acidophilus La-5, Broccoli Powder, Mayonnaise Sauce, Nanoemulsion, Probiotic.*

[*]Corresponding Author: toktammostaghim@yahoo.com