نشریه دامپزشکی
(پژوهش و سازندگی)
شماره ۸۲، بهار ۱۳۸۸

بررسی خصوصیات کیفی، پراکسیداسیون چربی‌ها و ترکیب اسیدهای چرب در طول دوره نگهداری در تخم مرغ های غنی شده با سلنیوم و ویتامین E

• **مازیار محیطی اصلی**، دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام
• **فرید شریعتمداری**(نویسنده مسئول)
دانشیار گروه پرورش و مدیریت تولید طیور دانشکده کشاورزی دانشگاهتربیت مدرس
• **هوشنگ لطف الهیان**
عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور
تاریخ دریافت: مهرماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: تیرماه ۱۳۸۷
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۱۸۸۴۰۴۹
Email: shariatf@modares.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی امکان غنی سازی تخم مرغ با ویتامین E، سلنیوم آلی و غیرآلی و نیز پایداری چربی های تخم مرغ طی دوره نگهداری آزمایشی با استفاده از ۷۲ قطعه مرغ تخم گذار به مدت ۷ هفته انجام شد. آزمایش با استفاده از ۶ تیمار و ۳ تکرار و ۴ قطعه مرغ در هر تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد، جیره پایه به اضافه ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم سلنیوم غیرآلی یا آلی، ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ویتامین E و ترکیبات این‌ها بودند. تخم مرغ های جمع آوری شده به مدت ۱۴ روز در شرایط مختلف (یخچال، محیط و گرم خانه) نگهداری شدند و پس از آن خصوصیات کیفی، وزن محتویات داخلی (شامل زرده و سفیده)، غلظت مالون دی آلدئید در زرده به عنوان شاخصی برای پراکسیداسیون چربی های زرده و هم چنین ترکیب اسیدهای چرب زرده تخم مرغ اندازه گیری شدند. عملکرد مرغ و وزن تخم مرغ تحت تأثیر ویتامین E و منابع سلنیومی اضافه شده به جیره قرار نگرفت. نگهداری تخم مرغ‌ها موجب کاهش خصوصیات کیفی و تغییر ترکیب اسیدهای چرب و افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها شد. میزان MDA و تغییر در ترکیب اسیدهای چرب طی دوره نگه داری در تخم مرغ های غنی شده با سلنیوم و ویتامین E نسبت به تخم مرغ های شاهد کمتر بود. نتایج نشان می‌دهند که افزودن سلنیوم و ویتامین E به جیره مرغ های تخم گذار نه تن‌ها موجب غنی سازی تخم مرغ از این ترکیبات می شوند و ارزش تغذیه‌ای آن‌ها را افزایش می‌دهند بلکه اثرات آن‌ها در افزایش سیستم آنتی اکسیدانی تخم مرغ نیز مشهود بوده و آن را در برابر صدمات اکسیداتیو در طول زمان نگهداری محافظت می کنند.

کلمات کلیدی: ویتامین E، سلنیوم، پراکسیداسیون، اسیدهای چرب، تخم مرغ

Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 82 pp: 38-48

Study the egg quality, lipid oxidation and fatty acids composition during storage in eggs enriched with selenium and vitamin E

By: M. Mohiti Asli, Department of Animal Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

F. Shariatmadari, Department of Animal Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding Author, Tel: +989131884049

H. Lotfollahian, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran

A seven-week trial was carried out to investigate the possibility of enriching eggs with vitamin E, inorganic and organic selenium added to the laying hen's diet and lipid stability of enriched eggs during storage. Seventy two Hy-Line W-36 hens were divided into six equal groups. Each groups received one of the treatment diets which included control, 0.4 mg/ kg sodium selenite or selenium yeast, 200 mg/ kg vitamin E or their combination. Eggs were stored under different conditions (refrigerator, room or incubator) for 14 days. Then, eggs were analyzed for quality characteristics, egg component weight, MDA values as secondary oxidation product and yolk fatty acid composition. The performances of the hens and egg weights were not affected either by the source of selenium or by the vitamin E. Egg quality characteristics and fatty acid concentration were decreased and lipid peroxidation were increased by storing eggs. During the storage, eggs enriched with vitamin E and selenium had lower MDA values and alteration in fatty acids concentration than control. The results indicate that vitamin E and selenium supplementation to hen's diet not only enriches egg with these components and improves the nutritional value of egg but also fortifies antioxidant system of egg and protects egg against oxidative damages.

Key words: Vitamin E, Selenium, Lipid peroxidation, Egg fatty acids, Storage

مقدمه

نگهداری تخم مرغ در صنعت طیور امری متداول است که هم در مورد تخم مرغ های جوجه کشی و هم در مورد تخم مرغ های خوراکی انجام می‌شود.

این مسأله موجب فراهم شدن تعداد بیشتری تخم مرغ برای جوجه کشی و یا فروش تخم مرغ های خوراکی می‌شود. ولیکن نگه داری تخم مرغ موجب تغییراتی در بعضی خصوصیات کیفی تخم مرغ نظیر کاهش آب، دی اکسید کربن و در نتیجه افزایش pH سفیده و کاهش واحدها می‌شود (۱۰).

علاوه بر این، تخم مرغ حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA)، مانند اسید لینولئیک (n-6 18:2C) می‌باشد که نسبت به پراکسیداسیون بسیار حساس بوده و نیاز به آنتیاکسیدان‌ها را افزایش می‌دهند. ویتامین E و سلنیوم از ترکیبات کلیدی در سیستم آنتیاکسیدانی هستند که پراکسیداسیون چربی‌ها را کاهش می‌دهند (۲۱، ۳۱).

ویتامین E یک آنتی اکسیدان طبیعی محلول در چربی است که قادر است رادیکال های پراکسیل اسیدهای چرب را به هیدروپراکسیدهای کم خطرتری تبدیل کند و لذا واکنش‌های زنجیره‌ای پراکسیداسیون را کاهش می‌دهد. افزودن ویتامین E به جیره طیور به منظور افزایش ثبات اکسیداتیو تخم مرغ می‌تواند صورت گیرد (۲). سلنیوم نیز بخش مهمی از گروهی از سلنوپروتئین‌هایی مانند آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز را تشکیل می‌دهد.

نقش اصلی گلوتاتیون پراکسیداز حفاظت سلول در برابر اکسیداسیون است و پیشنهاد شده است که اثر هم کوشی با ویتامینE دارد زیرا کار ویتامین E را با مسمومیت زدایی هیدروپراکسیدها ادامه می‌دهد (۳۲).

انتقال مواد مغذی از جیره به تخم مرغ امکان پذیر است بنابراین می‌توان مقدار سلنیوم و ویتامین E را در تخم مرغ با دست کاری جیره مرغ های تخم گذار افزایش داد. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که غلظت ویتامین E در تخم مرغ با افزایش غلظت آن در جیره افزایش می‌یابد (۸، ۱۵، ۲۹). غلظت سلنیوم تخم مرغ نیز می‌تواند افزایش یابد. سلنیوم را می‌توان به صورت منابع غیرآلی (سلنیت یا سلنات) و یا آلی (سلنوآمینو اسیدها به خصوص سلنومتیونین) به جیره افزود. مطالعات انجام شده در زمینه مقایسه منابع آلی و غیرآلی سلنیوم نشان داده است که سلنیوم آلی در مقایسه با سلنیوم غیرآلی موجب ذخیره مقادیر بیشتری سلنیوم در تخم مرغ می‌شود (۴، ۹، ۲۷). از طرف دیگر، گزارش شده است که افزودن سلنیوم به جیره موجب بهبود کیفیت تخم مرغ طی دوره نگه داری می‌شود (۳۵).

گزارشات متعددی در مورد افزایش ثبات اکسیداتیو چربی های زرده تخم مرغ با استفاده از ویتامین E وجود دارد (۸، ۲۰). اما در مورد اثرات ویتامین E بر ترکیب اسیدهای چرب زرده تخم مرغ طی دوره نگه داری مطالعات اندکی ان جام شده است (۱۳، ۱۴). به علاوه فرضیه‌ای وجود دارد که مقادیر بالای آلفا توکوفرول میتواند در جذب روده‌ای بسیاری از اسیدهای چرب زنجیر بلند اختلال ایجاد کند (۲۲)

یا اینکه به عنوان پرواکسیدان در تخم مرغ عمل کند (۲۱). Galobart و همکاران (۱۴) اثرات اندکی از ویتامین E بر ترکیب اسیدهای چرب مشاهده نمودند و پیشنهاد کردند که در تحقیقات بعدی لازم است از روش‌های اندازه‌گیری دقیق تری مانند استفاده از استاندارد داخلی در اندازه‌گیری اسیدهای چرب استفاده شود. در مورد سلنیوم نیز علی رغم اینکه آزمایشات بسیاری جهت مقایسه منابع آلی و غیرآلی سلنیوم برای غنی سازی تخم مرغ انجام شده است ولیکن آزمایشات اندکی در مورد اثرات افزودن سلنیوم به جیره بر ترکیب اسیدهای چرب زرده و پراکسیداسیون چربی های تخم مرغ طی دوره نگه داری صورت گرفته است.

هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی اثرات ویتامین E، سلنیوم آلی و غیرآلی اضافه شده به جیره مرغ های تخم گذار بر قابلیت انتقال این مواد به تخم مرغ و سپس بررسی اثرات آن‌ها بر کیفیت تخم مرغ، پراکسیداسیون چربی‌ها و ترکیب اسیدهای چرب تخم مرغ طی دوره نگه داری در شرایط مختلف دمایی بوده است.

مواد و روش‌ها

آزمایشی به مدت هفت هفته با استفاده از ۷۲ قطعه مرغ تخم گذار سفید واریته‌های لاین W-۳۶ انجام شد. در شروع آزمایش مرغ‌ها از لحاظ وزن و تولید مشابه بودند. آب و خوراک در طول مدت آزمایش به طور آزاد در اختیار مرغ‌ها قرار داشت. برنامه نوردهی سالن شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. مرغ‌ها در شروع آزمایش ۶۲ هفته سن داشتند و با توجه به احتیاجات غذایی توصیه شده در راهنمای مدیریت تجاری مرغ تخم گذارهای لاین W-۳۶ توسط جیره‌ای با حدود ۲۸۰۰ کیلوکالری انرژی متابولیسمی در هر کیلوگرم و ۱۵ درصد پروتئین خام مطابق با فرمول ذکر شده در جدول ۱ تغذیه شدند.

هر تیمار شامل ۳ تکرار بود و هر تکرار شامل ۴ قطعه مرغ تخم گذار بود. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) تیمار شاهد که از جیره پایه استفاده می‌نمود؛ (۲) تیماری که در آن سلنیوم غیرآلی به جیره پایه اضافه شده بود؛ (۳) تیماری که در آن سلنیوم آلی به جیره پایه

جدول۱) ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی موجود در جیره پایه

ماده خوراکی	درصد در جیره	ترکیب مواد مغذی جیره	
ذرت	۴۳ /۸	انرژی متابولیسمی (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۱۰ /۲۷
گندم	۲۰	پروتئین خام (درصد)	۱۵ /۰۳
روغن سویا	۱ /۳	لیزین (درصد)	۰ /۷۵
کنجاله سویا	۱۸ /۳	متیونین (درصد)	۰ /۳۵
دانه کتان	۵	کل اسیدهای آمینه گوگردار (درصد)	۰ /۶۱
پودر صدف	۹ /۶	کلسیم (درصد)	۳ /۹۶
بی کربنات سدیم	۰ /۲۵	فسفر قابل دسترس (درصد)	۰ /۳۱
دی کلسیم فسفات	۱ /۰۲	سلنیوم (میلی گرم)	۰ /۲۱
نمک	۰ /۱۸	ویتامین E (واحد بین المللی)	۲۲ /۳۰
دی-ال متیونین	۰ /۱۱		
ال- لیزین HCl	۰ /۰۴		
پیش مخلوط ویتامینی ۱	۰ /۲		
پیش مخلوط معدنی ۲	۰ /۲		

۱ - پیش مخلوط ویتامینی اضافه شده به جیره مقادیر: ۷۰۴۰ واحد بین المللی ویتامین A۱، ۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D۳، ۸ /۸ واحد بین المللی ویتامین E، ۱ /۷۶ میلی گرم ویتامین K۳، ۱ /۲ میلی‌گرم ویتامین B۱، ۳ /۲ میلی‌گرم ویتامین B۲، ۶ /۴ میلی گرم ویتامین B۳ (کلسیم پنتوتنات)، ۲۸ میلی گرم ویتامین B۵ (نیاسین)، ۱ /۹۷ میلی گرم ویتامین B۶، ۰ /۳۸ میلی گرم ویتامین B۹ (فولیک اسید)، ۰ /۰۰۸ میلی گرم ویتامین B۱۲، ۰ /۱۲ میلی گرم ویتامین H۲ (بیوتین) و ۳۲۰ میلی گرم کولین کلراید را در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود.

۲ - پیش مخلوط معدنی اضافه شده به جیره مقادیر: ۶۰ میلی گرم منگنز، ۶۰ میلی گرم آهن، ۵۱ /۷۴ میلی گرم روی، ۴ /۸ میلی گرم مس، ۰ /۶۹ میلی گرم ید و ۰ /۱۶ میلی گرم سلنیوم را در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود.

اضافه شـده بود(۴) تیماری که در آن ویتامیـن E به جیره پایه اضافه شـده بود؛ (۵) تیماری که در آن سلنیوم غیرآلی و ویتامین E به جیره پایه اضافه شـده بود و (۶) تیماری که در آن سـلنیوم آلی و ویتامین E به جیره پایه اضافه شـده بود، بودند. مقادیر سـلنیوم و ویتامین E اضافه شـده به جیره‌های آزمایشی به ترتیب ۴/ ۰ قسمت در میلیون و ۲۰۰ قسمت در میلیون بودند که با توجه به بررسی مقالات و مطالعات پیشین صورت گرفته در این مورد، انتخاب شدند. سلنیوم غیرآلی مورد استفاده به شکل سلنیت سدیم (Na_2SeO_3) بود که در غلظت یک درصد فراهم شده بود و سلنیوم آلی نیز مخمر غنی از سلنیوم بود که از رشد و تخمیر مخمر *Saccaromyces cervisiea* در محیط کشت حاوی سلنیوم زیاد تولید می‌شـود. سلنیوم آلی مورد استفاده توسط شرکت تحقیق و توسعه بیوتکنولوژی مجارسـتانی- کانادایی دکتر باتا[1] در غلظت ۱۰۰۰ میلیگرم در کیلوگرم و با حداقل ۵۰ درصد سـلنومتیونین تولید شـده بود. ویتامین E نیز به شـکل دیال- آلفا توکوفریل اسـتات و با غلظت ۵۰ درصد بود. جیره پایه نیز حاوی ۵ درصد دانه کتان آسـیاب شـده بود که منبع خوبی از اسیدهای چرب امگا-۳ محسوب می‌شود و جهت افزایش غلظت این اسـیدهای چرب غیراشـباع در تخم مرغ و مشاهده اثرات بارزتر آنتی اکسیدان‌ها شامل ویتامین E و سلنیوم در طول مدت نگه داری تخم مرغ‌ها به جیره اضافه شده بود.

تخـم مرغ‌های تولید شـده توسـط هر تکرار، روزانه و در سـاعت مشـخصی جمع آوری و ثبت می‌شـد. وزن تخم مرغ هـای تولیدی و مصـرف خوراک نیز طـی دوره آزمایش تعیین گردیـد. تخم مرغ های تولید شده در پایان هفته‌های دوم، چهارم و ششم آزمایش جمع آوری و خصوصیات کیفی(ارتفاع سـفیده، واحد هاو، وزن زرده، رنگ زرده و pH زرده و سـفیده تخم مرغ) آن‌ها اندازه‌گیری شـد. تخم مرغ های جمع آوری شده در هفته آخر آزمایش به چهار دسته تقسیم شدند. در مورد دسـته اول در همان روز خصوصیات کیفی اندازه‌گیری شد. دسته دوم، سـوم و چهارم به ترتیب در دمای یخچال(۴ درجه سانتی گراد)، اتاق(۲۳-۲۷ درجه سانتی گراد) و گرم خانه(۳۱ درجه سانتی گراد) هر یک به مدت دو هفته نگه داری شدند. پس از طی این مدت خصوصیات کیفی تخم مرغ‌ها اندازه‌گیری شد.

بـرای اندازه‌گیری پراکسیداسـیون چربـی هـای زرده از آزمایش اسـید تیوباربیتوریک[2] استفاده شـد. این آزمایش بر مقدار جذب نوری کمپلکس صورتـی رنگ حاصل از واکنش یک مولکـول مالوندیآلدئید[3] با دو مولکول از TBA اسـتوار اسـت. مالون دی آلدئید محصول اصلی تجزیـه هیدروپراکسـیدهای چربی اسـت. در این آزمایـش MDA به عنوان محصول ثانویه اکسیداسـیون، توسـط روش TBA که به وسیله Botsoglou و همکاران (۳) شرح داده شده و با ایجاد تغییراتی مطابق با آنچه Galobart و همکاران (۱۳) انجام دادند اندازه‌گیری شد.

اسـیدهای چرب نمونه‌های خوراک و زرده تخم مرغ توسـط روش Metcalf و همـکاران (۲۳) اسـتخراج شـدند و توسـط دسـتگاه گاز کروماتوگرافی (GC) شناسـایی شـدند. آلفا توکوفرول موجود در نمونه زرده تخم مرغ با استفاده از روش عبدالهی و همکاران (۱) استخراج شد و در شـرایط توصیف شده توسـط Terners و Drotleff (۱۱) به وسیله دسـتگاه کروماتوگرافی مایع با عمل کرد بالا[4] تعیین شـد. اندازه گیری سلنیوم در زرده یا سفیده تخم مرغ با استفاده از روش اسپکتروسکوپی جذب اتمی به شیوه ایجاد هیدرید[5] انجامشد.

طـرح مورد نظـر به صورت یـک آزمایـش فاکتوریـل ۳×۲ و در قالـب طرح کاملاً تصادفی اجرا شـد. مدل ریاضـی این طرح به صورت فرمول -۱ می‌باشد:

فرمـول -۱ $Yij = \mu + \alpha i + \beta j + (\alpha\beta)ij + \varepsilon ij$

μ = میانگیـن جمعیـت، αi = اثر سـلنیوم، βj = اثر ویتامین E، $(\alpha\beta)ij$ = اثرات متقابل فاکتورهای مذکور و εij = اثر اشتباه آزمایشی.

داده‌های بدست آمده توسط رویه GLM نرم افزار SAS آنالیز آماری شـدند(۳۰). مقایسـه میانگین‌ها با اسـتفاده از آزمون چند مشاهده‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

افـزودن ویتامیـن E، سـلنیوم آلی و غیرآلی به جیـره هیچ کدام تأثیـر معنی‌داری را بر درصد تولید، وزن تخم مرغ، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک نشان ندادند (جدول ۲). این نتیجه با نتایج سایر محققان در مورد ویتامین E (۱۴، ۱۶، ۲۱ و ۲۹) و سـلنیوم (۴، ۲۶ و ۲۷) مطابقت داشت.

نگـه داری تخم مرغ‌ها به مـدت ۱۴ روز موجب کاهش خصوصیات کیفی تخم مرغ‌ها نظیر واحد هاو، رنگ زرده و افزایش وزن زرده، pH زرده و سفیده شد ($p<0/001$). کاهش خصوصیات کیفی در تخم مرغ های نگه داری شـده در دمای اتاق و گرم خانه مشـهودتر بود (جدول ۳). اثر نگه داری بر کاهش کیفیت سفیده و واحد هاو با از دست رفتن دی اکسـید کربـن از تخم مرغ طـی دوره نگهداری مربوط اسـت که موجب افزایش pH سفیده می‌شود که تجزیه پروتئین‌های سفیده مانند لیزوزیم و اوومیوسـین و در نهایت کاهش قوام و ویسـکوزیته سفیده را به دنبال دارد. افزودن ویتامین E و سـلنیوم اثری بر خصوصیات کیفی تخم مرغ نداشت. هرچند ویتامین E موجب افزایش وزن زرده تخم مرغ شد. Galobart و همکاران (۱۴) با افزودن ۲۰۰ میلی گرم آلفاتوکوفریل اسـتات به جیره مرغ هـای تخم گذار تأثیری را بـر خصوصیات کیفی تخم مرغ مشـاهده نکردند. Patton (۲۶) نیز با اسـتفاده از سلنیوم آلی و غیرآلـی به میزان ۳/ ۰ قسـمت در میلیون تأثیـری بر کیفیت تخم مـرغ در روزهای صفر، ۲۱ و ۴۲ نگهداری مشـاهده نکرد. هر چند در آزمایش دیگری با اسـتفاده از سـلنیوم غیرآلی به مقدار ۱/ ۰، ۲/ ۰ یا ۳/ ۰ قسمت در میلیون افزایشی را در واحد هاو تخم مرغ‌ها در مقایسه بـا آن‌هایی که سـلنیوم آلی دریافت کرده بودند مشـاهده کرد. Payne و همـکاران (۲۷) نیز با اسـتفاده از سـلنیت سـدیم، کاهش کمتری را در کیفیـت سـفیده تخم مرغ های نگه داری شـده در ۲/ ۲۱ درجه سـانتی گـراد ملاحظه کردنـد اما تفاوتـی در کیفیت تخـم مرغ های نگـه داری شـده در دمـای ۲/ ۷ درجه سـانتی گراد مشـاهده نشـد. Wakebe(۳۵) و Pappas و همـکاران (۲۴) گـزارش نمودند که مخمر غنـی از سـلنیوم میزان تجزیـه پروتئین‌های سـفیده را طی دوره نگه داری کاهش می‌دهد و موجب حفظ کیفیت سفیده می شود. Wakebe (۳۵) گزارش کرد که اسـتفاده از ۳/ ۰ قسـمت در میلیون مخمر غنی از سـلنیوم موجب کاهش میـزان افت کیفیت سـفیده و واحدها و در

جدول ۲) اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد مرغهای تخمگذار

	درصد تولید	وزن تخم مرغ (گرم)	وزن توده تخم مرغ (گرم)	مصرف خوراک (گرم در روز)	ضریب تبدیل خوراک
سلنیوم					
صفر	۷۴ /۵۲	۶۱ /۴۲	۴۵ /۷۷	۱۰۹ /۰۷	۲ /۳۸
سلنیت سدیم	۷۳ /۴۵	۶۱ /۸۳	۴۵ /۳۸	۱۱۰ /۳۹	۲ /۴۵
سلنیوم آلی	۷۱ /۸۱	۶۱ /۱۸	۴۳ /۹۷	۱۰۹ /۳۷	۲ /۵۰
ویتامین E					
صفر	۷۳ /۲۳	۶۱ /۵۶	۴۵ /۰۹	۱۰۹ /۹۷	۲ /۴۵
۲۰۰mg/ Kg	۷۳ /۲۹	۶۱ /۴۰	۴۴ /۹۹	۱۰۹ /۲۶	۲ /۴۴
اشتباه معیار (SEM)	۱ /۱۴	۰ /۳۴	۰ /۷۵	۰ /۸۵	۰ /۴۳
سلنیوم	NS	NS	NS	NS	NS
ویتامین E	NS	NS	NS	NS	NS
سلنیوم ×ویتامین E	NS	NS	NS	NS	NS

تخم مرغ های نگه داری شـده به مدت ۷ روز می‌شود. مکانیسم چنین مسـألهای کاملاً شناخته شده نیست. هرچند ممکن است فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسـیداز وابسته به سلنیوم موجود در زرده و سفیده تخم مرغ افزایش یافته و میزان اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها را در تخم مرغ کاهش داده و موجب حفظ خصوصیات کیفی آن شود.

همـان طـور کـه در جـدول ۴ نشـان داده شـده اسـت افزودن ویتامیـن E به جیـره موجب افزایش مقدار آن در زرده تخم مرغ شـد (P<۰ /۰۰۱). افـزودن ۲۰۰ میلـی گـرم آلفاتوکوفریل اسـتات به هر کیلوگرم جیره مرغ هـای تخم گذار موجب افزایش ۵/ ۵ برابری غلظت آلفاتوکوفرول در تخم مرغ‌ها در مقایسـه با گروه شـاهد شد (به ترتیب ۴۵۸ /۳۷ و ۸۷ /۸۸ میلـی گرم در گـرم زرده). بعضی محققان گزارش نموده‌انـد که میزان آلفاتوکوفرول ذخیره شـده در تخم مرغ به سـطح جیره‌ای آن بستگی دارد (۱۵، ۱۹، ۲۲، ۲۸ و ۲۹). Gorbas و همکاران (۱۷) با استفاده از سطوح مختلف آلفاتوکوفریل استات (صفر، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰، ۳۲۰، ۶۴۰ و ۱۲۸۰ واحد بین المللی در کیلوگرم) در جیره ذرت- سـویا رابطه خطی را میان افزودن آلفاتوکوفریل استات و غلظت آلفاتوکوفرول در زرده تخم مرغ گزارش کردند.

افزودن سلنیوم به جیره موجب افزایش معنی‌داری در غلظت سلنیوم زرده و سـفیده تخم مرغ شد (p<۰ /۰۰۱). سلنیوم آلی موجب ذخیره بیشتر سلنیوم در سفیده در مقایسه با سلنیت سدیم شد اما تفاوتی در افزایش سلنیوم زرده میان سـلنیوم آلی و سلنیت سدیم وجود نداشت (p>۰ /۰۵). تحقیقات بسیاری در مورد افزودن سلنیوم به جیره و تأثیر آن بر غلظت کل سـلنیوم تخم مرغ انجام شـده است و نتایج آن‌ها نیز نسـبتاً مشابه اسـت (۴، ۹، ۱۸، ۲۵، ۲۷). گزارشات متعددی نیز در مورد افزایش غلظت سـلنیوم زرده و سفیده تخم مرغ با توجه به منبع آلی و یا غیرآلی سلنیوم وجود دارد که البته نتایج این آزمایشات اندکی متفاوت اسـت. Swanson (۳۳) و Davis و همکاران (۹) نشان دادند که تخم مرغ های حاصل از مرغ های تغذیه شده با سلنومتیونین در مقایسه با مرغهای تغذیه شـده با سـلنیت سدیم یا سلنوسیستئین موجب ابقاء سلنیوم بیشـتری در سفیده تخم مرغ می‌شود. Cantor و همکاران (۴) گزارش کردند که میزان سـلنیوم زرده، سفیده و کل تخم مرغ همگی با اسـتفاده از سلنومتیونین در مقایسه با سلنیت سدیم بیشتر بود. X-aolong و Jiakui(۱۸) بـا افزودن ۵۱/ ۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سـلنیوم از منبع آلی (سـلنیوم مالت) یا غیر آلی (سـلنیت سدیم) به جیره پایه حاوی ۲۳/ ۰ میلی گرم در کیلوگرم سـلنیوم گزارش نمودند که مقدار سلنیوم در زرده و سفیده تخم مرغ افزایش یافت اما تفاوتی را در منابع سـلنیومی در افزایش غلظت سـلنیوم زرده و سـفیده مشاهده نکردند. Payne و همـکاران (۲۷) گزارش کردند که تخم مرغ‌های بدسـت آمده از مرغ های تغذیه شـده با مکمل‌های سلنیومی دارای سلنیوم بیشتری بودند و مخمر غنی از سلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم موجب ابقای

سلنیوم بیشتری در کل تخم مرغ شد. Utterback و همکاران (۳۴) نیز گزارش نمودند که سلنومخمر موجب افزایش بیشتری در سلنیوم تخم مرغ در مقایسه با سلنیت سدیم می‌شود. یکی از علل افزایش ابقای سلنیوم با استفاده از سلنومخمر این است که سلنیوم موجود در سلنومخمر عمدتاً به شکل سلنومتیونین میباشد و سلنومتیونین می‌تواند به طور مؤثری در ساختمان پروتئین‌ها وارد شود در حالی که منابع غیرآلی سلنیوم مانند سلنیت سدیم به طور غیرفعال در بدن جذب می‌شوند.

ترکیب اسیدهای چرب تخم مرغ طی دوره نگه داری تغییر نمود (جدول ۵). غلظت اسید پالمیتولئیک (۱۶:۱C)، اسید اولئیک (۱۸:۱C)، اسید آراشیدونیک (۲۰:۴C)، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع طی دوره نگهداری کاهش یافت. نگه داری تخم مرغ‌ها در گرم خانه اثر بیشتری بر ترکیب اسیدهای چرب زرده داشت در حالی که نگه داری در یخچال اثر بسیار اندکی داشت. غلظت اسید آراشیدونیک (۲۰:۴C) در تخم مرغ های نگه داری شده در گرم خانه به شدت کاهش یافت ($p<0/001$) و این کاهش با افزایش غلظت اسید آراشیدیک (۲۰:۰C) همراه بود. افزودن آلفاتوکوفریل استات و یا سلنیوم به جیره اثر معنی‌داری بر غلظت اسید آراشیدونیک نشان داد ($p<0/01$). هم چنین افزودن آلفاتوکوفریل استات بر غلظت اسیدهای چرب لینولنیک

جدول ۳) اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات کیفی تخم مرغ طی دوره نگهداری

تیمار	وزن تخم مرغ	وزن زرده	رنگ زرده	واحد هاو	pH زرده	pH سفیده
نگهداری						
تازه	۶۲/۰۳^{a}	۱۶/۹۱^{c}	۴/۷۲^{ab}	۷۵/۰۱^{a}	۶/۰۴^{c}	۸/۵۰^{d}
یخچال	۶۲/۷۸^{a}	۱۷/۴۴^{bc}	۴/۸۹^{a}	۷۳/۰۶^{a}	۶/۱۶^{b}	۸/۷۲^{c}
اتاق	۵۸/۶۷^{b}	۱۷/۹۴^{ab}	۴/۴۶^{b}	۳۷/۹۹^{b}	۶/۴۲^{a}	۹/۴۴^{b}
گرمخانه	۵۷/۶۸^{b}	۱۸/۰۶^{a}	۴/۵۳^{b}	۳۸/۶۰^{b}	۶/۴۷^{a}	۹/۵۸^{a}
سلنیوم						
صفر	۶۰/۰۹	۱۷/۳۶	۴/۷۰	۵۹/۹۴	۶/۲۱	۹/۰۷
سلنیت سدیم	۶۱/۱۱	۱۷/۶۸	۴/۷۱	۶۰/۵۷	۶/۳۰	۹/۰۶
سلنیوم آلی	۵۹/۶۷	۱۷/۵۵	۴/۶۵	۶۰/۸۲	۶/۲۸	۹/۰۴
ویتامین E						
صفر	۶۰/۴۷	۱۷/۲۹^{b}	۴/۶۸	۶۰/۸۵	۶/۲۴	۹/۰۸
۲۰۰ mg/ Kg	۶۰/۱۱	۱۷/۷۷^{a}	۴/۶۹	۶۰/۰۸	۶/۲۹	۹/۰۳
اشتباه معیار (SEM)	۰/۳۰۳	۰/۱۰۸	۰/۰۵۲	۱/۷۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۴۱
نگهداری	***	***	*	***	***	***
سلنیوم	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ویتامین E	NS	*	NS	NS	NS	NS
نگهداری× سلنیوم	NS	NS	NS	NS	NS	NS
نگهداری ×ویتامین E	NS	**	NS	NS	NS	**
سلنیوم ×ویتامین E	NS	NS	NS	NS	*	**
نگهداری× سلنیوم ×ویتامین E	NS	NS	NS	NS	NS	NS

علامت * و ** به ترتیب وجود اختلاف معنی دار را در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ نشان می‌دهند. abc حروف غیرمشابه در هر ستون مربوط به هر عامل نشانگر تفاوت معنی دار می‌باشد.

جدول ۴) غلظت سلنیوم در زرده و سفیده تخم مرغ

تیمارها	غلظت آلفا توکوفرول در زرده تخم مرغ (ppm)	غلظت سلنیوم در سفیده (ng/ g)	غلظت سلنیوم در زرده (ng/ g)
شاهد	۸۴ /۴۰ [b]	۱۱۴ /۲۲ [c]	۲۵۸ /۸۹ [b]
سلنیت سدیم	۹۸ /۸۵ [b]	۱۵۸ /۳۸ [b]	۴۳۱ /۸۷ [a]
سلنیوم آلی	۸۰ /۴۰ [b]	۲۳۶ /۸۳ [a]	۴۱۲ /۸۸ [a]
ویتامین E	۵۳۸ /۱۰ [a]	c۲۴/ ۱۰۷ [c]	۲۸۲ /۳۲ [b]
ویتامین E+ سلنیت سدیم	۴۴۰ /۸۰ [a]	۱۸۸ /۶۲ [b]	۴۵۴ /۴۳ [a]
ویتامین E+ سلنیوم آلی	۴۴۷ /۲۰ [a]	۲۴۶ /۰۹ [a]	۴۴۸ /۸۵ [a]
اشتباه معیار (SEM)	۶۱ /۱۹	۱۶ /۶۷	۲۴ /۳۳

abc اعداد با حروف غیرمشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با هم دارند (۰۰۱/ ۰>p).

(۱۸:۳C) مؤثر بود (۰۱/ ۰>p). نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های Pa-pas و همکاران (۲۴) که با افزودن سلنیوم آلی به جیره پایه حاوی PUFA (مانند روغن سویا یا روغن ماهی) افزایشی را در غلظت اسید دوکوزاهگزانوئیک گزارش نمودند مطابقت دارد. اما برخلاف نتایج آزمایش حاضر، آن‌ها گزارش کردند که غلظت اسید آراشیدونیک در تخم مرغ های بدست آمده از مرغ‌هایی که تیمارهای جیره‌ای سلنیومی را دریافت کرده بودند در مقایسه با آن‌هایی که فقط جیره پایه حاوی روغن سویا مصرف کرده بودند کاهش یافت. این نتایج نشان می‌دهند که اثرات متقابلی میان سلنیوم و PUFA ممکن وجود داشته باشد و احتمالاً این اثر از طریق گلوتاتیون پراکسیداز اعمال میشود. گلوتاتیون پراکسیداز نقش مهمی را در تنظیم بیوسنتز پروستاگلاندین‌ها از پیش سازهای آن‌ها نظیر اسید آراشیدونیک ایفا می‌کند. با وجود اینکه نقش گلوتاتیون پراکسیداز در متابولیسم ایکوزانوئیدها به روشنی مشخص نشده است اما گمان می‌رود که سلنیوم جیره نقش مهمی در تنظیم متابولیسم اسید آراشیدونیک داشته باشد (۶). برای مثال در مورد گاو گزارش شده است که سطح سلنیوم جیره که بر سطح سلنیوم در بافت‌ها اثرگذار است نقش مهمی را در تنظیم متابولیسم اسید آراشیدونیک از طریق مسیر ۵- لیپوکسیژناز ایفاء می‌کند (۵). هم چنین این محققان گزارش نمودند که این مسأله ممکن است یکی از مکانیسم‌های بیوشیمیایی ناشناخته در جلوگیری از تکثیر لنفوسیت‌ها و کاهش مقاومت به بیماری های عفونی مشاهده شده در حیوانات دچار کمبود سلنیوم باشد.

مطالعات اندکی در مورد تأثیر افزودن ویتامین E بر ترکیب اسیدهای چرب تخم مرغ وجود دارد (۱۴). Meluzzi و همکاران (۲۲) نشان دادند که افزودن ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم آلفاتوکوفریل استات به جیره‌های حاوی ۳ درصد روغن ماهی موجب کاهش اسید دوکوزاهگزانوئیک و کل اسیدهای چرب امگا-۳ می‌شود. آن‌ها پیشنهاد کردند که آلفاتوکوفرول می‌تواند در جذب و مکانیسم های انتقال اسیدهای چرب امگا-۳ اختلال ایجاد کند و چنین کاهشی را موجب شود. در مقابل، Cherian و همکاران (۸) افزایشی را در غلظت EPA و DHA در تخم مرغ با افزودن از مخلوطی از توکوفرول‌ها به جیره حاوی روغن ماهی منهادن مشاهده نمودند. اما آن‌ها هیچ اثری را از افزودن توکوفرول‌ها به جیره‌های حاوی روغن کتان یا سویا مشاهده نکردند. این محققان پیشنهاد نمودند که این مسأله ممکن است به دلیل اثرات مثبت توکوفرول‌ها در برابر اکسیداسیون باشد و یا اینکه توکوفرول‌ها موجب افزایش سنتز این اسیدهای چرب از مسیر ۶-Δدسچوراز می‌شوند. از طرف دیگر، سایر محققان هیچ اثری را از افزودن توکوفرول به جیره بر ترکیب اسیدهای چرب تخم‌مرغ‌های غنی از PUFA گزارش نکردند (۲۹). Galobart و همکاران (۱۵) با افزودن سطوح مختلف آلفاتوکوفریل استات (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) هیچ تفاوت معنی‌داری را در ترکیب اسیدهای چرب تخم مرغ مشاهده نکردند. اما هنگامی که ترکیب اسیدهای چرب تخم مرغ های بدست آمده از تیمار بدون آلفاتوکوفریل استات با همه تیمارهایی که سطوح مختلف آلفاتوکوفریل استات را دریافت کرده بودند مقایسه شد کاهشی در میزان اسید لینولنیک (EPA، ۱۸:۳C)، اسید دوکوزاپنتانوئیک، DHA و مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ مشاهده شد. نتایج این محققان با نتایج سایر محققان که سطوح مشابهی از ویتامین E را استفاده کرده‌اند مطابقت دارد (۱۴، ۲۱). آن‌ها پیشنهاد کردند که آلفاتوکوفریل استات در مقادیر بالا می‌تواند جذب بعضی از اسیدهای چرب بلند زنجیر را مختل کند و یا به عنوان پرواکسیدان در تخم مرغ عمل کند (۲۱). به هر حال در مورد نقش آنتی اکسیدانی و یا پرواکسیدانی ویتامین E در مقادیر بالا

جدول ۵) مقایسه میانگین تأثیر نگه داری تخم مرغ در شرایط مختلف بر مقدار اسیدهای چرب زرده

	C ۱۶:۰	C ۱۶:۱	C ۱۷:۰	C ۱۸:۰	C ۱۸:۱	C ۱۸:۲	۱۸:۳C	۲۰:۰C	۲۰:۴C	۲۲:۶C	ΣSFA	ΣMUFA	ΣPUFA	USFA/ SFA
شرایط نگه داری														
تازه	۱۴۲/۶۰	۲۶/۳۲^{a}	۰/۸۳۲	۴۱/۴۴^{ab}	۱۸۷/۳۶^{a}	۶۶/۴۸	۱/۵۵	۰/۵۴۷	۷/۲۷^{a}	۱/۴۵	۱۸۵/۴۲	۲۱۳/۶۸^{a}	۷۶/۷۶	۱/۵۷^{a}
یخچال	۱۴۱/۱۱	۲۴/۶۱^{b}	۰/۸۰۰	۴۰/۷۰^{b}	۱۸۳/۱۶^{ab}	۶۳/۶۹	۱/۵۹	۰/۵۴۶	۷/۱۹^{a}	۱/۴۴	۱۸۳/۱۶	۲۰۷/۷۷^{ab}	۷۳/۹۲	۱/۵۴^{ab}
اتاق	۱۴۵/۶۳	۲۴/۴۲^{b}	۰/۸۶۱	۴۳/۲۳^{a}	۱۸۴/۴۵^{ab}	۶۴/۱۴	۱/۶۶	۰/۵۴۵	۷/۰۷^{a}	۱/۳۹	۱۹۰/۲۶	۲۰۸/۸۷^{ab}	۷۴/۲۶	۱/۴۹^{bc}
گرمخانه	۱۴۲/۳۸	۲۴/۱۵^{b}	۰/۸۳۶	۴۱/۰۷^{ab}	۱۷۲/۹۹ b	۶۳/۰۹	۱/۵۵	۰/۵۶۹	۶/۳۸ b	۱/۳۴	۱۸۴/۸۶	۱۹۷/۱۵^{b}	۷۲/۳۵	۱/۴۶^{c}
سلنیوم														
صفر	۱۴۰/۶۰	۲۴/۴۱	۰/۸۵۷	۴۱/۴۰	۱۸۱/۰۳	۶۳/۶۰	۱/۵۹	۰/۵۴۷	۶/۷۱^{b}	۱/۳۷	۱۸۳/۴۲	۲۰۵/۴۴	۷۳/۲۶	۱/۵۲
سلنیت سدیم	۱۴۳/۷۵	۲۵/۳۳	۰/۷۹۸	۴۱/۸۷	۱۸۰/۷۸	۶۴/۷۰	۱/۶۲	۰/۵۳۸	۷/۰۲^{ab}	۱/۴۱	۱۸۶/۹۶	۲۰۶/۱۱	۷۴/۷۵	۱/۵۰
سلنیوم آلی	۱۴۴/۵۰	۲۴/۹۴	۰/۸۴۱	۴۱/۵۴	۱۸۴/۰۵	۶۴/۸۲	۱/۵۵	۰/۵۷۱	۷/۲۱a	۱/۴۴	۱۸۷/۴۵	۲۰۸/۹۸	۷۵/۰۲	۱/۵۲
ویتامین E														
صفر	۱۴۵/۰۳	۲۴/۳۹	۰/۸۲۶	۴۱/۵۶	۱۸۲/۴۱	۶۴/۵۴	۱/۵۱	۰/۵۶۶	۶/۸۴	۱/۴۱	۱۸۷/۹۸	۲۰۶/۷۹	۷۴/۳۰	۱/۵۰
۲۰۰mg/ Kg	۱۴۰/۸۱	۲۵/۳۸	۰/۸۳۹	۴۱/۶۴	۱۸۱/۴۸	۶۴/۱۸	۱/۶۶	۰/۵۳۷	۷/۱۱	۱/۴۰	۱۸۳/۸۳	۲۰۶/۸۶	۷۴/۳۶	۱/۵۳
اشتباه معیار (SEM)	۱/۳۶۶	۰/۲۹۳	۰/۰۲۶	۰/۳۷۵	۲/۰۳۴	۰/۷۲۳	۰/۰۲۷	۰/۰۱۳	۰/۰۷۹	۰/۰۱۹	۱/۵۸۸	۲/۲۰۵	۰/۷۷۱	۰/۰۱۲
اثر اصلی نگه داری	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	***	NS	NS	*	NS	**
اثر اصلی سلنیوم	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
اثر اصلی ویتامین E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
نگه داری×سلنیوم	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
نگه داری ×ویتامین E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
سلنیوم×ویتامین E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
نگه داری×سلنیوم×ویتامینE	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

علامت * اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ** در سطح ۰/۰۱ و *** در سطح ۰/۰۰۱ را نشان می‌دهد و abcd اختلاف معنی دار را در ستون مربوط به هر عامل نشان می‌دهند.

جدول ۶) اثر شرایط نگه داری بر پراکسیداسیون چربی‌های زرده تخم مرغ

	MDA (ng/ g)
شرایط نگه داری	
تازه	۲۵ /۰۷[c]
یخچال	۲۷ /۵۵[c]
اتاق	۳۵ /۲۶[b]
گرم خانه	۴۰ /۲۷[a]
سلنیوم	
صفر	۳۴ /۴۷[a]
سلنیت سدیم	۳۱ /۱۷[b]
سلنیوم آلی	۳۰ /۴۸[b]
ویتامین E	
صفر	۳۳ /۸۱[a]
۲۰۰ mg/ Kg	۳۰ /۲۷[b]
اشتباه معیار (SEM)	۰ /۷۹۷
اثر اصلی شرایط نگه داری	***
اثر اصلی سلنیوم	*
اثر اصلی ویتامین E	**
اثرات متقابل	NS

abc اعداد با حروف غیر مشابه در هر ستون مربوط به هر عامل اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند.

علامت *** اختلاف معنی دار را نشان می‌دهد (p<۰/۰۰۱).

مورد تردید می‌باشد. اما نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهند که مقادیر استفاده شده ویتامین E و سلنیوم آلی و غیرآلی اثرات آنتیاکسیدانی مثبتی بر ترکیب اسیدهای چرب زرده تخم مرغ طی دوره نگه داری دارد. یکی از دلایل تفاوت در نتایج آزمایشات مختلف ممکن است به خاطر تعداد اندک آزمایشات انجام شده در مورد اثرات ویتامین E و سلنیوم بر غلظت اسیدهای چرب تخم مرغ و هم چنین روش اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب باشد. زیرا در بسیاری از آزمایشات به جای اندازه‌گیری غلظت‌ها از نسبت‌ها استفاده شده است که این مسأله می‌تواند از دقت کار بکاهد لذا لازم است با استفاده از استاندارد داخلی به گونه‌ای که در آزمایش حاضر عمل شده غلظت اسیدهای چرب را تعیین کرد تا نتایج دقیق تری بدست آیند. به هر حال جهت اطمینان از چگونگی اثر ویتامین E و تأیید و یا رد نتایج آزمایش حاضر لازم است تحقیقات بیشتری انجام شود.

میزان مالون دی آلدئید (MDA) به عنوان شاخص پراکسیداسیون چربی‌ها در تخم مرغه ای تازه و نگه داری شده به مدت ۱۴ روز در دماهای مختلف در جدول ۶ نشان داده شده است. نگه داری تخم مرغ موجب افزایش MDA در آن شد (p<۰/۰۰۱). این مسأله رابطه مستقیمی با دمای نگه داری داشت. در تخم مرغ های غنی شده با سلنیوم و ویتامین E میزان افزایش MDA کمتر از تخم مرغ های معمولی بود. Dvorska و همکاران (۱۲) در بررسی کیفیت تخم مرغ های غنی شده با سلنیوم و ویتامین E و یا ترکیبی از این‌ها طی دوره نگهداری در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی گراد) به مدت ۱۴-۷ روز افزایشی را در پراکسیداسیون چربی های زرده مشاهده نمودند. اما پراکسیداسیون چربی‌ها در تخم مرغ های غنی شده با سلنیوم به طور معنی‌داری کاهش یافت. با نگه داری زرده تخم مرغ در گرم خانه (۳۷ درجه سانتی گراد) پراکسیداسیون چربی‌ها افزایش یافت و اثرات افزایش غلظت سلنیوم معنی دار بود. افزایش غلظت سلنیوم و ویتامین E با همدیگر موجب کاهش حساسیت تخم مرغ‌ها به پراکسیداسیون چربی‌ها شد. گزارش های متعددی در مورد افزایش ثبات اکسیداتیو چربی های تخم مرغ با افزودن سطوح بالای آلفاتوکوفریل استات وجود دارد (۸، ۱۴، ۲۸، ۲۹). Sim و Qi (۲۹) نشان دادند که میزان TBA تخم مرغ با افزایش سطوح توکوفرول‌ها در جیره مرغ‌ها از صفر به ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم کاهش یافت. Galobart و همکاران (۱۴) دریافتند که افزودن ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم آلفاتوکوفریل استات

به جیره موجب کاهش معنی دار TBA در تخم مرغ های خشک شده به روش اسپری، پس از ۱۲ ماه نگه داری می‌شود. Puthpongsiriporn و همکاران (۲۸) پیشنهاد کردند که افزودن ویتامین E به مقدار به مقدار ۶۵ واحد بین المللی در کیلوگرم موجب افزایش ذخیره سازی آلفاتوکوفرول شده و از واکنش‌های زنجیره‌ای پراکسیداسیون در زرده و پلاسمای مرغ های مواجه شده با تنش گرمایی جلوگیری می‌کند. این نتایج به خواص آنتی اکسیدانی ویتامین E و نقش سلنیوم در فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز مربوط است که موجب حفاظت سلول‌ها از صدمات ناشی از اکسیداسیون چربی‌ها طی دوره نگه داری می‌شود.

Gebert و همکاران (۱۶) نتایجی را بر خلاف یافته‌های آزمایش حاضر و سایر تحقیقات مذکور گزارش کردند. آن‌ها با افزودن ۱۰۰ یا ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم آلفاتوکوفریل استات به جیره، افزایشی را در میزان TBA تخم مرغ های نگه داری شده به مدت ۶ ماه مشاهده نمودند و لذا پیشنهاد کردند که ویتامین E در این مقادیر ممکن است اثرات پرواکسیدانی داشته باشد.

به طور کلی نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که امکان غنی سازی تخم مرغ با سلنیوم و ویتامین E از طریق دست کاری جیره وجود دارد و این مسأله نه تن‌ها موجب افزایش ارزش غذایی تخم مرغ برای انسان می‌شود بلکه حفظ کیفیت تخم مرغ طی دوره نگه داری و پیشگیری از فساد اکسیداتیو چربی‌ها و تغییر ترکیب اسیدهای چرب زرده را نیز به دنبال دارد. هر چند سلنیوم آلی موجب ابقای سلنیوم بیشتری در سفیده تخم مرغ شد اما تفاوت چندانی میان سلنیوم آلی و غیرآلی در غلظت سلنیوم زرده و حفاظت از چربی های زرده در برابر فساد اکسیداتیو مشاهده نشد.

سپاسگزاری

از شرکت لالوک و کارشناس محترم آن آقای مهندس محمد تقی مازوجی به جهت تهیه سلنیوم آلی و تأمین بخشی از هزینه‌های آزمایش و آقای مهندس سید عبداله حسینی عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور به خاطر همکاری در فارم مؤسسه تشکر و قدردانی می‌شود.

پاورقی‌ها

1 - Cytoplex Selenium®, Hungarian-Canadian Biotechnological Research and Development Company (Dr Bata Ltd).

2 - Thiobarbituric acid (TBA)

3 - Malondialdehyde (MDA)

4 - High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

5 - Hydride Generation Atomic Absorption Spectroscopy

منابع مورد استفاده

1- Abdollahi, A., Rosenholtz, N. S. and Garwin. J. L. (1993); Tocopherol micro-extraction method with application to quantitative analysis of lipophilic nutrients. *Journal of Food Science, 58*: 663–666.

2- Ajuyah, A. O., Ahn, D. U. Hardi, R. T. and Sim. J. S. (1993); Dietary antioxidants and storage affect chemical characteristics of omega-3 fatty acids enriched broiler chicken meats. *Journal of Food Science, 58*:43–46.

3- Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgiou, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis, A. J. and Trakatellis. A. G. (1994); Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and feedstuff samples. *Journal of Agricultural Food Chemistry, 42*: 1931–1937.

4- Cantor, A. H., Straw, M. L., Ford, M. J., Pescatore, A. J. and Dunlap. M. K. (2000); *Effect of feeding organic selenium in diets of laying hens on egg selenium content*. Page 473 in Egg Nutrition and Biotechnology. J. S. Sim, S. Nakai, and W. Guenter, ed. CABI Publishing, New York, NY.

5- Cao, Y. Z., Maddox, J. F., Mastro, A. M., Scholz, R. W., Hildenbrandt, G. and Reddy. C. C. (1992); Selenium deficiency alters the lipoxygenase pathway and mitogenic response in bovine lymphocytes. *Journal of Nutrition, 122*: 2121–2127.

6- Cao, Y. Z., Weaver, J. A., Reddy, C. C. and Sordillo. L. M. (2002); *Selenium deficiency alters the formation of eicosanoids and signal transduction in rat lymphocytes*. Prostaglandins Other Lipid Mediate. 70: 131–143.

7- Cherian, G., Wolfe, F. W. and Sim. J. S. (1996a); Feeding dietary oils with tocopherols: Effects on internal qualities of eggs during storage. *Journal of Food Science, 61*: 15–18.

8- Cherian, G., Wolfe, F. W. and Sim. J. S. (1996b); Dietary oils with added tocopherols: Effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. *Poultry Science, 75*: 423–431.

9- Davis, R. H., Fear, J., and Winton. A. C. (1996); Interactions between dietary selenium, copper, and sodium nitroprusside, a source of cyanide in growing chicks and laying hens. British *Poultry Science, 37*:87–94.

10- Decuypere, E., Tona, K., Bruggeman, V. and Bamelis. F. (2001); The day-old chick: A crucial hinge between breeders and broilers. *World's Poultry Science Journal, 57*:127–139.

11- Drotleff, A. M., and Ternes. W. (1999); *Cis/ trans isomers of tocotrienols- occurrence and bioavailability*. European Food Research and Technology, 210:1–8.

12- Dvorska, J. E., Yaroshenko, F. A., Surai, P. F. and Sparks. N. H. C. (2003); *Selenium-enriched eggs: Quality evaluation. Pages 23–24 in Proc*. 14th European Symposium of Poultry Nutrition, World's Poultry Science Association, Lillehammer, Norway.

13- Galobart, J., Barroeta, A. C., Baucells, M. D. and Guardiola. F. (2001a); Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with 30mega and 60mega polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and canthaxanthin supplementation. *Poultry Science, 80*: 327–337.

14- Galobart, J., Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Codony, R. and Ternes. W. (2001b); Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α-tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with β-fatty acids. *Poultry Science, 80*: 460–467.

15- Galobart, J., Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Cortinas, L. and Guardiola. F. (2001c); α-Tocopherol transfer efficiency and lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with ω3-polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science, 80*: 1496–1505.

16- Gebert, S., Messikommer, R., Pfirter, H. P., Bee, G. and Wenk. C. (1998); Dietary fats and vitamin E in diets for laying hens: Effects on laying performance, storage stability and fatty acid composition of eggs. *Archive of Geflu¨ gelk. 62*:214–222.

17- Gorbas, S., Mendez, J., lopez Bote, C., De Blas, C., and Mateos. G. G. (2002); Effect of vitamin E and A supplementation on egg yolk α-tocopherol concentration. *Poultry Science, 81:* 376-381.

18- Jiakui, L. and Xiaolong. W. (2004); Effect of dietary organic versus inorganic selenium in laying hens on the productivity, selenium distribution in egg and selenium content in blood, liver and kidney. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 18:* 65-68.

19- Jiang, Y. H., McGeachin, R. B. and Bailey. C. A. (1994); α-tocopherol, β-carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. *Poultry Science, 73:* 1137–1143.

20- Lopez-Bote, C. J., Gray, J. I., Gomaa, E. A. and Flegal. C. J. (1998); Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *British Poultry Science, 39:* 235–240.

21-Meluzzi, A., Sirri, F., Manfreda, G., Tallarico, N. and Franchini. A. (2000); Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long-chain fatty acids. *Poultry Science, 79:* 539–545.

22- Meluzzi, A., Sirri, F., Tallarico, N. and Vandi. L. (1999); *Dietary vitamin E in producing eggs enriched with n-3 fatty acids. Pages 153–159 in:* Proceedings of the VIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Bologna, Italy.

23- Metcalf, L. C., Schmitz, A. A. and Pelka. J. R. (1966); Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography analysis. *Analytical Chemistry, 38:* 514-515.

24- Pappas, A. C., Acamovic, T., Sparks, N. H. C., Surai, P. F. and McDevitt. R. M. (2005); Effects of supplementing broiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on egg quality during storage. *Poultry Science, 84:* 865–874.

25- Patton, N. D., Cantor, A. H., Pescatore, A. J. and Ford. M. J. (2000); Effect of dietary selenium source, level of inclusion and length of storage on internal quality and shell strength of eggs. *Poultry Science 79:* 75-116.

26- Patton, N. D. (2000). *Organic selenium in the nutrition of Laying hens: Effects on egg selenium content, egg quality and transfer to developing chick embryos. Ph. D. thesis*, University of Kentucky, Lexington, KY.

27- Payne, R. L., Lavergne, T. K., and Southern. L. L. (2005). Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. *Poultry Science, 84:* 232-237.

28- Puthpongsiriporn, U., Scheideler, S. E., Shell, J. L. and Beck. M. M. (2001); Effect of vitamin E and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. *Poultry Science, 80:* 1190-1200.

29- Qi, G. H., and Sim. J. S. (1998). Natural tocopherol enrichment and its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. *Journal of Agricultural Food Chemistry, 46:* 1920–1926.

30- SAS Institute (1999); *SAS User's Guide. Release 8.2 Ed.* SAS Institute Inc. Cary. NC.

31- Surai, P. F. (2000); Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *British Poultry Science, 41:* 235–243

32- Surai, P. F. (2002); Selenium in poultry nutrition: 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World's Poultry Science Journal, 58(3):* 333-347.

33- Swanson, C. A. (1987); Comparative utilization of selenite, selenomethionine, and selenized yeast by the laying hen. *Nutrition Research, 7:* 529–537.

34- Utterback, P. L., Parsons, C. M., Yoon, I. and Butler. J. (2005); Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. *Poultry Science, 84:* 1900–1901.

35- Wakebe, M. (1998); *Organic selenium and egg freshness. Patent #10-23864. Feed for meat chickens and feed for laying hens.* Japanese Patent Office, Application Heisei 8-179629. Published Jan. 27.