نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۷ شماره ۱/ سال۱۳۹۶/ صفحات ۱۵۹ تا ۱۷۱

اثرات استفاده از سطوح مختلف مخمرسلنیوم برعملکرد تولید، سیستم ایمنی و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز مرغان تخمگذار پس از دوره تولک بری

روح الله خیری[۱]، سیدعلی میرقلنج[۲*]، روح الله کیانفر[۲] و حسین جانمحمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/٦ تاریخ پذیرش: ۹٦/۱/۲۱

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت دامپروری،گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

[۲] استادیارگروه علوم دامی دانشگاه تبریز

[۳] استاد گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

[*] مسئول مکاتبه: Email:a_mirghelenj@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: بررسی تاثیر سلنیوم آلی بر عملکرد تولید مرغان تخمگذار **هدف**: ارزیابی اثرات سطوح مختلف مخمر سلنیوم بر عملکرد تولید تخم‌مرغ، فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و پاسخ سیستم ایمنی مرغان تخمگذار پس از دوره تولک‌بری. **روش کار**: تعداد ۸۰ قطعه مرغ تخمگذار لگهورن سویه های-لاین W-36 در دوره پس از تولک‌بری (سن ۷۸ هفتگی) در قالب طرح کاملا تصادفی به ۵ تیمار با ٤ تکرار ٤ قطعه‌ای اختصاص داده شدند. پرندگان با ۵ سطح مکمل مخمر سلنیوم (صفر،۱۵۰، ۳۰۰ ،٤۵۰ و٦۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم) به مدت ٤ هفته تغذیه شدند. **نتایج**: در کل دوره، استفاده از سطوح ۳۰۰ و ٤۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم، درصد تولید تخم‌مرغ را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P<۰/۰۵) ولی توده تخم‌مرغ پرندگان تحت تاثیر سطوح مخمرسلنیوم قرار نگرفت (P>۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک پرندگان مربوط به جیره‌های حاوی سطوح ۳۰۰ و ٤۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم کاهش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). در پایان دوره، فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز خون و تیترآنتی‌بادی علیه آنفلوآنزای پرندگانی که در جیره آنها از ۳۰۰میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم یا بالاتر استفاده شده بود، به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). **نتیجه‌گیری نهایی**: چنین نتیجه‌گیری می‌شود که با استفاده از ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم سل‌پلکس در جیره مرغان تخمگذار پس از دوره تولک‌بری، می‌توان تا حدودی عملکرد تولید و پاسخ سیستم ایمنی پرندگان را بهبود داد و حداکثر سطح قابل استفاده از آن نیز حدود ٤۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره تعیین شد.

واژگان کلیدی: تخم‌مرغ، سیستم ایمنی، گلوتاتیون پراکسیداز، مخمر سلنیوم، مرغ تخمگذار

مقدمه

سلنیوم یکی از عناصر مهمی است که از طریق شرکت درساختمان آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز، می‌تواند به‌عنوان یکی از اجزای سیستم آنتی‌اکسیدانی طبیعی بدن عمل کرده و پراکسیدهیدروژن و دیگر پراکسیدهای تولید شده در فعالیت‌های متابولیکی بدن راکنترل کند (روتراک و همکاران ۱۹۷۳). این عنصر به دو شکل در طبیعت وجود دارد: آلی و غیر آلی. سلنیوم غیر آلی در شکل‌های سلنات، سلنیت، سلنید و همچنین به شکل فلزی یافت می‌شود. منابع مختلف سلنیوم آلی شامل جلبک کلرلا (تراونیسک و همکاران ۲۰۰۷)، جلبک سندسموس (اسکریوان و همکاران ۲۰۱۰)، مخمر (برینس و همکاران ۲۰۱۳) و غیره است ولی بیشتر سلنیوم آلی استفاده شده مربوط به مخمر است (اسکریوان و همکاران ۲۰۱۰). منابع سلنیوم آلی بسیار فعال‌تر از نوع غیر آلی بوده و به عنوان قسمتی از پروتئین‌ها و به‌صورت سلنومتیونین و سلنوسیستئین یافت می‌شوند (اسکراوزر ۲۰۰۰). چون خواص سلنیوم مشابه خواص گوگرد است، گیاهان و میکروارگانیزم‌ها قادرند سلنیوم را به‌جای گوگرد در سیستئین و متیونین از سلولهای روده‌ای و از طریق مکانیزم انتقال فعال از دستگاه گوارش جذب کنند، در حالی‌که سلنیت معدنی به‌طور فعال جذب و منتقل نمی گردد. از جمله مزایای اصلی که برای سلنیوم آلی عنوان می‌شود این است که سلنیوم آلی از محل جذب اسیدهای آمینه جذب می‌شود، بنابراین دارای اثرات متقابل با سایر مواد معدنی نمی‌باشد و در بدن نیز به‌خوبی ذخیره می‌شود (سورای و فیسینین ۲۰۱٤). ماهان و همکاران (۱۹۹۹)، قابلیت زیست فراهمی سلنیوم آلی را در حدود ۷۵/۷ ٪ در مقابل ٤۹/۹ درصد در سلنیوم معدنی گزارش کردند. گزارش‌های مختلفی در مورد اثرات سلنیوم آلی بر عملکرد تولید طیور وجود دارد. در برخی از پژوهش‌ها، سلنیوم آلی جایگزین سلنیوم معدنی شده ولی در برخی دیگر، سلنیوم آلی به عنوان مکمل در جیره استفاده شده و نتایج مثبتی نیز گرفته شده است. بطور مثال، جورگوفسکا و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که استفاده از ٤٦۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم آلی در جیره مرغان تخمگذار می‌تواند درصد تولید تخم‌مرغ را نسبت به سلنیوم معدنی افزایش دهد. هیندل و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که افزودن ۱۵۰ میلی‌گرم مکمل مخمر سلنیوم آلی سل-پلکس علاوه بر سلنیوم معدنی جیره (۳۰۰میلی‌گرم در کیلوگرم) توانست وزن بدن جوجه‌های گوشتی را نسبت به گروه شاهد افزایش دهد. تحقیقات زیادی نیز اثرات مکمل سلنیوم آلی را بر افزایش سیستم ایمنی طیور و فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز نشان داده‌اند. رامارائو و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند افزایش سلنیوم آلی تا٤۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم توانست تیتر آنتی‌بادی و فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز را در جوجه‌های گوشتی افزایش دهد. سینگ و همکاران (۲۰۰٦) نیز نشان دادند که فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز با افزایش سلنیوم آلی در جیره افزایش می‌یابد. هرچند به نظر می‌رسد جیره‌های متداول مرغان تخمگذار، سلنیوم مورد نیاز آنها جهت حداکثر تولید را تامین می‌نماید ولی چون مرغان تخم‌گذار پس از دوره تولک تحت تنش‌های اکسیداتیو، دچار افت عملکرد تولید، سیستم ایمنی و سیستم آنتی اکسیدانی می‌شوند (سیگل ۱۹۸۰)، فرض این تحقیق بر آن است که با استفاده از مخمر سلنیوم آلی به‌صورت مکمل، بتوان افت عملکرد، سیستم ایمنی و سیستم آنتی اکسیدانی مرغان تخم‌گذار را بهبود بخشید.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از هشتاد قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه Hy-line، W-36 پس از دوره تولک بری و در سن ۷۸ هفتگی استفاده شد. به مدت یک هفته قبل از شروع آزمایش، عمل سازگاری و یکنواخت‌سازی وزن مرغ در تمامی قفس‌ها انجام گرفت. در شروع آزمایش، هشتاد قطعه مرغ به ۲۰ گروه به‌صورت ۵ تیمار با ٤ تکرار تقسیم و به هر قفس نیز ٤ مرغ تخم‌گذار اختصاص داده شد.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره-های آزمایشی

Table 1- Feed ingredients and composition of experimental diets

جیره شاهد Basal diet	اجزای جیره (%) Feed ingredients (%)
60.16	دانه ذرت Corn grain
23.02	کنجاله سویا Soybean meal
3.37	سبوس گندم Wheat bran
1.47	روغن سویا Soy oil
1.36	دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate
9.52	صدف معدنی Oyster shell
0.22	نمک معمولی Common salt
0.1	بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate
0.19	دی ال-متیونین Dl-Methionine
0.01	ال- لیزین هیدروکلراید L-Lysine HCL
0.3	پیش مخلوط ویتامینی[1] Vitamin premix
0.3	پیش مخلوط مواد معدنی[2] Mineral premix
2700	انرژی قابل سوخت وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم) ME (kcal/kg)
16	پروتئین خام (٪) Crude protein (%)
4.00	کلسیم (٪) Calcium (%)
0.38	فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorus
0.45	متیونین (٪) Methionine (%)
0.72	متیونین+سیستین (٪) Met+Cys (%)
0.79	لیزین (٪) Lysine (%)
0.58	ترئونین (٪) Threonine (%)
0.22	تریپتوفان (٪) Tryptophan (%)
204	تعادل آنیون-کاتیون جیره (میلی اکی والان بر کیلوگرم) Dietary anion cation balance (mEq/kg)

[1] میزان ویتامین‌های تامین شده در هر کیلوگرم خوراک: A، ۱۰۰۰۰ IU؛ D3، ۲۵۰۰ IU، E، ۱۰ IU؛ B1، ۲/۲ میلی‌گرم؛ B2، ٤ میلی‌گرم؛ B3، ۸ میلی‌گرم؛ B6، ۲ میلی‌گرم؛ B9، ۰/٥٦ میلی‌گرم؛ B12، ۰/۰۱٥ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۲۰۰ میلی‌گرم.

[2] میزان مواد معدنی تامین شده در هر کیلوگرم خوراک: منگنز، ۸۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم؛ روی، ٦۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ و سلنیت سدیم، ۰/۳ میلی‌گرم.

[1] Supplied vitamins per kilogram of diet: mg: A, 10000 IU, D3 2500 IU, E 10 IU, B1 2.2 mg, B2 4 mg, B3 8mg, B6 2 mg, B9 0.56 mg, B12, 0.015 mg, Cholin 200mg.

[2] Supplied minerals per kilogram of diet: Mn, 80 mg, Fe 50 mg, Zn 60 mg, Cu 12 mg, Sodium Selenite 0.3 mg.

مخمر سلنیوم آلی سل‌پلکس[1] از نمایندگی شرکت Alltech آمریکا در ایران سفارش و خریداری شد. هرکیلوگرم از این محصول حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم سلنیوم می‌باشد. سپس جیره تجاری پایه بر اساس ذرت-کنجاله سویا مطابق توصیه‌های مندرج در کاتالوگ سویه Hy-line به‌وسیله نرم افزار جیره نویسی UFFDA تنظیم شدند (جدول۱). تیمارها عبارت بودند از: ۱) جیره پایه شاهد (بدون سلنیوم آلی) ۲- جیره پایه+ ۱۵۰میلی‌گرم در کیلوگرم سل‌پلکس ۳) جیره پایه+ ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سل‌پلکس ٤) جیره پایه+ ٤٥۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سل‌پلکس و ٥) جیره پایه+ ٦۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سل‌پلکس.

تمامی جیره‌های آزمایشی به مدت ٤ هفته در اختیار مرغان تخم‌گذار قرار گرفت. مرغ‌ها در یک سالن ۳۰۰۰ قطعه‌ای درقفس‌های چهارتایی به ابعاد ٤٥×٤٥×٤٥ سانتی‌متر و دارای دان‌خوری ناودانی و آب‌خوری نیپل نگهداری شدند. شدت روشنایی سالن نیز در دوره تولید حدود ۳۰ لوکس با ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تنظیم گردید. بین هر قفس که شامل چهار قطعه مرغ بود یک صفحه پلاستیکی گذاشته شد تا کنترل دقیق مصرف خوراک انجام گیرد. هر هفته پس از جمع‌آوری تخم‌مرغ‌ها، مصرف خوراک، درصد تولید تخم‌مرغ، میانگین وزن تخم‌مرغ و میزان توده تخم‌مرغ

[1] Sel-plex

رکوردبرداری و بر اساس روز مرغ محاسبه‌گردید. پس از دو هفته از تزریق محلول واکسن داخل عضله سینه، پاسخ ایمنی به واکسن نیوکاسل وآنفلونزا توسط آزمون مهار هماگلوتیناسیون انجام گرفت. جهت اندازه گیری فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز نیز، در پایان دوره آزمایشی، از مرغ‌ها خون‌گیری و میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز خون با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون توسط دستگاه اتوآنالایزر آلیسون (Alcyon 300 Abbott, USA) اندازه‌گیری شد.

در پایان، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری(SAS ۲۰۰۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده گردید. مدل آماری مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت زیر می‌باشد:

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

Y_{ij}=مقدار هر مشاهده

μ= میانگین مشاهدات

T_i=اثر تیمار

e_{ij} =اشتباه آزمایشی مربوط به مشاهده

نتایج و بحث

نتایج اثرات سطوح مختلف مخمر سلنیوم سل‌پلکس بر درصد تولید تخم‌مرغ در هفته‌های اول، دوم، سوم، چهارم و کل دوره در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در هفته اول، استفاده از مخمر سلنیوم سل‌پلکس تا سطح ۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره تاثیر معنی‌داری بر درصد تولید تخم‌مرغ نسبت به گروه شاهد نداشته است (P>۰/۰۵) ولی از هفته دوم به‌بعد، استفاده از سطوح ۳۰۰ و ٤٥٠ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم در جیره، توانست تاثیر معنی‌داری بر عملکرد تولید تخم‌مرغ داشته باشد و درصد تولید تخم‌مرغ این دو گروه به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش یابد(P<۰/۰۱). این نتایج مطابق با نتایج جورگوفسکا و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشد. آنها نشان دادند استفاده از ٤٦٠ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم آلی در جیره مرغان تخم‌گذار، توانست درصد تولید تخم‌مرغ را نسبت به گروه شاهد افزایش دهد ولی برخی از محققان همانند لیسون و همکاران (۲۰۰۸) نشان داده‌اند که با استفاده ازسلنیوم آلی در جیره مرغان‌تخم‌گذار، تغییرمعنی‌داری در میزان تولید تخم‌مرغ مشاهده نمی‌شود و حتی در سطوح بالاتر، کاهش تولید نیز گزارش شده است.

جدول۲- اثرات سطوح مختلف سل‌پلکس درجیره پس از تولک‌بری مرغان تخم‌گذار بر درصد تولید تخم‌مرغ

Table 2- Effects of different levels of Sel-plex in post-molting diet of laying hens on egg production percentage

سل پلکس جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم) Dietary Sel-plex (mg/kg)	هفته اول Week1	هفته دوم Week2	هفته سوم Week3	هفته چهارم Week4	کل دوره Entire period
صفر	70.29	70.54^{b}	70.39^{c}	72.73^{b}	70.90^{bc}
150	70.98	70.49^{b}	72.15^{b}	71.23^{bc}	71.71^{b}
300	72.14	73.73^{a}	73.43^{a}	76.27^{a}	73.89^{a}
450	71.84	72.68^{a}	72.67^{ab}	74.15^{ab}	72.83^{a}
600	70.69	69.82^{b}	70.71^{c}	70.81^{c}	70.53^{c}
SEM (اشتباه استاندارد میانگین‌ها)	0.816	0.471	0.488	0.607	0.340
P-value (سطح معنی‌داری)	0.09	<0.01	<0.05	<0.05	<0.01

^{a,b,c}میانگین‌های با حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

^{a,b,c} Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05).

نکته قابل توجه آزمایش حاضر نیز اینجاست که در سطح بالاتر مخمر سلنیوم (۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، درصد تولید تخم‌مرغ علاوه بر اینکه نتوانسته نسبت به گروه شاهد اثر معنی‌داری داشته باشد بلکه نسبت به گروه‌های تغذیه شده با سطوح ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم کاهش نیز داشته است که این کاهش تولید، احتمال اثرات سوء سلنیوم آلی را درسطوح بالاتر نشان می‌دهد. در کل دوره، بیشترین درصد تولید، مربوط به مرغ‌های تغذیه شده با سطوح ۳۰۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم و کمترین نیز مربوط به گروه های تغذیه شده با جیره شاهد و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. از دلایل مغایرت‌هایی که در نتایج گزارش محققان مختلف وجود دارد تفاوت‌ها در دوره تولید (قبل از تولک و پس از تولک)، نوع و کیفیت سلنیوم آلی استفاده شده، سویه مرغان تخم‌گذار و حتی کیفیت پیش مخلوط‌های ویتامینی مورد استفاده می‌باشد. سل‌پلکس یا مخمرسلنیوم، نوعی از سلنیوم آلی است که سالیان سال در کشور ایران به‌صورت مکمل در جیره گله‌های مرغ مادر استفاده و به دلیل اهمیت فیزیولوژیکی که دارد، نتایج قابل قبولی نیز گرفته شده است (غلامی و همکاران ۲۰۱۳). نکته قابل توجه اینجاست که همه آزمایش‌ها مربوط به دوره پیک تولید تخم‌مرغ بوده و آزمایشی در دوره پس از دوره تولک‌بری اجباری انجام نشده است. با توجه به اینکه در تمامی مزارع مرغ تخم‌گذار، برای جیره نویسی از پیش مخلوط‌های ویتامینی دوره تولید (۰/۳ میلی‌گرم سلنیت سدیم) در دوره پس از تولک بری نیز استفاده می‌کنند، به احتمال زیاد به دلیل تنش‌ها و خصوصاً تنش‌های اکسیداتیوی که در دوره تولک‌بری اجباری، مرغان تخم‌گذار متحمل می‌شوند، نیازهای سلنیوم آنها افزایش و به سلنیوم افزودنی و مخصوصاً سلنیوم آلی یا مخمر سلنیوم بهتر پاسخ خواهند داد ولی تابحال تحقیقات دقیقی در مورد نیازهای پس از تولک مرغان تخم‌گذار انجام نشده است. مرغان تخم‌گذار پس از دوره تولک‌بری، به دلیل سپری کردن یک دوره پر تنش، تحت تنش‌های اکسیداتیو، دچار افت عملکرد تولید، سیستم ایمنی و سیستم آنتی اکسیدانی می‌شوند (سیگل ۱۹۸۰)، بنابراین در این آزمایش با بکاربردن مخمر سلنیوم آلی در سطح مناسب (تا ۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، دیده شد که هم ظرفیت آنتی اکسیدانی افزایش و هم سیستم ایمنی بهبود یافته است (جداول ۷ و ۸) بنابراین عملکرد بهتر تخمگذاری در این سطح توجیه پذیر است. از طرف دیگر نیز، گزارشات نشان داده که حد بین نیاز و مسمومیت در سلنیوم نزدیک به هم بوده و این حد باریک در سلنیوم آلی کمتر بوده و سلنیوم آلی در سطوح نسبتا پایین نیز احتمالا بتواند اثرات سمی از خود نشان دهد (سورای ۲۰۰۰) که در این آزمایش نیز باعث پایین آمدن پاسخ سیستم ایمنی در این سطح از سل‌پلکس شده است (جدول ۸)، بنابراین می‌تواند توجیه عملکرد پایین تخمگذاری در سطح بالای ۴۵۰ میلی‌گرم باشد هرچند که نیازمند تکرار این سطح در آزمایشات دیگر و یا تحقیقات بیشتری در این مورد است. نتایج اثرات سطوح مختلف مخمر سلنیوم سل‌پلکس در جیره پس از تولک مرغ تخم-گذار بر وزن تخم‌مرغ پرندگان در هفته‌های اول، دوم، سوم، چهارم و کل دوره در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در هفته اول، استفاده از مخمر سلنیوم سل پلکس تا سطح ۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره تاثیر معنی‌داری بر وزن تخم‌مرغ‌ها نداشته است($P>0/05$) ولی از هفته دوم، اگرچه بهبودی در وزن تخم‌مرغ گروه‌های تغذیه شده با سطوح بالاتر سل پلکس دیده شد ولی در کل دوره، نتایج نشان داد که تخم‌مرغ پرندگان تغذیه شده با ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم بیشترین وزن را داشته‌اند. نتایج این آزمایش موافق با نتایج آتیا و همکاران (۲۰۱۰) می‌باشد که نشان دادند که استفاده از ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی سل‌پلکس در یک جیره‌تجاری تخمگذار، توانست وزن تخم‌مرغ را به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش دهد و دلیل آن نیز پایداری برخی از اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسیدلینولئیک در جیره تجاری است

که به شدت در وزن تخم‌مرغ تاثیر دارند. تحقیقات مختلفی اثر اسیدچرب لینولئیک اسید بر وزن تخم‌مرغ را ثابت کرده اند (بالنیو ۱۹۷۱ و منگه ۱۹٦۸). مارچ و مک میلان (۱۹۹۰) گزارش کردند که لینولئیک اسید یا اسیدهای چربی که از طویل سازی لینولئیک اسید تولید می‌شوند، برای سنتز لیپوپروتئین‌هایی که می‌توانند به تخمدان برای تشکیل و توسعه زرده ترانسفر شوند، ضروری‌اند و هرچه این اسیدچرب ترانسفر شده بیشتر باشد، می‌تواند درتوسعه و بزرگی زرده تشکیل شده موثرتر باشد. روند افزایشی وزن تخم مرغ از گروه ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به بالای سل‌پلکس جیره مشهود است و دلیل پایین بودن وزن تخم مرغ گروه ۱۵۰ میلی‌گرم در هفته های دوم و سوم نیز قابل توجیه نبوده و می‌تواند بطور تصادفی باشد چون در هفته چهارم دوباره وزن آنها افزایش یافته است.

جدول۳- اثرات سطوح مختلف سل‌پلکس درجیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر وزن تخم‌مرغ (گرم)
Table 3- Effects of different levels of Sel-plex in post-molting diet of laying hens on egg weight (g)

سل پلکس جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم) Dietary Sel-plex (mg/kg)	هفته اول Week1	هفته دوم Week2	هفته سوم Week3	هفته چهارم Week4	کل دوره Entire period
0	61.12	60.47^{ab}	60.96^{ab}	61.61	61.04^{b}
150	60.45	58.79^{b}	58.73^{b}	60.35	59.58^{c}
300	60.50	60.33^{ab}	59.04^{b}	60.29	60.04^{bc}
450	61.31	61.27^{ab}	61.23^{ab}	61.98	61.44^{ab}
600	61.82	62.51^{a}	62.81^{a}	62.97	62.53^{a}
SEM (اشتباه استاندارد میانگین‌ها)	0.470	0.789	0.895	0.766	0.358
P-value (سطح معنی‌داری)	0.150	<0.05	<0.05	0.117	<0.05

^{a,b,c} میانگین‌های با حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

^{a,b,c} Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05)

نتایج اثرات سطوح مختلف مخمر سلنیوم سل‌پلکس در جیره پس از تولک مرغ تخم‌گذار بر توده تخم مرغ پرندگان در هفته‌های اول، دوم، سوم، چهارم و کل دوره در جدول ٤ نشان داده شده است. با توجه به اینکه توده تخم‌مرغ حاصل ضرب دو فاکتور درصد تولید و وزن تخم‌مرغ می‌باشد، این فاکتور در کل دوره، تحت تاثیر سطوح مختلف مخمر سلنیوم سل پلکس قرار نگرفت (P>۰/۰۵) اگرچه آتیا و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از ٤۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی سل‌پلکس در یک جیره تجاری تخمگذار، نشان دادند توده تخم مرغ به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که دلایل این تفاوت‌ها، می‌تواند به‌دلیل تفاوت‌ها در سویه و نژاد مرغ، جیره مورد استفاده، نوع و مقدار چربی مورد استفاده و دوره و طول مدت اندازه گیری تولید تخم‌مرغ باشد.

جدول۴- اثرات سطوح مختلف سل‌پلکس درجیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر توده تخم‌مرغ(گرم)

Table 4- Effects of different levels of Sel-plex in post-molting diet of laying hens on egg mass (g)

سل پلکس جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم) Dietary Sel-plex (mg/kg)	هفته اول Week1	هفته دوم Week2	هفته سوم Week3	هفته چهارم Week4	کل دوره Entire period
0	42.95	42.65^{ab}	42.19	44.58	43.27
150	42.92	41.43^{b}	42.36	44.20	42.73
300	43.64	44.49^{a}	43.35	45.98	44.36
450	44.04	44.53^{a}	44.50	45.95	44.75
600	43.70	43.65^{ab}	44.42	44.59	44.09
SEM (اشتباه استاندارد میانگین‌ها)	0.531	0.811	0.701	0.617	0.635
P-value (سطح معنی‌داری)	0.149	<0.05	0.185	0.070	0.089

^{a,b} میانگین‌های با حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

^{a,b} Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05)

در جداول ۵ و ٦، نتایج اثرات سطوح مختلف مخمر سلنیوم سل‌پلکس درجیره پس از تولک مرغ تخم‌گذار بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی نشان داده شده است. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین داده‌های مصرف خوراک و توده تخم‌مرغ بین تیمارها، طبق انتظار، ضریب تبدیل غذایی بین گروه‌ها در بیشتر هفته‌ها معنی دار نشده است (P>۰/۰۵) ولی در کل دوره، استفاده از سطوح ۳۰۰ و ٤٥٠ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم در جیره، توانسته ضریب تبدیل غذایی را به‌طور معنی-داری نسبت به گروه شاهد کاهش دهد(P<۰/۰۵). آتیا و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از۲۵۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی سل‌پلکس توانستند مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی پرندگان را به‌طور معنی‌داری کاهش دهند، ولی لیسون و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که با استفاده از سلنیوم آلی در جیره مرغان تخمگذار، تغییر معنی‌داری در مصرف خوراک مشاهده نمی‌شود که موافق آزمایش حاضر است. گانوپل و مانجوناتا (۲۰۰۳) نیز بیان کردند که استفاده از مخمر سلنیوم در جیره مرغان تخم‌گذار به‌طور معنی‌داری ضریب تبدیل غذایی را نسبت به گروه شاهد کاهش می‌دهد که این نتایج موافق با نتایج آزمایش حاضر است و ارزش افزودن مخمر سلنیوم به پیش‌مخلوط‌های ویتامینی جیره‌های تجاری تخم‌گذار در دوره پس از تولک بری را دو چندان نشان می‌دهد.

جدول۵- اثرات سطوح مختلف سل‌پلکس درجیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر مصرف خوراک (گرم)

Table 5- Effects of different levels of Sel-plex in post-molting diet of laying hens on feed intake (g)

سل پلکس جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم) Dietary Sel-plex (mg/kg)	هفته اول Week1	هفته دوم Week2	هفته سوم Week3	هفته چهارم Week4	کل دوره Entire period
0	98.62	96.63	96.63	96.63	97.13
150	97.14	96.98	96.98	97.06	97.04
300	96.87	96.12	96.12	96.12	96.31
450	97.26	96.76	96.76	96.76	96.88
600	97.52	97.02	97.02	97.02	97.15
SEM (اشتباه استاندارد میانگین‌ها)	0.703	0.980	0.921	1.11	0.468
P-value (سطح معنی‌داری)	0.473	0.977	0.977	0.974	0.702

جدول۶- اثرات سطوح مختلف سل‌پلکس درجیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر ضریب تبدیل خوراک (گرم به گرم)
Table 6- Effects of different levels of Sel-plex in post-molting diet of laying hens on feed conversion ratio (g:g)

سل پلکس جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم) Dietary Sel-plex (mg/kg)	هفته اول Week1	هفته دوم Week2	هفته سوم Week3	هفته چهارم Week4	کل دوره Entire period
0	2.29	2.26^{ab}	2.25	2.16	2.24^{a}
150	2.26	2.34^{a}	2.29	2.19	2.27^{a}
300	2.21	2.16^{b}	2.21	2.09	2.17^{b}
450	2.21	2.17^{b}	2.17	2.10	2.16^{b}
600	2.24	2.22^{ab}	2.18	2.17	2.20^{ab}
SEM (اشتباه استاندارد میانگین‌ها)	0.022	0.042	0.040	0.026	0.033
P-value (سطح معنی‌داری)	0.105	<0.01	0.282	0.061	<0.05

^{a,b} میانگین‌های با حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

^{a,b} Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05)

میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز(GP_x) در پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر سلنیوم سل‌پلکس، در جدول شماره ۷ نشان داده شده است. سلنیوم از طریق شرکت در ساختار آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GSH_{px}) می‌تواند به عنوان یکی از اجزای سیستم آنتی‌اکسیدانی طبیعی بدن عمل و پراکسید هیدروژن‌ها و دیگر پراکسیدهای تولید شده در فعالیت-های متابولیکی بدن را مهار کند (روتراک و همکاران ۱۹۷۳). مقدار سلنیوم خون یکی از عوامل مهم تنظیم کننده مقدار فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز می‌باشد. سینگ و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز پرندگان با افزایش سلنیوم آلی در جیره به‌طورمعنی‌داری افزایش می‌یابد. ساوارام و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند استفاده از ٤۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی توانست فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز را درجوجه‌های گوشتی افزایش دهد. گاژویچ و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از مکمل‌سازی جیره‌های تجاری تخمگذار با سلنیوم آلی سل‌پلکس نشان دادند که استفاده از ٤۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سل‌پلکس توانست میزان فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز را نسبت به گروهی که با۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سل‌پلکس تغذیه شده بودند، افزایش دهد. این نتایج مشابه نتایج آزمایش حاضر می‌باشد که استفاده از سطوح بالای ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سل‌پلکس توانست میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز را در خون مرغ‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش دهد (P<۰/۰۵). ثابت شده که میزان فعالیت این آنزیم در خون، معرف میزان سلنیوم جذب شده و راندمان جذب آن را نشان می‌دهد (گاژویچ و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به افزایش فعالیت این آنزیم بسیار مهم و نقش‌های موثری که این آنزیم در فعالیت‌های متابولیکی پرنده دارد، با افزایش مخمر سلنیوم در جیره، انتظار بهبود عملکرد پرنده را نیز می‌توان داشت که این بهبود عملکرد حیوان در جداول عملکرد تولید بخوبی نشان داده شده است.

جدول۷- اثرات سطوح مختلف سل‌پلکس درجیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز خون

Table 7- Effects of different levels of Sel-plex in post-molting diet of laying hens on blood glutathion peroxidase activity

سل پلکس جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم) Dietary Sel-plex (mg/kg)	فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (واحد در گرم هموگلوبین) Glutathione peroxidase activity (U per g Hb)
0	7.19[b]
150	6.73[b]
300	6.79[b]
450	9.46[a]
600	10.40[a]
SEM (اشتباه استاندارد میانگین‌ها)	0.866
P-value (سطح معنی‌داری)	<0.05

[a,b] میانگین‌های با حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a,b] Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05)

تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و آنفلونزا مربوط به پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف سل‌پلکس در جدول شماره ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سطوح بالاتر از ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم توانست تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس آنفلوآنزا را به طور معنی‌داری افزایش دهد (P<۰/۰۵). تحقیقات زیادی اثرات مکمل سلنیوم آلی را بر بهبود سیستم ایمنی طیور نشان داده‌اند (ژانگ و همکاران ۲۰۱۲ و ادنز ۲۰۰۲). ساوارام و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که افزایش سلنیوم آلی تا ٤۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تیتر آنتی‌بادی را درجوجه‌های گوشتی افزایش داد که این نتایج موافق با نتایج آزمایش حاضر می‌باشد. با افزایش مخمر سلنیوم به ٦۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش تیتر آنتی‌بادی بر علیه هر دو ویروس نیوکاسل و آنفلونزا مشاهده شد که احتمالاً به دلیل سمیت این مکمل در سطوح بالا و جذب بالای سلنیوم می‌باشد (سورای ۲۰۰۰) که به خوبی توانسته بود عملکرد تخم‌گذاری پرندگان را نیز کاهش دهد چون همانگونه که قبلا نیز اشاره شد سلنیوم آلی در سطوح نسبتا پایین توانسته اثرات سمی از خود نشان داده (سورای ۲۰۰۰) و حتی باعث پایین آمدن پاسخ سیستم ایمنی در این سطح از سل‌پلکس شده است (جدول ۸).

جدول۸- اثرات سطوح مختلف سل‌پلکس درجیره پس از تولک مرغان تخم‌گذار بر تیتر آنتی بادی علیه ویروس‌های بیماریهای نیوکاسل و آنفلوآنزا

Table 8- Effects of different levels of Sel-plex in post-molting diet of laying hens on antibody titers against Influenza and Newcastle disease vaccines

سل پلکس جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم) Dietary Sel-plex (mg/kg)	آنفلوآنزا Influenza	نیوکاسل Newcastle
0	7.00[c]	10.75[a]
150	8.75[ab]	10.25[a]
300	10.00[a]	9.50[a]
450	9.00[a]	10.75[a]
600	8.25[bc]	7.25[b]
SEM (اشتباه استاندارد میانگین‌ها)	0.353	0.365
P-value (سطح معنی‌داری)	<0/05	<0/05

[a,b] Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05)

[a,b] میانگین‌های با حرف غیر مشابه در هر ستون، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

نتیجه گیری کلی

چنین نتیجه گیری می‌شود که پس از دوره تولک بری اجباری مرغ‌های تخمگذار، استفاده از ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مخمر سلنیوم سل‌پلکس در جیره، می‌تواند با بهبود سیستم ایمنی و افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز، درصد تولید تخم مرغ را نیز افزایش و ضریب تبدیل غذایی را کاهش دهد.

منابع مورد استفاده

Attia YA, Abdalah AA, Zeweil HS, Bovera F, Tag El-Din AA and Araft MA, 2010. Effect of inorganic or organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some physiological traits of dual-purpose breeding hens. Czech Journal of Animal Science 55: 505–519.

Balnave D, 1971. Response of laying hens to dietary supplementation with energetically equivalent amounts of maize starch or maize oil. Journal of the Science of Food and Agriculture: 22:125-128.

Briens M, Mercier YF, Vacchina V and Geraert PA, 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.

Edens F, 2002. Practical applications for selenomethionine: broiler breeder production. In: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries: Proceedings of Alltech's 18th Annual Symposium (T.P. Lyons and. K.A. Jacques, eds), Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 29-42.

Gajcevic Z, Kralik G, Has-Schon E, Pavic V, 2009. Effects of organic selenium supplemented to layer diet on table egg freshness and selenium content. Italian Journal of Animal Science 8: 189-199.

Ganpule SP and Manjunatha BP, 2003. Antioxidant nutrition starts with breeders. Feed Mix 11: 14–16.

Gholami N, Golian A and Mirghelenj SA, 2013. Comparison of the effect of organic and inorganic selenium in diet of male broiler breeders on egg fertility, hatchability and embryonic mortality. 2013. Poultry Science Association .P 431. USA.

Gjorgovska N, 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. Lucrari Stiintifice-Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara, Seria Zootehnie 57: 270-274.

Heindl J, Ledvinka Z, Englmaierova M, Zita L and Tumova E, 2010. The effect of dietary selenium sources and levels on performance, selenium content in muscle and glutathione peroxidase activity in broiler chickens. Czech Journal of Animal Science 55: 572–578.

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

Mahan DC, Cline TR and Richert B, 1999. Effect of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite, serum glutathione activity, carcass characteristics and loin duality. Journal of Animal Science 77: 2172–2179.

March BE and MacMillan C, 1990. Linoleic acid as a mediator of egg size. Poultry Science 69:634–639.

Menge H, 1968. Linoleic acid requirement of the hen for reproduction. Journal of Nutrition 95:578-582.

Rama Rao SV, Prakash B, Raju MVLN, Panda AK, Poonam S and Murthy OK, 2013. Effect of supplementing organic selenium on performance, carcass traits, oxidative parameters and immune responses in commercial broiler chickens. Asian Australasian Journal of Animal Sciences 26: 247–252.

Rotruck JT, Pope AL, Ganther HE, Swanson AB, Hafeman DG and Hoekstra WG, 1973. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. Science 179: 588–590.

SAS User's Guide. 2009. Version 9.2 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Savaram R, Bhukya P, Mantena V, Laxmi N, Arun KP, Saharia P and Orugonda K, 2013. Effect of Supplementing Organic Selenium on Performance, Carcass Traits, Oxidative Parameters and Immune Responses in Commercial Broiler Chickens. Asian- Australian Journal of Animal Science 26: 247–252.

Schrauzer GN, 2000. Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. Journal of Nutrition. 130: 1653–1656.

Siegel HS, 1980. Physiological stress in birds. Biological Sciences. 30:529–533.

Singh H, Sodhi S and Kaur R, 2006. Effects of dietary supplements of selenium, vitamin E or combinations of the two on antibody responses of broilers. British Poultry Science 47:714-719.

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.

Surai PF, 2000. Organic selenium and the egg: Lessons from nature. Feed Compounder 20:16–18.

Surai PF and Fisinin VI, 2014. Selenium in poultry breeder nutrition: An update. Animal Feed Science and Technology 191:1–15.

Travnicek J, Pisek L, Herzig I, Doucha J, Kvicala J, Kroupova V and Rodinova H, 2007. Selenium content in the blood serum and urine of ewes receiving selenium-enriched unicellular alga Chlorella. Veterinary Medicine 52: 42–48.

Zhang ZW, Wang QH, Zhang JL, Li S, Wang XL and Xu SW, 2012. Effects of oxidative stress on immunosuppression induced by selenium deficiency in chickens. Biological Trace Element Research 149: 352–361.

Effects of different levels of selenium yeast (Sel-plex) in post- molting diet of laying hens on egg production performance, immune response and glutathione peroxidase activity

R Kheiry[1], SA Mirghelenj[2*], R Kianfar[2] and H Janmohammadi[3]

Received: December 26, 2016 Accepted: April 10, 2017
[1]MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[3]Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: Email: a_mirghelenj@yahoo.com

Introduction: Selenium is an essential trace mineral required for normal growth and maintenance in poultry and specially contributes in glutathione peroxidase activity, an enzyme transforming the toxic hydrogen peroxide to harmless water and oxygen (Rotruck et al. 1973). Selenium may be present in inorganic or organic form in the diet and higher absorption being documented for the organic forms in poultry (Surai and Fisinin 2014). Selenium in its organic form shows higher bioavailability (75.7%) than selenium bound in the inorganic form (49.9%) (Mahan et al. 1999). Organic forms are part of proteins and include Se-Methionin and Se-Cystein. Organically bound selenium is mostly used in the form of Se-enriched yeast or other preparations. In addition to organic Selenium compounds, other sources have been tested and utilized, such as selenium-enriched algae *Scenedesmus quadricauda*, Se-enriched unicellular alga *Chlorella* (Travnicek et al. 2007) and Se-enriched yeast (Briens et al. 2013). Effects of various sources and levels of selenium in the diet on layers have been subject of a number of studies. Gjorgovska et al (2012) studied various levels of selenium yeast in layers and reported that supplementation of 460 mg/kg selenium yeast improved egg production performance comparing control birds. Similar findings have been reported by Heindl et al. (2010), who fed the layers up to 150 mg/kg selenium yeast. Attia et al. (2010) reported increase in egg weight of laying hens fed organic selenium. They reported that feed conversion ratio in laying hens fed diets containing 250 or 400 mg/kg Selplex, was lower as compared as control birds. Some researchers reported that immune response and activities of glutathione peroxidase in poultry plasma increased linearly with selenium concentration (Rama Rao et al. 2013; Singh et al. 2006). Zhang et al (2012) reported that low-selenium diet caused a decrease in the activities of total antioxidant capacity, superoxide dismutase, and glutathione peroxidase activity in birds. Their study demonstrated that chickens fed diets deficient in selenium exhibited lesions in immune organs, decreased serum interleukin-1β, interleukin-2 content, indicating that oxidative stress inhibited the development of immune organs and finally impaired the immune function of chickens. Gajcevic et al (2009) reported increase in glutathione peroxidase activity in layer hens fed up to 400 mg/kg selenium yeast in diet. It has been documented that layer hens meet some oxidative attacks during force molting (Siegel 1980), therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of different levels of selenium yeast on egg production performance, glutathione peroxidase activity and immune response of laying hens in post-molting phase.

Material and methods: Eighty W-36 leghorn laying hens in post-molting phase (78 week) were assigned to 5 treatments with 4 replications and 4 birds each by employing a completely randomized design. After one week adaptation of hens to cages and diets, the hens were fed with 5 levels of selenium yeast (Sel-plex) (0, 150, 300, 450 and 600 mg/kg) for a period of 4 weeks. Sel-Plex ® is Alltech's organic form of selenium yeast and each kilogram of Sel-pex contains1000 mg selenium. All diets were isocaloric and isonitrogenous based on corn-soybean. Egg production percent, egg weight, egg mass, feed intake and feed conversion ratio of birds were recorded weekly and reported

as hen day basis. Egg mass was calculated by multiplying the total number of eggs laid per hen by the average egg weight. In the end of experiment, one bird per replicate with average cage weight selected, blood samples were taken and glutathione peroxidase (GPx) activity was measured using Autoanalyzer system. Another bird per replicate with average cage weight selected, after injection of Influenza vaccine in breast muscle, two weeks later, immune response was measured based on Hemagglutination-Inhibition (HI) Test. All data were analyzed by ANOVA using the procedure described by the SAS Institute (2009). Tukey test was used to determine the significant differences between treatment means.

Results and discussion: Results showed that using 300 and 450 mg/kg selenium yeast in post-molting diet of layers, significantly increased egg production rate as compared with control ones ($P<0.01$). Similar findings have been reported by Gjorgovska et al (2012), who fed the layers different levels of selenium yeast and reported that supplementation of 460 mg/kg selenium yeast improved egg production performance as compared as control birds, but some researchers (Leeson et al. 2008) reported that supplementation with selenium yeast did not affect egg production performance. In this experiment, addition of 600 mg/kg selenium yeast, caused to negative effect on egg production performance as compared as other groups, probably due to toxic effects of organic selenium in higher dosage. The reason for better performance in birds fed 300 and 450 mg/kg selenium yeast was improved immune function and better antioxidant status in those birds. Egg weight of birds fed diets containing 600 mg/kg selenium yeast, increased significantly ($P<0.05$) as compared as control birds. This result was in accordance to Attia et al. (2010) who reported increase in egg weight of laying hens fed diet containing higher than 400 mg/kg Selplex. Linoleic acid is one of the key factors in determining egg yolk size and egg weight and any factor oxidizing this fatty acid, may be affect egg weight (Balnave 1971). Sel-plex as a strong antioxidant has important role in stabilizing the unsaturated fatty acids such as linoleic acid, therefore can affect egg yolk size and egg weight. Egg mass was calculated by multiplying the total number of eggs laid per hen by the average egg weight, therefore egg production and egg weight may affect egg mass. In this study, there were no significant differences ($P<0.05$) between egg mass and feed intake of birds fed different diets during total period, but feed conversion ratio of birds fed 300 and 450 mg/kg selenium yeast, were significantly lower as compared with the control birds($P<0.05$). These results were in accordance to Attia et al. (2010) who reported that feed conversion ratio in laying hens fed diet containing 250 and 400 mg/kg Selplex, was lower as compared as control birds. At the end of experiment, the glutathione peroxidase activity and antibody titer against Influenza virus increased significantly in birds receiving 300 mg/kg selenium yeast or higher levels ($P<0.05$). In accordance with this study, Savaram et al (2013) showed improvement in immune response of broiler chickens fed 400 mg/kg selenium yeast and also Gajcevic et al (2009) reported increase in glutathione peroxidase activity in layer hens fed up to 400 mg/kg Sel-plex in diet. Better production performance in birds fed 300 and 450 mg/kg selenium yeast was due to improved immune function and better antioxidant status in this study.

Conclusion: It is concluded that use of 300 mg/kg selenium yeast could improve egg production rate, glutathione peroxidase activity and immune response of laying hens in post-molting phase.

Key Words: Egg, Immune system, Glutathione peroxidase, Selenium yeast, Laying hen