ارزیابی تاثیر مخلوط سه روغن سویا، آفتاب‌گردان، کلزا بر پایداری اکسیداتیو و خواص ارگانولپتیکی و رئولوژیکی سس مایونز کم چرب

مژگان بلالی[۱]، علیرضا رحمن*[۲]، مریم فهیم‌دانش[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: alireza_rahman@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۹/۷، پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۱

چکیده

سس مایونز، یک امولسیون پایدار نیمه‌جامد تهیه شده از مخلوط روغن گیاهی، زرده تخم مرغ یا تخم مرغ کامل، سرکه یا آبلیمو، نمک، شکر و ... است. از روغن، به عنوان منبع انرژی و ایجاد احساس دهانی در مایونز استفاده می شود از آنجایی که نوع و میزان روغن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی، ساختار و ماندگاری سس‌های سالاد اثر می‌گذارد، در این پژوهش سعی بر آن است که اثر ترکیب‌های مختلف روغن‌های سویا، آفتاب‌گردان و کلزا بر خصوصیات شیمیایی، حسی، اکسایشی ورئولوژی سس مایونز کم چرب مورد بررسی قرار گیرد. هدف از این تحقیق، ارزیابی تأثیر روغن‌های خوراکی مختلف (روغن‌های سویا، آفتاب‌گردان و کانولا) در سطح ۳۰ درصد وزنی با استفاده جداگانه و ترکیبی از روغن‌ها در هفت نمونه بر کیفیت و فساد اکسیداتیو سس مایونز کم چرب در مدت ۶ ماه تحت دمای ۱۰ درجه سلسیوس در شرایط کنترل شده بود. نتایج نشان داد که میزان pH و اسیدیته همه نمونه‌ها، به ترتیب در محدوده ۳/۱۶-۳/۰۴ و ۱/۰۱۹-۰/۹۳۲ درصد قرار داشت. طی دوره نگهداری، میزان pH و ویسکوزیته نمونه‌های مایونز به تدریج کاهش یافت، در حالی که میزان اسیدیته افزایش پیدا کرد. نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد آفتاب‌گردان (A_5) و مخلوط برابر روغن‌ها (A_3) هر روغن ۱۰ درصد، بیشترین میزان ویسکوزیته را داشتند. همه نمونه‌ها طی زمان نگهداری، از پایداری امولسیون مناسبی برخوردار بودند. ترکیب روغن‌های مختلف، اثر معنی‌داری بر شاخص‌های اکسیداسیون سس مایونز کم چرب داشت، به طوری که کمترین میزان شاخص اکسیداسیون مربوط به نمونه حاوی ۱۵ درصد روغن کانولا (A_6) بود. با گذشت زمان، میزان اندیس‌های پراکسید، آنیزیدین و توتوکس همه نمونه‌های مورد بررسی، به طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نوع روغن، اثر معنی‌داری بر طعم، بافت، احساس دهانی، بو و پذیرش کلی سس مایونز کم چرب نداشت. کمترین امتیاز طعم مربوط به نمونه حاوی ۳۰ درصد روغن کانولا یا تمام کانولا (A_2) و بعد از آن مربوط به نمونه ۱۵ درصد روغن کانولا (A_6) بود. با این حال، از لحاظ مشخصات حسی، همه نمونه‌های مایونز قابل پذیرش بودند. در نهایت، طبق نتایج به دست آمده می‌توان گفت نمونه ۱۵ درصد روغن کانولا (A_6) نمونه بهینه بود.

واژه‌های کلیدی: سس مایونز کم چرب، مخلوط روغن، پایداری اکسیداتیو، ارزیابی حسی، ویسکوزیته

مقدمه

امروزه مصرف‌کنندگان به دلیل رژیم غذایی و مشکلاتی که در ارتباط با سلامتی وجود دارد به سمت مصرف چربی کمتر و بیشتر به غذاهای با محتوی کربوهیدرات‌های پیچیده انگیزش پیدا کرده‌اند. چربی در بین ترکیبات اصلی مواد غذایی دارای بالاترین ارزش انرژی‌زایی می‌باشد. شرط ضروری جایگزین‌های چربی بر مبنای ترکیبات رژیمی این است که انرژی کمی ارائه دهند و به طور مناسب ویژگی‌های تکنولوژیکی و کاربردی چربی را شبیه‌سازی کنند (۱). از طرفی چربی‌ها و روغن‌ها منشأ بروز بسیاری از بیماری‌ها بوده و از این رو کاهش مقبولیت محصولات با میزان چربی بالا در بین مصرف‌کنندگان و افزایش تمایل آن‌ها به غذاهای کم چرب افزایش یافته است (۲).

یکی از مهمترین کاربردهای کربوهیدراتها و هیدروکلوئیدها استفاده به عنوان جایگزینی چربی می‌باشد. جایگزین‌های چربی اغلب جهت تقلید خواص چربی به کار برده می‌شوند، اما قابلیت جایگزینی به نسبت یک به یک را ندارند (۳). امروزه این جایگزین‌های چربی در بسیاری از انواع محصولات غذایی مانند سس‌های سالاد، دسرهای منجمد و... به عنوان قوام‌دهنده و تثبیت‌کننده کاربرد دارند (۴). در این تحقیق از جایگزین‌های چربی، نشاسته مخصوص سس‌های سرد و انواع صمغ استفاده شده است.

سس مایونز یک امولسیون روغن در آب است. امولسیون ابتدا با مخلوط تخم‌مرغ، سرکه و خردل ساخته و سپس به آرامی در روغن مخلوط می‌شود. در شرایط ایده‌آل امولسیون شامل قطرات در هم تنیده در داخل فاز پیوسته می‌باشد. این سس به دلیل دارا بودن طعمی لذیذ، به عنوان چاشنی در غذاهایی نظیر ساندویچ و سالادها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۵).

سس مایونز همانند همه مواد غذایی حاوی چربی، نسبت به فساد از طریق اتواکسیداسیون چربی‌های غیراشباع و چندغیراشباع حساس می‌باشد. اتواکسیداسیون در سه مرحله انجام می‌پذیرد؛ مرحله آغاز، گسترش و مرحله پایان. در طی فاز آغاز بعضی از انرژی‌های خارجی مانند نور روی چربی‌های غیراشباع در حضور کاتالیست‌های مانند فلز سنگین آهن فعالیت می‌کنند و باعث تولید رادیکال آزاد می‌شوند. سپس این حالت می‌تواند تشکیل بیشتر رادیکال‌های آزاد را کاتالیز و یا چربی‌ها را به آلدئیدها، کتون‌ها و الکل تجزیه کند (۶-۷). زمانی که غلظت ترکیبات واکنش‌گر به حد مناسبی برسد با یکدیگر واکنش می‌دهند تا شکل پایدار آن‌ها حاصل شود که باعث تولید محصولی با طعم رانسید (ترشیدگی) می‌شود. این فاز آخرین مرحله می‌باشد که به آن مرحله پایان می‌گویند. طبیعت سس مایونز به گونه‌ای است که بخش اعظمی از روغن در معرض فاز آبی قرار می‌گیرد که ممکن است محتوی اکسیژن محلول ذاتی باشد. علاوه بر این در طی فرآیند مخلوط کردن حباب‌های هوا تشکیل می‌شوند که درون ساختار امولسیون به دام می‌افتند. در چنین حالتی به نظر می‌رسد هوای وارد شده به عنوان محرک اتواکسیداسیون عمل می‌کند (۵).

بنابراین با توجه به اکسیداسیون ناشی از حضور روغن‌ها در مایونز، هدف از این پژوهش تولید سس مایونز کم چرب برپایه روغن‌های سویا، آفتاب‌گردان و کلزا به صورت تکی و مخلوط همچنین بررسی پایداری اکسیداتیو، خصوصیات رئولوژیکی و حسی محصول نهایی می‌باشد.

تهیه سس مایونز کم چرب

به منظور تهیه سس مایونز کم‌چرب (۳۰ درصد وزنی روغن) از مواد مختلفی با درصدهای وزنی (g/100g) متفاوت استفاده شد. در ابتدا یک سوم آب و تخم‌مرغ به داخل مخلوط کن ریخته شد و با یکدیگر مخلوط شدند. در ادامه بقیه آب، همراه با مواد پودری شامل شکر، نمک، پودر خردل، بنزوات سدیم، سوربات پتاسیم و اسید سیتریک به صورت جداگانه مخلوط و به مخلوط آب و تخم‌مرغ افزوده شدند. سپس صمغ‌های زانتان، گوار، کربوکسی‌متیل سلولز به همراه نشاسته اصلاح شده با نیمی از روغن فرمولاسیون کاملاً مخلوط شد و به مخلوط فوق اضافه گردید و طی مدت ۳۰ ثانیه نصف دیگر روغن به آرامی به آن افزوده شد. این مخلوط به مدت ۳ دقیقه کامل همزده شد و اسید لاکتیک همراه با سرکه که به صورت جداگانه مخلوط شده بودند، به محتویات مخلوط کن اضافه گردید. به مدت ۶۰ ثانیه عمل اختلاط صورت گرفت. سپس دستگاه خاموش شده و پس از افزایش خلاء به حداکثر میزان ممکن به مدت ۳ دقیقه عمل اختلاط انجام شد. در نهایت نمونه‌های سس مایونز آماده‌سازی شده، به مدت ۶ ماه در دمای ۱۰ درجه سلسیوس و در اتاق قرنطینه نگهداری شدند و هر ماه یکبار، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱- فرمولاسیون تیمارهای مورد بررسی در پژوهش حاضر

فرمولاسیون														
تیمارها	تخم‌مرغ مایع پاستوریزه (درصد)	آب (درصد)	سرکه (درصد)	اسید لاکتیک (درصد)	شکر (درصد)	نمک (درصد)	انواع صمغ (درصد)	نشاسته (درصد)	خردل ۰/۳۵ درصد	نگهدارنده (درصد)	اسید سیتریک (درصد)	روغن مایع ۳۰ درصد		
												سویا (درصد)	آفتاب (درصد)	کلزا (درصد)
شاهد (A)	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۳۰	۰	۰
تیمار $(A_1)_1$	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۰	۳۰	۰
تیمار $(A_2)_2$	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۰	۰	۳۰
تیمار $(A_3)_3$	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۱۰	۱۰	۱۰
تیمار $(A_4)_4$	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۱۵	۷/۵	۷/۵
تیمار $(A_5)_5$	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۷/۵	۱۵	۷/۵
تیمار $(A_6)_6$	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۷/۵	۷/۵	۱۵
تیمار $(A_7)_7$	۶/۵	۴۳	۶/۷	۰/۴	۷/۱۵	۲/۵	۰/۳	۳	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۵	۵	۲۰

اندازه‌گیری pH

pH تیمارها اندازه‌گیری شد (۸). برای این منظور، نمونه موردنظر داخل بشر ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و الکترود pH متر (Metrohem Co. Australia) کاملا داخل نمونه قرار داده شد. دمای نمونه حدود ۲۰ درجه سلسیوس بود و حداقل زمان تماس نمونه با الکترود، ۴۵ ثانیه در نظر گرفته شد. سپس pH قرائت و یادداشت گردید.

اندازه‌گیری اسیدیته کل

برای این منظور، ۱۵ گرم از نمونه در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطری که در مقابل فنل‌فتالئین خنثی شده بود، مخلوط گردید تا یکنواخت شود. سپس با سود ۰/۱ مولار در حضور معرف فنل‌فتالئین تیتر شد (تا تشکیل رنگ صورتی روشن). مقدار اسیدیته بر حسب درصد گرم اسید استیک، توسط رابطه ۱ بدست آمد:

$$\text{اسیدیته} = \frac{0.006 \times a}{S} \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در اینجا a: حجم مصرفی سود مصرفی و s: وزن نمونه بر حسب گرم (۹).

اندازه‌گیری اندیس پراکسید

جهت اندازه‌گیری اندیس پراکسید، در ابتدا روغن نمونه‌های سس مایونز استخراج گردید. در ابتدا ۵ گرم نمونه در داخل ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری وزن گردید. سپس، ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید استیک گلاسیال و کلروفرم (به نسبت ۳ به ۲) به روغن اضافه شده و کاملا در آن حل شد. در مرحله بعد، ۰/۵ میلی‌لیتر محلول اشباع یدور پتاسیم به آن اضافه شده و به مدت یک دقیقه در تاریکی قرار گرفت. پس

از طی این زمان، مقدار ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و با استفاده از محلول ۰/۰۱ نرمال تیوسولفات سدیم تا رسیدن به رنگ زرد تیتر گردید. سپس، مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر معرف نشاسته اضافه شده و تا زمان حصول رنگ آبی، توسط محلول ۰/۰۱ نرمال تیوسولفات سدیم تیتر گردید. در آزمایش شاهد، تمامی مراحل ذکر شده بدون حضور نمونه انجام شد. در پایان، عدد پراکسید توسط رابطه ۲ محاسبه شد (۱۰).

رابطه (۲) $PV = \frac{(V-V_0)\times C_{thio}\times C_{stand}}{m} \times 1000$

که در اینجا: PV: عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم نمونه روغن، V: حجم تیوسولفات مصرفی برای تیتر نمونه (mL)، V_0: حجم تیوسولفات مصرفی برای تیتر شاهد (mL)، C_{stand}: غلظت دقیق محلول استاندارد تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال (mol/L)، C_{thio}: غلظت تقریبی محلول استاندارد تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال (mol/L) و m: وزن نمونه (g).

اندازه‌گیری اندیس آنیزیدین

۰/۶ گرم از هر نمونه با محلول ایزواکتان را به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و جذب آن با استفاده از اسپکتروفتومتر (ShimadzuCo. Japan) در ۳۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. ۵ میلی‌لیتر از حلال به لوله آزمون دوم منتقل شد. یک میلی لیتر از معرف *p*-آنیزیدین به هر لوله آزمون افزوده و سپس لوله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در مکان تاریکی قرار گرفت. جذب نمونه موجود در لوله آزمون دوم (به عنوان شاهد) در ۳۵۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت اندیس آنیزیدین به صورت زیر محاسبه گردید (۱۱).

رابطه (۳) وزن نمونه ÷ (جذب محلول روغنی - جذب محلول روغنی بعد از معرف آنیزیدین×۱/۲)×۲۵ = اندیس آنیزیدین

محاسبه اندیس توتوکس

اندیس توتوکس با استفاده از دو اندیس پراکسید و آنیزیدین مطابق رابطه ۴ محاسبه گردید:

رابطه (۴) اندیس آنیزیدین + (اندیس پراکسید)۲ = اندیس توتوکس

اندازه‌گیری پایداری امولسیون

۱۵ گرم از هر نمونه در لوله سانتریفوژ در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داد شد و سپس در ۵۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. درصد پایداری امولسیون طبق فرمول زیر محاسبه شد (۱۲).

رابطه (۵) ۱۰۰× (وزن نمونه هر اولیه ÷ وزن ماده ته‌نشین شده) = درصد پایداری امولسیون

فعالیت آبی

فعالیت آبی نمونه‌های سس مایونز با استفاده از دستگاه aw متر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری گردید (۱۳).

بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی

به منظور تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های سس مایونز از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد[1] چرخشی مدل DV1 ساخت کشور آمریکا استفاده شد. برای این منظور، مقدار موردنیاز نمونه (۵۰۰ میلی‌لیتر) درون بشر ۶۰۰ میلی‌لیتری ریخته شده و اسپیندل (اسپیندل شماره ۷) تا خط نشانه وارد نمونه شد. سپس ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در سرعت‌های چرخش اسپیندل ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، ۱۰۵، ۱۲۰، ۱۳۵، ۱۴۰، ۱۵۰، ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ دور در دقیقه به صورت حالت بارگذاری[2] و باربرداری[3] اندازه‌گیری گردید (۱۴).

[1] Brookfield Viscometer
[2] Upward
[3] Downward

ارزیابی حسی

به منظور ارزیابی حسی نمونه‌ها، از ۱۰ ارزیاب حرفه‌ای استفاده شد. روش ارزیابی حسی به صورت هدونیک ۵ نقطه‌ای بود، به صورتی که عدد ۱ کمترین امتیاز و عدد ۵ بیشترین مطلوبیت در نظر گرفته شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل رنگ، طعم، بو، بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی بودند (۱۵).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌های در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکیوشیمیایی و حسی به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از طریق تحلیل واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار SPSS.۱۶,۰ آنالیز و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p<0.05$) استفاده شد. رسم نمودارهای حاصل نیز با نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت. از این‌رو تیمارهای مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۲- تیمارهای مورد مطالعه در این پژوهش

تیمار	روغن سویا (g/100g)	روغن آفتاب‌گردان (g/100g)	روغن کلزا (g/100g)
A (شاهد)	۳۰	۰	۰
A_1	۰	۳۰	۰
A_2	۰	۰	۳۰
A_3	۱۰	۱۰	۱۰
A_4	۱۵	۷/۵	۷/۵
A_5	۷/۵	۱۵	۷/۵
A_6	۷/۵	۷/۵	۱۵

نتایج و بحث

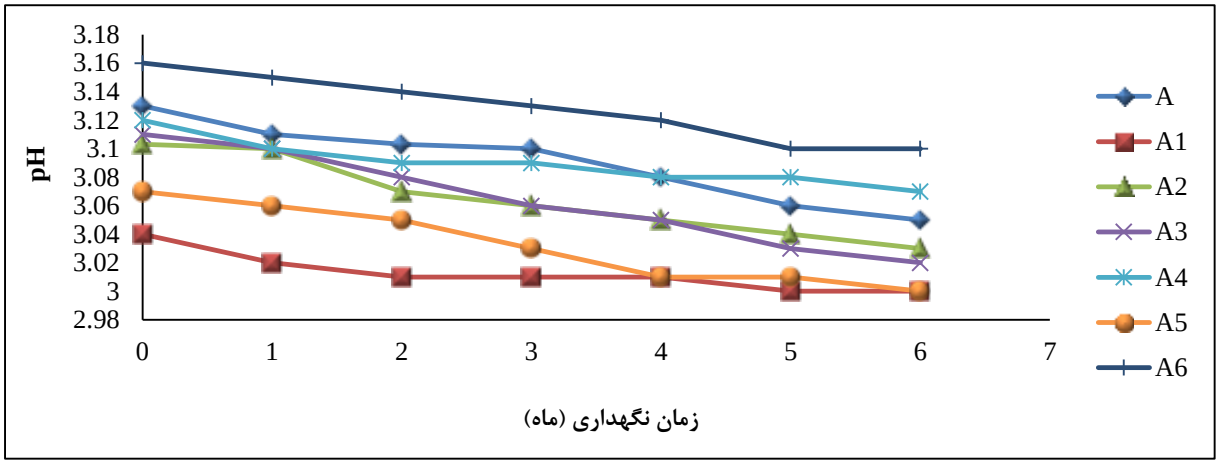
مقادیر pH نمونه‌های سس مایونز

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در روز تولید، نوع روغن مورد استفاده برای تولید سس مایونز اثر معنی‌داری بر میزان pH نمونه‌های تولیدی داشت ($p<0.05$). بالاترین میزان pH مربوط به نمونه تهیه شده با ۱۵ درصد روغن کلزا (A_6) بود و نمونه تهیه شده با روغن آفتابگردان (A_1) کمترین میزان pH را داشت. کمتر بودن میزان pH در نمونه حاوی روغن آفتابگردان به تنهایی (A1) نسبت به سایر نمونه‌ها (شکل ۱)، احتمالاً در ارتباط با بیشتر بودن اسیدهای چرب غیراشباع و حساسیت بیشتر این روغن نسبت به واکنش‌های تخریبی نظیر اکسیداسیون می‌باشد (۱۶). در طی دوره نگهداری، میزان pH همه نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت. کاهش میزان pH در طی دوره نگهداری، احتمالاً به دلیل شکسته شدن برخی از گروه‌های استری و تبدیل آن‌ها به گروه‌های اسیدی می‌باشد. از سوی دیگر رشد باکتری‌های غیربیماری‌زای مقاوم به اسید نظیر *لاکتوباسیلوس*‌ها نیز ممکن است در این امر مؤثر باشند. لیپولیز چربی‌ها نیز منجر به تولید اسیدهای چرب آزاد و کاهش میزان pH می‌گردد (۱۴).

pH و اسیدیته از فاکتورهای شیمیایی بسیار مهم در سس‌های سالاد از جمله سس مایونز می‌باشند که طبق

استاندارد ملی ایران دارای محدوده مشخصی هستند. بر طبق استاندارد ایران شماره ۲۴۵۴، pH سس مایونز نباید از ۴/۱ بیشتر باشد، به این دلیل که افزایش pH ممکن است شرایط رشد باکتری‌های بیماریزا نظیر *استافیلوکوکوس اورئوس* را فراهم کند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان pH همه نمونه‌های مورد بررسی در تمامی روزهای مورد مطالعه در حد قابل قبول استاندارد ایران قرار داشت (۳/۱۶-۳/۰۰).

در بررسی‌های انجام شده توسط سایر محققین اثر روغن پسته بر خواص کیفی سس مایونز مورد بررسی قرار گرفته و گزارش شده است که نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی سطوح مختلف روغن پسته طی دوره نگهداری ۲ ماهه از لحاظ میزان pH در محدوده استاندارد بودند، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۱۷). در بررسی اثر روغن‌های مختلف خردل، پالم، سویا و زیتون بر خواص کیفی سس مایونز بیان کرد که تفاوت معنی‌داری بین مقادیر pH نمونه‌های حاوی روغن‌های پالم و سویا وجود نداشت، ولی میزان pH نمونه حاوی روغن زیتون به طور معنی‌داری بالاتر از سایر نمونه‌ها بود. در طی زمان نگهداری میزان pH همه نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی داشت (۱۸).



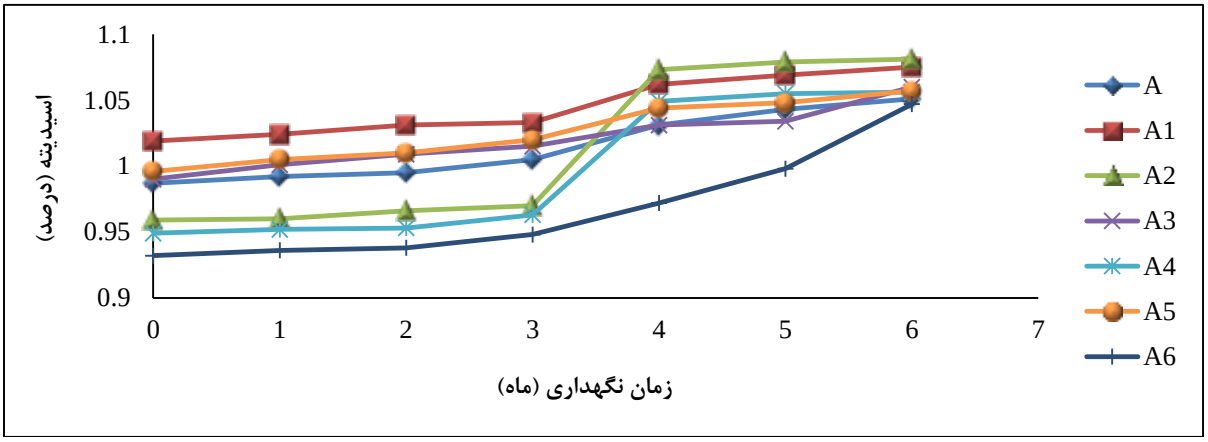
شکل ۱- تغییرات میانگین مقادیر pH نمونه‌های مختلف سس مایونز کم چرب طی زمان نگهداری ۶ ماهه

* A: شاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر سه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۱۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۱۵٪ کانولا

اسیدیته

نتایج پژوهش حاضر بیان کرد که نوع روغن مورد استفاده جهت آماده‌سازی سس مایونز کم چرب از لحاظ آماری اثر معنی‌داری بر میزان اسیدیته کل نمونه‌های تولیدی داشت ($p<0.05$). در کل بیشترین و کمترین میزان اسیدیته به ترتیب مربوط به نمونه تهیه شده با روغن تمام آفتاب‌گردان (A_1) و نمونه تهیه شده با ۱۵ درصد روغن کلزا (A_6) بود. در طی دوره نگهداری، میزان اسیدیته همه نمونه‌های سس مایونز به تدریج افزایش یافت (شکل ۲). افزایش میزان اسیدیته کل در طی زمان نگهداری به علت فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در فاز آبی سس مایونز می‌باشد (۱۹). این افزایش همچنین می‌تواند به علت فعالیت هیدرولیتیک و اکسیداتیو آنزیم‌های موجود در تخم‌مرغ‌ها باشد. بر طبق استاندارد ایران شماره ۲۴۵۴، حداقل میزان

اسیدیته سس مایونز بایستی ۰/۶ بر حسب درصد اسید استیک باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان اسیدیته تمامی تیمارهای مورد بررسی در تمامی روزهای مطالعه در محدوده تعیین شده توسط استاندارد ملی ایران قرار داشت (۰/۹۳۲-۱/۰۸۱ درصد اسید استیک) (۲۰). اثر روغن زیتون بر خواص فیزیکوشیمیایی سس مایونز را بررسی کردند و مشاهده نمودند که در طی زمان نگهداری میزان اسیدیته نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. در تحقیقات انجام شده گزارش شده است که در اثر استفاده از سطوح مختلف روغن ذرت در مایونز طی مدت نگهداری منجر به افزایش معنی‌دار اسیدیته کلیه تیمارها شده است (۲۱). اثر روغن‌های مختلف خردل، پالم، سویا و زیتون بر خواص کیفی سس مایونز توسط سایر محققین مورد بررسی قرار گرفته است (۱۸). و مطابق با نتایج بدست آمده مشاهده گردید که استفاده از روغن‌های مختلف در فرمولاسیون سس مایونز اثر معنی‌داری بر میزان اسیدیته داشت و بیشترین و کمترین میزان اسیدیته به ترتیب مربوط به نمونه‌های حاوی سویا و روغن زیتون بودند. با گذشت زمان ۲ ماهه، میزان اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافت.



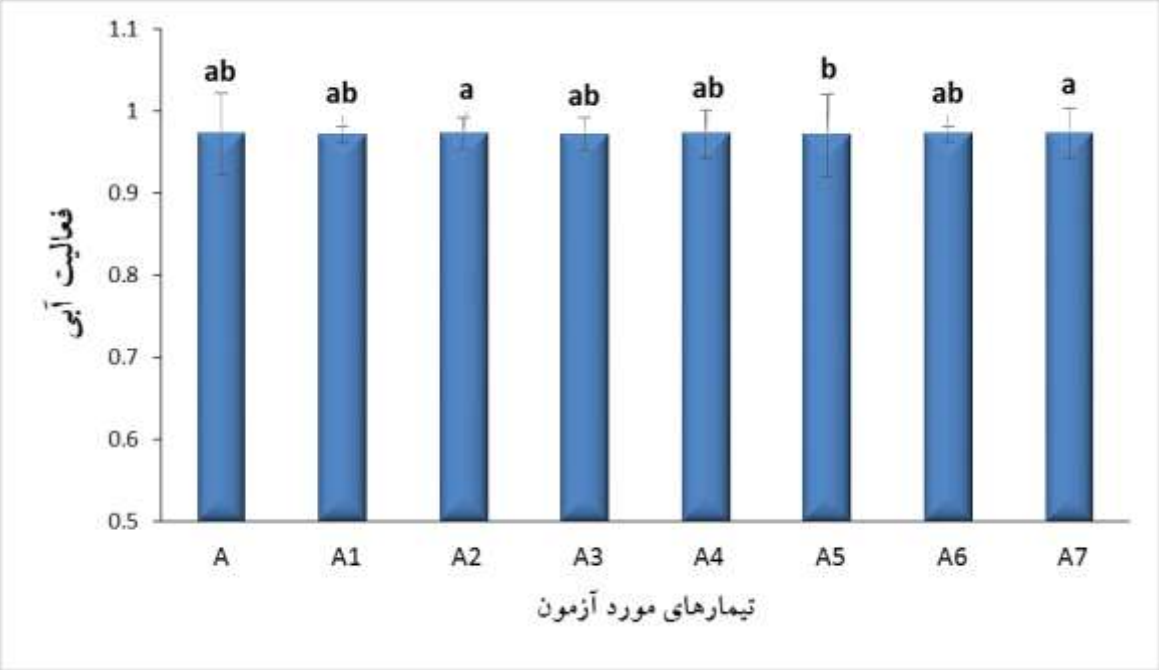
شکل -۲ تغییرات میانگین مقادیر اسیدیته کل نمونه‌های مختلف سس مایونز کم چرب طی زمان نگهداری ۶ ماهه

* A: شاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر سه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۱۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۱۵٪ کانولا

فعالیت آبی

آب، ترکیبی است که باعث تفاوت‌های فیزیکی بین مواد غذایی می‌شود. ماندگاری مواد غذایی تحت‌تاثیر فعالیت آبی آن‌ها قرار دارد. از آن جایی که میکروارگانیسم‌ها برای بقاء خود نیاز به آب دارند، مقادیر بالاتر a_w در محصول می‌تواند حساسیت محصول را در برابر رشد و فساد میکروبی را افزایش دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از روغن‌های مختلف جهت تهیه سس مایونز کم چرب اثر معنی‌داری بر میزان فعالیت آبی نمونه‌های تولیدی نداشت ($p>0.05$) (شکل ۳)، زیرا در سس مایونز کم چرب، میزان فعالیت آبی، بیشتر تحت‌تأثیر میزان نشاسته و صمغ‌های مورد استفاده قرار دارد و از آنجایی که میزان این ترکیبات در تمامی فرمولاسیون‌های مورد مطالعه در این تحقیق یکسان بود، این امر می‌تواند دلیل عدم تفاوت معنی‌دار بین مقادیر فعالیت آبی بین نمونه‌های مایونز مورد بررسی در پژوهش حاضر باشد. نتایج بدست آمده توسط سایر محققین نشان داد اثر نوع روغن (آفتاب‌گردان و سویا) بر میزان فعالیت آبی سس

مـایونز کم چرب نیز با نتایج پژوهش حاضـــر همخوانی دارد (۱۶). تحقیقات انجام شده نشان دادند که نوع روغن از لحاظ آمـاری اثر معنی‌داری بر میزان فعـالیـت آبی ســـس مـایونز نداشت.



شکل ۳- مقایسه میانگین مقادیر aw نمونه‌های مختلف سس مایونز کم چرب در روز تولید
(حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)

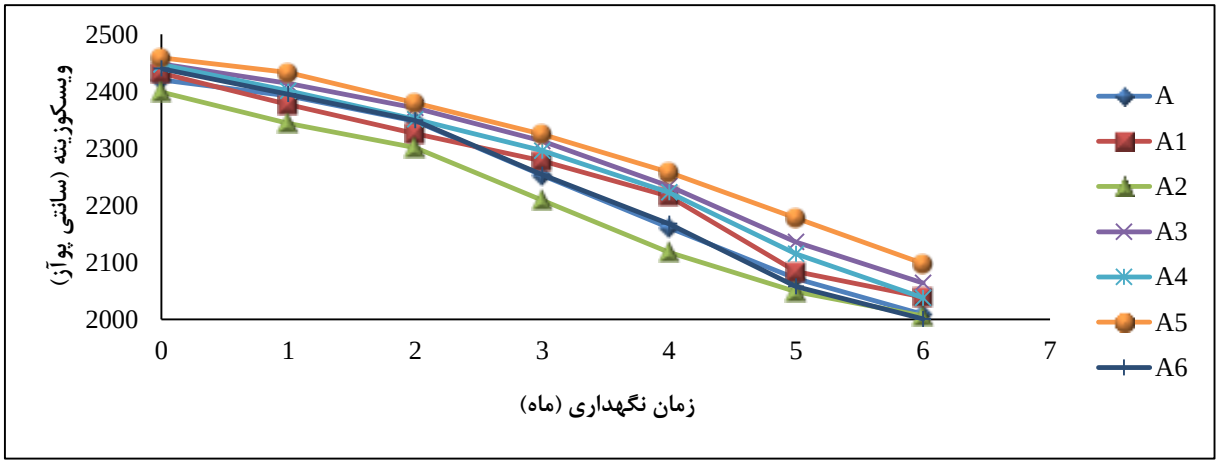
* A: شـاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر ســه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سـویا + ٪۷/۵ آفتاب‌گردان + ٪۷/۵ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ٪۷/۵ سـویا + ٪۱۵ آفتاب‌گردان + ٪۷/۵ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ٪۷/۵ سویا + ٪۷/۵ آفتاب‌گردان + ٪۱۵ کانولا

ویسکوزیته

ویســـکوزیتـه، یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر در ســـس مایونز از نظر مصـــرف‌کنندگان اســـت. نتایج پژوهش حاضـــر نشان داد که نوع روغن مورد استفاده جهت آماده‌سازی سس مایونز کم چرب اثر معنی‌داری بر میزان ویسکوزیته نمونه‌های تولیـدی داشـــت ($p<0.05$)، به‌طوری که بیشـــترین میزان ویسـکوزیته به ترتیب مربوط به نمونه حاوی ۱۵ درصد روغن آفتـاب‌گردان (A_5) و نمونه حاوی مخلوط برابر روغن‌ها (A_3) بود. نتایج بیان کرد که این دو نمونه نسـبت به نمونه شـاهد ویسکوزیته بالاتری داشته و در نتیجه قوام مناسب‌تری ایجاد کردند. در طی دوره نگهداری ۶ ماهه، میزان ویسکوزیته همه نمونـه‌هـای موردنظر بـه طور معنی‌داری کـاهش یـافـت ($p<0.05$) (شـکل ۴). کاهش ویسـکوزیته نمونه‌های مختلف ســـس مایونز طی زمان نگهداری احتمالاً در ارتباط با کاهش pH می‌باشد، زیرا با کاهش pH، پایداری امولسیون نیز کمتر شده و ویسکوزیته کاهش می‌یابد (۲۲).

محققین بیـان کرده‌اند در زمانی که روغن‌های مختلف با یکـدیگر ترکیـب می‌شـــونـد، جـابجایی اســـیدهای چرب و تری‌گلیسریدها بین روغن‌ها ممکن است رُخ دهد، که این امر خود بر ویسـکوزیته محصول تولیدی تأثیر دارد. همچنین در

اثر پدیده‌های فیزیکی نظیر بهم‌آمیختگی[1]، قطرات روغن به هم پیوسته و بر ویسکوزیته اثر می‌گذارد. اندازه قطرات روغن نیز بر میزان ویسکوزیته مایونز مؤثر است (۲۳). در بررسی انجام شده توسط سایر محققین اثر روغن‌های آفتاب‌گردان، سویا، کلزا و ذرت بر ویسکوزیته و پایداری سس مایونز مرد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصله نشان دادند که پدیده بهم‌آمیختگی در نمونه حاوی روغن آفتاب‌گردان کمتر از سایر نمونه‌ها بود (۲۴). روغن‌های آفتاب‌گردان و سویا، عدد یدی بیشتری نسبت به روغن‌های کلزا و ذرت داشتند. آن‌ها بیان کردند که بالاتر بودن اندیس یدی، بیانگر بالاتر بودن محتوای اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک و لینولئیک در این روغن‌ها می‌باشد. از آنجایی که بالا بودن میزان اسیدهای چرب غیراشباع سبب حفظ ساختار، بهبود ویسکوزیته و افزایش پایداری می‌گردد، میزان ویسکوزیته آفتاب‌گردان و به دنبال آن سویا، بیشتر از کلزا بود. این امر می‌تواند دلیلی برای مشاهدات صورت گرفته در پژوهش حاضر نیز باشد.



شکل ۴- تغییرات میانگین مقادیر ویسکوزیته نمونه‌های مختلف سس مایونز کم چرب طی زمان نگهداری ۶ ماهه

* A: شاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر سه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۱۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۱۵٪ کانولا

پایداری امولسیون

به طور معمول امولسیون پایدار، به امولسیونی اطلاق می‌شود که کوالسنس یا بهم‌آمیختگی[2] (ادغام شدن قطرات با یکدیگر)، فلوکولاسیون[3] (به هم چسبیدن قطرات و تجمع آن‌ها) و خامه‌ای شدن در آن رخ ندهد. پدیده خامه‌ای شدن، در نمونه‌های مایونز پرچرب که حاوی مقادیر بالای روغن (۸۰ درصد) است، کمتر اتفاق می‌افتد، به این دلیل که قطرات روغن به شدت با یکدیگر تماس داشته و اصطکاک حاصل بین آن‌ها مانع از خامه‌ای شدن می‌گردد. در حالی که در نمونه‌های با میزان چربی پایین (نمونه‌های مایونز کم چرب) این پدیده معمول‌تر است ولی می‌توان با افزودن عوامل قوام‌دهنده و جایگزین‌های چربی مناسب نظیر هیدروکلوئیدها، از رُخ دادن این پدیده جلوگیری کرد (۲۵).

نتایج این تحقیق نشان داد که همه نمونه‌های سس مایونز در تمامی روزهای مورد مطالعه از لحاظ پایداری کل، در وضعیت مناسبی بودند و استفاده از روغن‌های آفتاب‌گردان

[1] Coalescence
[2] Coalescence
[3] Flucculation

و کلزا اثر نامطلوبی بر پایداری امولسیون سس مایونز کم چرب نداشت (جدول ۲)، زیرا پایداری کل سس مایونز کم چرب، بیشتر تحت‌تأثیر اجزای فرمولاسیون نظیر صمغ‌های مورد استفاده و پودر خردل قرار دارد. هیدروکلوئیدها، قدرت جذب آب بالایی داشته و سبب پایداری امولسیون می‌شوند. پودر خردل نیز باعث ایجاد پایداری در امولسیون‌ها مخصوصاً امولسیون سس مایونز می‌شود (۲۶-۲۷-۲۸). از آنجایی که اجزای تأثیرگذار بر پایداری کلی امولسیون در تمام نمونه‌های سس مایونز مورد بررسی در این تحقیق در میزان مشابه بودند، همه نمونه‌ها پایداری مطلوبی داشتند.

در تحقیقات انجام شده اثر سطوح مختلف روغن پسته در سس مایونز مورد بررسی قرار گرفته مشاهده گردید که در نمونه‌های حاوی ۲۰-۱۰ درصد روغن، پایداری فیزیکی امولسیون در وضعیت نسبتا خوبی قرار داشت (۱۷). در بررسی صورت گرفته توسط سایر محققین اثر روغن زیتون بر خواص کیفی سس مایونز کم چرب مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج حاصل بیان کرد که نمونه‌های حاوی روغن زیتون بکر از پایداری فیزیکی و حرارتی بالایی برخودار بودند (۲۹).

جدول ۳- پایداری امولسیون نمونه‌های مختلف سس مایونز کم چرب طی زمان نگهداری ۶ ماهه

تیمار	روز تولید	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	ماه ششم
A	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب
A_1	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب
A_2	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب
A_3	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب
A_4	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب
A_5	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب
A_6	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب

* A: شاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر سه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۱۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۱۵٪ کانولا

اندیس پراکسید

اکسیداسیون لیپید توسط واکنش‌های صورت گرفته در سطوح قطرات امولسیون روغن در آب تسریع می‌یابد. به منظور ارزیابی سرعت اولیه واکنش اکسیداسیون، هیدروپراکسیدها اندازه‌گیری می‌شوند، زیرا این ترکیبات به طور کلی به عنوان محصولات اولیه تولید شده توسط اکسیداسیون شناخته می‌شوند (۳۰). سس مایونز دارای دو فاز آبی و روغنی است و این سطح به لحاظ اکسایش پیچیده‌تر از روغن ساده می‌باشد.

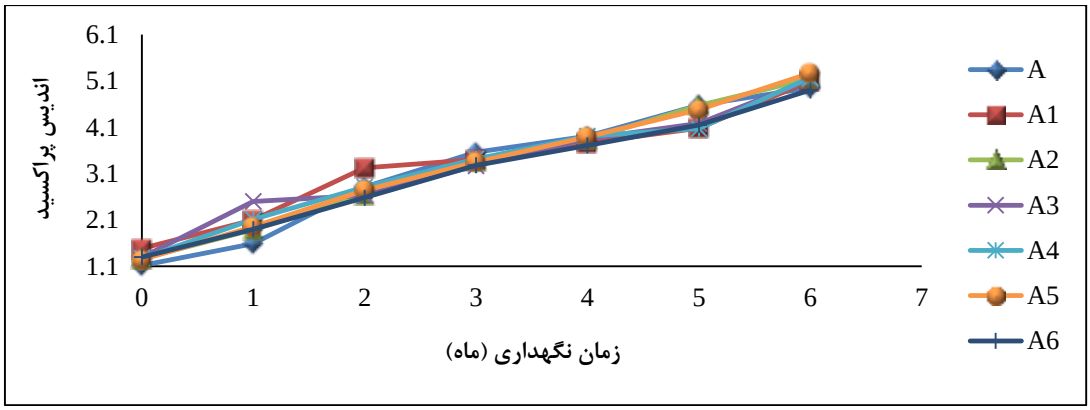
نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نوع روغن اثر معنی‌داری بر میزان اندیس پراکسید سس مایونز کم چرب داشت ($p<0.05$)، به‌طوری که بیشترین میزان اندیس پراکسید مربوط به نمونه حاوی ۳۰ درصد آفتاب‌گردان (A_1)، نمونه حاوی ۱۵ درصد روغن آفتاب‌گردان (A_5) و نمونه حاوی مخلوط برابر روغن‌ها (A_3) بود و نمونه حاوی ۱۵ درصد کلزا (A_6) کمترین میزان این شاخص اکسیداسیون را داشت. در طی زمان نگهداری، میزان اندیس پراکسید همه نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$). افزایش این اندیس در طی دوره نگهداری در ارتباط با سرعت بیشتر

تولید هیدروپراکسیدها نسبت به سرعت تجزیه این ترکیبات می‌باشد (شکل ۵).

ترکیب اسیدهای چرب، یکی از عوامل مؤثر بر اکسیداسیون روغن‌ها می‌باشد. روغن‌های حاوی مقادیر بیشتر اسیدهای چرب غیراشباع (اندیس یدی بالاتر)، بسیار سریع‌تر از سایر روغن‌ها اکسیده می‌شوند (۳۱). با افزایش میزان غیراشباعیت، سرعت تشکیل ترکیبات حاصل از اکسیداسیون افزایش می‌یابد (۳۲). از دیگر عوامل مؤثر بر میزان پایداری اکسیداسیونی روغن‌ها و محصولات حاوی روغن، میزان و نوع فلزات موجود در آن‌ها می‌باشد. فلزات قادرند میزان انرژی لازم را برای شروع واکنش اتواکسیداسیون کاهش دهند و با تأثیر بر ساختمان لیپیدها منجر به تولید رادیکال‌های آزاد گردند (۳۳). در میان فلزات، آهن به عنوان یک کاتالیزور بسیار مؤثر در شروع واکنش‌های منجر به تولید رادیکال‌های آزاد در طی اکسیداسیون روغن‌ها می‌شود، شناخته شده است (۳۴). بر طبق استاندارد ایران، محتوای آهن روغن آفتاب‌گردان (حداکثر ۱/۵ mg/kg) نسبت به روغن‌های سویا و کلزا (هر دو حداکثر ۱ mg/kg) بیشتر می‌باشد، که این خود می‌تواند بر میزان اکسیداسیون در این روغن اثر گذارد.

مطابق تحقیقات انجام شده مشخص شده است که روغن‌های حاوی اسیدهای چرب غیراشباع بالا نظیر سویا و آفتاب‌گردان، در محیط دور از نور، پایداری اکسیداتیو کمتری نسبت به روغن کلزا داشتند (۳۵). در تحقیق صورت گرفته مشخص شده است که بیشترین میزان اندیس پراکسید مربوط به نمونه‌های سس مایونز حاوی روغن‌های پالم و زیتون بود و نمونه حاوی روغن خردل و پس از آن روغن سویا کمترین میزان اندیس پراکسید را داشتند (۱۸). در تحقیقی اثر ۴ نوع روغن آفتاب‌گردان، سویا، ذرت و کلزا بر اندیس پراکسید سس مایونز مورد بررسی قرار گرفته و مشاهده شده است که بیشترین میزان این اندیس مربوط به نمونه حاوی روغن آفتاب‌گردان و پس از آن نمونه حاوی روغن سویا بود و نمونه‌های حاوی روغن کلزا و روغن ذرت کمترین میزان اندیس پراکسید را داشتند (۲۴). در طی زمان نگهداری یک ماهه، میزان اندیس پراکسید همه نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت.

نتایج حاصل از سایر تحقیقات به طور موافق نشان دادند که استفاده از ترکیب روغن بزرک و روغن اشباع حاوی تری‌گلیسریدهای با زنجیره متوسط، سبب کاهش میزان اندیس پراکسید در سس مایونز گردید. آن‌ها بیان نمودند که مخلوط این دو نوع روغن، اثر قابل‌توجهی بر سرعت واکنش اکسیداسیون در مایونز داشت (۳۶).



شکل ۵ - تغییرات میانگین مقادیر اندیس پراکسید نمونه‌های مختلف سس مایونز کم چرب طی زمان نگهداری ۶ ماهه

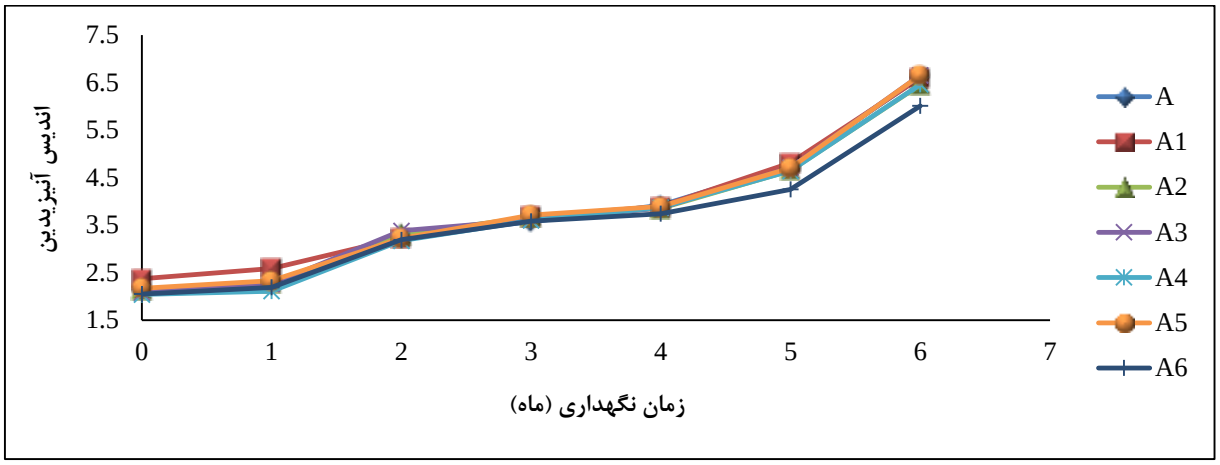
* A: شاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر سه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۱۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۱۵٪ کانولا

اندیس آنیزیدین

پراکسیدها در روغن اکسید شده، واسطهای ناپایداری هستند که به کربونیل‌های مختلف و سایر ترکیبات تجزیه می‌شوند. محصولات اولیه اکسیداسیون بی‌رنگ و بدون طعم هستند، در حالی که محصولات ثانویه اکسیداسیون در مواد غذایی ایجاد بو می‌کنند. جهت ارزیابی مرحله آخر اکسیداسیون در سس مایونز، اندازه‌گیری اندیس آنیزیدین توصیه می‌شود. در این تحقیق، از اندیس آنیزیدین جهت بررسی سطوح آلدئیدها، مخصوصا ۲- آلکنال ها و ۴،۲- آلکادی‌ِنال‌های موجود در سس مایونز کم چرب استفاده گردید (۳۷).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از روغن‌های مختلف (سویا، آفتاب‌گردان و کلزا) اثر معنی‌داری بر اندیس آنیزیدین سس مایونز کم چرب داشت ($p<0.05$). بیشترین میزان اندیس آنیزیدین مربوط به نمونه تهیه شده با روغن آفتاب‌گردان (A_1) بود و نمونه (A_6) ۱۵ درصد روغن کانولا کمترین میزان این اندیس را داشت (شکل ۶). بیشتر بودن میزان اندیس آنیزیدین نمونه حاوی روغن آفتاب‌گردان نسبت به سایر نمونه‌ها، احتمالاً در ارتباط با بالاتر بودن میزان اولیه اندیس‌های پراکسید و آنیزیدین این نوع روغن نسبت به دو نوع روغن دیگر می‌باشد. در طی دوره نگهداری، در اثر شکست هیدروپراکسیدها و افزایش تولید ترکیبات ثانویه اکسیداسیون، میزان اندیس آنیزیدین همه نمونه‌های سس مایونز به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$)، زیرا محصولات اولیه اکسیداسیون لیپیدها (هیدروپراکسیدها) ناپایدار بوده و شکسته می‌شوند و منجر به تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر آلدئیدها، کتون‌ها و الکل‌ها می‌گردند. در طی دوره نگهداری نیز با شکست بیشتر هیدروپراکسیدها، میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به تدریج افزایش می‌یابد و از آنجایی که اندیس آنیزیدین، شاخصی است که محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی‌ها را اندازه‌گیری می‌نماید، در اثر افزایش میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون، میزان اندیس آنیزیدین نیز افزایش پیدا می‌کند (۳۷).

نتایج حاصل از بررسی اثر مخلوط روغن‌های گردو و آفتاب‌گردان بر سس مایونز بیان کردند که بیشترین میزان اندیس آنیزیدین مربوط به روغن گردو بود و روغن آفتاب‌گردان و به دنبال آن مخلوط دو روغن کمترین میزان اندیس آنیزیدین را داشتند (۱۱). آن‌ها مطابق با نتایج پژوهش حاضر مشاهده کردند که مخلوط روغن‌ها می‌تواند سبب کاهش اندیس آنیزیدین نمونه‌های تولیدی گردد. در طی زمان نگهداری ۴ ماهه، میزان اندیس آنیزیدین در کلیه نمونه‌های مایونز افزایش یافت، که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی داشت. تحقیقات انجام شده در خصوص بررسی میزان آنیزیدین در مایونزهای تهیه شده با روغن‌های ماهی، سویا و ذرت بیان کردند که مایونز تهیه شده با روغن ماهی به دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباعی، بیشترین میزان آنیزیدین و مایونز تهیه شده با روغن سویا کمترین میزان آنیزیدین را از خود نشا ن داد (۳۸). مطابق با نتایج پژوهش حاضر بیان کردند که در طی زمان نگهداری سس مایونز، میزان اندیس آنیزیدین افزایش می‌یابد.



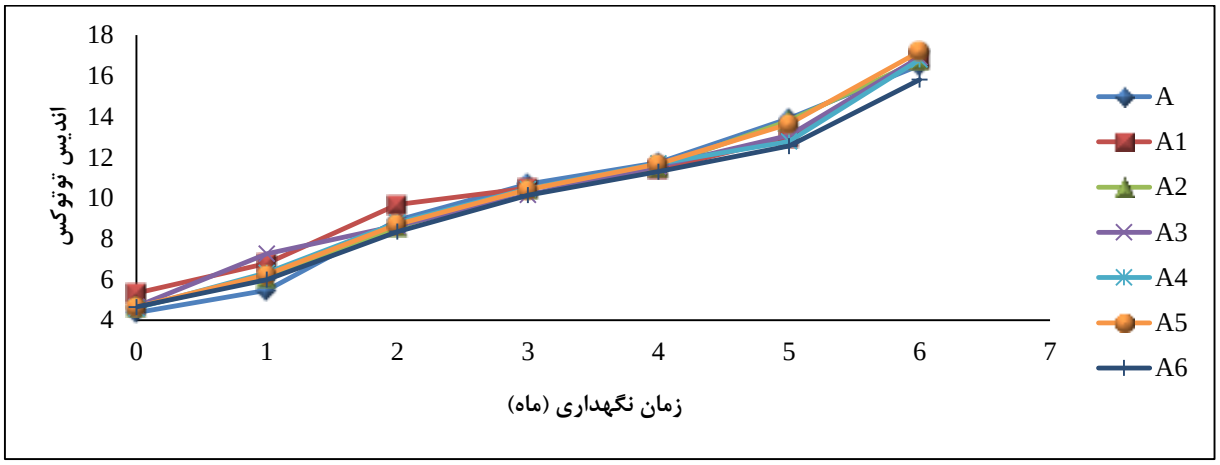
شکل ۶- تغییرات میانگین مقادیر اندیس آنیزیدین نمونه‌های سس مایونز کم چرب طی زمان نگهداری ۶ ماهه

* A: شاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر سه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۱۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۱۵٪ کانولا

اندیس توتوکس

استفاده از اندیس پراکسید و اندیس آنیزیدین توأم با هم سبب فراهم‌سازی دید جامعی در مورد فرآیند اکسیداسیون در روغن‌ها و چربی‌ها می‌گردد، که به عنوان اندیس توتوکس محاسبه می‌شود و برای پیش‌بینی ریاضی ثبات اکسیداتیو به کار می‌رود. از اندیس توتوکس به عنوان یک شناساگر برای ارزیابی ثبات کلی اکسیداتیو استفاده می‌شود و در ارتباط با توسعه تجزیه روغن است (۳۹).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از روغن‌های مختلف (سویا، آفتاب‌گردان و کلزا) اثر معنی‌داری بر اندیس توتوکس سس مایونز کم چرب داشت ($p<0.05$). بیشترین میزان اندیس توتوکس مربوط به نمونه تهیه شده با روغن آفتاب‌گردان (A_1) بود و نمونه (A_6) ۱۵ درصد روغن کانولا، کمترین میزان این شاخص اکسیداسیون را داشت (شکل ۷). بیشتر بودن میزان اندیس توتوکس نمونه حاوی روغن آفتاب‌گردان نسبت به سایر نمونه‌ها، در ارتباط با بالاتر بودن میزان اندیس آنیزیدین و اندیس پراکسید این نوع روغن نسبت به دو نوع روغن دیگر می‌باشد. در طی دوره نگهداری، در اثر افزایش محصولات اولیه (اندیس پراکسید) و ثانویه (اندیس آنیزیدین)، میزان اندیس توتوکس همه نمونه‌های سس مایونز به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$).



شکل ۷- تغییرات میانگین مقادیر اندیس توتوکس نمونه‌های سس مایونز کم چرب طی زمان نگهداری ۶ ماهه

* A: شاهد؛ A_1: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن آفتاب‌گردان؛ A_2: نمونه حاوی ۳۰٪ روغن کانولا؛ A_3: نمونه حاوی ترکیب برابر سه روغن؛ A_4: نمونه حاوی ۱۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_5: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۱۵٪ آفتاب‌گردان + ۷/۵٪ کانولا؛ A_6: نمونه حاوی ۷/۵٪ سویا + ۷/۵٪ آفتاب‌گردان + ۱۵٪ کانولا

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نوع روغن مورد استفاده جهت آماده‌سازی سس مایونز کم چرب اثر معنی‌داری بر طعم و بو نمونه‌های تولیدی نداشت ($p>0.05$) و تنها اثر زمان نگهداری از لحاظ آماری معنی‌دار گزارش شد ($p<0.05$). در اکثر نمونه‌ها در طی برخی از دوره‌های نگهداری، امتیاز طعم و بو کاهش یافت. عدم تأثیر معنی‌دار نوع روغن‌های مورد استفاده بر طعم و بوی سس مایونز تولید شده در این پژوهش، احتمالاً به دلیل کم چرب بودن محصول مورد نظر می‌باشد. نوع روغن مورد استفاده تنها بر رنگ سس مایونز اثر معنی‌داری داشت، به طوری که بیشترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه شاهد و نمونه A_4 بود و نمونه A_1 (به دلیل زردتر بودن رنگ روغن آفتاب‌گردان نسبت به دو روغن دیگر) کمترین امتیاز را داشت، با این حال، کلیه نمونه‌های مورد بررسی از لحاظ رنگ در حد قابل قبول بودند. نوع روغن مصرفی و زمان نگهداری از لحاظ آماری اثر معنی‌داری بر بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی سس مایونز کم چرب نداشت ($p>0.05$) و همه نمونه‌ها قابل پذیرش بودند. از آن جایی که سس مایونز تولید شده در پژوهش حاضر از نوع کم چرب بود، بافت و احساس دهانی آن بیشتر مربوط به وجود صمغ‌ها در فرمولاسیون آن می‌شد (جدول ۳).

نتایج حاصل از تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که نمونه‌های سس مایونز حاوی روغن پسته در مقایسه با روغن آفتاب‌گردان امتیاز حسی بالاتری داشتند (۱۷). بر اساس یافته‌های سایر تحقیقات سس مایونز حاوی روغن هسته خرما پذیرش حسی بالاتری نسبت به مایونز تهیه شده با روغن ذرت داشته است (۴۰). سایر محققین مشاهده کردند که نمونه مایونز تهیه شده با ۶۵ درصد روغن بادام زمینی و سویا نسبت به نمونه تهیه شده با ۷۸ درصد روغن بادام زمینی و سویا، دارای امتیاز حسی بالاتری بوده است (۱۱).

جدول ۴- امتیاز پارامترهای حسی مختلف در پایان دوره نگهداری

تیمار	طعم	بافت	رنگ	بو	احساس دهانی	پذیرش کلی
A	۴/۸۰± ۰/۰۱^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۱^{a}	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۱^{a}	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۳^{a}
A_1	۴/۹۰± ۰/۰۲^{a}	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۴/۲۰± ۰/۰۲^{e}	۴/۹۰± ۰/۰۱^{a}	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۲^{a}
A_2	۴/۷۰± ۰/۰۱^{b}	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۴/۴۰± ۰/۰۳^{d}	۴/۷۰± ۰/۰۲^{b}	۴/۸۰± ۰/۰۲^{b}	۴/۷۰± ۰/۰۲^{b}
A_3	۴/۸۰± ۰/۰۱^{a}	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۴/۷۰± ۰/۰۱^{bc}	۴/۸۰± ۰/۰۲^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۱^{ab}	۴/۸۰± ۰/۰۳^{a}
A_4	۴/۸۰± ۰/۰۱^{a}	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۴/۸۰± ۰/۰۲^{b}	۴/۸۰± ۰/۰۲^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۲^{ab}	۴/۹۰± ۰/۰۱^{a}
A_5	۴/۹۰± ۰/۰۲^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۲^{a}	۴/۵۰± ۰/۰۱^{cd}	۴/۹۰± ۰/۰۱^{a}	۴/۹۰± ۰/۰۲^{ab}	۴/۸۰± ۰/۰۱^{a}
A_6	۴/۷۰± ۰/۰۲^{b}	۴/۹۰± ۰/۰۲^{a}	۴/۷۰± ۰/۰۲^{bc}	۴/۷۰± ۰/۰۱^{b}	۴/۸۰± ۰/۰۱^{b}	۴/۸۰± ۰/۰۲^{a}

* حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر به دلیل شیوع بیماری‌های نظیر دیابت و چاقی تمایل مصرف‌کنندگان به سمت محصولات رژیمی بیشتر شده است. این محصولات می‌توانند میزان انرژی و کالری دریافتی بدن را تا حدی کاهش دهند به همین خاطر در این پژوهش تولید سس مایونز کم چرب برپایه سه روغن سویا، آفتاب‌گردان و کلزا و بررسی اثر آن‌ها روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی محصول در طی دوره نگهداری ۶ ماهه در دمای ۱۰ درجه سلسیوس انجام گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از مخلوط روغن‌های سویا، آفتاب‌گردان و کلزا در سطوح مختلف ۷,۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰ درصد سبب بهبود پایداری اکسیداتیو و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حسی در نمونه‌ها شد. به طور کلی نمونه‌های حاصله از مخلوط روغن‌ها در مقایسه با نمونه‌هایی که از یک روغن به تنهایی استفاده شده بود امتیازات بهتری را کسب کردند و در نهایت نمونه (A6) با ۱۵ درصد روغن کانولا و ۷,۵ درصد روغن آفتاب‌گردان و سویا بهترین نمونه بود.

Refrences

1- Rodríguez-García J, Puig A, Salvador A, Hernando I. Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: structure, physicochemical, and sensory properties. Journal of food science. 2012; 77(2): C189-C197.

2- Jonnalagadda S.S, Jones J.M, Black J.D. Position of the American Dietetic association: fat replacers. Journal of the American Dietetic Association. 2005; 105(2): 266-275.

3- Cristina Ferrero. Hydrocolloids in wheat bread making: A concise review, Food Hydrocolloids. 2017; 18:15-22.

4- Mahesar S.A, S.T.H. Sherazi Abdul Rauf Khaskheli b, Aftab A, Kandhroc and Siraj uddina. Analytical approaches for the assessment of free fatty acids in oils and fats, Journal of Analytical Methods. 2014; 6(14): 1-29.

5- Gaikwad MP, Syed HM, Shinde DD. To study the physico chemical properties of flavoured mayonnaise, *Journal of* Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017; 6 (5): 6-9.

6- Waraho T, McClements D.J, Decker E.A. Mechanisms of lipid oxidation in food disper-

sions. Trends in Food Science & Technology. 2017; *22*(1): 3-13.

7- Gorji S.G, Smyth H.E, Sharma M, Fitzgerald M. Lipid oxidation in mayonnaise and the role of natural antioxidants: A review. Trends in Food Science & Technology.2015; 56: 88-102.

8- Adeli milani M, Mizani M, Gavami M. Effects of yellow mustard powder on microbial population, pH and organoleptic properties of mayonnaise. Iranian J Nutr Sci Food Technol. 2010; 5(2): 35-44.

9- Iran National Standards Organization, Mayonnaise and Salad dressing Specifications and test methods. 1393; 2454.

10- Iran National Standards Organization, Animal and vegetable fats and oils-Determination of peroxide value-Iodometric (visual) endpoint determination. 1387; 4179.

11- Kwon H, Ko J.H, Shin H.S. Evaluation of antioxidant activity and oxidative stability of spice-added mayonnaise. Food Science and Biotechnology.2015; 24(4): 1285-1292.

12- Ghazaei S, Mizani M, Piravi-Vanak Z, Alimi M. Particle size and cholesterol content of a mayonnaise formulated by OSA-modified potato starch. Food Science and Technology (Campinas). 2015; 35(1): 150-156.

13- Chirife-g Vigo, M.S. Water activity of chemical composition of mayonnaise. Journal of Food Science.2001; 54(6): 1658-1659.

14- Amiri A, Alami S, Sadeghi M, Mahootak A.R, Jaafari S.M. Effect of hull-less barley beta-glucan as a fat mimetic on physicochemical, textural and sensory properties of low fat mayonnaise. Journal of Food Research. 1391; 22(2): 141-154.

15- Chukwu O. Sadiq Y. Storage Stability of Groundnut Oil and Soya Oil-Based Mayonnaise. Journal of Food Technology. 2009; 6(5): 217-220.

16- Amin M.H.M, Elbeltagy A.E, Mustafa M, Khalil A.H. Development of low fat mayonnaise containing different types and levels of hydrocolloid gum: Sensory optimization of low fat mayonnaise (different oils and gums). Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. 2014; 20(1): 54-63.

17- Mashayekhi H. 1394.Evaluation of adding Pistachio Oil on mayonnaise formulation, Master thesis, Azad University Sabzevar Branch.

18- Palma A. 2003. Effects of different oils on quality and shelf life of low-fat mayonnaise. Master of Science (MS) in Food Technology. Department of Food technology and Industries Bangladesh Agriculture University Mymensingh.

19- Karas R, Skvarc M, Zlender B. Sensory quality of standard and light mayonnaise during storage. Food Technology and Biotechnology. 2002; 40: 119-127.

20- Ibrahim M.S, Rasool G, Hussain S, Alam Z. Effect of Corn Oil on the Quality Characteristics of Mayonnaise. Pakistan Journal of Nutrition.2013;12(9): 860-864.

21- Rasooli G, Hussain S, Alam Z, Ibrahim M.S. The Effect of Corn Oil on the Quality Characteristics of Mayonnaise. American Journal of Food Science and Technology. 2013;1(3): 45-49.

22- Cavella S, Di Monaco R, Torrieri E, Masi P. Structure of a new functional walnut oil-enriched mayonnaise. Icheap-9: 9th International Conference on Chemical and Progress Engineering, pts 1-3. Chemical Engineering Transactions. 2009;17: 879-884.

23- Malassagne-Bulgarelli N, McGrath K.M. Dynamics of oil transfer in oilin-water emulsions. Soft Matterial. 2009; 5: 4804-4813.

24- Saberi N, Mohammadifar M. Effect of the type of oil on Viscoelastic properties of mayonnaise sauce. Food Technology & Nutrition. 2012; 9(2): 5-16.

25- Shahidi F. Handbook of Antioxidants for Food Preservation.2015; 350.

26- Maghsoudi S. Sauces Technology, Tehran, Marz-e-Danesh. 1384.

27- Fatemi H. Food Chemistry, Tehran, Enteshar, 1381.

28- Torabizadeh H. Food emulsions and emulsifiers, Tehran, Ayiej. 1381.

29- Sadeghi H. Application of Olive oil and isolated soya on formulation of low fat mayonnaise sauce, Master thesis, Gorgan University, Food Science Faculty. 1392.

30- Ramona Khanum, Haema Thevanayagam. Lipid peroxidation: Its effects on the formulation and use of pharmaceutical emulsions. Asian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017; 12(5): 401-411.

31- Qian Ying. Paulina Wojciechowska, Aleksander Siger, Anna Kaczmarek, Magdalena Rudzińska. Phytochemical content, oxidative stability, and nutritional properties of unconventional cold-pressed edible oils Journal of Food and Nutrition Research.2018; 6(7): 476-485.

32- Polvillo M, Marquez-Ruiz G, Dobarganes M. Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. Journal of the American Oil Chemists' Society. 2004; 81: 577-583.

33- Laguerre M, Lecomte J, Villeneuve P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Progress in Lipid Research. 2007;46(5):244-282.

34- Usha Thiyam-Holländer N.A. Michael Eskin, Bertrand Matthäus. Canola and Rapeseed Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology. First edition. Published by CRC Press. 2012;355.

35- Tan C, Cheman Y, Selamat J, Yusoff M. Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods. Journal of Food Chemistry. 2002; 76: 385-389.

36- Raudsepp P, Brüggemann D.A., Lenferink A, Otto C, Andersen M.L., Oxidative stabilization of mixed mayonnaises made with linseed oil and saturated mediumchain trig-

lyceride oil. Food Chemistry. 2014; 152: 378-385.

37- Shahidi F, Wanasundara U.N., Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils. Food lipids: Chemistry, nutrition and biotechnology. 2002; 387-403.

38- Kishk Y.F.M., Elsheshetawy H.E. Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. Annals of Agricultural Science. 2013; 58(2): 213-220.

39- De Abreu D.A.P., Losada P.P., Maroto J, Cruz J.M. Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (Salmosalar L.). Food Research International. 2010; 43: 1277-1282.

40- Basuny A.M.M., Al-Marzooq M.A. Production of mayonnaise from date pit oil. Food and Nutrition Sciences. 2011; 2: 938-943.

Vol.2/No.3/Winter 2023/Pages 57-75 https://www.qafj.iauk.ac.ir

Effect of a Mix Soybean Oil, Sunflower Oil and Canola Oil on Oxidative Stabilization and Organoleptic Properties of Low-Fat Mayonnaise

Mozhgan Balali[1], Alireza Rahman[*2], Maryam Fahimdanesh[3]

1- M.S., Department of Food Science & Technology, Islamic Azad University, Shahr-e-Qods Branch, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Food Science & Technology, Islamic Azad University, Shahr-e-Qods Branch, Tehran, Iran

3- Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Islamic Azad University, Shahr-e-Qods Branch, Tehran, Iran

* Corresponding Author: alireza_rahman@yahoo.com

Received: 28/11/2022, Accepted: 20/2/2023

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of various edible oils (soybean, sunflower and canola) at %30 weight using a separate and combination of oils in seven samples on the quality and oxidative degradtaion of low-fat mayonnaise during a pediod of 6 months at a temperature of 10 degree Celicus under controlled conditions. the results showed that the pH and acidity of all samples were in the range of 3.04-3.16% and 0.932-1.019%, respectively. During the maintenance period, the pH and viscosity of the mayonnaise samples decreased gradually, while acidity increased. The samples containing %15 sunflower (A_5) and the equal mixture of oils (A_3) of %10 each, had the highest viscosity. All samples had a perfect emulsion stability during maintenance. Combination of different oils influnced the oxidation indices of low-fat mayonnaise significantly so that the lowest oxidation index was related to the sample containing %15 canola oil (A_6). Throughoput the time, the amount of peroxide, anisidine and totox of all studied samples decreased sifnificantly. the results of sensory evaluation showed that oil type did not have a significant effect on taste, texture, sense of mouth, smell and general acceptance of low-fat mayonnaise. The lowest taste rate was for the sample containing %30 canola oil or all canola(A_2), followed by a %15 canola oil sample (A_6). However, all the mayonnaise samples were acceptable in terms of sensory characteristics. finaaly, according to the obtained results, the sample of %15 canola oil (A_6) was considered as an optimal sample.

Keywords: Low-Fat Mayonnaise, Oil Mixture, Oxidative Stability, Sensory Evaluation, Viscosity