مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۰-۱

تأثیر عوامل مختلف روی پایداری اکسایشی دوغ غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا ۳

فاطمه شیخ‌شعاعی[۱]، سلیمان عباسی[۲]، محمدعلی سحری[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیکی: sabbasifood@modares.ac.ir
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: فراورده‌های لبنی به عنوان غذاهای سالم شناخته می‌شوند، ولی مقدار اندک اسیدهای چرب چند غیراشباعی در این فراورده‌ها سبب شده است تا غنی‌سازی این فراورده‌ها با اسیدهای چرب چند غیراشباعی مورد توجه قرار گیرد. چالش اصلی افزودن این اسیدهای چرب به امولسیون‌های لبنی، استعداد زیاد آن‌ها نسبت به اکسایش و تند شدن است. در پژوهش حاضر، امکان استفاده از اسیدهای چرب چندغیراشباعی امگا ۳ برای تولید دوغ غنی‌شده به عنوان یک فراورده‌ی لبنی فراسودمند و هم‌چنین تأثیر عوامل مختلف روی پایداری فیزیکی و میزان پراکسید دوغ غنی شده در فواصل منظم در طول نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: برای تهیه‌ی دوغ غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا ۳ از ماست، آب، نمک، فاز محلول صمغ کتیرا و روغن خام کلزا، روغن خام سویا و روغن ماهی استفاده شد. دوغ غنی‌شده به دو روش همگن‌سازی (مخلوط ماست و روغن یا مخلوط دوغ) با امواج فراصوت در شدت‌ها و زمان‌های متفاوت انجام شد تا شدت و مدت بهینه معلوم شود. هم‌چنین، تأثیر عوامل مختلف روی پایداری فیزیکی و میزان پراکسید دوغ غنی شده در فواصل منظم در طول ۳۵ روز نگهداری در شرایط دمایی مختلف (۵ و ۲۲ درجه سانتی‌گراد) ارزیابی شد.

یافته‌ها: روش آماده‌سازی دوغ غنی‌شده تأثیر قابل توجهی روی میزان همگن شدن و پایداری فیزیکی نشان داد. روند تغییر میزان پراکسید در همه‌ی نمونه‌ها در طول مدت نگهداری افزایشی بود، ولی نمونه‌ها طی نگهداری از لحاظ فیزیکی پایداری خوبی داشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد که امواج فراصوت قادر به همگن‌سازی و پایدارسازی دوغ غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا ۳ است و در شرایط بهینه، تأثیر نامطلوبی روی افزایش میزان پراکسید طی نگهداری در شرایط یخچالی ندارد.

واژگان کلیدی: غنی‌سازی، اسیدهای چرب امگا ۳، امواج فراصوت، دوغ، پایداری

• مقدمه

تقاضای مصرف‌کنندگان در زمینه‌ی تولید مواد غذایی در دهه‌های گذشته به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر کرده است. مصرف‌کنندگان بیشتر به غذاهایی علاقه دارند که به طور مستقیم به سلامتی آن‌ها کمک کنند. امروزه، نقش غذاها علاوه بر رفع گرسنگی و تأمین مواد مغذی ضروری، پیشگیری از بیماری‌های وابسته به تغذیه، بهبود وضعیت سلامت و شادابی فیزیکی و ذهنی مصرف‌کننده نیز هست. در این خصوص، غذاهای فراسودمند نقش مهمی ایفا می‌کنند (۱). در اروپا و آمریکا، غذاهای فراسودمند حاوی امگا ۳ فراورده‌های غذایی هستند که تولید آن‌ها به سرعت در حال افزایش است (۲).

اسیدهای چرب امگا ۳ گروهی از اسیدهای چرب هستند که اولین پیوند دوگانه آن‌ها در موقعیت ۳ از انتهای متیل قرار دارد. اثرات سلامتی‌بخش اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا ۳ به ویژه بلندزنجیرهای ایکوزاپنتاانوئیک-اسید EPA (Eicosapentaenoic acid) و دوکوزاهگزاانوئیک-اسید DHA (Docosahexaenoic acid) به اثبات رسیده است (۳). پژوهش‌های گوناگون، اثرات سودمند مصرف اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا ۳ را در رشد و نمو سلسله اعصاب و بینایی و جلوگیری از بیماری‌های قلبی، فشارخون بالا، سرطان، دیابت، تورم مثانه، تنگی نفس، ورم مفاصل، افسردگی، جنون جوانی و اختلال حواس نشان داده‌اند (۴).

منبع اصلی اسیدهای چرب چند غیراشباعی در رژیم غذایی انسان، روغن ماهی و فراورده‌های دریایی است و از آن‌جای که شکاف بزرگی بین مصرف واقعی ماهی روغنی و

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

دریافت اسیدهای چرب امگا ۳ نسبت به مقدار توصیه شده از سوی کمیته‌های تخصصی وجود دارد، متخصصان تغذیه اغلب پیشنهاد می‌کنند که باید مصرف اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا ۳ افزایش یابد (۳). *انجمن بین‌المللی مطالعه‌ی اسیدهای چرب و چربی‌ها ISSFAL (International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids)* پیشنهاد کرده است که هر فرد بالغ باید روزانه ۰/۶۵ گرم DHA به علاوه‌ی EPA (به صورت حداقل ۰/۲۲گرم هر روز به ازای هر کدام) دریافت کند (۵).

اگرچه در سال‌های اخیر، افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان از اثرات سلامت‌بخش روغن ماهی و ماهی به افزایش مصرف کپسول‌های روغن ماهی به شکل مکمل‌های غذایی و دارویی منجر شده است، ولی به نظر می‌رسد که یک راه مطمئن برای افزایش دریافت EPA و DHA افزودن این نوع اسیدهای چرب به محصولات غذایی باشد (۶). مناسب‌ترین غذاها برای افزودن اسیدهای چرب چند غیراشباعی آن غذا-هایی هستند که مصرف گسترده‌ای دارند و فقط مدت زمان کوتاهی در دمای پایین در بسته‌بندی‌های بدون نفوذپذیری به هوا و نور نگهداری می‌شوند؛ فراورده‌های لبنی مثال خوبی برای این نوع غذاها هستند (۵). چالش مهم افزودن اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا ۳ به امولسیون‌های لبنی، استعداد زیاد این نوع اسیدهای چرب به اکسایش و تند شدن است. زیرا در اثر این واکنش‌ها کیفیت، مدت ماندگاری امولسیون و ارزش تغذیه‌ای آن‌ها کاهش می‌یابد و طعم نامطبوعی هم تولید می‌شود (۷).

اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا ۳ اصولاً بدون مزه هستند، ولی در اثر اکسایش، محصولات غنی شده طعم نامطبوعی پیدا می‌کنند. آستانه‌ی طعمی برای این ترکیبات فرّار، بسیار پایین است و در غلظت‌های بسیار پایین (در حد ppb و ppt) قابل تشخیص هستند (۴). در ضمن، تشکیل رادیکال‌های آزاد فعال (واکنش‌پذیر) در طول فرایند اکسایش افزایش ابتلا به بیماری‌های قلبی‌عروقی را به دنبال دارد (۶).

در رژیم غذایی بسیاری از مردم کشورهای توسعه‌یافته، فراورده‌های لبنی منبع مهمی برای تأمین مواد مغذی به شمار می‌آیند، ولی مقدار اندک اسیدهای چرب چند غیراشباعی در این فراورده‌ها سبب شده است تا غنی‌سازی فراورده‌های لبنی با اسیدهای چرب چند غیراشباعی بلندزنجیر با افزودن روغن ماهی مورد توجه قرار گیرد (۸، ۵). در پژوهش حاضر، امکان استفاده از اسیدهای چرب چندغیراشباعی و فراصوت برای تولید دوغ غنی شده به عنوان یک فراورده‌ی لبنی فراسودمند بررسی شد. در این پژوهش به منظور همگن‌سازی از امواج فراصوت استفاده شد. دوغ نوعی نوشیدنی اسیدی شیر و یکی از نوشیدنی‌های سنتی ایرانیان و برخی کشورهای خاورمیانه است. با توجه به اطلاعات نگارندگان، تاکنون سند علمی در خصوص غنی‌سازی این فراورده با اسیدهای چرب امگا ۳ و ارزیابی تأثیر فراصوت در جهان و ایران منتشر نشده و تحقیقات بسیار محدودی درباره‌ی چگونگی تولید و سازوکار پایدارسازی آن انجام گرفته است.

• مواد و روش‌ها

مواد: برای تولید دوغ از ماست پاستوریزه‌ی ۲/۵٪ چربی (شیر و لبنیات پاستوریزه *چوپان*، تهران) استفاده شد. کتیرای نواری گونه‌ی *آستراگالوس گامیفر* (*Astragalus gummifer*) از فروشگاه‌های عطاری سنتی در سطح شهر تهران خریداری شد و پس از آسیاب کردن (آسیاب خانگی Moulinex مدل 320 ،ساخت اسپانیا) و عبور دادن از الک آزمایشگاهی (شرکت *دماوند* با شماره‌ی مش ۶۰)، پودر حاصل برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش از نمک خوراکی تصفیه شده (شرکت *گلها*، تهران)، روغن خام سویا و کلزا (کارخانه‌ی روغن‌کشی *بهپاک*، بهشهر)، روغن ماهی (شرکت *Seven Seas*، انگلستان) و اسانس نعناع (شرکت *تک عصاره*، مشهد) استفاده شد. مواد شیمیایی مورد نیاز با خلوص بالا از شرکت‌های مواد شیمیایی Merck و Aldrich خریداری شد.

روش تهیه‌ی دوغ غنی‌شده: به منظور تهیه‌ی مخلوط پایدارکننده- نمک جهت تولید دوغ، افزودن فاز محلول کتیرا و نمک طوری صورت گرفت که غلظت آن‌ها در دوغ به ترتیب ۰/۲ و ۰/۷ درصد باشد. تهیه‌ی دوغ غنی‌شده به دو روش انجام شد. در روش اول، ماست با محلول آب، نمک و پایدارکننده مخلوط شد و در ادامه، روغن به آن افزوده و با امواج فراصوت همگن شد. در روش دوم، ابتدا مخلوط روغن و ماست به وسیله‌ی امواج فراصوت همگن شد و سپس مخلوط حاصل به محلول آب، نمک و پایدارکننده اضافه و دوباره عمل همگن‌سازی با فراصوت انجام شد.

ارزیابی میزان پایداری فیزیکی نمونه‌های دوغ غنی-شده: در این مرحله، میزان دو فاز شدن دوغ و حضور یا عدم حضور روغن بر سطح دوغ غنی‌شده طی ۳۵ روز نگهداری در دمای ۵ ±۱°C در فاصله‌های زمانی مشخص بررسی و اندازه-گیری شد (۹).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

روش اندازه‌گیری میزان پراکسید نمونه‌های دوغ غنی‌شده: میزان پراکسید با روشی مرکب از دو روش *Gallaher* و همکاران (۲۰۰۵) و *Shantha* و *Decker* (۱۹۹۴) اندازه‌گیری شد. مراحل آزمون به این صورت بود که ابتدا مقدار ۱۲-۰/۳ میلی‌لیتر نمونه (بسته به میزان اکسایش) با ۱/۵ میلی‌لیتر مخلوط ایزواکتان و ۲-پروپانول (۱:۳) با سرعت بالا و به مدت ۳ دقیقه ۳ بار هم‌زده شد. سپس فاز آلی با سانتریفوژ با دور g ۲۰۳۷۹ در مدت ۱۰ دقیقه جدا شد. در ادامه، مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر از فاز حلال آلی به ۲/۸ میلی‌لیتر مخلوط متانول و ۱-بوتانول (۱:۲) اضافه شد و پس از افزودن ۵۰ میکرولیتر محلول زایلنول‌ارنج ۱۰ میلی‌مولار و ۵۰ میکرولیتر محلول آهن جذب محلول حاصل درست بعد از گذشت ۵ دقیقه از افزودن محلول آهن، در طول موج ۵۶۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتری (Scinco مدل UVS-2100 ،ساخت کره جنوبی) خوانده شد. غلظت پراکسید، با استفاده از منحنی استاندارد رسم شده به وسیله‌ی غلظت‌های مختلف کیومن‌هیدروپراکسید محاسبه شد (۱۰، ۴). برای تهیه‌ی محلول آهن، ۰/۴ گرم کلریدباریم در ۵۰ میلی‌لیتر آب حل شد و به آرامی به ۰/۵ گرم سولفات آهن ۷ آبه‌ای که در ۵۰ میلی‌لیتر آب حل شده و در حال هم خوردن بود، اضافه شد. به مخلوط حاصل ۲ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۱۰ نرمال اضافه شد و از کاغذ صافی عبور داده شد.

بررسی اثر شدت و زمان همگن‌سازی با همگن‌ساز فراصوت روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده: در این مرحله نمونه‌های دوغ با شدت‌ها و زمان‌های متفاوت همگن‌سازی با همگن‌ساز فراصوت، تولید شدند. در نهایت، بهترین شدت و زمانی انتخاب شد که می‌توان با تیمار فراصوت پایدارترین دوغ را از لحاظ خصوصیات ظاهری تهیه کرد (مدت زمان اعمال تیمار فراصوت به صورت تجربی بعد از چندین مرحله آزمون و خطا براساس ناپدید شدن روغن اضافه شده به ماست به دست آمد). نمونه‌های منتخب مورد ارزیابی شیمیایی قرار گرفتند.

بررسی اثر دمای نگهداری روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده: پایداری فیزیکی و میزان تغییرات عدد پراکسید نمونه‌های دوغ غنی‌شده طی ۳۵ روز نگهداری در دمای یخچال (۱°C± ۵) و دمای محیط (۲ °C± ۲۲) ارزیابی شد.

بررسی اثر تیمار حرارتی (پاستوریزاسیون) روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده: در این مرحله نمونه‌هایی که از لحاظ فیزیکی پایداری خوبی داشتند، تهیه شدند و پس از بسته‌بندی (در لوله آزمایش ۱۶ mm ×۱۶۰mm در آن‌ها با پارافیلم بسته شد) در دمای ۸۳°C به مدت ۱ دقیقه (در حمام آب گرم) پاستوریزه شدند. سپس تا دمای اتاق خنک شدند. پس از پوشش دادن با فویل آلومینیوم، در دمای ۱°C± ۵ به مدت ۳۵ روز نگهداری شدند و میزان تغییرات عدد پراکسید و پایداری فیزیکی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

بررسی اثر افزودن آنتی‌اکسیدان روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده: مقدار ppm ۵۰ اتیلن‌دی‌آمین‌تترااستیک‌اسید به نمونه‌های دارای پایداری فیزیکی افزوده شد. نمونه‌ها پس از بسته‌بندی در دمای ۱°C± ۵ به مدت ۳۵ روز نگهداری شدند. میزان پایداری فیزیکی و عدد پراکسید آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: برای ارزیابی آماری داده‌ها از نرم‌افزار $SPSS_{16}$ و روش ANOVA یک‌طرفه یا آزمون T و در صورت مشاهده‌ی اختلاف معنی‌دار میان نمونه‌ها از آزمون‌های دانکن یا آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

• یافته‌ها

تأثیر روش تهیه‌ی دوغ غنی‌شده بر پایداری فیزیکی آن: بررسی ظاهری دوغ‌های تهیه شده به روش اول (روغن در دوغ) نشان داد که پایدارسازی فیزیکی دوغ غنی‌شده با استفاده از غلظت ۰/۲ درصد فاز محلول کتیرا امکان‌پذیر نیست. با این که در طول مدت نگهداری، روی سطح هیچ یک از نمونه‌ها روغن مشاهده نشد، اما دو فاز شدن در همه‌ی نمونه‌ها وجود داشت. میزان دو فاز شدن در نمونه‌های مختلف (از نظر شدت و زمان اعمال فراصوت) تقریباً مشابه و در روز سی و پنجم حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد بود. نتایج حاصل از بررسی دوغ‌های تهیه شده به روش دوم (روغن در ماست) نیز نشان داد که تهیه‌ی دوغ غنی‌شده با استفاده از شدت‌ها و زمان‌های متفاوت همگن‌سازی با همگن‌ساز فراصوت، امکان‌پذیر است. دوغ‌های غنی‌شده‌ی حاصل در طول مدت نگهداری از نظر فیزیکی پایداری خوبی داشتند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

در مقایسه‌ی کلی دو روش می‌توان گفت که آماده‌سازی نمونه‌های دوغ غنی‌شده به روش روغن در ماست، سریع‌تر و با صرف انرژی کمتری نسبت به روش دیگر انجام می‌شود.

تأثیر شدت و زمان همگن‌سازی با همگن‌ساز فراصوت روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی-شده: بررسی اثر شدت‌ها و زمان‌های متفاوت همگن‌سازی با همگن‌ساز فراصوت نشان داد که تهیه‌ی دوغ غنی‌شده با استفاده از ترکیب شدت‌های متفاوت فراصوت و زمان‌های مختلف تیمار امکان‌پذیر است. به عبارت دیگر، برای همگن-سازی نمونه‌ای یکسان (مخلوط روغن و ماست) می‌توان هم از تیمار فراصوت با شدت بالا و زمان کوتاه و هم از تیمار فراصوت با شدت پایین و زمان طولانی‌تر استفاده کرد، منوط به این‌که انرژی اعمال شده به محیط در هر دو تیمار تقریباً مشابه باشد. از آن‌جا که دوغ‌های تولید شده به روش روغن در ماست با شدت‌های مختلفِ همگن‌سازی با همگن‌ساز فراصوت در طول مدت نگهداری از لحاظ فیزیکی پایداری خوبی داشتند، برای مقایسه‌ی اثر شدت‌های متفاوت همگن‌سازی روی عدد پراکسید نمونه‌ها سه شدت ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ به ترتیب به عنوان شدت‌های پایین، میانه و بالا انتخاب شدند. عدد پراکسید نمونه‌های حاصل از این شدت‌ها در فواصل معین در طول مدت نگهداری در جدول ۱ آورده شده است.

مقایسه‌ی اثر شدت‌ها و زمان‌های متفاوت همگن‌سازی با فراصوت نشان داد که اثر این تیمارها نسبت به یکدیگر تفاوت چندانی بر پایداری شیمیایی نمونه‌ها نداشت. در نمونه‌های تیمار شده با شدت‌های ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ در هر نمونه، با گذشت زمان به غیر از یک یا دو مورد که اندکی بر روند تأثیر داشت، در مجموع روند تغییر میزان پراکسید در نمونه‌ها افزایشی بود و میزان پراکسید در روز سی و پنجم نگهداری نسبت به روز صفر حدود ۳ برابر افزایش یافت، اما با وجود این روند، در مجموع افزایش میزان پراکسید قابل توجه نبود و کمتر از میزان مجاز عدد پراکسید (۵ میلی‌اکی-والان در کیلوگرم روغن) برای مصرف خوراکی بود (۱۲، ۱۱).

تأثیر دمای نگهداری روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده: همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثر دمای نگهداری روی میزان پراکسید تقریباً در تمام مدت نگهداری تأثیر معنی‌دار بود و میزان پراکسید در نمونه‌های نگهداری شده در یخچال با شیب ملایم‌تری نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط افزایش یافت، به طوری‌که عدد پراکسید در روز سی و پنجم نگهداری برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای یخچال حدود ۳ برابر و برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط حدود ۹ برابر روز نخست بود.

جدول ۱. تأثیر شدت و زمان همگن‌سازی با همگن‌ساز فراصوت روی عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن) نمونه‌های دوغ غنی‌شده× طی نگهداری در دمای یخچال (۱±۵°C)

شرایط همگن‌سازی	زمان نگهداری (روز)					
	صفر	۷	۱۴	۲۱	۲۸	۳۵
شدت ۲۰، زمان ۷۵ ثانیه	۰/۳۴ ±۰/۰۱^{b}	۰/۷۰ ±۰/۰۴^{ab}	۰/۳۸ ±۰/۰۳^{a}	۰/۶۵ ±۰/۱۹^{a}	۰/۵۲ ±۰/۰۸^{a}	۰/۹۸ ±۰/۳۲^{a}
شدت ۶۰، زمان ۴۵ ثانیه	۰/۲۶ ±۰/۰۷^{ab}	۰/۶۴ ±۰/۰۷^{a}	۰/۶۱ ±۰/۳۰^{ab}	۰/۶۱ ±۰/۱۲^{a}	۰/۷۴ ±۰/۰۷^{b}	۰/۸۳ ±۰/۳۵^{a}
شدت ۱۰۰، زمان ۳۰ ثانیه	۰/۲۲ ±۰/۰۲^{a}	۰/۸۲ ±۰/۰۵^{b}	۰/۷۷ ±۰/۰۲^{b}	۰/۷۲ ±۰/۰۵^{a}	۰/۵۵ ±۰/۱۰^{a}	۰/۷۷ ±۰/۲۰^{a}

×به روش روغن در ماست و حاوی یک درصد وزنی روغن خام سویا در دوغ

پس از اختلاط مخلوط ماست و روغن با محلول پایدارکننده-نمک، تیمار فراصوت با شدت ۲۰ به مدت ۱۰ ثانیه بر هر سه نمونه اعمال شد.

بر اساس آزمون مقایسه‌ی چند دامنه‌ای دانکن، حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵٪ ($p< ۰/۰۵$) است.

جدول ۲. تاثیر دما و زمان نگهداری روی عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن) نمونه‌های دوغ غنی‌شده×

دمای نگهداری	زمان نگهداری (روز)					
	صفر	۷	۱۴	۲۱	۲۸	۳۵
دمای یخچال (۱±۵ °C)	^{a} ۰/۲۶ ±۰/۰۷	^{a} ۰/۶۴ ±۰/۰۷	^{a}۰/۶۱ ±۰/۳	^{a}۰/۶۱ ±۰/۱۲	^{a}۰/۷۴ ±۰/۰۷	^{a}۰/۸۳ ±۰/۳۵
دمای محیط (۲±۲۲ °C)	^{a}۰/۲۶ ±۰/۰۷	^{b}۰/۸۹ ±۰/۰۴	^{b}۱/۲۲ ±۰/۰۵	^{b}۱/۲۱ ±۰/۱۱	^{b}۱/۳۴ ±۰/۰۴	^{b}۱/۷۸ ±۰/۰۵

×به روش روغن در ماست و حاوی یک درصد وزنی روغن سویا در دوغ

برای تهیه‌ی هر دو نمونه، مخلوط ماست و روغن تحت تیمار فراصوت با شدت ۶۰ به مدت ۴۵ ثانیه قرار گرفت و دوغ غنی‌شده‌ی حاصل با شدت ۲۰ به مدت ۱۰ ثانیه با همگن‌ساز فراصوت همگن شد.

براساس آزمونLSD ، حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ ٪ ($p< ۰/۰۵$) است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

تأثیر تیمار حرارتی روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده: نتایج حاصل از اندازه‌گیری عدد پراکسید در فواصل معین در طول مدت نگهداری برای دو نمونه‌ی حرارت دیده و حرارت ندیده در جدول ۳ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اعمال تیمار حرارتی تقریباً در تمام مدت نگهداری تفاوت معنی‌داری در میزان عدد پراکسید نسبت به نمونه‌ی شاهد ایجاد نکرد.

تأثیر افزودن آنتی‌اکسیدان روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده: مقادیر عدد پراکسید نمونه‌های دوغ غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا ۳ در حضور و غیاب اتیلن‌دی‌آمین‌تترااستیک‌اسید (EDTA) به عنوان آنتی‌اکسیدان در فواصل معین اندازه‌گیری در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، افزودن ۵۰ ppm اتیلن‌دی‌آمین‌تترااستیک‌اسید تفاوت معنی‌داری در میزان عدد پراکسید نسبت به نمونه‌ی شاهد ایجاد نکرد. در خصوص پایداری فیزیکی نمونه‌ها نیز باید گفت که افزودن این غلظت از آنتی‌اکسیدان در طول مدت نگهداری روی پایداری فیزیکی دوغ‌های غنی‌شده اثری نداشت.

جدول ۳. اثر تیمار حرارتی پاستوریزاسیون (دمای ۸۳ °C به مدت ۱ دقیقه) روی عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن) نمونه‌های دوغ غنی‌شده[×] طی نگهداری در دمای یخچال (۱±۵ °C)

نوع تیمار حرارتی	زمان نگهداری (روز)					
	صفر	۷	۱۴	۲۱	۲۸	۳۵
بدون تیمار حرارتی	^{a}۰/۲۶ ±۰/۰۷	^{a}۰/۶۴ ±۰/۰۷	^{a}۰/۶۱ ±۰/۳	^{a}۰/۶۱ ±۰/۱۲	^{b}۰/۷۴ ±۰/۰۷	^{a}۰/۸۳ ±۰/۳۵
پاستوریزاسیون	^{a}۰/۳۴ ±۰/۰۲	^{a}۰/۴۰ ±۰/۰۲	^{a}۰/۵۷ ±۰/۰۸	^{a}۰/۶۷ ±۰/۱۴	^{a}۰/۵۲ ±۰/۰۵	^{b}۲/۰۰ ±۰/۴۴

[×]به روش روغن در ماست و حاوی یک درصد وزنی روغن سویا در دوغ

برای تهیه‌ی هر دو نمونه، مخلوط ماست و روغن تحت تیمار فراصوت با شدت ۶۰ به مدت ۴۵ ثانیه قرار گرفت و دوغ غنی‌شده حاصل با شدت ۲۰ به مدت ۱۰ ثانیه با همگن‌ساز فراصوت همگن شد.

براساس آزمون LSD ، حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ ٪ ($p< ۰/۰۵$) است.

جدول ۴. تأثیر آنتی‌اکسیدان روی میزان عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن) نمونه‌های دوغ غنی‌شده[×] طی نگهداری در دمای یخچال (۱±۵ °C)

میزان آنتی‌اکسیدان	زمان نگهداری (روز)					
	صفر	۷	۱۴	۲۱	۲۸	۳۵
بدون آنتی‌اکسیدان	^{a}۰/۲۶ ±۰/۰۷	^{a}۰/۶۴ ±۰/۰۷	^{a}۰/۶۱ ±۰/۳	^{a}۰/۶۱ ±۰/۱۲	^{b} ۰/۷۴ ±۰/۰۷	^{a}۰/۸۳ ±۰/۳۵
حاوی EDTA ۵۰ ppm	^{a}۰/۳۸ ±۰/۱۳	^{a}۰/۷۸ ±۰/۰۸	^{a}۰/۸۷ ±۰/۰۲	^{a}۰/۷۶ ±۰/۰۸	^{a}۰/۴۶ ±۰/۰۵	^{a}۰/۷۲ ±۰/۲۳

[×]به روش روغن در ماست و حاوی یک درصد وزنی روغن سویا در دوغ

برای تهیه‌ی هر دو نمونه، مخلوط ماست و روغن تحت تیمار فراصوت با شدت ۶۰ به مدت ۴۵ ثانیه قرار گرفت و دوغ غنی‌شده حاصل با شدت ۲۰ به مدت ۱۰ ثانیه با همگن‌ساز فراصوت همگن شد.

براساس آزمون LSD ، حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ ٪ ($p< ۰/۰۵$) است.

• بحث

با توجه به نتایج به دست آمده و نظر به عدم امکان تهیه‌ی دوغ پایدار از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی به روش روغن در دوغ شاید دلیل احتمالی برای این پدیده را این‌گونه توجیه کرد که در اثر اعمال تیمار فراصوت روی نمونه‌های دوغ غنی‌شده، ساختار صمغ آسیب دیده و قادر به پایدارسازی کامل نمونه‌ها نیست یا این‌که در اثر شدت و مدت زمان بالای فرایند، ذرات ریزتر شده و مقدار صمغ موجود، برای پایدار ساختن این سطوح کافی نبوده است.

در توضیح پایداری فیزیکی دوغ‌های تهیه شده به روش روغن در ماست شاید بتوان گفت که انرژی حاصل از امواج

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

فراصوت موجب شکستن گویچه‌های روغن به گویچه‌های ریزتر شده و پروتئین‌های موجود در ماست، سطوح این گویچه‌ها را پوشش می‌دهد و روغن در سطح مشاهده نمی‌شود. علاوه بر این، افزودن محلول پایدارکننده-نمک به مخلوط حاصل، به دلیل برهم‌کنش بین پروتئین‌های حاضر در سطح گویچه‌های روغن و سایر پروتئین‌ها با ملکول‌های تراگاکانتین، سبب ایجاد دوغ غنی‌شده‌ای شد که در طول مدت نگهداری از لحاظ فیزیکی پایداری خوبی داشت.

با توجه به آماده‌سازی سریع‌تر و با صرف انرژی کم‌تر نمونه‌های دوغ غنی‌شده به روش روغن در ماست، نسبت به روش دیگر باید گفت که گرچه در هر دو روش مقدار ماست استفاده شده و در نتیجه، غلظت پروتئین‌های موجود در دوغ یکسان بود، اما در روش دوم، چون نخست مخلوط روغن و ماست تحت تیمار فراصوت قرار گرفت. در نتیجه، غلظت پروتئین‌های موجود در دسترس روغن، در مقایسه با روش اول بیشتر بود و این مسئله موجب شد تا شکل‌گیری امولسیون بهتر انجام شود و بعد از رقیق ساختن مخلوط حاصل با محلول پایدارکننده- نمک در مرحله‌ی بعد احتمال از هم گسستن آن‌ها کم‌تر باشد. *Let* و همکاران نیز در سال ۲۰۰۷ در بررسی اکسایش لیپید در ماست غنی‌شده با روغن ماهی خالص و روغن ماهی از قبل امولسیون شده به این نتیجه رسیدند که ماست غنی‌شده با روغن ماهی خالص نسبت به ماست‌هایی که با امولسیون روغن ماهی در آب غنی شده بودند، پایداری بیشتری داشتند (۱۳).

در فراورده‌های اسیدی بر پایه‌ی تخمیر نیز گزارش شده است که با کاهش pH، در صورت وجود گویچه‌های چرب، این ذرات با ذرات پروتئینی پوشش داده می‌شوند یا با آن‌ها وارد واکنش می‌شوند و در نهایت، رفتارشان مانند ذرات پروتئینی خواهد شد (۱۵، ۱۴). پس از همگن‌سازی، پروتئین‌های پلاسما عمدتاً کازئین، سطح گویچه‌های چربی را می‌پوشانند. این مسئله موجب می‌شود که گویچه‌ها تا اندازه‌ای شبیه میسل‌های کازئین رفتار کنند. همان‌طور که می‌دانیم در pH طبیعی شیر، هیچ برهم‌کنشی بین هیدروکلوئید جاذب و پروتئین کازئین شیر رخ نمی‌دهد، اما با کاهش pH و کاسته شدن از بار منفی کازئین و افزایش بار مثبت آن، هیدروکلوئیدهای دارای بار منفی با جذب شدن در سطح میسل کازئین، می‌توانند مانند کاپا-کازئین در pH طبیعی، سبب پایداری سامانه شوند. بنابراین، هیدروکلوئید جاذب با حضور در چنین سامانه‌ای به سرعت و به‌طور مؤثرتر با قرارگیری در سطح کازئین، ملکول کازئین را به حالت اولیه در می‌آورد و مانع ناپایداری و در نتیجه رسوب آن می‌شود. کتیرا در زمره هیدروکلوئیدهای آنیونی قرار دارد و تراگاکانتین به عنوان هیدروکلوئید جاذب مطرح است. مکانیسم پایدارسازی توسط تراگاکانتین را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که با توجه به ساختار تراگاکانتین، احتمالاً به واسطه‌ی جاذبه‌ی الکترواستاتیک، برهم‌کنشی بین گروه‌های باردار (بار منفی) شاخه‌ی اصلی تراگاکانتین با کازئین‌های دارای بار مثبت رخ داده است. در نتیجه، پس از جذب سطحی تراگاکانتین روی سطح کازئین، شاخه‌های جانبی متصل به شاخه‌ی اصلی با تشکیل لایه‌ای مویی شکل در اطراف ذرات کازئین و حضور بار الکتریکی هم‌نام روی شاخه اصلی و شاخه‌های فرعی تراگاکانتین، از نزدیک شدن آن‌ها به یکدیگر و ایجاد تجمع جلوگیری کرده‌اند. به این ترتیب، احتمالاً براساس سازوکار دافعه‌ی فضایی و الکترواستاتیک، پایدارسازی نمونه‌های دوغ اتفاق افتاده است (۱۶).

مقایسه‌ی اثر شدت‌ها و زمان‌های متفاوت همگن‌سازی با فراصوت هم نشان داد که این تیمارها نسبت به یکدیگر اثر چندانی بر پایداری شیمیایی نمونه‌ها نداشتند. اخیراً *Farvin* و همکاران به بالا بودن پایداری اکسایشی ماست به دلیل حضور پپتیدهای آنتی‌اکسیدانیِ آزاد شده در طول تخمیر شیر به وسیله‌ی باکتری‌های اسید لاکتیک اشاره کردند (۱۷). در پژوهشی دیگر نیز پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که ماست به عنوان یک ترکیب لبنی، عامل پایداری اکسایشی بالای امولسیون‌های غنی‌شده با روغن ماهی است و این ترکیب می‌تواند از اسیدهای چرب چند غیراشباعی امگا ۳ در برابر تخریب اکسایشی حفاظت کند (۷). با توجه به نتایج پژوهش‌های مختلف می‌توان گفت عوامل بسیار زیادی در اکسایش دخیل هستند و بیشتر پژوهش‌ها اثر عوامل مختلف روی اکسایش لیپید را در سامانه‌های امولسیونی ساده مورد بررسی کرده‌اند، به همین دلیل در سامانه‌ی پیچیده‌ای نظیر نمونه‌های حاضر شاید به سادگی نتوان افزایش یا کاهش میزان پراکسید را به طور قطع به یک یا چند عامل خاص نسبت داد. اما می‌توان گفت که شاید علت افزایش عدد پراکسید در نمونه‌ها عمدتا به عواملی مثل استفاده از تیمار فراصوت، به‌کارگیری همزن مغناطیسی حین همگن‌سازی و حضور ترکیبات احیاکننده (عامل تبدیل آهن سه ظرفیتی به آهن دو ظرفیتی) مربوط باشد. از جمله عوامل مؤثر در کاهش عدد پراکسید هم شاید هم بتوان به

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

تبدیل محصولات اولیه اکسایش به محصولات ثانویه و تشکیل محصول افزایشی لیپید-پروتئین اشاره کرد.

در ارتباط با تفاوت بین میزان پراکسید در نمونه‌ی نگهداری شده در دمای یخچال و دمای محیط و افزایش بیشتر میزان پراکسید در نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط باید گفت که اکسایش لیپید اساساً به دما و مدت نگهداری وابسته است (۱۸). همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان پراکسید در نمونه‌های نگهداری شده در یخچال با شیب ملایم‌تری نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط افزایش یافت، به‌طوری که عدد پراکسید در روز سی و پنجم برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای یخچال حدود ۳ برابر و برای نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط حدود ۹ برابر روز نخست بود. این مسئله نشان می‌دهد که برای حفظ کیفیت و خواص تغذیه‌ای دوغ غنی‌شده، این محصول باید در دماهای پایین نگهداری شود. پژوهشگران در بررسی اثر دمای نگهداری روی پایداری اکسایشی امولسیون‌های روغن در آب گزارش کردند که انرژی فعال-سازی اکسایش لیپید بین ۲۴ تا ۲۴۰ کیلوژول بر مول است و نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که شکل‌گیری محصولات اولیه‌ی اکسایش در امولسیون‌ها به شدت به دما وابسته است (۱۹). بررسی اثر دمای نگهداری روی پایداری اکسایشی شیر غنی‌شده با روغن ماهی هم نشان داد که دمای نگهداری در محدوده‌ی ۲ تا ۹ درجه‌ی سانتی‌گراد اثرات کوچک اما مهمی بر اکسایش امولسیون‌های شیر غنی‌شده با روغن ماهی داشت و شکل‌گیری مواد فرّار با افزایش دمای نگهداری در این محدوده سریع‌تر آغاز شد (۲۰). با توجه به میزان انرژی فعال‌سازی اکسایش لیپید می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که هرچه دمای نگهداری بالاتر باشد، این انرژی سریع‌تر تأمین می‌شود و سرعت اکسایش افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که هر دو نمونه‌ی نگهداری شده در دمای محیط و دمای یخچال در طول مدت نگهداری از لحاظ فیزیکی پایداری خوبی داشتند و افزایش دمای نگهداری از ۵ به ۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد در پایداری فیزیکی نمونه‌ها تغییری ایجاد نکرد.

در رابطه با تأثیر تیمار حرارتی بر پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده هم باید گفت که تیمارهای حرارتی به واکنش‌های شیمیایی بسیاری منجر می‌شوند، مانند: تخریب اکسایشی ویتامین‌ها و اسیدهای چرب چند غیراشباعی (۲۱). پژوهشگران در بررسی اثر تیمارهای حرارتی روی تخریب اکسایشی نوشیدنی لبنی غنی‌شده با اسیدهای چرب چندغیراشباعی مشاهده کردند که هر دو تیمار پاستوریزاسیون و استرلیزاسیون موجب تخریب اکسایشی نوشیدنی‌های غنی‌شده با روغن بزرک شد (۲۲). در بررسی اثر تیمار حرارتی روی توانایی EDTA در جلوگیری از اکسایش لیپید در امولسیون‌های روغن در آب نیز، نتایج نشان داد که تیمار حرارتی (در غیاب EDTA در طول مدت ۸ روز نگهداری) هیچ اثری بر پایداری اکسایشی و فیزیکی امولسیون‌ها نداشت (۲۳). همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در پژوهش حاضر نیز تیمار حرارتی پاستوریزاسیون تا روز بیست و هشتم اثر روشنی بر افزایش عدد پراکسید در مقایسه با نمونه‌ی شاهد نداشت، اما میزان پراکسید در روز سی و پنجم به طور چشم‌گیری افزایش یافت. میزان عدد پراکسید در نمونه‌ی حرارت دیده از روز صفر تا بیست و یکم افزایش و در روز بیست و هشتم کاهش یافت. کاهش میزان پراکسید احتمالاً به دلیل تبدیل محصولات اولیه‌ی اکسایش به محصولات ثانویه یا شکل‌گیری محصول افزایشی لیپید-پروتئین است. شاید بتوان افزایش ناگهانی عدد پراکسید در این نمونه در روز سی و پنجم را نیز این‌گونه تفسیر کرد که احتمالاً دوره‌ی آغازی اکسایش به اتمام رسیده و اکسایش وارد مرحله‌ی انتشار شده است که اکسایش در این مرحله شتاب می‌گیرد (۲۴). در مورد اثر تیمار حرارتی بر پایداری فیزیکی دوغ غنی‌شده باید به این نکته هم اشاره کرد که نمونه‌های حرارت دیده در طول مدت نگهداری از لحاظ فیزیکی پایداری خوبی داشتند، اما حرارت سبب ایجاد ظاهری دانه دانه با روانی کمتر در نمونه‌ها شد.

در ارتباط با تأثیر افزودن آنتی‌اکسیدان روی پایداری فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های دوغ غنی‌شده باید گفت که در پژوهش‌های مختلف، آنتی‌اکسیدان EDTA اثر متفاوتی بر اکسایش داشته است. اما پژوهشگری در سال ۲۰۰۳ گزارش کرد که EDTA هنگامی اکسایش را به صورت قابل توجهی کاهش می‌دهد که هیدروپراکسیدهای لیپید قبل از امولسیون‌سازی در روغن وجود داشته باشند (۲۵). به نظر می‌رسد EDTA هنگامی‌که غلظت روغن ماهی بیشتر باشد و یا از روغن ماهی با عدد پراکسید بالاتر استفاده شود، مؤثرتر است (۲). *Nielsen* و همکاران نیز به این نکته اشاره داشتند که احتمالاً اثر آنتی‌اکسیدانی قوی ماست قادر به پوشاندن اثرات آنتی‌اکسیدانی ترکیبات دیگر در ماست نوشیدنی است (۷). با توجه به نتایج پژوهش‌های مختلف شاید بتوان گفت

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

چون عدد پراکسید روغن مصرف شده در ابتدا تقریباً پایین (۰/۳ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن) بود و ماست مورد استفاده برای تهیه‌ی دوغ حاوی مواد آنتی‌اکسیدانی فراوانی است، آنتی‌اکسیدان EDTA اثر واضحی بر میزان عدد پراکسید نمونه‌ها در طول مدت نگهداری نداشته است.

نتایج این بررسی نشان داد که روش آماده‌سازی دوغ غنی‌شده تأثیر قابل توجهی روی میزان همگن شدن و پایداری فیزیکی نمونه‌ها داشت. هم‌چنین، روند تغییر میزان پراکسید در تمامی نمونه‌ها در طول مدت نگهداری افزایشی بود و همه‌ی نمونه‌ها در طول مدت نگهداری از لحاظ فیزیکی پایداری خوبی داشتند. مقایسه‌ی اثر شدت‌ها و زمان‌های متفاوت همگن‌سازی با فراصوت هم نشان داد که اثر این تیمارها نسبت به یکدیگر تأثیر چندانی بر پایداری شیمیایی نمونه‌ها نداشت. اعمال تیمار حرارتی و افزودن آنتی‌اکسیدان هم تفاوت معنی‌داری در میزان عدد پراکسید نسبت به نمونه‌ی شاهد ایجاد نکرد، اما افزایش دمای نگهداری تفاوت معنی‌داری بین میزان پراکسید در نمونه‌ی نگهداری شده در دمای محیط نسبت به نمونه‌ی نگهداری شده در دمای یخچال تقریباً در تمام مدت نگهداری ایجاد کرد.

• References

1. Siro K, Kapolna E, Kapolna B, Lugasi A. Functional food: Product development, marketing and consumer acceptance. Appetite 2008; 51(3): 456-67.
2. Jacobsen C, Let MB, Nielsen NS, Meyer AS. Antioxidant strategies for preventing oxidative flavour deterioration of foods enriched with n-3 polyunsaturated lipids: a comparative evaluation. Trends in Food Sci Technol 2008; 19(2): 76-93.
3. Kolanowski W, Laufenberg G. Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. Eur Food Res and Technol 2006; 222(3-4): 472-77.
4. Gallaher JJ, Hollender R, Peterson DG, Roberts RF, Coupland JN. Effect of composition and antioxidants on the oxidative stability of fluid milk supplemented with an algae oil emulsion. Int Dairy J 2005; 15 (4): 333-41.
5. Kolanowski W, Weibrodt J. Sensory quality of dairy products fortified with fish oil. Int Dairy J 2007; 17(10): 1248-53.
6. Nielsen NS, Debnath D, Jacobsen C. Oxidative stability of fish oil enriched drinking yoghurt. Int Dairy J 2007; 17(12): 1478-85.
7. Nielsen NS, Klein A, Jacobsen C. Effect of ingredients on oxidative stability of fish oil-enriched drinking yoghurt. Eur J Lipid Sci and Technol 2009; 11(4): 337-45.
8. Heguy JM, Juchem SO, DePeters EJ, Rosenberg M, Santos JEP, Taylor SJ. Whey protein gel composites of soybean and linseed oils as a dietary method to modify the unsaturated fatty acid composition of milk lipids. Animal Feed Sci and Technol 2006; 31(3-4): 370-88.
9. Azarikia F, Abbasi S, Azizi MH. Investigation of the efficiency and mechanisms of some hydrocolloids on the stabilization of Doogh. Iranian J Nutr Sci and Food Techol 2009; 4 (1): 11-22. [in Persian].
10. Shantha NC, Decker EA. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. J AOAC Int 1994; 77(2): 421-4.
11. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Fats and oils - soybean oil - specification and test mathods . ISIRI No 2392. 1st. revision, Karaj: ISIRI; 2000 [in Persian].
12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Edible low erucic acid rapeseed oil. ISIRI No 4953. 1st. revision, Karaj: ISIRI; 1998 [in Persian].
13. Let MB, Jacobsen C, Meyer AS. Lipid oxidation in milk, yoghurt, and salad dressing enriched with neat fish oil or pre-emulsified fish oil. J Agric Food Chem 2007; 55(19): 7802-9.
14. Kiani H, Mousavi SMA, Emam-Djomeh Z. Rheological properties of Iranian yoghurt drink, Doogh. Int J Dairy Sci 2008; 18(1): 71-8.
15. Walstra P, Wouters J, Geurts T. Dairy Science and Technolody. New York: CRC Press LLC; 2006.
16. Mohamadi S, Abbasi S, Hamidi Z. Effects of hydrocolloids on physical stability, rheological and sensory properties of milk–orange juice mixture. Iranian J Nutr Sci and Food Techol 2010; 5 (4): 1-12 [in Persian].
17. Farvin KHS, Baron CP, Nielsen NS, Jacobsen C. Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 1-in vitro assays and evaluation in ω-3 enriched milk. Food Chem 2010; 121(4): 1081-89.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

18. Sathivel S, Huang J, Prinyawiwatkul W. Thermal properties and applications of the Arrhenius equation for evaluating viscosity and oxidation rates of unrefined pollock oil. J Food Eng 2008; 88(2): 187-93.

19. Dimakou CP, Kiokias SN, Tsaprouni IV, Oreopoulou V. Effect of processing and storage parameters on the oxidative deterioration of oil-in-water emulsions. Food Biophys 2007; 2(1): 38-45.

20. Let MB, Jacobsen C, Sorensen ADM, Meyer AS. Sensory stability and oxidation of fish oil enriched milk is affected by milk storage temperature and oil quality. Int Dairy J 2005; 15(2): 173-82.

21. Giroux HJ, Houde J, Britten M. Use of heated milk protein-sugar blends as antioxidant in dairy beverages enriched with linseed oil. LWT-Food Sci Technol 2010; 43(9): 1373-78.

22. Giroux HJ, Acteau G, Sabik H, Britten M. Influence of dissolved gases and heat treatments on the oxidative degradation of polyunsaturated fatty acids enriched dairy beverage. J Agric Food Chem 2008; 56(14): 5710-16.

23. Alamed J, McClements D, Decker E. Influence of heat processing and calcium ions on the ability of EDTA to inhibit lipid oxidation in oil-in-water emulsions containing omega-3 fatty acids. Food Chem 2006; 96(4): 585-90.

24. Alizade KhM. Mechanism and theory in food chemistry. Tehran: Aslani Press; 2000. [in Persian].

25. Let MB, Jacobsen C, Frankel EN, Meyer AS. Oxidative flavour deterioration of fish oil enriched milk. Eur J Lipid Sci and Technol 2003; 105(9): 518-28.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]

Effects of various factotrs on the oxidative stability of ω-3 fatty acid-enriched Doogh (Iranian yoghurt drink)

Sheikhshoaei F[1], Abbasi S[2], Sahari MA[3]*

1- MSc in Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

*2-*Corresponding author: Associate Prof, Dept. of Food Science and Technology (Food Colloids and Rheology Group), Faculty of Agriculture, Tarbiat ModaresUniversity, Tehran, Iran. Email: sabbasifood@modares.ac.ir*

3- Prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Received 11 May, 2012 **Accepted 15 Sept, 2012**

Background and Objective: Milk and dairy products are generally recognized as healthful foodstuffs. Their negligible content of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) has prompted investigators to consider fortifying them with long chain PUFAs, but the main challenge is the high susceptibility of PUFAs to oxidation and rancidity. Therefore, in the present study the possibility of using long chain PUFAs to fortify Doogh (a traditional Iranian yoghurt-based beverage), as a functional dairy product, as well as the effect of different factors on the physical stability and peroxide value of the fortified Doogh during storage, were determined.

Materials and Methods: ω-3-Fatty acid-fortified Doogh was prepared using yogurt, water, salt, the soluble phase of gum tragacanth, and crude rapeseed, soy bean, and fish oil. The fortified Dooghs (a mixture of oil and yoghurt or of Doogh and oil) were homogenised using ultrasound at different amplitudes and durations in order to find the optimum processing conditions (amplitudes and duration). Moreover, effects of several factors (heat treatment, storage temperature, intensity and duration of sonication, and oil content) on the physical stability and peroxide value of the fortified Dooghs during storage (35 days) at 2 temperatures (5 and 22˚C) were determined.

Results: The findings showed that the preparation method of fortified Doogh had significant effects on its homogenization extent and physical stability. Furthermore, during storage the peroxide value of the samples increased, particularly at the higher temperatures, while they were quite stable physically.

Conclusion: It may be concluded that ultrasound treatment can homogenize and stabilize ω-3-fatty acid-fortified Doogh, with no undesirable effect on peroxide value during storage at refrigeration temperatures.

Keywords: Fortification, ω-3 fatty acids, Ultrasound, Doogh, Stability

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-05-07]