پایداری اکسیداتیو ماست غنی‌شده با منابع گوناگون امگاسه طی مدت نگهداری

آزاده قربانی حسن سرایی [۱*]، فخری شهیدی [۲]، حمیدبهادر قدوسی [۳]، علی معتمدزادگان [۴]، مهدی وریدی [۲]

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- گروه پژوهش های میکروبیولوژی، دانشگاه متروپلیتن لندن، انگلستان
٤- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
(تاریخ دریافت: ۹٤/٦/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹٤/۹/۱۲)

چکیده

در این پژوهش ماست هم زده با استفاده از سه نوع منبع امگا۳ (روغن ماهی پوشش‌دار، روغن بزرک، مخلوط روغن ماهی پوشش‌دار و روغن بزرک)، در چهار سطح (۰، ٦۵۰، ۱٦۲۵ و ۳۲۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر شیر) و در دو مرحله افزودن (بعد از تیمار حرارتی و بعد از گرمخانه گذاری) در قالب آزمایش فاکتوریل به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار تولید شد. پایداری اکسیداتیو و تعیین پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌ها طی روزهای اول، دهم و بیستم نگهداری ارزیابی شد. میزان عدد پراکسید و اسیدتیوباربیتیوریک ماست‌های غنی‌شده با روغن ماهی و نیز بعد از تیمار حرارتی به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع و امگا۳ موجود در ماست‌های غنی‌شده با روغن بزرک نسبت به سایر نمونه‌ها بالاتر بود. نتایج نشان داد که با غنی‌سازی ماست با روغن بزرک در بعد از تیمار حرارتی می‌توان به ماستی هم زده با پایداری اکسیداتیو بالاتر دست‌یافت.

کلید واژگان: غنی‌سازی، ماست هم زده، امگا۳، روغن بزرک، روغن ماهی

* مسئول مکاتبات: Azade380@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

در دهه اخیر فواید سلامتی زایی اسیدهای چرب چند غیراشباع زنجیر بلند امگا ۳ توجه زیادی را به خود معطوف داشته است. ازنقطه‌نظر تغذیه‌ای، مهم‌ترین اسیدهای چرب امگا ۳ شامل اسید آلفا لینولنیک، اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید دوکوزاهگزانوئیک هستند. اسید آلفا لینولنیک یک اسید چرب ضروری است که برای سلامتی انسان لازم می‌باشد اما توسط بدن انسان تولید نمی‌شود، ازاین‌رو باید از طریق غذا تأمین شود. این اسید چرب به میزان زیاد در روغن‌های گیاهی خاص نظیر روغن بزرک و به میزان کمتری در روغن‌های کانولا، سویا و گردو موجود است [۱، ۲ و ۳].

روغن بزرک خوراکی به دلیل پایداری اکسیداتیو بسیار پایین معمولاً به‌طور مستقیم به‌عنوان روغن خوراکی استفاده نمی‌شود. این روغن عمدتاً در راستای افزایش ارزش غذایی در خوراکی‌های مختلف استفاده می‌شود چراکه منبع خوبی از اسیدهای چرب امگا سه می‌باشد [٤، ٥ و ٦]. اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید دوکوزاهگزانوئیک از منابع دریایی نظیر ماهی، نرم‌تنان صدفی و گونه‌هایی از جلبک به دست می‌آیند [۳]. با توجه به مصرف کم ماهی توسط مصرف‌کنندگان در بیشتر نقاط جهان، دریافت EPA و DHA بسیار پایین‌تر از میزان توصیه شده است؛ لذا راه‌های جایگزین برای افزایش جذب نسبی اسید چرب غیراشباع امگا سه ضروری است. یک‌راه متداول برای افزایش جذب اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ بدون ایجاد تغییرات عمده در عادات غذایی، غنی‌سازی مواد غذایی گوناگون با روغن ماهی و روغن‌های حاوی این اسیدهای چرب می‌باشد. غنی‌سازی غذا عبارت از افزودن یک ماده مغذی (و یا بیشتر) به ماده غذایی است. هدف عمده از این کار، افزایش میزان مصرف ماده مغذی افزوده‌شده به‌منظور بهبود وضعیت تغذیه‌ای یک جمعیت معین است [۷ و ۸].

آگاهی از فواید بالقوه اسیدهای چرب غیراشباع امگا سه علاقه به غنی‌سازی مواد غذایی با این چربی‌ها را قوت بخشیده، بااین‌حال، ورود اسیدهای چرب امگا سه در فراورده‌های غذایی سبب بروز چالش‌های عمده‌ای در فرمولاسیون شده است. بسیاری از چربی‌ها نسبت به گرما، نور و اکسیژن حساس بوده و به‌سرعت اکسید می‌شوند. اکسیداسیون اسیدهای چرب یکی از عوامل اصلی فساد ماده غذایی است و می‌تواند بر طعم، عطر، بافت، مدت‌زمان ماندگاری و رنگ ماده غذایی تأثیر گذارد که این امر استفاده از منابع حاوی اسیدهای چرب امگا سه در غنی‌سازی فراورده‌های غذایی را محدود می‌سازد [۹ و ۱۰]. مشکل اصلی در رابطه با مصرف اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ۳ چه ازنظر دارویی و چه ازنظر غذایی حساسیت بالای آن‌ها نسبت به اکسیداسیون است. سوبستراهای اصلی برای واکنش اکسیداسیون چربی، اسیدهای چرب غیراشباع با یک یا چند پیوند دوگانه هستند [۱۱].

بر اساس یافته‌های موجود، به نظر می‌رسد که غذاهای مناسب برای غنی‌سازی با اسیدهای چرب غیراشباع امگا سه آن‌هایی هستند که به میزان بالایی مصرف می‌گردند، در مدت‌زمان کوتاه و در دمای پایین نگهداری و در بسته‌های غیرقابل نفوذ نسبت به هوا و نور بسته‌بندی می‌شوند. نمونه‌های خوبی از چنین مواد غذایی فرآورده‌های لبنی هستند [۱۲]. با توجه به تصویر مناسب فراورده‌های لبنی در ذهن مردم و مصرف گسترده آن‌ها، این فرآورده‌ها می‌تواند حامل‌های خوبی برای افزایش مصرف روغن ماهی باشند. ازآنجاکه منابع گوناگونی از اسیدهای چرب غیراشباع امگا سه با مقادیر متفاوتی از این ترکیبات حیاتی موجود است، در این پژوهش غنی‌سازی ماست با منابع حاوی اسیدهای چرب امگا سه (روغن ماهی پوشش‌دار شده، روغن بزرک و مخلوط روغن ماهی پوشش‌دار شده و روغن بزرک)، در سه سطح متفاوت انجام شد تا تأثیر آن‌ها بر پایداری اکسیداتیو فرآورده نهایی مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

مواد اولیه

شیر از کارخانه کاله (آمل، ایران) با ۱/۵ درصد چربی، ٦/٧-pH=٦/٦ و دانسیته ۱/۰۲۸-۱/۰۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب تهیه شد. آغازگر مورداستفاده، آغازگر صنعتی YC-350 حاوی *Streptococcus thermophilus* و *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* و از نوع DVS[1] و

1. Direct Vat Set

Archive of SID

www.SID.ir

به‌صورت خشک‌شده انجمادی (لیوفیلیزه[1]) از شرکت کریستین هانسن[2] تهیه گردید. شیر خشک بدون چربی (با ماده خشک ۹۷/٦ درصد) جهت استاندارد کردن ماده خشک شیر، از شرکت فونترا[3] (نیوزلند)، روغن ماهی ریز پوشانی شده از شرکت اوشن نوتریشن[4] (کانادا) و روغن کتان جهت غنی‌سازی از شرکت هلند و بارت[5] (ایالات‌متحده آمریکا) خریداری شد. مواد شیمیایی مورداستفاده در آزمایش‌های شیمیایی به‌طور عمده از شرکت مرک[6] و سیگما آلدریچ[7] تهیه شدند.

تولید ماست غنی‌شده

برای استاندارد کردن ماده خشک شیر تا ١٤ درصد از افزودن شیر خشک بدون چربی استفاده شد. شیر خشک بدون چربی در دمای ۹۰-۸۰ درجه سانتی‌گراد به شیر افزوده شد [۱۳]. سپس عملیات حرارتی شیر در دمای ۹۵-۹۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت‌زمان ۵ دقیقه انجام شد. آغازگر ماست به شکل DVS در دمای ۲±٤۳ درجه سلسیوس تحت شرایط سترون به شیر اضافه شد. پس از یکنواخت شدن مایه کشت، مخلوط به گرمخانه‌ای با دمای ۱±٤۲ درجه سانتی‌گراد (Memmert, INB 400, Germany) منتقل شد. گرمخانه گذاری تا رسیدن به pH=٤/٦-٤/۷ ادامه یافت. در ادامه دلمه حاصل هم زده شد و بسته‌بندی در ظروف پلاستیکی درب دار ۵۰ گرمی انجام پذیرفت. نمونه‌های ماست در دمای یخچال (٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند [١٤، ١٥ و ١٦].

اسید چرب امگا۳ با توجه به میزان توصیه‌شده اسیدهای چرب امگا۳، در سه سطح ٦٥۰، ١٦٢٥ و ۳۲۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر شیر در نظر گرفته شد. این مقادیر به ترتیب ۱۰ درصد، ۲۵ درصد و ۵۰ درصد مقادیر توصیه‌شده می‌باشند. این مقادیر برای ارزیابی تأثیر فرایند گرمخانه گذاری بر اسیدهای چرب امگا۳ در دو مرحله متفاوت، قبل از گرمخانه گذاری و پس از گرمخانه گذاری، به فرایند تولید اضافه شدند.

تعیین عدد پر اکسید

روش اصلاح‌شده IDF برای تعیین عدد پر اکسید مورداستفاده قرار گرفت. این روش بر مبنای اکسیداسیون آهن (II) به آهن (III) توسط هیدروپراکسیدها و شکل‌گیری ترکیب مایل به قرمز تیوسیانات آهن (III) برای تعیین عدد پر اکسید با استفاده از اسپکتروفتومتری بنا شده است [۱۷ و ۱۸].

تعیین مواد واکنش‌پذیر اسید تیوباربیتوریک به روش اسپکتروفوتومتری

تعیین عدد اسید تیوباربیتوریک (TBA) روشی است که در آن فراورده‌های اکسیداسیون ثانویه اجزای محلول چربی ماست اندازه‌گیری می‌شوند. آزمایش بر اساس روش حکمت و مک‌ماهون [۱۹] انجام شد. یک گرم ماست در یک لوله‌آزمایش شیشه‌ای دارای درپوش توزین شد و ۹ میلی‌لیتر اسید تری‌کلرو استیک ۱۵ درصد وزنی/وزنی و ۰/۳۷۵ درصد (وزنی/حجمی) محلول واکنشگر اسید تیوباربیتوریک در اسیدکلریدریک ۰/۲۵ نرمال به آن اضافه و به‌خوبی مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در یک حمام آب جوش (BM 402, Nuve، ترکیه) حرارت داده شد. نمونه‌ها به‌سرعت با استفاده از جریان آب سرد تا دمای اتاق خنک شده و به مدت ۵ دقیقه در ۲۰ درجه سانتی‌گراد در ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. جذب در ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری شد و غلظت مالون آلدهید (MDA) با ضریب از بین رفتن $1/56\times10^{5}M^{-1}cm^{-1}$ با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$A\lambda = \varepsilon \times c \times L$$

که در آن $A\lambda$ میزان جذب خوانده‌شده است، ε ضریب از بین رفتن، c غلظت مولی به‌صورت مول‌های مالون آلدئید در کیلوگرم ماست و L طول عبور نور (ضخامت سل به مقدار ۱ سانتیمتر) است. عدد اسید تیوباربیتوریک به‌صورت میکرو مول‌های مالون آلدئید در کیلوگرم ماست گزارش شد.

استخراج چربی از ماست

چربی از ماست با استفاده از روش استخراج بلیگ و دایر انجام شد [۲۰]. در موقع ویژه‌ای که لازم شد (عدم امکان انجام آزمایش در همان لحظه)، چربی استخراج‌شده در یک فریزر تا زمان آزمایش در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید.

1. Freeze-dried
2. CHR Hansen
3. Fonterra
4. Ocean Nutrition Canada
5. Holland & Barrett
6. Merck
7. Sigma-Aldrich

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین ترکیب اسیدهای چرب امگا۳

به یک میلی‌لیتر محلول شامل حلال و چربی ماست، ۰/۵ میلی‌لیتر محلول ترانس استریفیه سدیم متواکسید (۳۰ میلی‌لیتر سدیم متواکسید در ٦۰ میلی‌لیتر متانول) اضافه‌شده و به مدت ۱ دقیقه به‌طور مداوم مخلوط شد. پس‌ازآن، این مخلوط به مدت ٤ دقیقه به‌صورت منقطع مخلوط شد. ۵ میلی‌لیتر هیدروژن سولفات به آن اضافه و مخلوط شد تا از برگشت‌پذیری جلوگیری شود. پس از دو فاز شدن، لایه زیرین نهایی حذف شد و ۳-۲ گرم سولفات سدیم بدون آب اضافه‌شده و مخلوط حاصل هم زده شد و به مدت ۳۰-۲۰ دقیقه در حالت سکون قرار داده شد و پس‌ازآن به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۲۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. این مایع حاوی متیل استر با یک پیپت شیشه‌ای به یک لوله‌آزمایش ۱۰ میلی‌لیتری شیشه‌ای منتقل و یک نمونه ۰/۵ میلی‌لیتری آن به یک ویال کروماتوگرافی گازی منتقل شد.

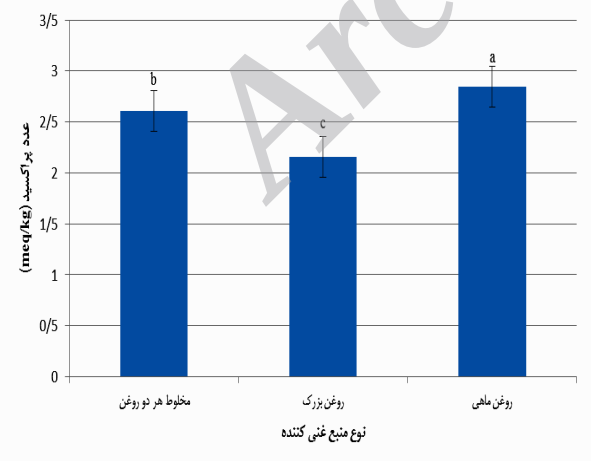
نمونه‌ها در دستگاه کروماتوگرافی گازی (YL6100 GC, Young Lin Instrument Co., Ltd, Korea) آزمون شدند. جداسازی در یک ستون موئینه SLB-IL 111 (Fused silica Capillary Column, Supelco, Sigma-Aldrich, USA) با مشخصات طول ۱۰۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲ میکرومتر انجام پذیرفت [۲۱].

روش تجزیه و تحلیل نتایج

آزمایش‌ها در قالب آرایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. جهت دستیابی به دقیق‌ترین نتایج، آزمایش‌های تعیین پایداری ماست طی مدت ماندگاری (روز اول، دهم و بیستم) در سه تکرار انجام شدند. جهت بررسی‌های آماری از نرم‌افزار آماری مینی تب نسخه ١٦[1] و برای رسم نمودارها از نرم‌افزارهای مینی تب نسخه ١٦ و اکسل نسخه ۲۰۰۷[2] استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

اندازه‌گیری عدد پراکسید برای تعیین محصولات اولیه اکسیداسیون در مواد غذایی لبنی انجام می‌شود. گرچه پراکسیدها فاقد طعم و مزه هستند، اما می‌توانند به‌عنوان شاخص تغییرات کیفی ایجادشده تحت تأثیر نور، در مورد هر فراورده غذایی به کار روند [۲۲]. نتایج نشان داد که نوع روغن اثر معنی‌داری بر میزان عدد پراکسید حاصل از نمونه‌های ماست غنی‌شده دارد (شکل ۱)، ماست‌های حاوی روغن ماهی ریزپوشانی شده بالاترین و ماست‌های غنی‌شده با روغن بزرک پایین‌ترین عددپراکسید را دارا بودند ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین مشاهده شد که عدد پراکسید نمونه‌های ماست غنی‌شده با روغن ماهی ریز پوشانی شده اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های ماست شاهد داشت، در حالیکه اختلاف معنی‌داری در میزان عددپراکسید نمونه‌های ماست شاهد با نمونه‌های غنی‌شده با روغن بزرک و مخلوط دو روغن دیده نشد. این امر نشان می‌دهد که روغن ماهی باوجوداینکه ریز پوشانی شده بود تمایل بیشتری به اکسیداسیون از خود نشان داده است. اوتاوای [۱۱] بیان کرد که حساسیت به اکسیداسیون چربی با توجه به تعداد پیوندهای دوگانه در اسیدهای چرب افزایش می‌یابد به‌طوری‌که حساسیت به اکسیداسیون DHA پنج برابر بیش‌تر از اسید لینولئیک است. ازآنجاکه روغن ماهی بیشتر حاوی اسیدهای چرب چند غیراشباع DHA و EPA و روغن بزرک حاوی اسید چرب اسید آلفا لینولنیک می‌باشند، لذا دستیابی به چنین نتیجه‌ای چندان دور انتظار نیست.



شکل ۱ اثر منبع غنی کننده بر عدد پراکسید نمونه‌های ماست.

1. MINITAB V16
2. Excel 2007

Archive of SID
www.SID.ir

تغییرات عدد پراکسید هریک از ماست‌های غنی‌شده با منابع گوناگون ونیز ماست شاهد در طول نگهداری ۲۰ روزه اندک بوده و معنی‌دار نیست؛ اما در مقایسه با یکدیگر این تغییرات معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱ اثر متقابل نوع منبع، مقدار استفاده‌شده، مرحله افزودن و زمان نگهداری بر مقدار پر اکسید نمونه‌های ماست غنی‌شده

نمونه	مقدار امگا۳	مرحله افزودن	روز اول	روز دهم	روز بیستم
شاهد	۰	–	۲/۳٦٥±۱/٦۳HIJKLMNOPQ	۲/٥٤٥±۱/۷٤GHIJKLMNOP	۲/٥۹٥±۱/۸۲EFGHIJKLMN
ماست غنی شده با روغن بزرک	۶۵۰ (mg/L)	قبل	۱/۹٦۰±۰/۰۷NOPQ	۲/۰٥۰±۰/۰٤MNOPQ	۲/۱۲٥±۰/۰۳LMNOPQ
		بعد	۱/۸۰٥±۰/۰۳Q	۱/۹۳۰±۰/۰۰OPQ	۲/۰۳۰±۰/۰٤MNOPQ
	۱۶۲۵ (mg/L)	قبل	۲/۰۳٥±۰/۰۰MNOPQ	۲/۱۰٥±۰/۰۰MNOPQ	۲/۲۰٥±۰/۰٤KLMNOPQ
		بعد	۱/۹۱٥±۰/۰۲OPQ	۲/۰٥٥±۰/۰۸MNOPQ	۲/۱۲٥±۰/۰۰LMNOPQ
	۳۲۵۰ (mg/L)	قبل	۲/۳۸٥±۰/۰۲HIJKLMNOPQ	۲/٤٤٥±۰/۰۰HIJKLMNOPQ	۲/٥٦۰±۰/۰۸GHIJKLMNOP
		بعد	۲/۲۸۰±۰/۰۲JKLMNOPQ	۲/٤۲۰±۰/۰۱HIJKLMNOPQ	۲/٤٥٥±۰/۰۳HIJKLMNOPQ
ماست غنی‌شده با روغن ماهی ریز پوشانی شده	۶۵۰ (mg/L)	قبل	۲/۲۸۰±۰/۱۱JKLMNOPQ	۲/۳۷٥±۰/۰۹HIJKLMNOPQ	۲/۳۸٥±۰/۰۱HIJKLMNOPQ
		بعد	۲/۱۰٥±۰/۰۱MNOPQ	۲/۳۰۰±۰/۰۸IJKLMNOPQ	۲/۲٥٥±۰/۱۲JKLMNOPQ
	۱۶۲۵ (mg/L)	قبل	۲/۸٤۰±۰/٤٤CDEFGHIJK	۲/۹۱٥±۰/٤٤BCDEFGHIJ	۲/۸۸۰±۰/۲٤CDEFGHIJK
		بعد	۲/٦۲۰±۰/۲۹EFGHIJKLMN	۲/۷۱۰±۰/۳۱DEFGHIJKLM	۲/۸۰۰±۰/۳۱CDEFGHIJKL
	۳۲۵۰ (mg/L)	قبل	۳/۳٥٥±۰/۲۳ABCD	۳/٥۹٥±۰/۲٦AB	۳/٦۰۰±۰/۲۹A
		بعد	۳/۳۰۰±۰/۲۷ABCDE	۳/٤۰۰±۰/۲۷ABC	۳/٤۷۰±۰/۲۷ABC
ماست غنی‌شده با مخلوط روغن بزرک و روغن ماهی ریز پوشانی شده	۶۵۰ (mg/L)	قبل	۱/۹۹۰±۰/۰۱NOPQ	۲/۱٤۰±۰/۰٤LMNOPQ	۲/٤۲۰±۰/۰٦HIJKLMNOPQ
		بعد	۱/۹۲۰±۰/۰۲OPQ	۲/۱۲٥±۰/۰۳LMNOPQ	۲/۲۰۰±۰/۰۸KLMNOPQ
	۱۶۲۵ (mg/L)	قبل	۲/٥۰٥±۰/۰۹GHIJKLMNOP	۲/٦۱٥±۰/۰٦FGHIJKLMN	۲/٥۱۰±۰/۲۷GHIJKLMNOP
		بعد	۲/۳۸۰±۰/۰۳HIJKLMNOPQ	۲/٤۹۰±۰/۰٦GHIJKLMNOP	۲/٦۰۰±۰/۰۳FGHIJKLMNO
	۳۲۵۰ (mg/L)	قبل	۳/۰٤۰±۰/۰٦ABCDEFGH	۳/۱٦٥±۰/۰۳ABCDEFG	۳/٤۱۰±۰/۰٤ABC
		بعد	۲/۹۸۰±۰/۰۱ABCDEFGHI	۳/۱۷۰±۰/۰۸ABCDEFG	۳/۲٤٥±۰/۱۳ABCDEF

میانگین‌های با حروف متفاوت به لحاظ آماری متفاوت‌اند ($P<۰/۰٥$). آزمایش‌ها با سه تکرار انجام‌شده‌اند.

مقدار عددپراکسید ماست‌های غنی‌شده با مقادیر گوناگون امگا۳ اختلاف معنی‌داری را با هم و با نمونه شاهد نشان دادند ($P<۰/۰٥$).

ماست‌های حاوی ۳۲۵۰ میلی‌گرم امگا۳ دارای عدد پراکسید بالاتری نسبت به ماست‌های غنی‌شده با دو مقدار دیگر و نمونه شاهد بود. لذا می‌توان گفت با افزایش میزان امگا۳ افزوده‌شده به نمونه‌های ماست، عددپراکسید افزایش می‌یابد. افزودن اسیدهای چرب امگا۳ قبل از مرحله گرمخانه گذاری به نمونه‌ها افزایش معنی‌داری در مقدار عددپراکسید نمونه‌های ماست غنی‌شده را به همراه داشت ($P<۰/۰٥$). نتایج اثبات‌شده‌ای مبنی بر افزایش تمایل به اکسیداسیون چربی شیر و روغن‌های ماهی براثر حرارت دهی وجود دارد [۲۳ و ۲٤]. با افزایش مدت‌زمان ماندگاری ماست، در روز دهم نگهداری، عددپراکسید ماست‌های غنی‌شده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰٥$)، اما میزان عدد پراکسید ماست‌های غنی‌شده طی روز دهم تا بیستم تفاوت معنی‌داری نداشتند. نیلسن و همکاران [۲٥] نیز در مطالعه‌ای که بر روی پایداری اکسیداتیو

Archive of SID

www.SID.ir

ماست نوشیدنی غنی‌شده با یک درصد روغن ماهی و برخی مواد افزودنی انجام دادند به نتایج مشابهی دست یافتند.

عدد اسید تیوباربیتوریک

پراکسیدهای چربی براثر حرارت تجزیه می‌شوند و سبب تولید فراورده‌های ثانویه اکسیداسیون می شوند. فراورده‌های ثانویه اکسیداسیون با اندازه‌گیری مواد واکنش‌پذیر اسید تیوباربیتوریک تعیین می‌شود [۹].

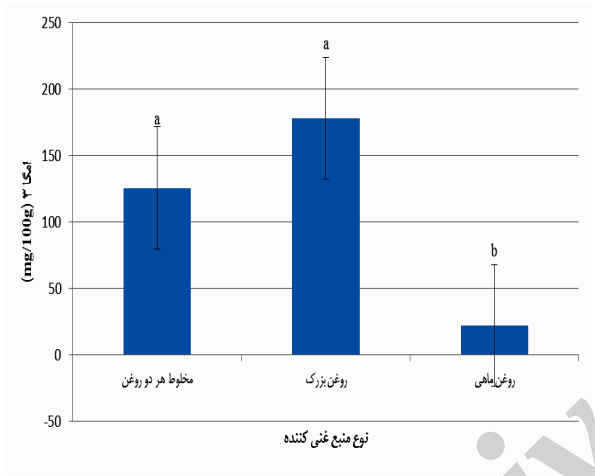
تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد که تنها نوع منبع امگا۳ بر میزان عدد اسید تیوباربیتوریک تأثیر معنی‌دار می‌گذارد ($P<۰/۰۵$) و ماست‌های حاوی روغن ماهی ریزپوشانی شده و مخلوط روغن ماهی و روغن بزرک دارای عدد اسید تیوباربیتوریک بالاتری نسبت به نمونه‌های ماست غنی‌شده با روغن بزرک و نمونه ماست شاهد هستند (شکل ۲). این امر نشان می‌دهد که پیشرفت اکسیداسیون در ماست‌های حاوی روغن بزرک کمتر بوده است. ازآنجاکه میزان عدد پراکسید نیز در این نمونه‌ها پایین‌تر بود، لذا می‌توان گفت که پایداری اکسیداتیو ماست‌های غنی‌شده با روغن بزرک و نیز ماست‌های شاهد بالاتر است.

شکل ۲ اثر متقابل منبع بر میزان اسید تیوباربیتوریک نمونه‌های ماست غنی‌شده

تغییرات عدد اسید تیوباربیتوریک درنتیجه تأثیر هریک از عوامل مقدار امگا۳، مرحله افزودن امگا۳ و نیز مدت‌زمان ماندگاری ماست‌ها معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). عدد اسید تیوباربیتوریک تمامی نمونه‌های ماست غنی‌شده و نمونه‌های ماست شاهد طی مدت‌زمان نگهداری (بیست روز) افزایش یافت، اما این میزان افزایش معنی‌دار نبود.

مجموع اسیدهای چرب امگا۳ (ω_3)

نوع منبع امگا۳، تفاوت‌های معنی‌داری را در مقدار امگا۳ باقیمانده در نمونه‌های ماست غنی‌شده ایجاد کرد و مقدار امگا۳ موجود در ماست‌های غنی‌شده با روغن بزرک و نیز مخلوط روغن بزرک و روغن ماهی ریزپوشانی شده به‌طور معنی‌داری بالاتر از میزان امگا۳ موجود در ماست‌های حاوی روغن ماهی ریزپوشانی شده بود ($P<۰/۰۵$). مقدار امگا۳ در ماست‌های مذکور بین ۱/۵–۷/۵ برابر میزان آن در ماست‌های غنی‌شده با روغن ماهی ریزپوشانی شده بود (شکل ۳). وجود مقادیر بالاتر امگا۳ در ماست‌غنی‌شده به روغن بزرک به دلیل ماندگاری بالاتر اسیدآلفالینولنیک در این ماست‌می‌باشد.



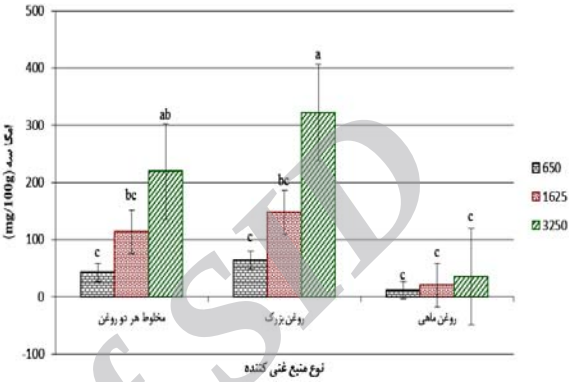
شکل ۳ اثر نوع منبع غنی کننده بر میزان امگا۳ نمونه‌های غنی‌شده

با افزایش مقدار امگا۳ تا ۳۲۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر، میزان امگا۳ باقیمانده در ماست‌های غنی‌شده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). ارزیابی داده‌ها نشان داد که مرحله افزودن امگا۳ و نیز مدت‌زمان نگهداری به لحاظ آماری تأثیر معنی‌داری بر میزان امگا۳ موجود در ماست‌های غنی‌شده نداشته است ($P>۰/۰۵$). هر چند مقدار امگا۳ باقیمانده در ماست‌هایی که قبل از گرمخانه گذاری غنی شدند، کمتر بود و بالاترین میزان امگا۳ در روز اول دیده شد. کاهش تدریجی و غیر معنی‌دار میزان امگا۳ طی مدت نگهداری در یخچال نشان‌دهنده این است که واکنش‌های اکسیداسیون در حال انجام است.

نتایج نشان داد که تفاوت‌های معنی‌دار در میزان امگا۳ ماست‌های غنی‌شده درنتیجه تأثیر متقابل مرحله افزودن و نوع منبع امگا ۳، مقدار و نوع منبع امگا۳، منبع امگا۳ و مدت

Archive of SID
www.SID.ir

نگهداری، مرحله افزودن و مقدار امگا۳، مقدار امگا۳ و مدت نگهداری، مقدار، نوع منبع و مرحله افزودن امگا۳، مقدار و نوع منبع امگا۳ و مدت نگهداری وجود دارد (شکل ٤) (P<۰/۰۵). درحالی‌که تأثیر همزمان مرحله افزودن و مدت‌زمان نگهداری، مقدار، مرحله افزودن امگا۳ و مدت نگهداری و مرحله افزودن، نوع منبع و مدت‌زمان نگهداری بر مقدار امگا ۳ موجود در نمونه‌های ماست غنی‌شده معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).



شکل ٤ اثر متقابل نوع منبع غنی کننده و مقدار آن بر میزان امگا۳ نمونه‌های غنی‌شده

٤- نتیجه گیری

با توجه به این که ماست های غنی‌شده با روغن ماهی ریزپوشان طی مدت نگهداری دارای بالاترین عدد پراکسیدو عدد اسید تیوباربیتوریک بودند و هم چنین میزان اسیدهای چرب امگاسه باقیمانده در ماست های غنی‌شده با روغن بزرک به ویژه نمونه های غنی‌شده پس از تیمار حرارتی می توان نتیجه گرفت که میزان پایداری اکسیداتیو ماست های غنی‌شده با روغن بزرک بسیار بالاتر از سایر نمونه ها بوده و لذا روغن بزرک به عنوان یک منبع مطلوب جهت غنی سازی ماست پیشنهاد می شود. علاوه بر این جهت کاهش اثرات فرایند و افزایش پایداری اکسیداتیو، افزودن روغن باید پس از فرایند گرمخانه گذاری صورت گیرد.

٥- منابع

[1] SKALL NIELSEN, N., DEBNATH, D. & JACOBSEN, C. 2007. Oxidative stability of fish oil enriched drinking yoghurt. International dairy journal, 17, 1478-1485.

[2] ZUIDAM, N. J. & NEDOVIC, V. 2009. Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing, Springer.

[3] RUBIO-RODRíGUEZ, N., BELTRáN, S., JAIME, I., DE DIEGO, S. M., SANZ, M. T. & CARBALLIDO, J. R. 2010. Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: a review. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 11, 1-12.

[4] FIRESTONE, D. 2006. Physical and chemical characteristics of oils, fats, and waxes, AOCS Press Champaign, IL.

[5] GUNSTONE, F. 2011. Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses, John Wiley & Sons.

[6] GUNSTONE, F. D., HARWOOD, J. L. & DIJKSTRA, A. J. 2012. The lipid handbook with CD-ROM, CRC Press.

[7] AUGUSTIN M, A. & WILLIAMS R. P, W. 2002. Technological aspects of calcium fortification of milk and dairy products. Food Australia, 54, 131-133.

[8] WIRAKARTAKUSUMAH, M. A. & HARIYADI, P. 1998. Technical aspects of food fortification. Food & Nutrition Bulletin, 19, 101-108.

[9] YE, A., CUI, J., TANEJA, A., ZHU, X. & SINGH, H. 2009. Evaluation of processed cheese fortified with fish oil emulsion. Food research international, 42, 1093-1098.

[10] JACOBSEN, C. 2010. Enrichment of foods with omega‐3 fatty acids: a multidisciplinary challenge. Annals of the New York Academy of Sciences, 1190, 141-150.

[11] OTTAWAY, P. B. 2008. Food fortification and supplementation: Technological, safety and regulatory aspects, Elsevier.

[12] KOLANOWSKI, W. & WEIßBRODT, J. 2007. Sensory quality of dairy products fortified with fish oil. International dairy journal, 17, 1248-1253.

[13] PIRKUL, T., TEMIZ, A. & ERDEM, Y. K. 1997. Fortification of yoghurt with calcium salts and its effect on starter microorganisms and yoghurt quality. International Dairy Journal, 7, 547-552.

[14] TAMIME, A. Y. & ROBINSON, R. K. 1999. Yoghurt: science and technology, Woodhead Publishing.

[15] BöNISCH, M. P., HUSS, M., LAUBER, S. & KULOZIK, U. 2007. Yoghurt gel formation by means of enzymatic protein

Archive of SID
www.SID.ir

cross-linking during microbial fermentation. Food Hydrocolloids, 21, 585-595.

[16] YILDIZ, F. 2010. Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products, CRC Press.

[17] SHANTHA, N. C. & DECKER, E. A. 1993. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. Journal of AOAC International, 77, 421-424.

[18] IDF 74|ISO 3976:2006 -Milk Fat – Determination of Peroxide Value, International IDF Standards International Dairy Federation, IDF-Square Vergote 41, Brussels, Sec. 74A:1991.

[19] HEKMAT, S. & MCMAHON, D. J. 1997. Manufacture and quality of iron-fortified yogurt. Journal of dairy science, 80, 3114-3122.

[20] IVERSON, S. J., LANG, S. L. & COOPER, M. H. 2001. Comparison of the Bligh and Dyer and Folch methods for total lipid determination in a broad range of marine tissue. Lipids, 36, 1283-1287.

[21] IDF 182| ISO 15884:2002 - Milkfat - Preparation of fatty acid methylesters, International IDF Standards International Dairy Federation, IDF-Square Vergote 41, Brussels, Sec.

[22] MORTENSEN, G., SøRENSEN, J. & STAPELFELDT, H. 2002. Comparison of peroxide value methods used for semihard cheeses. Journal of agricultural and food chemistry, 50, 5007-5011.

[23] YIN, H. & SATHIVEL, S. 2010. physical properties and oxidation rates of unrefined menhaden oil (Brevoortia patronus). Journal of food science, 75, E163-E168.

[24] Al-ROWAILY, M. A. 2008. Effect of heating treatments, processing methods and refrigerated storage of milk and some dairy products in lipids oxidation. Pakistan Journal of Nutrition, 7(1), 118-125.

[25] NIELSEN, N. S., KLEIN, A. & JACOBSEN, C. 2009. Effect of ingredients on oxidative stability of fish oil enriched drinking yoghurt. European journal of lipid science and technology, 111, 337-345.

Archive of SID

www.SID.ir

Oxidative stability of enriched yoghurts with different omega 3 sources during storage

Ghorbani-HasanSaraei, A. [1*], Shahidi, F. [2], Ghoddusi, H. B. [3], Motamedzadegan, A. [4], Varidi, M. [2]

1. Ph.D. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Microbiology Research Unit, School of Human Sciences, London Metropolitan University, London, UK
4. Department of Food Sciences and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
5. Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran

(Received: 94/6/17 Accepted: 94/9/12)

In this research stirred yoghurt prepared by addition of three sources of omega-3s; encapsulated fish oil, flaxseed oil and mixtures of the two oils at four levels (0, 650, 1625 & 3250 mg/1000 ml) and two addition step (after heating and after incubation step). Experiments were carried out in three replicates and a completely randomized factorial design was used for statistical analysis. Oxidative stability and fatty acid profiles were determined during the first, tenth and twentieth of storage time. The peroxide values and thiobarbituric acid values of enriched yoghurt with fish oil and enriched yoghurts after heat treatment are significantly highest. Polyunsaturated fatty acids and omega3 of enriched yoghurt with flaxseed oil is significantly higher than other samples. Therefore, it could be achieve the stirred yoghurt with higher oxidative stability by enrichment with flaxseed oil after heat treatment.

Keywords: Enrichment, Stirred yoghurt, Omega3, Flaxseed oil, Fish oil.

Archive of SID

*Corresponding Author E-Mail Address: Azade380@yahoo.com

www.SID.ir