نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۲، پاییـــز ۱۴۰۰
ص‌ص: ۹۹~۱۱۰

بررسی اثر سلنیت سدیم و سلنومتیونین بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی تخم‌مرغ

زهرا تهامی[1*]، بهروز دستار[2]، احسان اسکوئیان[3]، سیدرضا هاشمی[4]
۱دانشجو دکتری تغذیه دام گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲ استاد گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳ استادیار بیوتکنولوژی پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی. مدیریت بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شرق و شمال شرق (مشهد).
۴ استاد گروه ژنتیک و اصلاح و فیزیولوژی دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت : مهر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش : آذر ۱۳۹۹
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۳۲۶۸۶۱
Email: tahami6690@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2020.352226.2105

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر استفاده از مکمل سلنیوم آلی و غیرآلی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار، صفات کیفی و پراکسیداسیون زرده و سفیده تخم مرغ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های-لاین (W-36) از سن ۲۳ تا ۳۵ هفتگی با ۵ گروه آزمایشی و ٦ تکرار و ۱۰ قطعه مرغ تخم-گذار در هر تکرار انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل: ۱) جیره پایه فاقد سلنیوم (شاهد). ۲) جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_سدیم، ۳) جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_سدیم، ٤) جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین و ۵) جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین بود. نتایج نشان داد گروه‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر وزن تخم‌مرغ، توده وزنی، درصد تولید، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و خصوصیات زرده و سفیده تخم‌مرغ نداشت. میزان پراکسیداسیون چربی‌های زرده و سفیده تخم‌مرغ در گروه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی کمتر بود (P<۰/۰۵). نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر نشان داد در بین منابع سلنیوم، ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین به شکل موثرتری سبب کاهش پرکسیداسیون چربی‌ها و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی محتویات تخم مرغ می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سلنیوم آلی، سلنیوم غیرآلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مرغ تخم‌گذار.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 132 pp: 99-110

Evaluation of the effect of selenite-sodium and seleno-methionine on laying hens performance and antioxidant properties of eggs

By: Zahra Tahami1*, Behrooz dastar[2], Ehsan Oskoueian[3], Seyed reza hashemi[4]
1:Ph.D. Graduated of Animal Nutrition, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2: Professor of Animal and Poultry Nutrition, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3: Ph.D in Biotechnology Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Mashhad, Iran.
4: Assistant Professor in Poultry Physiology, Department of Genetics and Breeding and Physiology of Animal and Poultry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Received: October 2020 **Accepted: December 2020**

This study was performed to investigate the effect of organic and inorganic selenium supplementation on laying hens performance, egg quality traits and peroxidation of egg yolk and white. The experiment was carried out in a completely randomized design with 300 laying hens (W-36) from 23 to 35 weeks of age with 5 treatments and 6 replications and 10 laying hens in each replication. Experimental treatments include: 1) basal diet without selenium (control), 2) basal diet+0.5 mg/kg selenite-sodium, 3) basal diet+1mg/kg selenite-sodium, 4) basal diet + 0.5 mg/kg seleno-methionine and 5) basal diet +1 mg/kg seleno-methionine. The results showed that experimental treatments had no significant effect on egg weight, weight mass, production percentage, feed intake, feed conversion ratio and egg yolk and egg white characteristics ($P<0.05$). The amount of fat peroxidation of egg yolk as well as egg white was significantly lower in 1 mg/kg seleno-methionine treatment compare to other treatments ($P<0.05$). The results of the present study revealed that among the sources of selenium, 1 mg/kg of selenium-methionine more effectively cause to reduc of fat peroxidation of egg contents and increase of antioxidant activity.

Key words: Antioxidant Activity, Inorganic Selenium, Laying Hen, Organic Selenium.

مقدمه

تغییرات شیمیایی زیادی در طول ذخیره‌سازی تخم‌مرغ اتفاق می‌افتد (Wang *et al*., 2010). زرده تخم‌مرغ سطوح بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع دارد که حساسیت بالایی به اکسیداسیون دارد. غلظت اسیدهای چرب و نسبت اسید چرب اشباع و غیراشباع در طی ذخیره‌سازی تخم‌مرغ تغییر می‌یابد (Mohiti-Asli *et al*., 2008). سایر تغییرات بیوشیمیایی اکسیداسیون پروتئین سفیده تخم‌مرغ است که باعث تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عملکردی سفیده تخم‌مرغ می‌شود (Wang *et al*., 2010). بنابراین وجود آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند سلنیوم برای حفظ کیفیت تخم‌مرغ ضروری است. سلنیوم عنصری کمیاب است که نقش مهمی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان دارد و واکنش محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو دارد (Pappas *et al*., 2005). سلنیوم به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی برخی از اجزای جیره مانند چربی‌ها، پروتئین‌ها و ویتامین‌ها را در برابر اکسیداسیون نامطلوب محافظت می‌کند (Skrivan *et al*., 2010). به طور کلی، دو منبع اصلی تأمین کننده‌ی سلنیوم در طیور شامل سلنیوم غیرآلی (سلنات، سلنیت و سلنید) و سلنیوم آلی (سلنوآمینواسیدها به خصوص سلنو-متیونین، سلنو-سیستئین و مخمر) می‌باشد (Briens *et al*., 2013). منابع سلنیوم آلی بسیار فعال‌تر از نوع غیرآلی بوده و به عنوان قسمتی از پروتئین‌ها و به صورت سلنو-متیونین و سلنو-سیستئین یافت می‌شوند (Schrauzer, 2000). به این علت که خواص سلنیوم مشابه خواص گوگرد است، علاوه

بر گیاهان، میکروارگانیسم‌ها نیز قادرند سلنیوم را به جای گوگرد در سیستئین و متیونین ذخیره کنند و در فرآیند هضم و جذب این فرم از سلنیوم قادر است با روش انتقال فعال از دستگاه گوارش جذب کنند در حالی‌که سلنیوم غیرآلی به طور فعال جذب و منتقل نمی‌گردد. از مزایای اصلی سلنیوم آلی جذب آن از محل جذب اسیدهای آمینه است، بنابراین دارای اثرات متقابل با سایر مواد معدنی نمی‌باشد و در بدن نیز به خوبی ذخیره می‌شود (Surai and Fisinin, 2014). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نقش مهمی در حفظ سلامت، خصوصیات تولیدی و تولیدمثلی پرندگان دارند (Surai, and Fisinin., 2016). سلنیوم با حضور در ساختمان آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز در حفاظت آنتی‌اکسیدانی سلولی لیپیدهای تخم‌مرغ نقش دارد و سبب کاهش نرخ اکسیداسیون لیپید و پروتئین می‌شود (Pan *et al*., 2011; Wang *et al*., 2010; Rajashree *et al*., 2014). میزان اکسیداسیون چربی با اندازه‌گیری میزان مالون‌دی‌آلدئید به عنوان معیاری از فعالیت آنتی‌اکسیدانی سنجیده می‌شود (Han *et al*., 2017). مکمل نمودن جیره با استفاده از سلنیوم آلی و غیرآلی عملکرد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی زرده تخم‌مرغ را در مرغ‌های تخم‌گذار بهبود بخشید (Meng *et al*., 2018). نتایج نشان داد بین مصرف منابع سلنیم آلی و غیرآلی تفاوتی در میزان پراکسیداسیون چربی‌های زرده تخم‌مرغ در مرغ تخم‌گذار مشاهده نمی‌شود با این حال مصرف هر دو نوع منبع سلنیوم سبب افزایش ظرفیت آنتی-اکسیدانی شد (Moslehi *et al*., 2019). با توجه به مزیت‌های بیشتر مکمل آلی سلنیوم، تمایل برای استفاده از آن افزایش یافته است (Heindl *et al*., 2010). هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر سلنیوم آلی (سلنو- متیونین) و غیرآلی (سلنیت- سدیم) بر عملکرد، پراکسیداسیون و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زرده و سفیده تخم‌مرغ در مرغ تخم‌گذار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با ۳۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های-لاین W-36 از سن ۲۳ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ گروه آزمایشی و ۶ تکرار و هر تکرار متشکل از ۱۰ قطعه مرغ به مدت ۱۲ هفته انجام شد. مرغ‌ها به صورت تصادفی انتخاب و سپس در گروه‌های آزمایشی قرار گرفتند. جیره‌ها بر پایه ذرت_کنجاله سویا و مطابق با احتیاجات غذایی سویه W-36 و به وسیله نرم افزار جیره‌نویسی UFFDA تنظیم شدند (جدول ۱) و سپس برای تهیه گروه‌های آزمایشی مقادیر مختلف منابع سلنیوم به آن اضافه شد. بدین صورت که یک مکمل پایه برای گروه شاهد و گروه-های آزمایشی بر حسب احتیاجات سویه تهیه شد که فاقد سلنیوم بود؛ سپس برای هر گروه آزمایشی مقدار تعیین شده از سلنیت-سدیم و سلنیوم‌متیونین به مکمل معدنی افزوده شد که در نهایت بخش مکمل معدنی هر گروه به جیره افزوده شد. گروه‌های آزمایشی شامل: ۱) جیره پایه فاقد سلنیوم. ۲) جیره پایه+ ۰/۵ میلی-گرم در کیلوگرم سلنیت_سدیم، ۳) جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_سدیم، ۴) جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین و ۵) جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین بود. سلنو_متیونین (خلوص ppm ۲۰۰۰) مورد استفاده در این آزمایش تولید شرکت دانش بنیان توسعه مکمل زیست‌فناور آریانا و سلنیت_سدیم (خلوص ۴۲ درصد) ساخت کشور چین است. سلنومتیونین شامل سلنیوم است که به شکل یون با مولکول-های آلی اسیدآمینه متیونین باند شده است. هر کیلوگرم از مکمل شامل ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین یا ۰/۲ درصد است. پس از دو هفته دوره عادت‌پذیری، مرغ‌ها به صورت انفرادی توزین و به طور تصادفی به گروه‌های آزمایشی اختصاص یافت. میانگین وزن ابتدایی مرغ‌ها ۸/۲۷±۱۳۴۸/۱۵ گرم بود. در طی آزمایش مرغ‌ها دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند و مدت روشنایی ۱۶ ساعت در شبانه روز بود و سعی شد تا تمامی شرایط پرورش نظیر نور و دما مطابق با راهنمای پرورش سویه W-36 باشد. مرغ‌ها در انتهای آزمایش نیز به صورت انفرادی توزین و مصرف خوراک هفتگی اندازه‌گیری شد. تخم‌مرغ‌های تولیدی روزانه و در ساعت مشخصی جمع آوری و توزین می‌شدند. درصد تولید از تقسیم تعداد تخم‌مرغ تولیدی به تعداد مرغ موجود، ضریب تبدیل غذایی از تقسیم خوراک مصرفی بر وزن تخم مرغ تولیدی و وزن توده تخم مرغ تولیدی توسط رابطه (۱) محاسبه شد.

رابطه (۱)

$$\text{وزن توده تخم مرغ} = \frac{\text{درصد تولید} \times \text{وزن تخم مرغ}}{۱۰۰}$$

در روز آخر آزمایش ۳ عدد تخم‌مرغ از هر تکرار جمع آوری و پس از توزین، خصوصیات کیفی تخم‌مرغ‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری ارتفاع سفیده از دستگاه ارتفاع‌سنج سه پایه (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13471) استفاده شد. برای این منظور ابتدا تخم‌مرغ‌ها روی یک صفحه صاف شکسته شده و ارتفاع سفیده در سه محل چسبیده به زرده میانی و انتهای سفیده غلیظ، اندازه‌گیری شد و میانگین آنها به عنوان ارتفاع سفیده در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص زرده با استفاده از دستگاه ارتفاع‌سنج سه پایه (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13471) ارتفاع زرده و سپس قطر آن با کولیس اندازه-گیری شد (بر حسب سانتی‌متر). در پایان وزن سفیده و زرده نیز با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد.

برای اندازه‌گیری درصد سفیده، شاخص زرده، شاخص سفیده و درصد زرده از روابط ۲ تا ۵ استفاده شد.

رابطه (۲)

$$\text{درصد سفیده} = \frac{\text{وزن سفیده}}{\text{وزن تخم مرغ}} \times ۱۰۰$$

رابطه (۳)

$$\text{شاخص زرده} = \frac{\text{ارتفاع زرده}}{\text{قطر زرده}} \times ۱۰۰$$

رابطه (٤)

$$\text{شاخص سفیده} = \frac{\text{ارتفاع سفیده}}{\text{۲/(طول سفیده + عرض سفیده)}} \times ۱۰۰$$

رابطه (۵)

$$\text{درصد زرده} = \frac{\text{وزن زرده}}{\text{وزن تخم مرغ}} \times ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری پراکسیداسیون زرده و سفیده از آزمایش اسید تیوباربیتوریک(Thiobarbituric acid (TBA استفاده شد. این آزمایش بر مقدار جذب نوری کمپلکس صورتی رنگ حاصل از واکنش یک مولکول مالون‌دی‌آلدئید (MDA) Malondialdehyde با دو مولکول از TBA استوار است. مالون‌دی‌آلدئید محصول اصلی تجزیه هیدروپراکسیدهای چربی است. در این آزمایش مالون‌دی‌آلدئید به عنوان محصول ثانویه اکسیداسیون، توسط روش TBA که به وسیله Botsoglou *et al* (۱۹۹۴) شرح داده شده و با ایجاد تغییراتی مطابق آنچه Galobart *et al* (۲۰۰۱) انجام دادند اندازه‌گیری شد.

به منظور اندازه‌گیری فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد (DPPH)، ابتدا نمونه‌ها با غلظت‌های متفاوت با یک میلی‌لیتر از محلول ۹۰ میکرومولار DPPH مخلوط شدند و به وسیله متانول ۹۵ درصد به حجم ۴ میلی‌لیتر رسیدند سپس بعد از طی شدن مدت زمان لازم در محیط تاریک، جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) با استفاده از رابطه ۶ محاسبه گردید (Wang *et al*., 2013).

رابطه (٦)

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH)(درصد)= (جذب شاهد/جذب نمونه-جذب شاهد)×۱۰۰

داده‌های آزمایش پس از بررسی‌های لازم از نظر نرمال بودن و آزمون همگنی واریانس‌ها توسط نرم افزار SAS (۲۰۱۳) در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شد. برای مقایسه میانگین گروه‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد.

$$Yijk = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Yijk = مقدارعددی هریک از مشاهدات در آزمایش

μ= میانگین کل

Ti= گروه آزمایش

εij= خطای آزمایشی

جدول ۱. اجزای تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌ی پایه

اجزای جیره	درصد
ذرت (پروتئین ۸ درصد)	۵۸/۷
کنجاله سویا (پروتئین ۴۴ درصد)	۳۰
روغن سویا	۱/۲
کربنات کلسیم	۷
دی‌کلسیم‌فسفات	۲
نمک	۰/۲۸
دی‌ال- متیونین	۰/۲
ال- لیزین هیدروکلراید	۰/۱۲
مکمل معدنی (فاقد سلنیوم)[1]	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵
ترکیبات شیمیایی	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۴۰
پروتئین خام (درصد)	۱۷/۰۲
کلسیم (درصد)	۴/۴
فسفار قابل دسترس (درصد)	۰/۵۲
لیزین قابل هضم (درصد)	۰/۹۴
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۴۵
متیونین+سیستین قابل هضم (درصد)	۰/۷
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۷۱

[1] هر کیلوگرم از مکمل معدنی حاوی: ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۸۸ میلی‌گرم منگنز، ۸۸ میلی‌گرم روی، ۵/۵ میلی‌گرم مس، ۱/۷ گرم ید.

[2] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی حاوی: ۸۸۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۳۰۰ واحد بین المللی ویتامینD_3، ۱۶۵۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۲/۲ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۲/۵ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۵/۵ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۲۸ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۳/۳ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۰/۶ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۲۲/۱ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۵۵ میلی‌گرم B_7، ۱۱۰ گرم کولین کلراید.

نتایج و بحث

پارامترهای عملکردی: تأثیر گروه‌های آزمایشی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار (جدول ۲) نشان داد هیچ یک از گروه‌های آزمایش بر وزن تخم‌مرغ، درصد تولید، توده وزنی، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی تأثیر معنی‌داری نداشتند. مشابه با نتایج این تحقیق Skrivan و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند افزودن ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم از سلنیت_سدیم و سلنیوم آلی غنی‌شده با مخمر، تفاوت معنی‌داری بر درصد تولید تخم‌مرغ ندارد. همچنین Leeson *et al* (۲۰۰۸) نشان دادند استفاده از سلنیوم آلی در جیره، تفاوت معنی‌داری در میزان تولید تخم‌مرغ و مصرف خوراک ایجاد نکرد. گزارشات متعددی در مورد عدم تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف سلنیوم آلی و غیرآلی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار گزارش شده است (Reis *et al*., 2009 ؛ Invernizzi *et al*., 2013; Skrivan *et al*., 2013؛ اسدی و همکاران، ۱۳۹۰). در مقابل گزارشاتی مبنی بر افزایش درصد تولید تخم‌مرغ (Natasha et al., 2012؛ et al., Gjorgovaka 2012) و افزایش وزن تخم‌مرغ (Reis *et al*., 2009 ; Payne *et al*., 2005) در پی مصرف مخمر آلی سلنیوم در مقایسه با مصرف سلنیوم غیرآلی در جیره مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد. ضریب تبدیل خوراکی مرغ‌های تخم‌گذار تحت تأثیر وزن توده تخم‌مرغ و خوراک مصرفی می‌باشد. وزن توده تخم‌مرغ نیز تابع درصد تولید و وزن تخم‌مرغ‌های تولید شده می‌باشد و در نتیجه زمانی که این دو مورد تحت تأثیر قرار نگرفته‌اند وزن توده تخم‌مرغ نیز تحت تأثیر قرار نخواهد گرفت (اسدی و همکاران، ۱۳۹۰). عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه-های آزمایشی برای پارامترهای عملکردی می‌تواند به دلیل نوع سلنیوم (منبع سلنیوم)، مدت زمان مصرف سلنیوم، سن و سویه مرغ تخم‌گذار باشد.

جدول۲. اثر گروه‌های آزمایشی بر شاخص‌های عملکردی

گروه	ضریب تبدیل خوراک	مصرف خوراک[۶]	وزن توده[۷]	تولید تخم مرغ[۸]	وزن تخم مرغ[۹]
گروه اول (شاهد)[۱]	۱/۸۹	۹۵/۱۶	۵۰/۳۴	۹۱/۰۱	۵۵/۲۹
گروه دوم[۲]	۱/۸۷	۹۶/۰۰	۵۱/۴۵	۹۲/۴۰	۵۵/۶۵
گروه سوم[۳]	۱/۹۰	۹۷/۶۶	۵۱/۳۲	۹۱/۹۶	۵۵/۸۰
گروه چهارم[۴]	۱/۹۱	۹۶/۰۰	۵۰/۱۷	۹۰/۸۳	۵۵/۲۴
گروه پنجم[۵]	۱/۹۰	۹۴/۱۶	۴۹/۴۷	۹۰/۰۸	۵۴/۹۲
خطای استاندارد میانگین	۰/۰۲۹	۱/۰۷۳	۱/۰۹۱	۱/۶۸۱	۰/۳۵۱
سطح احتمال	۰/۸۸۰	۰/۲۵۰	۰/۶۸۱	۰/۸۷۲	۰/۴۳۲

[۱]فاقد سلنیوم، [۲](جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_ سدیم)، [۳](جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_ سدیم)، [۴](جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو- متیونین)، [۵](جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو- متیونین). [۶] برحسب گرم/مرغ/روز. [۷] برحسب گرم/مرغ/روز. [۸] بر حسب درصد. [۹] بر حسب گرم

خصوصیات کیفی تخم‌مرغ: تأثیر گروه‌های آزمایشی بر خصوصیات کیفی زرده در جدول ۳ نشان داده شده است. گروه‌های آزمایش بر وزن زرده، ارتفاع زرده، شاخص زرده و درصد زرده تخم‌مرغ تأثیر معنی‌دار نداشتند. جدول ۴ تأثیر گروه‌های آزمایشی بر خصوصیات کیفی سفیده تخم‌مرغ را نشان می‌دهد. وزن سفیده، ارتفاع سفیده، شاخص سفیده و درصد سفیده تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). با این حال نتایج بررسی مقایسات مستقل نشان داد که وزن سفیده تخم‌مرغ در گروه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_سدیم به طور معنی‌داری نسبت به گروههای ۰/۵ میلی‌گرم سلنو_متیونین (P=۰/۰۰۹) و همچنین نسبت به ۰/۵ میلی‌گرم سلنیت_ سدیم (P= ۰/۰۳) بیشتر بود. Attia و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند مصرف ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی در مرغ تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر درصد زرده و شاخص زرده ندارد. مصرف سطوح مختلف مکمل سلنیوم بر شاخص زرده و درصد زرده تخم بلدرچین، اثر معنی‌داری نداشت (پورعباسعلی‌عمران و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی افزایش معنی‌دار سفیده (Natasha *et al*., 2012) و ارتفاع زرده (Skrivan *et al*., 2006) با استفاده از مخمر آلی سلنیوم گزارش شده است که مغایر با نتایج این تحقیق می‌باشد. عدم تأثیر سلنیوم می‌تواند به دلیل فعالیت بیولوژیکی که در تخم‌مرغ اتفاق می‌افتد را عنوان کرد که با گذشت زمان میزان فساد اکسایشی بیشتری در تخم‌مرغ ایجاد می‌شود که این می‌تواند بر روی ارزیابی کیفیت تخم‌مرغ تأثیر بگذارد (Skrivan *et al*., 2010) در حالی که ارزیابی برروی تخم‌مرغ تازه انجام شده است.

جدول۳. اثر گروه‌های آزمایشی بر خصوصیات کیفی زرده تخم‌مرغ

گروه	درصد زرده	شاخص زرده	ارتفاع زرده[۶]	وزن زرده[۷]
گروه اول (شاهد)[۱]	۲۷/۲۰	۴۳/۳۱	۱۷/۵۹	۱۵/۶۱
گروه دوم[۲]	۲۷/۲۱	۴۱/۱۲	۱۶/۹۰	۱۵/۴۳
گروه سوم[۳]	۲۶/۸۹	۴۰/۹۰	۱۷/۰۱	۱۶/۰۰
گروه چهارم[۴]	۲۶/۷۱	۴۲/۱۶	۱۷/۳۶	۱۵/۹۲
گروه پنجم[۵]	۲۶/۸۰	۳۹/۴۶	۱۶/۲۶	۱۵/۵۶
خطای استاندارد میانگین	۰/۳۹	۰/۹۴	۰/۳۶	۰/۲۲
سطح احتمال	۰/۵۱۶	۰/۰۶۱	۰/۱۱۹	۰/۳۳۰

[۱]فاقد سلنیوم، [۲](جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_ سدیم)، [۳](جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_ سدیم)، [۴](جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_ متیونین)، [۵](جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_ متیونین). [۶]برحسب میلی‌متر. [۷] بر حسب گرم.

جدول٤. اثر گروه‌های آزمایشی بر خصوصیات کیفی سفیده تخم‌مرغ

گروه	درصد آلبومین	شاخص آلبومین	ارتفاع آلبومین[۶]	وزن آلبومین[۷]
گروه اول (شاهد)[۱]	۶۳/۳۰	۱۱/۰۱	۷/۶۴	۳۶/۴۱
گروه دوم[۲]	۶۳/۱۴	۱۰/۲۵	۷/۱۵	۳۵/۸۲
گروه سوم[۳]	۶۳/۵۸	۱۱/۲۹	۷/۹۳	۳۷/۹۳
گروه چهارم[۴]	۶۲/۸۱	۱۰/۵۸	۷/۳۱	۳۶/۱۸
گروه پنجم[۵]	۶۳/۵۱	۱۰/۱۲	۷/۲۰	۳۶/۹۲
خطای استاندارد میانگین	۰/۴۲	۰/۶۶	۰/۴۲۵	۰/۵۵
سطح احتمال	۰/۷۰۵	۰/۶۹۳	۰/۶۵۸	۰/۰۸۳

[۱]فاقد سلنیوم، [۲] (جیره پایه+ ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلنیت_ سدیم)، [۳](جیره پایه+ ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلنیت_ سدیم)، [۴](جیره پایه+ ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم سلنو_ متیونین)، [۵] (جیره پایه+ ۱ میلی گرم در کیلوگرم سلنو_ متیونین). [۶]برحسب میلی‌متر. [۷] بر حسب گرم.

میزان مالون‌دی‌آلدئید (MDA) زرده و سفیده‌ی تخم‌مرغ: جدول ۵ اثر گروه‌های آزمایشی بر میزان مالون‌دی‌آلدئید زرده و سفیده‌ی تخم‌مرغ را نشان می‌دهد. مالون‌دی‌آلدئید زرده و سفیده تخم‌مرغ در گروه دریافت کننده ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی کمترین میزان را نشان داد ($P<۰/۰۵$). از سوی دیگر بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدئید زرده و سفیده در گروه شاهد دیده شد ($P<۰/۰۵$). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با وجودی که مکمل سلنیوم به هر دو شکل آلی و غیرآلی سبب کاهش معنی‌دار میزان مالون‌دی‌آلدئید زرده و سفیده تخم‌مرغ می‌شوند ولی تأثیر شکل آلی سلنیوم بر کاهش مالون‌دی‌آلدئید زرده و سفیده تخم‌مرغ بیشتر است.

سلنیوم یک آنتی‌اکسیدان قوی است که نقش مهمی در واکنش‌های اکسیداسیون و احیای داخل سلولی ایفا می‌کند (Lukaszewicz *et al*., 2011). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل به ظرفیت سیستم آنتی‌اکسیدانی مرتبط است و ظرفیت بالای آنتی‌اکسیدان نشان دهنده افزایش مقاومت در برابر اکسیداسیون است (Cai *et al*., 2012). مالون‌دی‌آلدئید یکی از محصولات نهایی پراکسیداسیون اسیدهای چرب اشباع نشده در سلول‌ها و نشانگر استرس اکسایشی است (Gawel *et al*., 2004). میزان مالون‌دی‌آلدئید در زرده تخم‌مرغ شاخصی از پراکسیداسیون چربی‌های زرده تخم‌مرغ است (اسدی و همکاران، ۱۳۹۰). لذا همان طور که در نتایج این تحقیق مشاهده می‌شود سلنیوم با کاهش پراکسیداسیون چربی‌ها سبب کاهش تولید میزان مالون‌دی‌آلدئید در تخم‌مرغ شد. همسو با نتایج این تحقیق، مطالعه‌ی Dvorska *et al* (۲۰۰۳) نشان داد غنی‌سازی تخم‌مرغ با سلنیوم و ویتامین E و یا ترکیبی از این دو سبب کاهش معنی‌دار پراکسیداسیون چربی‌ها در تخم‌مرغ‌های غنی‌شده با سلنیوم شد. غنی‌سازی تخم‌مرغ با سلنیوم موجب افزایش فعالیت گلوتاتیون‌پراکسیداز (GSH-Px) و کاهش حساسیت زرده به فساد اکسایشی می‌شود. در مطالعه دیگری، میزان مالون‌دی‌آلدئید در زرده تخم‌مرغ با افزایش سلنو_ متیونین به طور معنی‌داری کاهش یافت (Wang *et al*., 2010). Fasiangova and Borilova (۲۰۱۶) گزارش کردند مصرف سلنیوم آلی (سلنو_متیونین) باعث کاهش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید در زرده و سفیده می‌شود. این کاهش به این دلیل است که متیونین، سیستئین زیادی را برای سنتز گلوتاتیون‌پراکسیداز فراهم می‌کند که این امر موجب مهار اکسیداسیون چربی‌ها و کاهش مقدار مالون‌دی‌آلدئید در تخم‌مرغ می‌شود (Beatty and Reed, 1980). از سوی دیگر برخی محققین گزارش کردند مصرف سلنیوم بر میزان مالون‌دی‌آلدئید زرده تخم‌مرغ تاثیری نداشت (Skrivan *et al*., 2010; Moslehi *et al*., 2019). طبق مطالعه Boostani *et al* (۲۰۱۵) مصرف جیره حاوی سلنیوم، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند

گلوتاتیون‌پراکسیداز در جوجه‌های گوشتی را افزایش داد. گلوتاتیون‌پراکسیداز به عنوان یک واکنش محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو در جوجه‌های گوشتی عمل می‌کند. مغایر با نتایج این بررسی Buckiuniene *et al* (۲۰۱۸) گزارش کردند میزان مالون‌دی‌آلدئید در زرده هنگام استفاده از سلنو-متیونین افزایش یافت. این تفاوت در نتایج می‌تواند به نوع سلنیوم مصرف شده و قابلیت دسترسی بهتر سلنو-متیونین مرتبط باشد. نتایج مطالعه Yang *et al* (۲۰۱۶) نشان داد که سرعت اکسیداسیون اسیدهای چرب و تولید محصولات ناشی از اکسیداسیون چربی (مالون‌دی-آلدهید) در تخم‌مرغ‌های غنی شده با سلنیوم در مقایسه با تخم‌مرغ غنی نشده پایین‌تر بود. این کاهش با افزایش سطوح و فعالیت گلوتاتیون‌پراکسیداز در تخم‌مرغ پس از دریافت مکمل سلنیوم (جزء ضروری گلوتاتیون‌پراکسیداز) در مرغ‌های تخم‌گذار توجیه می‌شود و منطبق با این مطالعه است.

بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) زرده و سفیده-ی تخم‌مرغ: جدول ۵ اثر گروه‌های آزمایشی بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) زرده و سفیده‌ی تخم‌مرغ را نشان می-دهد. نتایج نشان داد به طور کلی مصرف سلنیوم آلی (سلنو-متیونین در هر دو سطح ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و مصرف سلنیت-سدیم در سطح ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم منجر به افزایش معنی‌دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی زرده تخم‌مرغ در مقایسه با گروه شاهد شده است (P<۰/۰۵). گروه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو-متیونین در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی افزایش بیشتری در فعالیت آنتی‌اکسیدانی زرده تخم‌مرغ ایجاد کرد (P<۰/۰۵). در مورد فعالیت آنتی‌اکسیدانی سفیده تخم‌مرغ نتایج نشان داده است که گروه ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو-متیونین در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی افزایش بیشتری در میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی سفیده تخم‌مرغ ایجاد کرد (P<۰/۰۵) در حالی که بین گروه‌های مصرف کننده ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت-سدیم و ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو-متیونین تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی سفیده مشاهده نشد (P<۰/۰۵).

زینلی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند مصرف مکمل سلنیوم بر ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی خون تأثیری ندارد در حالی که آزمایش پورعباسعلی‌عمران و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی در غلظت ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی افزایش یافت که با نتایج این تحقیق موافق است. امروزه اختلالات متابولیکی در واحدهای پرورش طیور شایع است (Salama and Zhou., 2016). از جمله عواملی که سبب بروز اختلالات متابولیکی می‌شود وجود رادیکال‌های آزاد و عوامل استرس‌زا در بدن می‌باشد (Jeong *et al*., 2016). مکانیسم‌های دفاعی بدن علی‌رغم دارا بودن آنتی‌اکسیدان‌های مختلف، به تنهایی قادر به حذف تمام ترکیبات استرس‌زا نمی-باشند؛ لذا نیاز به استفاده از ترکیباتی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی که قادر به مهار رادیکال‌های آزاد می‌باشند مطرح می‌شود. Wu *et al* (۲۰۱۶) گزارش کردند عوامل آنتی‌اکسیدان می‌توانند سبب بهبود نشانه‌های بیماری‌های متابولیکی شوند؛ در زمان استرس، رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابند که در این حالت سلنیوم می-تواند به عنوان یک ضد استرس بسیار کارآمد عمل کند.

جدول۵. اثر گروههای آزمایشی بر پراکسیداسیون چربی‌ها (MDA) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) زرده و سفیده تخم‌مرغ (بر حسب درصد)

گروه	مالون‌دی‌آلدئید زرده	مالون‌دی‌آلدئید سفیده	فعالیت آنتی‌اکسیدانی زرده	فعالیت آنتی‌اکسیدانی سفیده
گروه اول (شاهد)[1]	^{a}۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰^{a}	۱۶/۹۸^{c}	۸/۲۳^{c}
گروه دوم[2]	۹۲/۷۲^{b}	۸۰/۶۳^{b}	۱۷/۱۱^{c}	۱۲/۶۵^{b}
گروه سوم[3]	۸۱/۲۳^{c}	۶۶/۰۷^{c}	۱۸/۱۴^{b}	۱۳/۱۴^{b}
گروه چهارم[4]	۷۶/۸۳^{d}	۶۲/۷۳^{c}	۱۸/۶۸^{b}	۱۲/۲۹^{b}
گروه پنجم[5]	۶۸/۵۴^{e}	۴۹/۰۲^{d}	۲۲/۳۷^{a}	۱۶/۴۱^{a}
خطای استاندارد میانگین	۱/۳۸۵	۱/۱۱۹	۰/۳۱۸	۰/۰۶۰
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

حروف نامشابه بین گروه‌ها بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵). [1]فاقد سلنیوم، [2](جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_سدیم)، [3](جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت_سدیم)، [4](جیره پایه+ ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین)، [5] (جیره پایه+ ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنو_متیونین).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این بررسی نشان می‌دهد گروه‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های عملکردی و خصوصیات زرده و سفیده تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری ندارند. سلنیوم آلی با افزایش معنی‌دار خواص آنتی‌اکسیدانی زرده و سفیده نسبت به گروه شاهد منجر به کاهش اکسیداسیون چربی‌ها در زرده و سفیده شده است. همچنین سلنو_متیونین به میزان بیشتری تولید پراکسیداسیون چربی‌های زرده و سفیده تخم‌مرغ را کاهش می‌دهد. لذا گروه غنی‌شده با سلنو_متیونین در سطح ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم نسبت به سایر گروهها به شکل موثرتری سبب کاهش پرکسیداسیون چربی‌ها و افزایش فعالیت آنتی-اکسیدانی شده است. با توجه به نتایج حاصله مکمل‌سازی تخم‌مرغ با منابع آلی سلنیوم (سلنو_متیونین) می‌تواند منجر به تولید تخم-مرغ‌های غنی‌شده از سلنیوم گردد که به جهت حفظ کیفیت تخم-مرغ‌ها در طول مدت انبارداری کمک نموده و طول عمر انبارداری را افزایش دهد.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، شرکت دانش‌بنیان توسعه مکمل زیست فناور آریانا و زنجیره تولید یکپارچه گوشت مرغ صالح کاشمر، به ویژه جناب آقای قدیر صالحی که در اجرای این طرح کمک کرده‌اند قدردانی و تشکر می‌شود.

منابع

اسدی، ف.، شریعتمداری، ف.، کریمی ترشیزی، م، ا. (۱۳۹۰). اثر منابع و سطوح مختلف سلنیوم آلی بر عملکرد مرغ های تخمگذار، کیفیت تخم مرغ و قابلیت غنی سازی تخم مرغ. پژوهش‌های علوم دامی ایران. شماره ۳. ص ۳۵۰-۳۴۴.

پورعباسعلی عمران، ن.، شجاعیان، ک.، جلیلوند، ق .، کاظمی‌فرد، م. (۱۳۹۷). تاثیر سطوح مختلف سلنیوم آلی بر عملکرد، ویژگی‌های کیفی تخم و برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بلدرچین ژاپنی مولد. نشریه علوم دامی. شماره ۱۱۸. ص ۲۵۶-۲۴۵.

زینلی، ا.، رئیسی، ا.، کرمانشاهی، ح.، فرهنگفر، ه.، ضیائی، ح. (۱۳۸۸) اثر سلنیت سدیم و پودر زردچوبه بر عملکرد، کیفیت لاشه و متابولیت های آنتی اکسیدانی خون جوجه های گوشتی در شرایط تنش گرمایی. مجله علوم دامی. شماره ۱۹: ص ۸۵-۶۹.

Attia, Y. A., Abdalah, A. A., Zeweil, H. S., Bovera, F., El-Din, A. A. T., and Araft, M. A. (2010). Efect of inorganic or organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some physiological traits of dual-purpose breeding hens. *Czech Journal Animal Science*, 55: 505–519.

Beatty, P. W., and Reed, D. J. (1980). Involvement of the cystathionine pathway in the biosynthesis of glutathione by isolated rat hepatocytes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 204: 80–87.

Boostani, A., Sadeghi, A. A., Mousavi, S. N., Chamani, M. and Kashan, N. (2015). Effects of organic, inorganic, and nano-Se on growth performance, antioxidant capacity, cellular and humoral immune responses in broiler chickens exposed to oxidative stress. *Livestock Science*, 178: 330-336.

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.

Briens, M., Mercier, Y. F., Vacchina, V. and Geraert, P. A. (2013). Comparative study of a new organic selenium source seleno-yeast and mineral selenium sources on muscle selenium enrichment and selenium digestibility in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 110: 617–624.

Buckiuniene, V., Alencikiene, G., Miezeliene, A., Raceviciute-Stupeliene, A. and Bliznikas, S. (2018). Effect of sunflower and rapeseed oil, organic and inorganic selenium and vitamin E in the diet on yolk fatty acids profile, malondialdehyde concentration and sensory quality of laying hens' eggs.*Veterinarija IR Zootechnika*, 76: 21-28.

Cai, S. J., Wu, C. X., Gong, L. M., song, T., Wu, H. and Zhang, L. Y. (2012). Effects of nanoseleniumon performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, and tissue selenium content in broilers. *Poultry Science*, 91: 2532-2539.

Dvorska, J. E., Yaroshenko, F. A., Surai, P. F. and Sparks, N. H. (2003). Selenium-enriched eggs: Quality evaluation. In: Proceedings of *14th European Symposium of Poultry Nutrition*, 14-17 Oct., World's Poultry Science Association, Lillehammer, Norway, pp. 23–24.

Fasiangova, M. and Borilova, G. (2016). Selenium-enriched eggs as a functional food: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 75: 67-72.

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

Gawel, S., Wardas, M., Niedworok, E. and Wardas, P. (2004). Malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker. *WiadomosciLekarskie*, 57: 453-455.

Gjorgovska, N., Kiril, F. and Tosho, K. (2012). The effect of diferent levels of selenium in feed on egg production, egg quality and selenium content in yolk. *Lucrari ¸ Stiin¸tifice-Seria Zootehnie* , 57: 270–274.

Heindl, J., Ledvinka, Z., Tumova, E. and Zita, L. (2010). The importance, utilization and sources of selenium for poultry: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 41: 55-64.

Invernizzi, G., Agazzi, A., Ferroni M., Rebucci, R., Fanelli, A., Baldi, A., Dell'Orto, V. and Savoini , G. (2013). Effects of inclusion of selenium-enriched yeast in the diet of laying hens on performance, eggshell quality, and selenium tissue deposition. *Italian Journal of Animal Science*, 12: 1–9.

Jeong, S. M., Hwang, S. and Seong, R. H. (2016). Transferrin receptor regulates pancreatic cancer growth by modulating mitochondrial respiration and ROS generation. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 471: 373-379.

Leeson, S., Namkung, H., Caston, L., Durosoy, S. and Schlegel, P. (2008). Comparison of selenium levels and sources and dietary fat quality in diets for broiler breeders and layer hens. *Poultry Science*, 87: 2605–2612.

Lukaszewicz, E., Kowalczyk, A. and Jerysz, A. (2011). The effect of sex and feed supplementation with organic selenium and vitamin E on the growth rate and zoometrical body measurements of oat-fattened White Koluda geese. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 35: 435- 442.

Meng, T, Liu, Y. L., Xie, C, Y., Zhang, B., Huang, Y. Q., Zhang, Y. W., Yao, Y., Huang, R. and Wu, X. (2018). Effects of Different Selenium Sources on Laying Performance, Egg Selenium Concentration, and Antioxidant Capacity in Laying Hens. *Biological Trace Element Research*, 189: 548-555.

Mohiti-Asli, M., Shariatmadari, F., Lotfollahian, H. and Mazuji, M.T. (2008). Effects of supplementing layer hen diets with Se and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. *Canadian Journal of Animal Science*. 88: 475-483.

Moslehi, H. Navidshad, B. Sharifi, S.D. and Aghjegheshlagh, F.M. (2019). Effects of selenium and flaxseed on selenium content and antioxidant properties of eggs and immune response in hens. *South African Journal of Animal Science*. 49: 770-780.

Natasha, G., Filev, K., Levkov, V. and Kostadinov, T. (2012). The Effect of different levels of selenium in feed on egg production, egg quality and selenium content in yolk. *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi*, 75: 270-274.

Pan, C. L., Zhao, Y. X., Liao, S. F. F., Chen, F., Qin, S. Y., Wu, X. S., Zhou, H. and Huang, K. H. (2011). Effect of Se-Enriched Probiotics on Laying Performance, Egg Quality, Egg Se Content, and Egg Glutathione Peroxidase Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 11424-11431.

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 Se and Polyunsaturated Fatty Acids on Egg Quality During Storage. *Poultry Science*. 84: 865-874.

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.

Rajashree, K., Muthukumar, T. and Karthikeyan, N. (2014). Comparative study of the effects of organic Se on hen performance and productivity of broiler breeders. *British Poultry Science*, 55: 367-374.

Reis, R. N., Vieira, S. L., Nascimento, P. C., Pena, J. E., Barros, R., and Torres, C.A. (2009). Selenium contents of eggs from broiler breeders supplemented with sodium selenite or zinc-l-selenium-methionine. *Journal Apply Poultry research*, 18: 151–157.

Salama, R. and Zhou, J. (2016).Vacuolated lymphocytes signifying a metabolic disorder in an infant with developmental delay. *Clinical case reports*: 4: 99–100.

Schrauzer, G. N. (2000). Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. *Journal of Nutrition*, 130: 1653–1656.

Skrivan, M., Simane, J., Dlouha, G. and Doucha, J. (2006). Effect of dietary sodium selenite, Se-enriched yeast and Se-enriched chlorella on egg Se concentration, physical parameters on eggs and laying hens production. *Czech Journal Animal Science*, 51: 163-167.

Skrivan, M., Skrivanova, V., Dlouha, G., Branyikova, I., Zachleder, V. and Vitova, M. (2010). The use of selenium-enriched alga Scenedesmus quadricauda in a chicken diet. *Czech Journal of Animal Science*, 55: 565–571.

Skrivan, M., Marounek, M., Englmaierova, M. and Skrivanova, V. (2013). Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination, on the performance of laying hens and quality of eggs. *Czech Journal of Animal Science*, 58: 91–97.

Surai, P. F. and Fisinin, V. I. (2014). Selenium

in poultry breeder nutrition: An update. *Animal Feed Science and Technology*, 191: 1–15.

Surai, P. F. and Fisinin, V. I. (2016). Vitagenes in poultry production. Part 2. Nutritional and internal stresses. Worlds. *Poultry Science*. 84: 55-67.

Wang, B., Li, L., Chi, CF., Ma, J. H., Luo, H. Y. and Xu, Y. F. (2013). Purification and characterization of a novel antioxidant peptide derived from blue mussel Mytilusedulis protein hydrolysate. *food chemistry*, 138: 1713-1719.

Wang, Z. G., Pan, X. J., Zhang, W. Q. and Peng, Z. Q. (2010). Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects antioxidant activity of breeding eggs. *Poultry Science*, 89: 931-937.

Wu, K., Su, X., Li, G. and Zhang, N. (2016). Antioxidant carbocysteine treatment in obstructive sleep apnea syndrome: A randomized clinical trial. *PLoS One*,11(2), e 0148519.

Yang, Y., Nie, J., Tan, B.E., Dong, X.H. and Chi, S.Y.(2016). Effects of selenium source and selenium level on growth performance, liver and serum antioxidant indices and selenium content in tissues of juvenile cobia (Rachycentron canadum). *Chin Journal of Animal Nutrition*, 27: 3699–3707.

.