15(3) 137-144, Autumn 2023

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

The effects of different selenium sources on semen quality of aged broilers under lipopolysaccharide (LPS) stress

Morteza Asghari Moghadam [1], Seyed Raza Hashemi [1*], Mehran Mehri [2], Amir Karamzadeh Dehaghani [3], Homa Davoodi [4]

[1] *Department of Animal Science, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran*
[2] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran*
[3] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran*
[4] *Department of Immunology, Faculty of Medical Science, Golestan University of Medical Science, Gorgan, Iran*

Key Words

Rooster
Selenium
Testosterone
Semen
lipopolysaccharide

Abstract

Introduction: Selenium, a vital element in the body, plays a crucial role in the functioning of enzymes related to antioxidant defense, fertility, and the immune system. This study seeks to explore how various selenium sources impact the semen quality of aging broilers under lipopolysaccharide stress (LPS).

Materials & Methods: A 2×3 factorial experiment involved 96 Ross 308 strain roosters at 45 weeks of age, organized into four replications of three birds each. The experiment included three selenium sources: mineral selenium (sodium selenite), organic selenium, and nano-bio chelate of selenium, added to the diet. Semen was assessed before LPS injection and after the final LPS injection at the experiment's conclusion. Evaluation indicators comprised malondialdehyde (MDA) concentration in semen, total oxidative capacity, glutathione peroxidase activity in semen, and testosterone levels in blood plasma. Statistical analysis utilized SAS 9.4 through GLM or MIXED procedures.

Results: The total antioxidant capacity and glutathione peroxidase activity levels exhibited variations among the groups. Specifically, in the LPS-receiving group, the control group demonstrated significantly lower total antioxidant capacity compared to the Selmax and Bendacel groups that received PBS. Additionally, the control group exhibited lower glutathione peroxidase activity compared to the Selmax group that received PBS, although no differences were observed between this group and others. Moreover, the Selmax group that received PBS displayed the lowest amount of MDA, a significant difference from the control and sodium selenite groups that received LPS. Notably, the testosterone concentration in birds that received Bendacel and sodium selenite, and were challenged with PBS, was significantly higher than in birds that received LPS without any source of selenium.

Conclusion: The study demonstrated that using organic selenium from Selmax and Bendacel sources has the potential to enhance the reproductive performance of aged roosters, mitigating the adverse effects of aging. Notably, the effective addition of 0.30 mg/kg of organic selenium emerged as a positive intervention in improving reproductive outcomes in the study's context.

* Corresponding Author's email: hashemi711@yahoo.co.uk
Received: 29 July 2023; Reviewed: 31 August 2023; Revised: 2 November 2023; Accepted: 3 December 2023
(DOI): 10.22034/AEJ.2023.423415.3053

مقاله پژوهشی

تأثیر منابع مختلف سلنیوم بر فراسنجه‌های منی خروس‌های مادر گوشتی مسن تحت چالش ایمونولوژیک لیپو پلی ساکارید (LPS)

مرتضی اصغری‌مقدم[۱]، سیدرضا هاشمی[۱]*، مهران مهری[۲]، امیر کرم‌زاده‌دهاقانی[۳]، هما داوودی[۴]*

[۱] گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۲] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
[۳] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۴] گروه ایمونولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

کلمات کلیدی

خروس
سلنیوم
تستوسترون
منی
لیپو پلی ساکارید

چکیده

مقدمه: سلنیوم به‌عنوان جزیی از آنزیم‌هایی مانند گلوتاتیون پراکسیدازها و سلنوپروتئین‌ها، نقش کلیدی در بسیاری از فرآیندهای بیولوژی نظیر سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، باروری و عملکرد سیستم ایمنی دارد. لذا این پژوهش به‌منظور تأثیر منابع مختلف سلنیوم بر فراسنجه‌های منی خروس‌های مادر گوشتی مسن تحت چالش ایمونولوژیک لیپو پلی ساکارید (LPS) انجام شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر با استفاده از ۹۶ قطعه خروس مادر گوشتی راس ۳۰۸ و سن ۴۵ هفته درقالب آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با ۸ گروه آزمایشی و با ٤ تکرار و ۳ پرنده در هر تکرار انجام شد. سه منبع مختلف سلنیوم شامل سلنیوم معدنی (سلنیت سدیم)، سلنیوم آلی (سلمکس) و نانو بایوکیلات سلنیوم (بن‌داسل) به جیره افزوده شدند. در زمان صفر قبل از تزریق و پس از آخرین تزریق LPS در پایان آزمایش، انزال خروس‌های هر تکرار جمع آوری و مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخصه‌های مورد ارزیابی شامل میزان MDA منی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل ،فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز پلاسمای منی و غلظت تستوسترون در پلاسمای خون بود. تجزیه و تحلیل داده‌های پیوسته حاصل با استفاده از رویه‌های GLM و MIXED و نرم‌افزار SAS 9.4 (۲۰۱۲) انجام شد.

نتایج: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در گروه شاهد دریافت‌کننده لیپوپلی‌ساکارید (LPS) به‌طور معنی‌داری کم‌تر از گروه‌های سلمکس و بن‌داسل دریافت کننده PBS بود، اما با سایر گروه‌ها تفاوتی نداشت (P>۰/۰۵). فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در گروه شاهد دریافت‌کننده LPS نسبت به گروه‌سلمکس دریافت‌کننده PBS کم‌تر بود اما با سایر گروه‌ها تفاوتی مشاهده نشد و کم‌ترین مقدار MDA در گروه‌سلمکس دریافت کننده PBS مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با گروه‌های شاهد و سلنیت‌سدیم دریافت‌کننده LPS داشت. غلظت‌تستوسترون در گروه‌های بن‌داسل و سلنیت‌سدیم دریافت‌کننده PBS به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گروه‌شاهد دریافت‌کننده LPS بود، اما بین‌سایر تیمارها تفاوتی مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری: براساس نتایج حاصل از این پژوهش، به‌نظر می‌رسد افزودن سلنیوم آلی از منابع سلمکس و بن‌داسل و به‌مقدار ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌تواند اثرات منفی افزایش سن در خروس‌ها کاهش و موجب بهبود عملکرد تولیدمثلی شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hashemi711@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت: ۷ مرداد ۱۴۰۲؛ تاریخ داوری: ۹ شهریور ۱۴۰۲؛ تاریخ اصلاح: ۱۱ آبان ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۲ آذر ۱۴۰۲
(DOI): 10.22034/AEJ.2023.423415.3053

مقدمه

حساسیت طیور به تنش یک مشکل اصلی در صنعت مرغداری می‌باشد. در شرایط مزرعه‌ای، پرندگان اغلب در معرض عوامل تنش‌زای محیطی، مدیریتی، شیمیایی و تغذیه‌ای قرار دارند که می‌توانند تولید رادیکال‌های آزاد را که به‌عنوان یک عامل در کاهش باروری و عملکرد تولیدمثلی در بدن است، افزایش دهند (۱). کاهش عملکرد تولیدمثلی در خروس‌های مادر گوشتی با افزایش سن، یک مشکل چندعاملی است و برخی از این عوامل عبارتند از: وزن بیش از حد، مشکلات حرکتی، کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، اختلال در عملکرد سلول‌های سرتولی و به‌دنبال آن کاهش محافظت اسپرماتوزوآ در لوله‌های منی‌ساز (Seminiferous Tubule)، کاهش غلظت اسپرم در منی، کاهش ساخت و رهاسازی LH و FSH هیپوفیز از طریق اختلال در ترشح GnRH در هیپوتالاموس است (۲، ۳، ۴). افزایش تنش اُکسیداتیو از طریق کاهش تولید تستوسترون، تشکیل سلول‌های سرتولی و برهم‌زدن سد خونی-بیضه‌ای، فرآیند اسپرم سازی را مختل کرده و درنهایت موجب کاهش شمار اسپرم‌های اپیدیدم و باروری می‌شود (۵). بنابراین، به‌کارگیری راهکارهای افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برای کاهش تنش اُکسیداتیو، بهبود اسپرم سازی، جلوگیری از آسیب به اسپرم و افزایش باروری خروس‌های مسن ضروری است. تغذیه تأثیر زیادی بر کیفیت و کمیت اسپرم دارد و از این‌رو غنی‌سازی جیره با ترکیباتی چند عملکردی، یکی از راهکارهای مقابله با کاهش باروری در خروس‌های مسن است (۶). سلنیوم به‌عنوان جزیی از آنزیم‌هایی مانند گلوتاتیون پراکسیدازها و سلنوپروتئین‌ها، نقش کلیدی در بسیاری از فرآیندهای بیولوژی نظیر سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، باروری، متابولیسم تیروئید و عملکرد سیستم ایمنی دارد (۷). برخی مطالعات نشان می‌دهند که سلنیوم می‌تواند شانس باروری و تعداد سلول‌های سرتولی را افزایش دهد (۷، ۸). لذا به‌نظر می‌رسد مکمل‌سازی سلنیوم در جیره خروس‌ها، روند کاهش باروری در اثر افزایش سن را کاهش دهد. مطالعات نشان می دهد که اثرات مکمل‌سازی سلنیوم متفاوت است و شدیداً تحت تأثیر منبع و مقدار سلنیوم جیره قرار دارد (۹، ۱۰). از سوی دیگر گزارش شده است که افزایش سن با تغییرات شگرف در عملکرد سیستم ایمنی و افزایش تولید نشانگرهای التهابی و اختلال در تنظیم آن‌ها همراه است (۱۱) لیپو پلی ساکاریدها (LPS) یکی از اجزای مهم در ساختار دیواره باکتری‌های گرم منفی است که خاصیت بیماری‌زایی داشته و به‌عنوان یک توکسین باکتریایی به‌شمار می‌رود و پاسخ‌های ایمنی شدیدی را ایجاد می‌کنند. تزریق LPS به‌عنوان یک مُدل خوب برای مطالعه التهاب سیستمی و اثرات آن استفاده می‌شود. لذا برای جلوگیری از فرآیندهای التهابی از ترکیباتی نظیر سلنیوم می‌توان استفاده کرد. بنابراین، با توجه به اهمیت سلنیوم، وجود تفاوت در زیست فراهمی اشکال مختلف این عنصر و تأثیر آن‌ها بر عملکرد پرنده، هدف از این پژوهش مطالعه تأثیر منابع مختلف سلنیوم بر فراسنجه‌های منی و غلظت تستوسترون پلاسمای خون خروس‌های مادر گوشتی مسن تحت چالش ایمونولوژیک لیپوپلی‌ساکارید LPS است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با استفاده از ۹۶ قطعه خروس مادر گوشتی راس ۳۰۸ با میانگین وزن ۹۲/۹۹±۵۱۸۷/۱۷ گرم و سن ۴۵ هفته در قالب آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با ۸ گروه آزمایشی و با ۴ تکرار و ۳ پرنده در هر تکرار انجام شد. برنامه نوری نیز به‌صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت خاموشی اعمال گردید و دمای سالن در محدوده ۲۱ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. سه منبع مختلف سلنیوم شامل سلنیوم معدنی (سلنیت سدیم)، سلنیوم آلی (سلمکس) و نانو بایوکیلات سلنیوم (بن‌داسل) به جیره افزوده شدند. تیمارهای آزمایشی بعد از دو هفته تغذیه با جیره پایه و عادت‌دهی خروس‌ها به شرایط جدید و اسپرم‌گیری به‌روش مالش شکمی، در سن ۴۷ هفتگی اعمال شد. لازم به ذکر است که جیره پایه (جدول ۱)، فاقد مکمل سلنیوم بوده و سایر نیازهای غذایی مطابق جدول استاندارد احتیاجات غذایی خروس مادر گوشتی تنظیم گردید. تیمارهای آزمایشی به‌مدت ۲۰ روز اعمال شد و در ادامه خروس‌ها تحت چالش LPS قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی به‌شرح زیر می‌باشند: گروه شاهد منفی: تغذیه خروس‌ها با جیره پایه و تزریق بافر فسفات سالین (PBS)، گروه شاهد مثبت: تغذیه خروس‌ها با جیره نرمال و تزریق LPS، گروه سلنیت سدیم بدون چالش LPS: تغذیه خروس‌ها با جیره پایه غنی‌شده با ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم و تزریق PBS، گروه سلنیت سدیم با چالش LPS: تغذیه خروس‌ها با جیره پایه غنی شده با ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیت سدیم و تزریق LPS، گروه سلمکس بدون چالش LPS: تغذیه خروس‌ها با جیره پایه غنی شده با ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلمکس و تزریق PBS، گروه سلمکس با چالش LPS: تغذیه خروس‌ها با جیره پایه غنی شده با ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلمکس و تزریق LPS، گروه بن‌داسل بدون چالش LPS: تغذیه خروس‌ها با جیره پایه غنی‌شده با ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بن‌داسل و تزریق PBS، گروه بن‌داسل با چالش LPS: تغذیه خروس‌ها با جیره پایه غنی شده با ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بن‌داسل و تزریق LPS

جدول ۱: ترکیب جیره پایه و مواد مغذی خروس‌های مادر گوشتی مسن

مواد خوراکی	مقدار (٪)
ذرت	۶۵/۴۲
کنجاله سویا (۴۲/۱۶٪)	۶/۵۰
سبوس گندم	۲۳/۸۰
روغن ذرت	۱/۰۰
دی کلسیم فسفات	۱/۳۰
صدف	۰/۹۴
جوش شیرین	۰/۱۰
نمک طعام	۰/۳۲
مکمل معدنی[1]	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵
دی-ال-متیونین (۹۹٪)	۰/۱۲
مجموع	۱۰۰
ترکیب مواد مغذی	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۷۰۰
پروتئین خام٪	۱۱/۵۴
کلسیم٪	۰/۷۳
فسفر قابل دسترس٪	۰/۳۴
سدیم ٪	۰/۱۷
متیونین٪	۰/۳۱

جیره بر اساس احتیاجات خروس‌های مادرگوشتی راس ۳۰۸ فرموله گردیده است. ۱- مکمل معدنی مقادیر زیر را در هر کیلوگرم خوراک تأمین کرد: منگنز (منگنزاکسید) ۱۲۰ میلی‌گرم، آهن (سولفات آهن) ۵۰ میلی‌گرم، مس (سولفات مس) ۱۰ میلی‌گرم، ید (پتاسیم یدات) ۲ میلی‌گرم، روی (اکسید روی) ۱۱۰ میلی‌گرم. ۲- مکمل ویتامینی مقادیر زیر را در هر کیلوگرم خوراک تأمین کرد: ویتامین A (ویتامین A استات) ۱۲۰۰۰ IU، ویتامین D3 ۳۵۰۰ IU ، ویتامین E (دی‌ال-آلفا-توکوفرول استات) ۱۰۰ IU ، ریبوفلاوین ۱۲ میلی‌گرم، نیاسین ۵۰ میلی‌گرم، پنتوتنیک اسید ۱۳ میلی‌گرم، پیریدوکسین (پیریدوکسین هیدروکلراید) ۶ میلی‌گرم، فولیک اسید ۲ میلی‌گرم، کوبالامین ۰/۰۳ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۶۶ میلی‌گرم.

در این آزمایش، خروس‌ها با دریافت LPS به‌مقدار ۰/۵ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن به‌صورت درون سیاهرگی تحت چالش ایمنی قرار گرفتند (سه تزریق به فواصل یک روز). هم‌چنین، گروه‌های شاهد منفی و بدون چالش، ۰/۵ میلی‌لیتر PBS استریل به ازای هر کیلوگرم وزن بدن دریافت نمودند. محلول LPS تزریقی از انحلال ۷۵ میلی‌گرم پودر LPS (مشتق شده از سالمونلا تیفی‌موریوم، L6511، سیگما) در ۷۵ میلی PBS استریل تا رسیدن به غلظت ۱ mg/mL تهیه شد. دوز و نحوه تزریق LPS براساس منابع انتخاب شد (۱۲، ۱۳، ۱۴). در زمان صفر قبل از تزریق و پس از آخرین تزریق LPS در پایان آزمایش، انزال خروس‌های هر تکرار جمع‌آوری و موردارزیابی قرار گرفت. به‌منظور حذف اثرات فردی، منی جمع‌آوری شده از هر سه خروس مربوط به یک جایگاه با هم مخلوط و به عنوان یک نمونه در نظر گرفته شد. هم‌چنین، جهت رقیق‌کردن منی برای بررسی شاخص‌های کیفی اسپرم، از رقیق‌کننده بلستویل تعدیل یافته استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۲: ترکیبات رقیق کننده بلستویل تعدیل یافته

ترکیب شیمیایی	مقدار
دی پتاسیم فسفات	۷/۵۹گرم در لیتر
سدیم گلوتامات	۸/۶۷ گرم در لیتر
فروکتوز	۵ گرم در لیتر
سدیم استات	۳/۲ گرم در لیتر
تریس	۳/۲ گرم در لیتر
پتاسیم سیترات	۰/۶۴ گرم در لیتر
مونو پتاسیم فسفات	۰/۷۰ گرم در لیتر
کلراید منیزیم	۰/۳۴ گرم در لیتر
گلیسرول	۳ درصد
لسیتین	۰/۵۰ درصد

تمامی مواد از شرکت مرک آلمان تهیه شده بود.

شاخصه‌هایی که در طول آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفتند، شامل میزان MDA منی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز پلاسمای منی و غلظت تستوسترون در پلاسمای خون بود. به‌منظور بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و گلوتاتیون پراکسیداز در پلاسمای منی، منی با نیروی ۱۵۰۰ جی به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از سانتریفیوژ، بلافاصله قسمت بالایی مایع منی برداشته و تا زمان بررسی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل براساس روش FRAP (Ferric Reduction Antioxidant Power) (توانایی احیاءکنندگی آهن فریک توسط قدرت آنتی‌اکسیدانی) و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز براساس روش نشانگر مقدار NADPH مصرف شده در مایع منی با استفاده از کیت‌های تجاری نوند سلامت و مطابق دستورالعمل سازنده و با کمک دستگاه الایزا ریدر (Model ELx800; 340-750nm, Bio Tek Instruments, USA) مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفتند (۱۵، ۱۶). نتایج ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل به‌صورت nmol/L و نتایج میزان فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز به‌صورت mU/mL بیان شد. برای سنجش پراُکسیداسیون لیپید از کیت Nalondi شرکت نوند سلامت استفاده شد که روشی ساده، تکرارپذیر و استاندارد برای اندازه‌گیری میزان MDA و آگاهی از پراُکسیداسیون لیپید در نمونه‌های بیولوژیکی است (۱۵). در این روش، MDA با تیوباربیتیوریک اسید (TBA) در دمای

بالا، واکنش داده و محصول صورتی رنگی تولید می‌کند که با روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شد. نتایج میزان MDA به‌صورت nmol/ ml بیان شد. در ابتدا و انتهای آزمایش، از هر تکرار دو خروس به‌طور تصادفی انتخاب شد و از طریق سیاهرگ بال، خون‌گیری صورت گرفت. نمونه‌های خون به لوله‌های ونوجکت حاوی ماده ضد انعقاد هپارین منتقل و در طول مدت خون‌گیری در ظرف حاوی یخ قرار داده شدند. بلافاصله پس از اتمام خون‌گیری، پلاسما به کمک سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه جدا و تا زمان بررسی سطح تستوسترون در میکروتیوب‌ها در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگه‌داری شد. غلظت تستوسترون پلاسمای خون خروس‌ها با استفاده از کیت تجاری الایزا مونوبایند آمریکا (Monobind Inc., Costa Mesa, CA, USA) و طبق راهنمای کیت مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۶).

تجزیه و تحلیل آماری: پژوهش حاضر با استفاده از ۹۶ قطعه خروس مادر گوشتی در قالب آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با ۸ گروه آزمایشی و با ۴ تکرار و ۳ پرنده در هر تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های پیوسته حاصل با استفاده از رویه‌های GLM و MIXED و نرم‌افزار SAS 9.4 (۲۰۱۲) انجام شد. میانگین‌ها به‌صورت میانگین حداقل مربعات (LSmeans) گزارش شده و به‌وسیله آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. P مساوی یا کوچک‌تر از ۰/۰۵ به‌عنوان اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد. مدل آماری جهت آنالیز داده‌های پژوهش به‌صورت زیر می‌باشد:

معادله آزمایش اول:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + Bj + \delta(ij)k + e_{ijk}$$

که در آن yijk، مشاهده Kام منبع iام در سطح jام؛ μ، میانگین جامعه؛ Ai اثر منبع سلنیوم، Bj اثر سطح سلنیوم، $\delta(ij)k$ اثر تصادفی پرنده و eijk، اثر باقی‌مانده یا اشتباه آزمایشی است.

معادله آزمایش دوم:

$$y_{ijlk} = \mu + A_i + Bj + \delta(ij)k + Tl + ABij + ABTijl + e_{ijlk}$$

که در آن yijk، مشاهدهK ام منبع iام در LPS jام و زمان lام؛ μ، میانگین جامعه؛ Ai اثر سلنیوم، Bj اثر LPS، $\delta(ij)k$ اثر تصادفی پرنده، Tlاثرزمان lام، ABij برهم‌کنش منبع سلنیوم و LPS، ABTijl برهم‌کنش منبع سلنیوم و LPS در زمان و eijk، اثر باقی‌مانده یا اشتباه آزمایشی است.

نتایج

تأثیر منابع مختلف سلنیوم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و پراکسیداسیون لیپیدمنی و غلظت تستوسترون پلاسمای خون خروس‌های مادر گوشتی مسن تحت شرایط چالش ایمونولوژیک LPS در جدول ۳ نشان داده شده است. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در گروه شاهد دریافت کننده LPS به‌طور معنی‌داری کم‌تر از گروه‌های سلمکس و بن‌داسل دریافت‌کننده PBS است، اما با سایر گروه‌ها تفاوتی ندارد (P>۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری نیز بین گروه‌های دریافت‌کننده سلنیوم و LPS با گروه شاهد دریافت‌کننده PBS در خصوص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل یافت نشد. فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در گروه شاهد دریافت‌کننده LPS نسبت به گروه سلمکس دریافت‌کننده PBS کم‌تر بود اما با سایر گروه‌ها تفاوتی مشاهده نشد. کم‌ترین مقدار MDA در گروه سلمکس دریافت‌کننده PBS مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با گروه‌های شاهد و سلنیت سدیم دریافت کننده LPS داشت. در مقابل بیش‌ترین مقدار MDA مربوط به گروه شاهد دریافت‌کننده LPS بود که تفاوت آن نسبت به گروه‌های سلنیت سدیم، سلمکس و بن‌داسل دریافت‌کننده PBS معنی‌دار بود. بین سایر تیمارها درخصوص این فراسنجه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت تستوسترون در گروه‌های بن‌داسل و سلنیت سدیم دریافت‌کننده PBS به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گروه شاهد دریافت کننده LPS بود، اما بین سایر تیمارها تفاوتی مشاهده نشد (P>۰/۰۵؛ جدول ۳). همان‌طورکه در جدول ۴ نشان داده شده است، در آخرین تزریق LPS و PBS، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل به‌طور معنی‌داری در گروه شاهد دریافت‌کننده LPS نسبت به گروه‌های سلنیت سدیم و سلمکس دریافت‌کننده PBS و گروه‌های بن‌داسل دریافت‌کننده PBS و LPS کم‌تر بود. بین سایر گروه‌ها درخصوص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل تفاوتی یافت نشد (P>۰/۰۵). فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز نیز در گروه شاهد دریافت‌کننده LPS به‌طور معنی‌داری کم‌تر از گروه‌های سلمکس دریافت‌کننده PBS و بن‌داسل دریافت‌کننده PBS و LPS بود. در گروه شاهد دریافت‌کننده LPS نسبت به گروه‌های دریافت کننده PBS، MDA به‌طور معنی‌داری افزایش یافته بود. از طرف دیگر، تفاوت معنی‌داری درخصوص سطح MDA بین گروه سلنیت سدیم، سلمکس و بن‌داسل دریافت‌کننده LPS با گروه شاهد دریافت کننده PBS یافت نشد (P>۰/۰۵). بیش‌ترین غلظت تستوسترون در گروه‌های سلنیت سدیم، سلمکس و بن‌داسل دریافت‌کننده PBS مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد دریافت‌کننده LPS داشتند. با این‌حال، بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳: تأثیر منابع مختلف سلنیوم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و پرأکسیداسیون لیپید منی و غلظت تستوسترون خون خروس‌های مادر گوشتی مسن تحت شرایط چالش ایمونولوژیک LPS (LSmeans±SEM)

تیمار		ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (mmol/L Fe2+)	GPx (mU/mL)	MDA (nmol/mL)	تستوسترون (ng/mL)
شاهد	PBS	۳/۴۵^{ab}	۲۴/۴۹^{ab}	۳/۱۰^{abc}	۳/۵۲^{ab}
	LPS	۲/۸۰^{b}	۲۳/۰۵^{b}	۳/۵۸^{a}	۳/۱۳^{b}
سلنیت سدیم	PBS	۳/۶۱^{ab}	۲۶/۱۸^{ab}	۳/۰۲^{bc}	۳/۶۹^{a}
	LPS	۳/۴۶^{ab}	۲۳/۹۴^{ab}	۳/۴۱^{ab}	۳/۲۹^{ab}
سلمکس	PBS	۳/۸۶^{a}	۲۸/۲۴^{a}	۲/۸۱^{c}	۳/۶۳^{ab}
	LPS	۳/۴۸^{ab}	۲۵/۷۳^{ab}	۳/۱۸^{abc}	۳/۵۰^{ab}
نانوبایوکیلات	PBS	۴/۰۷^{a}	۲۷/۳۹^{ab}	۲/۹۱^{bc}	۳/۶۹^{a}
سلنیوم	LPS	۳/۵۵^{ab}	۲۷/۸۲^{ab}	۳/۳۱^{abc}	۳/۵۱^{ab}
SEM		۰/۲۲	۱/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۳
P-Value		۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۳

a-c میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P≤۰/۰۵).

جدول ۴: تأثیر منابع مختلف سلنیوم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و پرأکسیداسیون لیپید منی و غلظت تستوسترون پلاسمای خون خروس‌های مادر گوشتی مسن در اولین و آخرین تزریق LPS (LSmeans±SEM)

تیمار		ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (mmol/L Fe2+)	GPx (mU/mL)	MDA (nmol/mL)	تستوسترون (ng/mL)
اولین تزریق					
شاهد	PBS	۳/۶۶	۲۵/۶۰	۲/۹۸	۳/۶۰
	LPS	۳/۸۰	۲۷/۵۲	۳/۰۲	۳/۷۰
سلنیت سدیم	PBS	۳/۵۵	۲۶/۹۳	۳/۱۷	۳/۷۳
	LPS	۳/۹۹	۲۶/۸۲	۳/۱۵	۳/۶۳
سلمکس	PBS	۳/۸۴	۲۶/۵۸	۳/۳۰	۳/۵۸
	LPS	۳/۵۹	۲۶/۰۸	۲/۹۶	۳/۵۸
نانوبایوکیلات	PBS	۳/۹۷	۲۶/۸۹	۲/۹۶	۳/۶۲
سلنیوم	LPS	۳/۶۲	۲۸/۶۶	۳/۲۶	۳/۷۰
اخرین تزریق					
شاهد	PBS	۳/۲۴^{ab}	۲۳/۳۷^{abc}	۳/۲۳^{b}	۳/۴۳^{ab}
	LPS	۱/۷۹^{b}	۱۸/۵۸^{c}	۴/۱۵^{a}	۲/۵۷^{b}
سلنیت سدیم	PBS	۳/۶۸^{a}	۲۵/۴۴^{abc}	۲/۸۷^{bc}	۳/۶۵^{a}
	LPS	۲/۹۳^{ab}	۲۱/۰۵^{bc}	۳/۶۶^{ab}	۲/۹۴^{ab}
سلمکس	PBS	۳/۸۹^{a}	۲۹/۹۰^{a}	۲/۳۲^{c}	۳/۶۸^{a}
	LPS	۳/۳۷^{ab}	۲۵/۳۹^{abc}	۳/۴۱^{ab}	۳/۴۳^{ab}
نانوبایوکیلات	PBS	۴/۱۷^{a}	۲۷/۸۹^{ab}	۲/۸۶^{bc}	۳/۷۶^{a}
سلنیوم	LPS	۳/۴۹^{a}	۲۶/۹۹^{ab}	۳/۳۷^{ab}	۳/۳۲^{ab}
SEM		۰/۳۲	۱/۶۵	۰/۱۷	۰/۱۸
P-Value		۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

a-c میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P≤۰/۰۵).

بحث

اسپرم‌ها به‌دلیل نیاز به سیالیت و انعطاف‌پذیری، دارای مقادیر زیادی اسیدهای چرب غیراشباع در غشای خود هستند و از طرف دیگر، کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با افزایش سن یا تحریک سیستم‌ایمنی (LPS) موجب می‌شود آن‌ها در برابر حمله رادیکال‌های آزاد بسیار آسیب‌پذیر باشند (۱۷، ۱۸، ۱۹). با قرار گرفتن اسپرم در معرض بیش از حد رادیکال‌های آزاد، پراُکسیداسیون لیپیدهای غشا رخ می‌دهد که با اختلال در جنبایی، زنده‌مانی و عملکرد غشای پلاسمایی اسپرم همراه است. در این راستا، نشان داده شده است که رادیکال‌های آزاد تأثیر به‌شدت منفی بر جنبایی و درصد اسپرم‌های با غشای پلاسمایی سالم دارند و می‌توانند کیفیت اسپرم خروس را کاهش و توانایی باروری آن را کاهش دهند (۱۸). در گزارشی LPS با افزایش رادیکال‌های آزاد موجب پراُکسیداسیون لیپیدهای اسپرم و اختلال در ساختار غشاء می‌شود که با از دست دادن جنبایی همراه است (۱۹). از طرفی نیز گزارش شده است که افزایش IL1β نیز با کاهش جنبایی اسپرم مرتبط است (۲۰). از سوی دیگر، اعتقاد بر این است که گلوتاتیون پرواکسیداز۴ به‌عنوان یک سلنوپروتئین، از اسپرم‌های در حال تکوین در برابر آسیب DNA ناشی از تنش اُکسایشی محافظت می‌کند و در مراحل بعدی، این سلنوپروتئین از طریق پیوند متقابل با پروتئین‌ها و ایجاد یکپارچگی در بخش میانی اسپرم، به‌جزء ساختاری از غلاف میتوکندری اطراف تاژک تبدیل می‌شود که برای ثبات و تحرک اسپرم ضروری است (۲۱). در مطالعه حاضر، سلنیوم آلی توانست در خروس‌های تحت چالش LPS باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و کاهش پراُکسیداسیون لیپید شود، در پژوهشی مکمل‌سازی سلنیوم آلی باعث بهبود درصد جنبایی، زنده‌مانی و عملکرد غشای پلاسمایی اسپرم در خروس‌های تحت چالش دگزامتازون شد (۳). گزارش شده است که کاهش جنبایی اسپرم به‌واسطه LPS با افزودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر گلوتاتیون، کاتالاز، الفاتوکوفرول و اسیداسکوربیک بهبود یافته است (۱۹) که هم‌سو با نتایج پژوهش حاضر است. در خروس‌های تحت تنش کادمیوم، بهبودی در جنبایی اسپرم با افزودن سلنیوم به جیره مشاهده شده است (۲۲). در مطالعه حاضر نشان داده شد که منابع آلی سلنیوم نسبت به منبع معدنی در بهبود کیفیت اسپرم موثرتر هستند، که احتمالاً به‌خاطر زیست‌فراهمی بیش‌تر شکل آلی سلنیوم می‌باشد. اخیراً گزارش شده است که مورفولوژی اسپرم با فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پلاسمای منی ارتباط مثبتی دارد (۲۳، ۲۴). هم‌چنین، شواهدی وجود دارد که گلوتاتیون پراکسیداز ۴، بیش از ۵۰ درصد کپسول میتوکندری را در بخش میانی اسپرم بالغ تشکیل می‌دهد. در مراحل اولیه اسپرم‌سازی، اعتقاد بر این است که گلوتاتیون پراکسیداز ۴ از اسپرم در حال تکوین در برابر آسیب‌های ناشی از تنش اُکسایشی محافظت می‌کند و در مراحل بعدی، این سلنوپروتئین از طریق پیوند متقابل با پروتئین‌های غنی از سیستئین و ایجاد یکپارچگی در بخش میانی اسپرم، به‌جزء ساختاری از غلاف میتوکندری اطراف تاژک تبدیل می‌شود (۲۱). لذا سلنیوم به‌واسطه نقشی که در سلنوپروتئین گلوتاتیون پراکسیداز ۴ و سایر سلنوپروتئین‌ها دارد، و هم‌چنین به‌واسطه افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، احتمالاً موجب کاهش درصد اسپرهای نابهنجار در خروس‌های تحت چالش LPS می‌گردد. در شرایط نرمال، کاهشی در درصد اسپرم‌های نابهنجار با افزودن سلنیوم به جیره خروس‌ها در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (۲۵، ۲۶، ۲۷). گزارش شده است که LPS موجب کاهش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۲۸، ۲۹) که هم‌سو با نتایج پژوهش حاضر است. گلوتاتیون پراکسیداز یک سلنوپروتئین است که نه‌تنها می‌تواند باعث احیای پراُکسید هیدروژن شود، بلکه پراُکسیدهای آلی، به‌خصوص پراُکسیدهای لیپیدی، را با احیای گلوتاتیون، خنثی کند (۳۰). مطالعات بسیاری نشان دادند که سطح مشخصی از سلنیوم برای فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز ضروری است (۳۱). در مطالعه حاضر، مکمل‌سازی سلنیوم آلی نسبت به سلنیوم معدنی، در خروس‌های تحت چالش LPS موجب بهبود فعالیت این آنزیم و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل شد. این تفاوت احتمالاً به‌دلیل لزوم احیای سلنیت به سلنید طی چندین گامه است، درحالی‌که تنها یک گامه برای احیای سلنیوم موجود در منابع آلی به سلنید لازم است (۳۲). بسیاری از سلنوپروتئین‌های دیگر مانند سلنوپروتئین H، سلنوپروتئین T، سلنوپروتئین V، سلنوپروتئین W و سلنوپروتئین P دارای دومین‌هایی تیوردوکسین مانند هستند که همگی نقش آنتی‌اکسیدانی دارند (۲۱). لذا افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با افزودن سلنیوم آلی در پژوهش حاضر، می‌تواند با بهبود عملکرد یا افزایش این سلنوپروتئین‌ها مرتبط باشد. علاوه بر این، گزارش شده است که سلنیوم می‌تواند عملکرد سوپراُکسید دسموتاز و کاتالاز را افزایش دهد (۳۳). مشابه با نتایج پژوهش حاضر، بهبودی در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز با افزودن سلنیوم آلی به جیره خروس‌های تحت چالش دگزامتازون و موش‌های تحت چالش کادمیوم نشان داده شده است (۳، ۳۴). مالون‌دی‌آلدهید (MDH) محصول نهایی پراُکسیداسیون اسیدهای چرب است و لذا می‌تواند به‌عنوان شاخصی از پراُکسیداسیون لیپید درنظر گرفته شده است که ارتباط منفی با باروری اسپرم دارد. همان‌طورکه قبلاً بیان شد، پراُکسیداسیون اسیدهای چرب بلند زنجیر (PUFA) در غشاهای

سلولی اسپرم می‌تواند موجب افزایش MDA شود (۳۰). لذا کاهش پرأکسیداسیون لیپید به‌واسطه مکمل‌سازی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی برای بهبود باروری ضروری است. نشان داده شده است که LPS به واسطه افزایش رادیکال‌های آزاد موجب پرأکسیداسیون لیپیدهای اسپرم می‌شود (۱۹، ۲۹). هم‌چنین، گزارش شده است که میزان MDA پلاسمای منی با فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل رابطه منفی دارد (۳۰، ۳۵). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که مکمل‌سازی سلنیوم موجب کاهش پرأکسیداسیون لیپید القا شده توسط LPS می‌شود که احتمالاً به‌دلیل افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز است. در این پژوهش، مکمل سازی سلنیوم آلی به خروس‌های تحت چالش LPS، توانست از اثرات منفی LPS بر سطوح تستوسترون خون و غلظت اسپرم منی جلوگیری کند. به‌نظر می‌رسد سلنیوم آلی به‌واسطه زیست‌فراهمی بالاتر و احتمالاً از طریق اثرات ضدالتهابی (کاهش بیان سایتوکاین‌های پیش‌التهابی)، آنتی‌اکسیدانی همان‌طورکه در نتایج این مطالعه نشان داده شد، باعث بهبود محور HPG، تولید تستوسترون و اسپرم‌سازی شده است. هم‌چنین، گزارش شده است که مکمل‌سازی سلنیوم اثرات مثبتی بر تکوین سلول‌های سمینی‌فروس دارد و موجب افزایش زنده‌مانی سلول‌های سرتولی و کاهش آپوپتوز سلول‌های زایا می‌گردد که برآیند این اثرات بهبود تولید اسپرم است (۳۶، ۳۷، ۳۸). علاوه بر این، بیان شده است که فعال‌سازی TLR4 با مهار ساخت تستوسترون در سلول‌های لایدیگ از طریق افزایش بیان سایتوکاین‌های پیش‌التهابی همراه است (۳۹).

منابع

1. **Ansari, M., Zhandi, M., Kohram, H., Zaghari, M., Sadeghi, M. and Gholami M., 2018.** d-Aspartate amends reproductive performance of aged roosters by changing gene expression and testicular histology. Reproduction, Fertility and Development. 30(7): 1038-1048.
2. **Ahsan, U., Kamran, Z., Raza, I., Ahmad, S., Babar, W. and Riaz, M.H., 2014.** Role of selenium in male reproduction-A review. Animal Reproduction Science. 146(1-2): 55-62.
3. **Shi, L., Zhang, C., Yue, W., Shi, L., Zhu, X. and Lei, F., 2010.** Short-term effect of dietary selenium-enriched yeast on semen parameters, antioxidant status and Se concentration in goat seminal plasma. Animal Feed Science and Technology. 157(1-2): 104-108.
4. **Alavi, M.H., Allymehr, M., Talebi, A. and Najafi, G., 2020.** Comparative effects of nano-selenium and sodium selenite supplementations on fertility in aged broiler breeder males. Veterinary Research Forum. 11(2): 135-141.
5. **Ashraf, S., Bhatti, S.A., Nawaz, H. and Khan, M.S., 2020.** Assessment of Dietary Selenium Sources in Commercial Male Broiler Breeders: Effects on Semen Quality, Antioxidant Status and Immune Responses. Pakistan Veterinary Journal. 40(1).
6. **Belloni, V., Sorci, G., Paccagnini, E., Guerreiro, R., Bellenger, J. and Faivre, B., 2014.** Disrupting immune regulation incurs transient costs in male reproductive function. PloS One. 9(1): e84606.
7. **Bowling, M., Forder, R., Hughes, R.J., Weaver, S. and Hynd, P.I., 2018.** Effect of restricted feed intake in broiler breeder hens on their stress levels and the growth and immunology of their offspring. Translational Animal Science. 2(3): 263-271.
8. **Bacou, E., Walk, C., Rider, S., Litta, G. and Perez-Calvo, E., 2021.** Dietary oxidative distress: a review of nutritional challenges as models for poultry, Swine and Fish. Antioxidants. 10(4): 525.
9. **Casebere, K.R., Kaiser, M.G. and Lamont, S.J., 2015.** Bacterial Component Induced Inflammatory Response in Roosters from Diverse Genetic Lines. Iowa State University Animal Industry Report. 12(1).
10. **Crisol, L., Matorras, R., Aspichueta, F., Expósito, A, Hernández, M.L. and Ruiz-Larrea, M.B., 2012.** Glutathione peroxidase activity in seminal plasma and its relationship to classical sperm parameters and in vitro fertilization-intracytoplasmic sperm injection outcome. Fertility and Sterility.;97(4): 852-857.
11. **Chauychu-Noo, N., Thananurak, P., Boonkum, W., Vongpralub, T. and Chankitisakul, V., 2021.** Effect of organic selenium dietary supplementation on quality and fertility of cryopreserved chicken sperm. Cryobiology. 98: 57-62.
12. **Dalgaard, T.S., Briens, M., Engberg, R.M. and Lauridsen, C., 2018.** The influence of selenium and selenoproteins on immune responses of poultry and pigs. Animal Feed Science and Technology. 238: 73-83.
13. **Dalia, A.M., Loh, T.C., Sazili, A.Q., Jahromi, M.F. and Samsudin, A.A., 2018.** Effects of vitamin E, inorganic selenium, bacterial organic selenium, and their combinations on immunity response in broiler chickens. BMC Veterinary Research. 4(1): 1-10.
14. **Dutta, S., Sengupta, P., Slama, P. and Roychoudhury, S., 2021.** Oxidative stress, testicular inflammatory pathways, and male reproduction. International Journal of Molecular Sciences. 22(18): 10043.
15. **Eroglu, M., Sahin, S., Durukan, B., Ozakpinar, O.B., Erdinc, N. and Turkgeldi, L., 2014.** Blood serum and seminal plasma selenium, total antioxidant capacity and coenzyme q10 levels in relation to semen parameters in men with idiopathic infertility. Biological Trace Element Research. 159: 46-51.
16. **Gholami-Ahangaran, M., Karimi-Dehkordi, M., Akbari Javar, A., Haj Salehi, M. and Ostadpoor, M., 2021.** A systematic review on the effect of Ginger (*Zingiber officinale*) on improvement of biological and fertility indices of sperm in laboratory animals, poultry and humans. Veterinary Medicine and Science. 7(5): 1959-1969.
17. **Gibb, Z., Blanco-Prieto, O. and Bucci, D., 2021.** The role of endogenous antioxidants in male animal fertility. Research in Veterinary Science. 136: 495-502.
18. **Huang, Y., Li, W., Xu, D., Li, B., Tian, Y. and Zan, L., 2016.** Effect of dietary selenium deficiency on the cell apoptosis and the level of thyroid hormones in chicken. Biological Trace Element Research. 171: 445-452.
19. **Ibrahim, D., Kishawy, A.T.Y., Khater, S.I., Hamed Arisha, A., Mohammed, H.A. and Abdelaziz, A.S., 2019.** Effect of dietary modulation of selenium form and level on performance, tissue retention, quality of frozen

stored meat and gene expression of antioxidant status in ross broiler chickens. Animals. 9(6): 342.

20. **Kocak, I., Yenisey, C., Dündar, M., Okyay, P. and Serter, M., 2002.** Relationship between seminal plasma interleukin-6 and tumor necrosis factor α levels with semen parameters in fertile and infertile men. Urological Research. 30: 263-267.

21. **Khalid, A., Khudhair, N., He, H., Peng, Z., Yaguang, T. and Guixue, Z., 2016.** Effects of dietary selenium supplementation on seminiferous tubules and SelW, GPx4, LHCGR, and ACE expression in chicken testis. Biological Trace Element Research. 173(1): 202-209.

22. **Khalil-Khalili, A.A., Zhandi, M., Zaghari, M., Mehrabani-Yeganeh, H., Yousefi, A.R. and Tavakoli Alamooti, M., 2021.** The effect of dietary organic selenium on reproductive performance of broiler breeder roosters under dexamethasone induced stress. Theriogenology. 161: 16-25.

23. **Li, K.X., Wang, J.S., Yuan, D., Zhao, R.X., Wang, Y.X. and Zhan, X.A., 2018.** Effects of different selenium sources and levels on antioxidant status in broiler breeders. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 31(12): 1939.

24. **Li, Y., Zhu, J., Liang, W., Cai, H., Shang, X. and Zhang, N., 2022.** Lycopene alleviates inflammatory explosion and oxidative stress in lipopolysaccharide induced reprodu ctive system injury of male rats. Research Square.

25. **Marettová, E., Maretta, M. and Legath, J., 2013.** Effect of Cd with or without Se supplementation on spermatogenesis and semen quality in the rooster (*Gallus gallus*). Avian Biology Research. 6(4): 275-280.

26. **Namazi Zadegan, M.A., Kermanshahi, H. and Javadmanesh, A., 2022.** Evaluation of Antioxidant Enzymes Activity, Lipid Peroxidation and Sperm Quality in Broiler Breeder Roosters Fed Whey Protein and Sodium Selenite. Poultry Science Journal. 10(1): 129-138.

27. **Partyka, A., Łukaszewicz, E. and Niżański W., 2012.** Lipid peroxidation and antioxidant enzymes activity in avian semen. Animal Reproduction Science. 134(3-4): 184-190.

28. **Qazi, I.H., Angel, C., Yang, H., Zoidis, E., Pan, B. and Wu, Z., 2019.** Role of selenium and selenoproteins in male reproductive function: a review of past and present evidences. Antioxidants. 8(8): 268.

29. **Raei, H., Torshizi, M.A.K., Sharafi, M. and Ahmadi, H., 2021.** Improving seminal quality and reproductive performance in male broiler breeder by supplementation of camphor. Theriogenology. 166: 1-8.

30. **Ringuet, M.T., Hunne, B., Lenz, M. and Bravo, D.M. and Furness, J.B., 2021.** Analysis of bioavailability and induction of glutathione peroxidase by dietary nanoelemental, organic and inorganic selenium. Nutrients. 13(4): 1073.

31. **Reddy, M.M., Mahipal, S.V.K., Subhashini, J., Reddy, M.C., Roy, K.R. and Reddy, G.V., 2006.** Bacterial lipopolysaccharide-induced oxidative stress in the impairment of steroidogenesis and spermatogenesis in rats. Reproductive Toxicology. 22(3): 493-500.

32. **Ren, X.M., Wang, G.g., Xu, D.Q., Luo, K., Liu, Y.X. and Zhong, Y.H., 2012.** The protection of selenium on cadmium-induced inhibition of spermatogenesis via activating testosterone synthesis in mice. Food and Chemical Toxicology. 50(10): 3521-3529.

33. **Rui, B.R., Shibuya, F.Y., Kawaoku, A.J.T, Losano, J.D.A., Angrimani, D.S.R. and Dalmazzo, A., 2017.** Impact of induced levels of specific free radicals and malondialdehyde on chicken semen quality and fertility. Theriogenology. 90: 11-19.

34. **Sharpe, R.M., McKinnell, C., Kivlin, C. and Fisher, J.S., 2003.** Proliferation and functional maturation of Sertoli cells, and their relevance to disorders of testis function in adulthood. Reproduction. 125(6): 769-784.

35. **Shamiah, S.M., El-Karim, A., Ragaa, E., Eshera, A.A.M., Fouda, S.F. and Zaghloul, H.K., 2017.** Effects of Dietary Selenomethionine Supplementation on Semen Quality, Fertility and Antioxidat Status of Cockerels. Egyptian Journal of Nutrition and Feeds. 20(2): 227-236.

36. **Shakouri, N., Soleimanzadeh, A., Rakhshanpour, A. and Bucak, M.N., 2021.** Antioxidant effects of supplementation of 3, 4-dihydroxyphenyl glycol on sperm parameters and oxidative markers following cryopreservation in canine semen. Reproduction in Domestic Animals. 56(7): 1004-1014.

37. **Sharideh, H., Zeinoaldini, S., Zhandi, M., Zaghari, M., Sadeghi, M. and Akhlaghi, A., 2020.** Use of supplemental dietary coenzyme Q10 to improve testicular function and fertilization capacity in aged broiler breeder roosters. Theriogenology. 142: 355-362.

38. **Urata, K., Narahara, H., Tanaka, Y., Egashira, T., Takayama, F. and Miyakawa, I., 2001.** Effect of endotoxin-induced reactive oxygen species on sperm motility. Fertility and Sterility. 76(1): 163-166.

39. **Zhang, M., Nii, T., Isobe, N. and Yoshimura, Y., 2012.** Expression of Toll-like receptors and effects of lipopolysaccharide on the expression of proinflammatory cytokines and chemokine in the testis and epididymis of roosters. Poultry Science. 91(8): 1997-2003.