Iranian Journal of Animal Science
Vol 51, No 1, Spring 2020 (1-8)
DOI: 10.22059/ijas.2018.262869.653656

علوم دامی ایران
دورۀ ۵۱، شمارۀ ۱، بهار ۱۳۹۹ (ص ۸-۱)

تولید مخمر غنی از سلنیوم و ارزیابی اثر سطوح مختلف آن بر ریخت‌شناسی و بیومتری اندام‌های داخلی و تولیدمثلی در مرغ‌های مادر گوشتی

مجتبی امام وردی[۱]، احمد زارع شحنه[۲]، مهدی ژندی[۳*]، مجتبی زاغری[۲] و داریوش مینایی تهرانی[٤]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
٤. دانشیار، گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی و بیوتکنولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱٦)

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، تولید مخمر غنی از سلنیوم و تعیین سطح مطلوب آن بر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی و بیومتری اندام‌های داخلی و تولیدمثلی مرغ‌های مادر گوشتی در مقایسه با سلنیوم آلی تجاری سلمکس و سدیم سلنیت معدنی بود. این طرح در قالب دو بخش انجام شد: در آزمایش اول، مخمر غنی از سلنیوم تولید شد. در آزمایش دوم، از ۱۵۰ قطعه مرغ مادر گوشتی سویه راس در سن ٤۹ هفتگی در ٦ تیمار، ۵ تکرار و ۵ پرنده در هر تکرار استفاده شد. تیمارها شامل ۱- گروه شاهد (فاقد مکمل سلنیوم)، ۲- $SY_{0.15}$، ۳- $SY_{0.3}$، ٤- $SY_{0.45}$ (به‌ترتیب مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطوح ۰/۱۵، ۰/۳ و ۰/٤۵)، ۵- گروه Selemax (سلنیوم آلی تجاری سلمکس با سطح ۰/۳) و ٦- گروه SS (سدیم سلنیت با سطح ۰/۳) میلی‌گرم در کیلوگرم جیره بود. در پایان آزمایش از هر تکرار سه قطعه مرغ کشتار شدند. مقدار سلنیوم در هر کیلوگرم مخمر خشک در آزمایش اول، به‌طور میانگین ۲۸۲۳ میلی‌گرم به‌دست آمد. در آزمایش دوم، تعداد فولیکول‌های بزرگ، در تیمار $SY_{0.45}$ نسبت به تیمارهای شاهد، $SY_{0.15}$ و SS به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. وزن چربی حفره بطنی در تیمار $SY_{0.45}$ نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر بود. بنابراین، استفاده از ۰/٤۵ میلی‌گرم در کیلوگرم از سلنیوم آلی تولیدی در جیره مرغ مادر تعداد فولیکول‌های بزرگ را افزایش و چربی حفره بطنی را کاهش داد. البته نیاز است که سایر فراسنجه‌های عملکردی و تولیدمثلی در مطالعات آتی نیز بررسی گردد.

واژه‌های کلیدی: سلنیوم، عملکرد، مخمر غنی از سلنیوم، مرغ مادر.

Production of selenium enriched yeast and assessment of the effect of its different levels on the morphology and biometry of internal and reproductive organs in broiler breeder hens

Mojtaba Emamverdi[1], Ahmad Zare-Shahneh[2], Mahdi Zhandi[3*], Mojtaba Zaghari[2] and Dariush Minai-Tehrani[4]
1, 2, 3. Ph. D. Candidate, Professor and Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Associate Professor, Faculty of Life Science and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
(Received: Aug. 21, 2018 - Accepted: Oct. 8, 2018)

ABSTRACT

The aim of present study was to produce selenium enriched yeast and determine its optimum level on morphology and biometry of internal and reproductive organs in broiler breeder hens in comparison to Selemax (commercial organic sodium selenite) and mineral selenite. This study was done in two parts, in the 1st experiment; selenium-enriched yeast was produced. In the 2nd experiment, a total of 150 Ross 308 broiler breeder hens (49 weeks of age) were used in 6 treatments of 5 replicates with 5 hens each. The treatments were included: 1) Control group (without selenium), diet containing; 2) 0.15; 3) 0.30 and 4) 0.45 mg/kg of produced selenium enriched yeast (SY0.15, SY0.3, SY0.45, respectively), 5) 0.30 mg/kg Selemax, and 6) 0.30 mg/kg sodium selenite (SS). At the end of the experiment, three hens from each replication were slaughtered. In the 1st experiment, the amount of selenium per kilogram of dry selenium-enriched yeast was 2823 mg. In the 2nd experiment, the number of large follicles in the SY0.45 group was significant higher compared to control, SY0.15 and SS groups. The weight of the abdominal cavity fat of the SY0.45 group was significantly lower compared to control group. Therefore, using of 0.45 mg/kg of produced organic selenium in the broiler breeder diet increased number of large follicles and decreased abdominal cavity fat. Of course, further studies are needed to assessment of other performance and reproductive parameters.

Keywords: Broiler breeder, performance, selenium, selenium-enriched yeast.

* Corresponding author E-mail: mzhandi@ut.ac.ir

مقدمه

سلنیوم به دو شکل آلی و غیر آلی در طبیعت وجود دارد. سلنیوم غیر آلی در فرم‌های سلنیت، سلنات، سلنید و همچنین به فرم فلزی یافت می‌شود. محدودیت‌های استفاده از سلنیوم غیرآلی به خوبی شناخته شده است که شامل سمیت، آثار متقابل با سایر عناصر، کارایی پایین انتقال به شیر، تخم مرغ و گوشت و توانایی کم برای حفظ ذخیره سلنیوم در بدن، دفع بالا و اثرات پرواکسیدانی می باشد. شکلی از سلنیوم که امروزه استفاده از آن مورد توجه زیادی قرار گرفته است، مخمر غنی از سلنیوم یا سلنیوم آلی می‌باشد که در ساختار آمینواسیدهای حاوی گروه سولفور، سلنیوم جایگزین گوگرد شده است. مخمر می‌تواند سلنیوم معدنی را که زیست فراهمی پایین و سمیت بالا دارد، به شکل آلی که ایمن‌تر و از نظر زیستی فعال تر بوده، تبدیل کند (Surai, 2002 abc & 2014; Beckett & Arthur, 2005). سلنیوم آلی یا مخمر غنی از سلنیوم هیچ‌یک از مشکلات سلنیوم غیرآلی را نداشته و بهترین شکل سلنیوم برای استفاده انسان و حیوانات می‌باشد. طی سال‌های گذشته در زمینه تولید مخمر غنی شده با سلنیوم مطالعاتی انجام شده است. مخمر سلنیوم، محصول تخمیر هوازی ساکارومایسس سرویزیه در محیط غنی از سلنیوم است. منبع سلنیوم به شکل نمک سلنیوم (سلنیت سدیم) به محیط کشت افزوده می‌شود. دما، pH، غلظت، منبع سلنیوم، زمان تزریق آن به محیط کشت و هوادهی در رشد بهینه مخمر و جذب سلنیوم و تولید حداکثر توده سلولی مؤثر هستند (Hongfei *et al*., 2009; Kieliszek *et al*., 2015). تحت شرایط کمبود گوگرد (سولفور) در محیط کشت، مخمر، سلنیوم را به عنوان جایگزین جذب می‌کند. مخمر تحت عمل بیوترانسفورماسیون سلنیوم معدنی را از محیط کشت جذب و به شکل آلی با قابلیت جذب و هضم بالا تبدیل می‌کند (Ferhance, 2001). با بهره‌گیری از شرایط مختلف تولید شامل دما، pH، دور همزن، میزان تلقیح و مدت زمان تخمیر، غلظت منبع سلنیوم و زمان افزودن آن به محیط کشت، میزان تولید سلنیوم در سلول‌های مخمری را می‌توان افزایش داد. در مطالعه‌ای اثر سه عامل دما، pH و حجم فرمانتور بر تولید مخمر ساکارومایسس سرویزیه غنی شده با سلنیوم را به روش رویه پاسخ بررسی و گزارش دادند که وقتی دما ۲۷/۴ درجه سانتی گراد و pH=۵/۸ و حجم محیط کشت ۸۹/۴ میلی‌لیتر باشد، تولید مخمر غنی شده با سلنیوم بهینه خواهد بود. بیشترین جذب سلنیوم در سلول های مخمری ۵/۹ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (Hongfei *et al*., 2010). سلنیوم یک بخش ضروری از سلنوپروتئین‌ها و چندین آنزیم آنتی اکسیدانی از قبیل گلوتاتیون پراکسیداز، تیوردوکسین ردوکتاز و یدوتروئونین دیودیناز می‌باشد که سلول‌ها را از اثرات مضر رادیکال‌های آزاد که طی فرآیندهای اکسیداسیون تولید می‌شوند، محافظت می‌کند. گزارش شده است که تقریباً هر سلول در هر روز، بیست میلیارد مولکول ROS تولید می‌کند که در شرایط استرس این مقدار افزایش هم پیدا می‌کند (Surai, 2006). سلنیوم به عنوان بخش جدایی ناپذیر حداقل ۲۵ نوع سلنوپروتئین در بافت‌های انسان و حیوانات بیان می‌شود که در تنظیم فعالیت‌های فیزیولوژیکی مهم مانند رشد، توسعه، اسپرماتوژنسیز و توسعه جنینی شرکت دارد (Papazyan *et al*., 2006). مشاهدات اولیه در طیور ماده اثر بخشی مکمل سازی جیره‌ای سلنیوم، ویتامین E و یا هر دو را برای حفظ باروری در گله‌های پیر تأیید کرده است (Breque *et al*., 2003). نتایج مطالعات اخیر وجود یک سیستم آنتی‌اکسیدانی پیچیده را در بخش رحمی- واژینال اویداکت ماکیان مشخص کرده است که به‌ویژه، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در اتصالات رحمی- واژینال، ۱۲ برابر بالاتر از فعالیت آن در کبد بوده است (Breque & Brillard, 2002). به‌طور کلی مکمل سازی جیره طیور به میزان ۰/۲ تا ۰/۳ پی پی ام و به شکل سلنیم آلی (سلپلکس)، یک وضعیت سلنیوم مطلوب برای رشد و توسعه جوجه‌ها (پرورش گوشتی) فراهم می‌کند. با این وجود برای مرغ‌های مادر جهت بهبود باروری، جوجه درآوری و میانجی‌گری ایمنی، به میزان بالاتر سلنیوم آلی هست که نیاز به مطالعات آتی دارد (Papazyan *et al*., 2006). بنابراین هدف از انجام این طرح، تولید مخمر غنی از سلنیوم و همچنین، تعیین سطح مطلوب و مؤثر آن بر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی و بیومتری اندام‌های داخلی و تولیدمثلی مرغ‌های مادر گوشتی در مقایسه با سلنیوم آلی تجاری سلمکس و سدیم سلنیت معدنی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول: تولید مخمر غنی از سلنیوم (سلنیوم آلی) به کمک ساکارومیسس سرویزیه

برای انجام این آزمایش از ساکارومایسس سرویزیه، به‌صورت مخمر خشک فعال استفاده شد. شرایط کشت بعد از ارزیابی‌های متعدد، برای تولید محصول شامل دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، pH=۵/۸، دور همزن ۱۵۰ دور در دقیقه، میزان تلقیح ۳۵ گرم در لیتر و مدت زمان تخمیر ۴۸ ساعت، غلظت سدیم سلنیت ۴۰ میکروگرم در میلی‌لیتر و زمان افزودن آن به محیط کشت ۱۰ ساعت پس از شروع تخمیر بود. در پایان کشت، سوسپانسیون محیط کشت با دور ۳۰۰۰g و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس پلیت جدا شده سه مرتبه با آب دیونیزه جهت جدا شدن باقیمانده سدیم سلنیت چسبیده به سطح مخمر شست و شو و سپس داخل آون ۶۰ درجه خشک شد. برای تعیین میزان سلنیوم آلی در مخمر از روش جذب اتمی کوره‌ای و هم چنین دستگاه طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی [ICP-OES (optical emission spectrometer with induced coupled plasma, ICP-OES Perkin Elmer, Optima 7300 DV)] استفاده شد. برای این منظور، روش هضم با اسید نیتریک و کلریدریک استفاده شد. بعد از آماده سازی نمونه‌ها و رساندن به حجم ثابت، جهت سنجش میزان سلنیوم کل، آلی و معدنی از دستگاه جذب اتمی پژوهشگاه مواد و انرژی و دستگاه ICP-OES مؤسسه مطالعاتی پرتو بشاش استفاده شد. برای اطمینان از کارکرد صحیح دستگاه‌های سنجش سلنیوم، کنار نمونه تولیدی، میزان سلنیوم موجود در نمونه تجاری و معدنی که مقدار مشخص کارخانه را داشتند، نیز ارزیابی شد.

آزمایش دوم: بررسی و تعیین سطح مطلوب سلنیوم آلی تولیدی در کنار سلنیوم آلی تجاری سلمکس و معدنی بر عملکرد مرغ‌های مادر گوشتی

محل اجرا، پرندگان و تیمارهای آزمایشی

این بخش از طرح در ایستگاه تحقیقاتی- پژوهشی گروه علوم دامی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد. بعد از تولید محصول و اطمینان نهایی از میزان سلنیوم موجود در آن، برای تأیید عملکرد محصول، سطوح مختلف آن در کنار نوع تجاری (سلمکس) و معدنی در جیره مرغ‌های مادر استفاده شد. برای انجام این آزمایش از ۱۵۰ قطعه مرغ مادر گوشتی راس ۳۰۸ در سن ۴۹ هفتگی در ۶ تیمار استفاده شد. به هر تیمار ۵ تکرار و به هر تکرار ۵ پرنده به‌طور تصادفی اختصاص یافت. تیمارهای این آزمایش شامل گروه شاهد (فاقد مکمل سلنیوم)، $SY_{0.15}$ (مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۱۵)، $SY_{0.3}$ (مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۳)، $SY_{0.45}$ (مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۴۵)، Selemax (سلنیوم آلی تجاری سلمکس با سطح ۰/۳) و SS (سدیم سلنیت با سطح ۰/۳) میلی‌گرم در کیلوگرم جیره بود. مرغ‌ها به‌مدت ۳ هفته با جیره پایه فاقد سلنیوم جهت عادت‌دهی و تخلیه، تغذیه شدند. در طول آزمایش که ۱۵ هفته به طول کشید، مرغ‌ها در برنامه نوردهی ۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی بودند و نور سالن توسط لامپ تأمین می‌شد؛ که شدت نور سالن بر اساس ۴۰ لوکس تنظیم شد. دمای سالن با دماسنج ماکزیمم مینیمم اندازه‌گیری شد. دمای سالن در طول دوره ۲۴-۲۱ درجه سانتی‌گراد بود. در این مدت آب به شکل آزاد و خوراک به شکل محدود به شیوه دستی و براساس نیازهای غذایی مرغ مادر سویه راس ۳۰۸ (جدول ۱) روزانه در ساعت ۳۰: ۸ صبح در اختیار پرندگان قرار می‌گرفت.

کشتار و نمونه‌گیری بافتی

پس از پایان دوره آزمایش، از هر تکرار سه قطعه مرغ به شیوه تصادفی انتخاب و کشتار شدند. در این روز، وزن بدن، وزن لاشه، وزن کبد، اسکور کبد (بر اساس رنگ و کیفیت کبد، از ۱ تا ۵ اسکور داده می‌شود که اسکور ۱ بهترین و اسکور ۵ بدترین می‌باشد)، وزن قلب، وزن تخمدان، وزن فولیکول بزرگ، قطر فولیکول بزرگ، تعداد فولیکول‌های بزرگ و متوسط، وزن و طول اویداکت اندازه‌گیری شد.

روش تحلیل داده‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چند نمونه در هر واحد آزمایشی اجرا شد. داده‌های حاصل از

آزمایش با رویه MIXED و GLM نرم‌افزار SAS 9.4 تجزیه و نتایج به‌صورت میانگین حداقل مربعات با آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد گزارش شده است. مدل آماری طرح به شکل ذیل بوده است:

$Y_{ijk}=\mu+T_i+e_{ij}+se_{ijk}$

که در آن Y_{ij}: مشاهدات، μ: میانگین، Ti: اثر تیمار i ام (i=1, 2, 3,4,5,6)، eij: اشتباه آزمایشی و eijk: اشتباه نمونه‌برداری است.

جدول ۱. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی مرغ‌های مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸

Table 1. Ingredient and chemical composition of basal diet fed by Ros 308 broiler breeder hen

Feed ingredient	Value (%)
Corn	71.6
Soybean meal, 42.6% CP	19
Dicalcium phosphate	1.4
Calcium carbonate (CaC03)	7
Sodium chloride	0.35
DL-Met, 99%	0.15
Vitamin premix†	0.25
Se-free Mineral premixes*	0.25
Total	100
Calculated nutrient content	
AME (kcal/kg)	2800
CP (%)	14
Available phosphorus (%)	0.35
Sodium (%)	0.16
Calcium (%)	3
Selenium (mg/kg DM or ppm)	0.106
Digestible Lys (%)	0.72
Digestible Met (%)	0.38
Digestible Met + Cys (%)	0.64
Digestible Thr (%)	0.55

† هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی حاوی ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۵ میلی‌گرم ویتامین K، ۳ میلی‌گرم ویتامین B1، ۱۲ میلی‌گرم ویتامین B2، ۱۵ میلی‌گرم ویتامین B5، ۵۵ میلی‌گرم نیاسین، ۴ میلی‌گرم پیریدوکسین یا ویتامین B6، ۲ میلی‌گرم فولیک اسید، ۰/۲۵ میلی‌گرم بیوتین و ۰/۰۳ میلی‌گرم ویتامین B12 بود.

* هر کیلوگرم از مکمل معدنی حاوی۱۰ میلی‌گرم مس، ۲ میلی‌گرم ید، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۱۲۰ میلی‌گرم منگنز و ۱۱۰ میلی‌گرم روی بود. مکمل فاقد سلنیوم بود.

†Provides (per kg of diet): vitamin A (retinyl acetate), 11 000 IU; cholecalciferol, 3500 IU; vitamin E (DL-a-tocopheryl acetate), 150 IU; vitamin K, 5 mg; vitamin B1, 3 mg; vitamin B2, 12 mg; D-pantothenic acid, 15 mg; niacin, 55 mg; pyridoxine, 4 mg; biotin, 0.25 mg; folic acid, 2 mg; vitamin B12, 0.03 mg.

* Provides (per kg of diet): copper ($CuSO_4$), 10 mg; iodine (KI), 2 mg; iron ($FeSO_4.7H_2O$), 50 mg; manganese ($MnSO_4.H_2O$), 120 mg; Zn (ZnO), 110 mg. No selenium was provided by the mineral.

نتایج و بحث

براساس نتایج حاصل از آزمایش اول، راندمان تبدیل سلنیوم معدنی به آلی در هر کیلوگرم محصول تولیدی مخمر غنی از سلنیوم، به‌طور میانگین ۲۸۲۳ پی‌پی‌ام (میلی‌گرم در کیلوگرم) به‌دست آمد (جدول ۲). امروزه تقاضا برای استفاده از مکمل‌های آلی به‌ویژه مخمر سلنیوم (سلنیوم آلی) روزافزون شده است. مخمر یک حامل مناسب برای بیوترانسفورماسیون سلنیوم بوده و یکی از اقتصادی ترین منابع سلنیوم آلی، مخمر رشد یافته در محیط کشت غنی‌شده با سلنیوم است (Hongfei *et al*., 2009; Chanda & Chakrabatri, 1996). ویژگی مهم مخمرها، تکثیر سریع آنهاست که به‌وسیله افزایش زیاد توده زنده سلول مشخص می‌شود. در نتیجه، جذب و تبدیل بسیاری از مواد معدنی از محیط در ساختار مخمرها مشاهده شده است. بسیاری از عناصر کمیاب مانند سلنیوم که برای حیات ضروری هستند، به‌طور طبیعی به‌وسیله مخمر ذخیره و انباشته می‌شود (Kieliszek & Blazejak, 2013; Schrauzer, 2006). فرآیند تجمع زیستی سلنیوم در مخمر به‌وسیله دو مکانیسم صورت می‌گیرد: ۱- باند شدن خارج سلولی از طریق لیگاندهای گروه غشا و ۲- تجمع داخل سلولی مرتبط با انتقال یون‌ها از میان غشای سیتوپلاسمی به بخش‌های داخلی‌تر سلول (Kieliszek *et al*., 2015). نشان داده شده است که سویه‌های ساکارومایسس‌ها، می‌توانند در توده زنده خود سلنیوم تجمع دهند (Demerci & Pometto, 1999). در این تحقیق که هدف اصلی آن، تولید مخمر غنی از سلنیوم با راندمان مطلوب و قیمت مناسب در داخل بود، حاصل شد.

جدول ۲. میزان سلنیوم (میلی‌گرم/کیلوگرم یا پی‌پی‌ام) موجود در مخمر غنی از سلنیوم تولیدی (SY)، سلمکس (Selemax) تجاری و سدیم سلنیت (SS)

Table 2. The levels of selenium (mg/kg or ppm) in our produced selenium-enriched yeast (SY), commercial Selemax and sodium selenite (SS)

Samples	Evaluation methods	
	AA*	ICP**
SY	2600	2823
Selemax	2312	2247
SS	9550	9942

* جذب اتمی

** طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی

* Atomic Absorption

** Induced Coupled Plasma

نتایج حاصل از آزمایش دوم که بررسی و تعیین سطح مطلوب سلنیوم آلی تولیدی در کنار سلنیوم آلی

تجاری سلمکس و معدنی بر عملکرد مرغ‌های مادر گوشتی بود، نشان داد که پارامترهای تولیدمثلی شامل وزن تخمدان، وزن فولیکول بزرگ، قطر فولیکول بزرگ، تعداد فولیکول متوسط، وزن و طول اویداکت بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند. تعداد فولیکول‌های بزرگ، در تیمار حاوی ۰/۴۵ ($SY_{0.45}$) سلنیوم آلی تولیدی (۵/۳) نسبت به تیمارهای حاوی ۰/۳ ($SY_{0.3}$) سلنیوم آلی تولیدی (۴/۶) و تیمار تجاری سلمکس (۴/۸) تفاوت معنی‌داری نداشت، اما با تیمارهای شاهد، ۰/۱۵ ($SY_{0.15}$) سلنیوم آلی تولیدی و معدنی (SS) تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) مشاهده شد (جدول ۳).

پارامترهای وزن زنده، لاشه و اندام ها شامل وزن بدن، وزن لاشه، وزن کبد، اسکور کبد و وزن قلب بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما وزن چربی حفره بطنی در تیمار حاوی ۰/۴۵ ($SY_{0.45}$) سلنیوم آلی تولیدی (۴۵/۶) نسبت به تیمار شاهد (۷۴/۴) به‌طور معنی‌داری پایین تر بود (P<۰/۰۵)، اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴ و نمودار ۱).

جدول ۳. بررسی آثار سدیم سلنیت (SS)، سلمکس (Selemax) و مخمر غنی از سلنیوم تولیدی (SY) بر اندام‌های تولیدمثلی مرغ‌های مادر گوشتی

Table 3. The effects of supplementing diet with sodium selenite, Selemax and different levels of produced selenium-enriched yeast on the reproductive organs of broiler breeder hens (Lsmean ± SEM)

Parameter	Treatment Groups						SEM	P value
	C	SY0.15	SY0.30	SY0.45	Selemax	SS		
Ovary Weight (g)	65.2	65	59.3	61.1	52.4	662	4.96	0.37
Large Follicle Weight (g)	44.9	47.4	48.7	48.9	48.3	45.6	3.06	0.90
Large Follicle Diameter (cm)	30.7	33.1	33.1	33.8	33	33.4	1.05	0.38
Large Follicle Number (n)	4.2 [b]	4.2 [b]	4.6 [ab]	5.3 [a]	4.8 [ab]	4.4 [ab]	0.25	0.03
Average Follicle Number (n)	18.3	20.5	20.7	22.4	19.8	19.6	1.55	0.57
Oviduct Weight (g)	76	83.6	70.4	75.2	61.8	70.8	6.14	0.24
Oviduct long (cm)	63.9	65.2	64.7	64.5	65.7	63.9	2.96	0.99

حروف نامشابه بین تیمارها در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

SY0.15، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SY0.3، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SY0.45، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ Selemax، سلنیوم آلی تجاری سلمکس با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SS، سلنیوم معدنی با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره.

a-c: values within a raw with different superscripts differ at P<0.05. C: the control group which was the basal diet with no supplemental Se; SY0.15: the basal diet supplemented with 0.15mg of organic Se/kg in the form of produced SY; SeY0.30: the basal diet supplemented with 0.30 mg of organic Se/kg in the form of produced SY; SeY0.45: the basal diet supplemented with 0.45 mg of organic Se/kg in the form of produced SY; Selemax: the basal diet supplemented with 0.30 mg of organic Se/kg in the form of Selemax and SS: the basal diet supplemented with 0.30 mg of inorganic Se/kg in the form of SS.

جدول ۴. بررسی آثار سدیم سلنیت (SS)، سلمکس (Selemax) و مخمر غنی از سلنیوم تولیدی (SY) بر وزن اندام‌های بدن مرغ‌های مادر گوشتی

Table 4. The effects of supplementing diet with sodium selenite, Selemax and different levels of produced selenium-enriched yeast on the body organs weight of broiler breeder hens (Lsmean ± SEM)

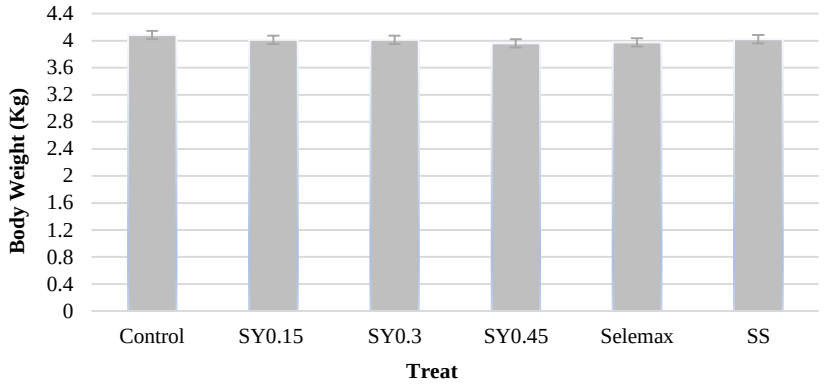
Parameter	Treatment Groups						SEM	P value
	C	SY0.15	SY0.30	SY0.45	Selemax	SS		
Carcass Weight (Kg)	2.73	2.90	3.15	3.05	2.85	3.15	0.11	0.06
Liver Weight (g)	56.8	55.3	53.6	62	57.6	58.4	3.2	0.55
Liver Score*	2.8	2.5	1.6	1.9	2.1	2.3	0.34	0.19
Ventral Cavity Fat Weight (g)	74.4 [b]	56.9 [ab]	50.6 [ab]	45.6 [a]	49.5 [ab]	64.1 [ab]	6.19	0.01
Heart Weight (g)	19.7	18.8	20.2	22	22.4	18.3	1.52	0.32

حروف نامشابه بین تیمارها در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

* اسکور کبد از ۱ تا ۵ بر اساس رنگ و کیفیت کبد.

SY0.15، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SY0.3، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SY0.45، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ Selemax، سلنیوم آلی تجاری سلمکس با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SS، سلنیوم معدنی با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره.

a-c: values within a raw with different superscripts differ at P<0.05. C: the control group which was the basal diet with no supplemental Se; SY0.15: the basal diet supplemented with 0.15mg of organic Se/kg in the form of produced SY; SY0.30: the basal diet supplemented with 0.30 mg of organic Se/kg in the form of produced SY; SY0.45: the basal diet supplemented with 0.45 mg of organic Se/kg in the form of produced SY; Selemax: the basal diet supplemented with 0.30 mg of organic Se/kg in the form of Selemax and SS: the basal diet supplemented with 0.30 mg of inorganic Se/kg in the form of SS.



نمودار ۱. بررسی اثرات سدیم سلنیت (SS)، سلمکس و سطوح مختلف مخمر غنی از سلنیوم تولیدی (SY) بر وزن زنده مرغ‌های مادر گوشتی

Figure 1. The effects of supplementing diet with sodium selenite, Selemax and different levels of produced selenium-enriched yeast on the body weight of broiler breeder hens (Lsmean ± SEM)

حروف نامشابه بین تیمارها بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

Control، گروه شاهد و فاقد سلنیوم اضافه شده در جیره؛ SY0.3، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SY0.45، مخمر غنی از سلنیوم تولیدی با سطح ۰/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ Selemax، سلنیوم آلی تجاری سلمکس با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره؛ SS، سلنیوم معدنی با سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره.

a-c: values within a raw with different superscripts differ at P<0.05. Control: the control group which was the basal diet with no supplemental Se; SY0.15: the basal diet supplemented with 0.15mg of organic Se/kg in the form of produced SY; SeY0.30: the basal diet supplemented with 0.30 mg of organic Se/kg in the form of produced SY; SeY0.45: the basal diet supplemented with 0.45 mg of organic Se/kg in the form of produced SY; Selemax: the basal diet supplemented with 0.30 mg of organic Se/kg in the form of Selemax and SS: the basal diet supplemented with 0.30 mg of inorganic Se/kg in the form of SS.

سلنیوم از عملکرد طبیعی ایمنی، تولیدمثل و سیستم عصبی حمایت و از بیماری‌های متعدد جلوگیری می‌نماید و نقش مهمی در رشد حیوان ایفا می‌نماید. (Lukaszewicz *et al*., 2011). مرغ به‌طور معمول با افزایش سن، دچار التهاب و سرطان تخمدان می‌شود که به همین دلیل، مرغ در دنیا به‌عنوان مدلی برای مطالعه سرطان تخمدان انسانی هم استفاده می‌گردد (Johnson & Giles, 2013). ژن سلنیوم باندینگ پروتئین۱ (SELENBP1) گزارش شده است که در سرطان تخمدان نقش دارد که سلنیوم از این طریق، سبب کاهش بروز آن می‌گردد (Stammer *et al*., 2008). لذا در مطالعه ما نیز امکان آن وجود دارد که تیمارهای حاوی سلنیوم آلی و به‌ویژه تیمار $SY_{0.45}$ با کاهش وقوع سرطان تخمدان، منجر به افزایش تعداد فولیکول‌های بزرگ شده است. البته مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی، ایمنی و تولیدمثلی سلنیوم نیز در این امر تأثیر داشته‌اند.

رشد و تکامل سریع ژنتیکی مرغ و عوامل تنش زا، منجر به تولید مقادیر زیادی از رادیکال‌های آزادشده است. افزایش رادیکال‌های آزاد با کاهش عملکرد تولیدی و تولیدمثلی همبستگی دارد. سلنیوم کوفاکتور آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است که رادیکال‌های آزاد حاصل از فعالیت متابولیکی را از بین می‌برد (Rotruck *et al*., 1973). در این مطالعه نتایج نشان داد که وزن چربی حفره بطنی، به‌طور معنی‌داری در تیمارهای حاوی سلنیوم آلی پایین می‌باشد که نشان از عملکرد آنتی اکسیدانی سلنیوم بوده است. همچنین سلنیوم آلی برای تبدیل بیشتر T4 به T3 سرم ضروری است. جهت تبدیل T4به T3 که توسط سلنیوم کبدی وابسته به آنزیم ۵-یدوتیرونین دیدودیناز انجام می‌شود، سلنیوم آلی مؤثرتر می‌باشد (Edens, 2001; Surai, 2002ab). با توجه به نقش هورمون تیروئید در سوخت و ساز بدن، به نظر می‌رسد که از این مسیر سلنیوم آلی سبب کاهش ذخیره چربی و سوخت و ساز بیشتر آن در بدن شده است. بنابراین به‌طور کلی سلنیوم آلی نسبت به سلنیوم معدنی سودمندتر می‌باشد. اول این که سلنیوم آلی (سلنومتیونین) به‌صورت فعال در روده کوچک، همانند اسیدهای آمینه مانند متیونین جذب، اما سلنیوم معدنی به‌صورت غیر فعال جذب می‌شود. دوم این که مشابهت ساختار شیمیایی بین سلنومتیونین و متیونین، اجازه استفاده تبادلی این دو را به بدن در ساخت پروتئین‌ها

می‌دهد که این امر امکان تولید ذخایر سلنیوم در بدن و به‌طور عمده در عضلات را تامین می‌کند. دلیل این هم نتایج مطالعات پیشین است که نشان دادند با افزایش غلظت سلنیوم آلی در جیره، غلظت آن در بافت‌های پرندگان نیز افزایش یافت. دوم این که سلنومتیونین در بدن حیوانات و انسان قابل سنتز نمی‌باشد. با کاتابولیسم پروتئین در شرایط استرس، سلنومتیونین به ذخیره اسیدهای آمینه آزاد، رها شده و در نتیجه نیاز سلنیومی برای سنتز سلنوپروتئین‌های مازاد جهت جلوگیری از آثار مخرب ناشی از تولید بالای رادیکال‌های آزاد را فراهم می‌کند (Papazyan *et al*., 2006; Schrauzer, 2000). بنابراین تأثیر مثبت تیمار $SY_{0.45}$ بر افزایش تعداد فولیکول‌های بزرگ که در ادامه سبب افزایش تعداد تولید تخم مرغ خواهد شد و همچنین کاهش چربی حفره بطنی، ناشی از جذب و زیست فراهمی بالا و حضور سلنیوم در سلنوپروتئین‌ها و در ادامه انجام نقش‌های آنتی اکسیدانی، تنظیم عملکرد تیروئید و سایر عملکردهای مرتبط که در بالا ذکر شد، می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج آزمایش‌های اول و دوم، تولید مخمر غنی از سلنیوم به کمک ساکارومایسس سرویزیه با راندمان حدود ۲۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر و استفاده از سطح ۰/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم از سلنیوم آلی تولیدی ($SY_{0.45}$) نسبت به گروه شاهد و نوع معدنی در جیره مرغ مادر، عملکرد بهتری را در افزایش تعداد فولیکول‌های بزرگ و کاهش وزن چربی حفره بطنی نشان داد که البته نیاز به سایر ارزیابی‌های عملکردی و تولیدمثلی در مطالعات آتی دارد.

سپاسگزاری

از آقای دکتر محمد پازوکی (عضو هیات علمی پژوهشگاه مواد و انرژی)، خانم ژیلا ضیائی‌راد (مسئول محترم آزمایشگاه انرژی پژوهشگاه مواد و انرژی) و همچنین مسئولان و کارکنان محترم ایستگاه پژوهشی- تحقیقاتی گروه علوم دامی برای راهنمایی و کمک در انجام این مطالعه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Beckett, G. J. & Arthur, J. R. (2005). Selenium and endocrine systems. *Journal of Endocrinology*, 184, 455-465.
2. Breque, C. & Brillard, J. P. (2002). Sperm storage in the avian oviduct: baselines for a complex antioxidant system in the sperm storage tubules. *Archiv Geflugelkunde*, 66, 83.
3. Breque, C., Surai, P. F. & Brillard, J. P. (2003). Roles of antioxidants on prolonged storage of avian spermatozoa *in vivo* and *in vitro*. *Molecular Reproduction Development*, 66, 314-323.
4. Chanda, S. & Chakrabatri, S. (1996). Plant origin liquid waste: a resource for single cell protein production by yeast. *Bioresource Technology*, 57, 51-4.
5. Demirci, A. & Pometto, A. L. (1999). Production of organically bound selenium yeast by continuous fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,47, 2491-2495.
6. Edens, F. W. (2001). Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. In: *Science and Technology in the Feed Industry*. (Lyons TP and Jacques KA. Eds.). Nottingham University Press. Nottingham NG 110 AX. United Kingdom. In: Proceedings of *17th Alltech Annual Symposium*, 17, 349-376.
7. Ferhance, A. (2001). *A Novel Method for the Production of Selenium-Enriched Yeast*. [dissertation]. Canada: McGill University, National library of Canada.
8. Hongfei, Y., Gongjian, F. & Zhenxin, G. (2010). Optimization of culture parameters of selenium-enriched yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) by response surface methodology (RSM). *Food Technology Journal*, 43, 666-669.
9. Hongfei, Y., Zhigang, C., Zhenxin, G. & Yongbin, H. (2009). Optimization of natural fermentive medium for selenium-enriched yeast by D-optimal mixture design. *Food Science and Technology Journal*, 42, 327-31.
10. Johnson, P. A. & Giles, J. R. (2013). The hen as a model of ovarian cancer. *Nature Review Cancer*, 13(6), 432-436.
11. Kieliszek, M. & Błażejak, S. (2013). Selenium: significance, and outlook for supplementation. *Nutrition*, 29, 713-718.
12. Kieliszek, M., Błażejak, S., Gientka, I. & Bzducha-Wróbel, A. (2015). Accumulation and metabolism of selenium by yeast cells. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1-10.

13. Lukaszewicz, E., Kowalczyk, A. & 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.
14. Papazyan, T., Lyons, M., Mezes, M. & Surai, P. (2006). Selenium in poultry nutrition-Effects on fertility and hatchability. *Praxis veterinaria*, 54, 85-102.
15. Rotruck, J. T., Pope, A. L., Ganther, H. E., Swanson, A. B., Hafeman, D. G. & Hoekstra, W. G. (1973). Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science*, 179, 588-590.
16. Schrauzer, G. N. (2000). Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. *Journal of Nutrition*, 130, 1653-1656.
17. Schrauzer, G. N. (2006). Selenium yeast: composition, quality, analysis and safety. *Pure Applied Chemistry*, 78(1), 105-109.
18. Stammer, K., Edassery, S. L., Barua, A., Bitterman, P., Bahr, J. M., Hales, D. B. & Luborsky, J. L. (2008). Selenium-Binding Protein 1 expression in ovaries and ovarian tumors in the laying hen, a spontaneous model of human ovarian cancer. *Gynecologic Oncology*, 109, 115-121.
19. Surai, P. F. & Fisinin, V. (2014). Selenium in poultry breeder nutrition: An update. *Animal Feed Science and Technology*, 191, 1-15.
20. Surai, P. F. (2002a). *Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction*. Nottingham University Press, Nottingham.
21. Surai, P. F. (2002b). Selenium in poultry nutrition: a new look at an old element. 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *Worlds Poultry Science Journal*, 58, 333-347.
22. Surai, P. F. (2002c). Selenium in poultry nutrition: a new look at an old element. 2. Reproduction, egg and meat quality and practical applications. *Worlds Poultry Science Journal*, 58, 431-450.
23. Surai, P. F. (2006). *Selenium in Nutrition and Health*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.