نشریه علوم دامی

شماره ۱۴۷، تابستان ۱۴۰۴

ص‌ص: ۶۱~۷۶

اثر مکمل لیزوفسفولیپید در جیره‌های بر پایه گندم حاوی سطوح مختلف روغن سویا بر عملکرد، شاخص‌های کمی و کیفی تخم‌مرغ و فراسنجه‌های سرم خون در مرغ‌های تخم‌گذار

- **سید محمدرضا خطیبی**
  دانشجوی دکتری گروه علوم دامی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
- **حیدر زرقی** (نویسنده مسئول)
  دانشیار گروه علوم دامی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
- **ابوالقاسم گلیان**
  استاد گروه علوم دامی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
- **احمد حسن‌آبادی**
  استاد گروه علوم دامی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت : مرداد ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش : شهریور ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۱۲۳۲۷۶۱

Email: zarghi@um.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ASJ.2024.366482.2408

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطح روغن سویا و لیزوفسفولیپید (LPL) در جیره بر پایه گندم بر شاخص‌های عملکردتولیدی، کیفیت تخم‌مرغ و فراسنجه‌های سرم‌خون مرغ‌های‌تخم‌گذار، آزمایشی با استفاده از ٦٤٨ قطعه مرغ‌تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 در دامنه سنی ۱۲۰-۱۱۳ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چیدمان فاکتوریل ۲×۳، ٦ گروه آزمایشی با ٦ تکرار و ۱۸ قطعه پرنده در هر تکرار انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل افزودن سه سطح (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) روغن‌سویا و دو سطح (صفر و ۰/۰۵ درصد) LPL به جیره بودند. در پاسخ به افزایش سطح روغن جیره؛ تولید توده‌ای تخم مرغ، میانگین وزن، وزن مخصوص، ماده خشک و پروتئین خام محتوای (زرده و کل بدون پوسته) تخم‌مرغ با روند درجه دوم تغییر یافت. به‌طوری‌که در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۵ درصد روغن شاخص‌های فوق بالاترین مقدار را داشتند. ضریب تبدیل خوراک و غلظت فسفر سرم خون با روند خطی کاهش، وزن پوسته و تراکم پوسته و غلظت تری گلیسرید و کلسترول سرم خون با روند خطی افزایش یافت. افزون LPL به جیره باعث کاهش مصرف خوراک روزانه، ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن پوسته تخم‌مرغ و غلظت فسفر سرم خون شد. در شرایط تغذیه شده با جیره‌های حاوی LPL ، بهبود ضریب تبدیل خوراک در پاسخ به افزایش سطح روغن جیره موثرتر بود. نتیجه کلی اینکه؛ افزودن روغن گیاهی در سطح ۱/۵ درصد به جیره مرغ‌های تخم‌گذار بر پایه گندم باعث بهبود شاخص‌های عملکردی و کیفیت تخم‌مرغ می‌شود. بعلاوه افزودن LPL به جیره دارای اثر هم افزایی مثبت با سطح روغن جیره است.

واژه‌های کلیدی: روغن سویا، عملکرد، گندم، لیزوفسفولیپید، مرغ‌های تخم‌گذار

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Research Journal of Livestock Science No 147 pp: 61-76

Effect of lysophospholipid supplementation in wheat-based diets containing different levels of soybean oil on performance, egg quality and blood metabolites of laying hens

By: Seyed Mohammad Reza Khatibi[1], Heydar Zarghi[*2], Abolghasem Golian[3], Ahmad Hassan Abadi[3]

1: PhD student at Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2: Associate professor at Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (*Corresponding author: Email h.zarghi@um.ac.ir)

3: Professor at Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: August 2024 **Accepted: September 2024**

In order to investigate the effect of soybean oil and lysophospholipid (LPL) in wheat-based diet on production performance, egg quality and blood serum parameters of laying hens, experiment with the number of 648 Hy-line W-36 laying hens during 113-120 weeks of age as factorial 3×2 in the form of randomized complete block design, with 6 treatments, 6 replications and 18 birds per each replication done. The experimental treatments included three levels (zero, 1.5 and 3%) of soybean oil in the diet with (0.05%) and without adding LPL to the diet. In response by increasing the oil level; egg mass, average weight, specific weight, dry matter and crude protein content (yolk and total without shell) of eggs changed quadratically. Sothat the birds fed with diet containing 1.5% of oil, had the highest numerical value on above indicators. Feed conversion ratio and blood serum phosphorus concentration decreased linearly. Shell weight, shell density, triglyceride and cholesterol concentrations increased linearly. Addition of LPL to the diet decreased daily feed intake, feed conversion ratio and increased shell weight and blood serum phosphorus. Fedding diets containing LPL was more effective in improving the feed conversion ratio in response to increasing the level of dietary oil. The general result is that; Adding vegetable oil at the level of 1.5% to the diet of wheat-based laying hens improves performance indicators and egg quality furthremore, the addition of LPL to the diet has a positive synergistic effect on the oil level of the diet.

Key words: Soybean oil, performance, wheat, lysophospholipid, laying hens

مقدمه

در خوراک طیور، چربی‌ها و روغن‌ها منابع بسیار مهم انرژی هستند که معمولا برای افزایش غلظت انرژی در جیره خوراک و بهبود عملکرد افزوده می‌شوند (Zhao و همکاران، ۲۰۱۵). طی هضم، تری‌گلیسریدها به وسیله لیپاز پانکراس هیدرولیز می‌شوند. در یک قطره بزرگ چربی، تنها لیپیدهای سطحی در معرض لیپاز قرار می‌گیرند. چون تری‌گلیسیریدها محلول در آب نیستند، قبل از اینکه لیپاز بتواند اثر هیدرولیزی داشته باشد، آن‌ها باید امولسیفیه شوند (Juntanapum و همکاران، ۲۰۲۰). در این مرحله از هضم، صفرا، که توسط کبد تولید و در کیسه صفرا ذخیره می‌شود، به عنوان امولسیفایر عمل می‌کند. اسیدهای صفراوی، نمک های صفراوی و همچنین فسفولیپیدها موجب امولسیون چربی‌ها (کاهش اندازه قطرات چربی) می‌شوند. در نتیجه امولسیون چربی، منجر به دسترسی بالای چربی برای هیدرولیز آنزیمی می‌شود. (Han و همکاران، ۲۰۱۰).

اخیراً، استراتژی‌های تغذیه برای افزایش فسفولیپیدهای طبیعی، مانند لسیتین، لیزولسیتین و لیزوفسفولیپید، در جیره خوک‌ها

(Zhao و همکاران، ۲۰۱۵) و طیور (Bassareh و همکاران، ۲۰۲۳؛ He و همکاران، ۲۰۲۳) مورد توجه قرار گرفته‌اند. مطالعات قبلی اثرات بالقوه فسفولیپیدها بر شاخص‌های عملکرد رشد (Raju و همکاران، ۲۰۱۱)، مخاط روده (Khonyoung و همکاران، ۲۰۱۵) و قابلیت هضم مواد مغذی (Roy و همکاران، ۲۰۱۰؛ Zhang و همکاران، ۲۰۱۱) و فراسنجه‌های خونی (Zhao و همکاران، ۲۰۱۵) در جوجه‌های گوشتی را نشان دادند. عملکرد امولسیفایرها بر عملکرد تولیدی در مرغ‌های تخم‌گذار اخیراً توسط Mandalawi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده است، این محققین گزارش کردند؛ لسیتین می‌تواند به همراه چربی حیوانی به عنوان منبع انرژی بر بهبود میانگین وزن تخم‌مرغ، تولید توده تخم‌مرغ و ضریب تبدیل خوراک موثر باشد. همچنین He و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند زمانی که مرغ‌های تخم‌گذار در جیره روزانه مقدار ۰/۱۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید دریافت نمودند افزایش خطی در وزن تخم‌مرغ و جذب بهتر ویتامین‌های محلول در چربی زرده را داشتند. لیزوفسفولیپیدها به‌عنوان امولسیفایرها باعث تشکیل میسل‌های کوچک‌تر در روده کوچک و ایجاد سطح بیشتر قطرات چربی که سبب بهبود هضم و جذب چربی‌ها می‌شوند (Bassareh و همکاران، ۲۰۲۳).

در جیره طیور در برخی شرایط خاص به خصوص زمانی که ذرت کمیاب شده و یا به نوعی قیمت آن بالاست، می‌توان از گندم به عنوان جایگزین استفاده کرد. از آنجا که این ماده خوراکی در اکثر مناطق ایران قابلیت کشت دارد، گرایش به استفاده از آن در جیره مرغ های تخم گذار به وجود می‌آید. گندم حاوی مواد ضد تغذیه‌ای نظیر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (NSP) است که مانع از هضم کامل مواد مغذی توسط مرغ‌های تخم‌گذار می‌شود که می‌تواند در دسترس بودن انرژی را کاهش دهد. گندم در مقایسه با ذرت، محتوای انرژی و روغن کمتری است، لذا در شرایط تغذیه با جیره های بر پایه گندم، پرنده با کمبود انرژی و عدم تامین اسیدهای چرب ضروری (اسید لینولئیک) مواجه شده که افزودن منابع چربی به جیره ضرورت می‌یابد (Leeson و همکاران، ۲۰۰۵).

با افزایش سن مرغ‌های تخم‌گذار به دلیل افزایش اندازه تخم مرغ و کاهش توانمندی پرنده در بهره‌وری از مواد معدنی توصیه به افزایش غلظت کلسیم جیره می‌باشد به طوری که طبق توصیه راهنمای مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 (۲۰۲۰) میزان غلظت کلسیم جیره در جیره‌های پایانی در سطح ۴/۳۲-۵/۲۸ درصد بسته به میزان مصرف خوراک پرنده تامین می‌شود. تحقیقات مختلف نشان داده است افزایش غلظت کلسیم جیره با سطح روغن جیره دارای اثر متقابل است که با تشکل ترکیبات صابونی باعث کاهش هضم و جذب می شود (Ravindran و همکاران، ۲۰۱۶). استفاده از امولسیفایرها در جیره‌های مبتنی بر گندم به ویژه برای مرغ‌های تخم‌گذار یک حوزه تحقیقاتی در حال توسعه است، چرا که بایستی نوع و دوز بهینه امولسیفایرها برای به حداکثر رساندن عملکرد مرغ تخم‌گذار در جیره‌های مبتنی بر گندم در مطالعات آینده تفسیر و تبیین گردد. مشهود است که تحقیقات بیشتری برای تعیین اثربخشی امولسیفایرها در افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و در دسترس بودن انرژی به طور خاص در جیره‌های مبتنی بر گندم مورد نیاز است. به‌طورکلی مطالعات پیرامون موارد فوق بسیار محدود است. از این رو هدف مطالعه حاضر بررسی اثر افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به همراه سطوح مختلف روغن سویا در جیره‌های بر پایه گندم برعملکرد، خصوصیات کمی و کیفی تخم‌مرغ، و متابولیت‌های سرم خون می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از ۶۴۸ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه «های‌لاین W-36» در سن ۱۱۳ هفتگی به مدت ۸ هفته انجام شد. مرغ‌ها انتخاب شده دارای میانگین وزنی ۵۰ ±۱۵۵۰ گرم، شرایط ظاهری سالم و حتی‌الامکان یکنواخت بودند. پرندگان انتخاب شده به‌طور تصادفی بین واحدهای آزمایشی (۳ قفس مجاور هم یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد و در هر قفس شامل ۶ قطعه پرند قرار گرفت) با وزن گروهی یکسان تقسیم شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چیدمان فاکتوریل ۲×۳ شامل سه

سطح (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) روغن سویا با و بدون افزودن ۰/۰۵ درصد مکمل لیزوفسفولیپید به جیره در ۶ تکرار و ۱۸ قطعه پرنده در هر تکرار انجام شد. جیره‌های آزمایشی باتوجه به حداقل احتیاجات مواد مغذی شده در راهنمای تغذیه مرغ تخم‌گذار های‌لاین W-36 (۲۰۲۰) با استفاده از نرم افزار UFFDA تنظیم شد (جدول ۱). جیره‌های آزمایش از لحاظ انرژی قابل سوخت و ساز و مواد مغذی با هم برابر بودند. مکمل لیزوفسفولیپید مورد استفاده در این تحقیق تحت نام تجاری LIPIDOL, TM (وارداتی از کشور کره جنوبی) بود. دان‌خوری (ناودانی) و محل استقرار تخم‌مرغ مربوط به هر واحد آزمایشی بوسیله حایل‌هایی از هم جدا شدند؛ به گونه‌ای که خوراک و تخم‌مرغ تولیدی هر واحد با واحد آزمایشی مجاور مخلوط نشود. تمامی مرغ‌ها به صورت آزاد به آب آشامیدنی و غذا دسترسی داشتند. در طول دوره آزمایش دمای سالن در محدودهٔ ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم و توسط دماسنج دیجیتال کنترل می‌شد. برنامهٔ نوری شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت خاموشی در طول شبانه روز اعمال گردید.

در طول دوره آزمایش میزان تولید تخم‌مرغ در هر واحد آزمایشی به‌صورت روزانه (تعداد و وزن) رکوردبرداری شد. تعداد تخم‌مرغ‌های لمبه و بدون پوسته، شکسته و غیر طبیعی و بدشکل نیز به صورت جداگانه در هر روز برای تمامی واحدهای آزمایشی ثبت می‌شد. شاخص‌های سنجش تولید به‌صورت درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه به ازای هر قطعه مرغ محاسبه شد. میزان خوراک مصرفی هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری و پس از تصحیح تلفات، میزان مصرف خوراک روزانه محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک برای هر واحد آزمایشی از تقسیم مصرف خوراک روزانه به گرم تخم مرغ تولیدی محاسبه گردید.

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهندهٔ و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد)[1]

اجزا جیره	جیره‌های آزمایشی		
گندم	۷۹/۳۶	۷۴/۰۶	۶۸/۷۷
کنجاله سویا	۶/۴۸	۸/۱۸	۹/۸۷
روغن سویا	۰/۰۰	۱/۵۰	۳/۰۰
کربنات کلسیم	۱۰/۹۶	۱۰/۹۵	۱۰/۹۳
دی‌کلسیم فسفات	۱/۳۶	۱/۳۷	۱/۳۹
نمک طعام	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۰
بی‌کربنات سدیم	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
دی ال- متیونین	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱
ال- لیزین هیدروکلراید	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۱
ال- ترئونین	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۰
مکمل ویتامینه[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[3]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ماسه	۰/۵	۲/۶۳	۴/۷۴
ترکیب محاسباتی مواد مغذی جیره (درصد به جز موارد مشخص شده)			
انرژی متابولیسمی (کیلوگرم/ کیلوکالری)	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۷۰۰
پروتئین خام	۱۴/۰۰	۱۴/۰۰	۱۴/۰۰
کلسیم	۴/۵۲	۴/۵۲	۴/۵۲
فسفر قابل دسترس	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
سدیم	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
کلر	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
لیزین	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳
متیونین	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
متیونین + سیستئین	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵
ترئونین	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴

[1] هر یک از سه جیره به دو قسمت تقسیم و به یک قسمت آن مقدار ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل لیزوفسفو لیپید (LPL) و به قسمت بدون مکمل معادل آن سبوس گندم اضافه شد.

[2] مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: ویتأمین A (رتینول)، ۹۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتأمین D_3 (کوله‌کلسیفرول)، ۲۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتأمین E (دی- ال- الفا توکوفرول استات)، ۱۸ واحد بین المللی؛ ویتأمین K_3 (منآدیون)، ۲/۰ میلی گرم؛ ویتامین B_1 (تیامین)، ۱/۸ میلی گرم؛ ویتامین B_2 (ریبوفلاوین) ۶/۶ میلی گرم؛ ویتامین B_3 (نیاسین)، ۳۰ میلی گرم؛ ویتامین B_5 (اسید پانتوتنیک)، ۱۰/۰ میلی گرم؛ ویتامین B_6 (پیرودکسین)، ۳/۰ میلی گرم؛ ویتامین B_9 (اسید فولیک) ۱/۰ میلی گرم، ویتامین B_{12} (سیانوکوبالامین)، ۱۵ میکروگرم، ویتامین H (بیوتین)، ۰/۱۰ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۵۰۰ میلی گرم و آنتی اکسیدان ۲/۵ میلی گرم.

[3] مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: روی (سولفات روی)، ۹۰/۰ میلی گرم؛ منگنز (سولفات منگنز)، ۱۰۰/۰ میلی گرم؛ سلنیوم (سلنیت سدیم)، ۰/۲ میلی گرم؛ ید، ۱ میلی گرم؛ مس (سولفات مس)، ۱۰/۰ میلی گرم و آهن (سولفات آهن)، ۵۰/۰ میلی گرم.

به منظور سنجش شاخص‌های کیفیت پوسته از تخم‌مرغ‌های تولیدی در سه روز انتهایی هر دوره ۴ هفته‌ای، در هر روز یک عدد تخم‌مرغ از هر واحد (۱۸ عدد تخم مرغ به ازای هر گروه آزمایشی) شد. پس از شماره‌گذاری، تخم‌مرغ‌ها در فاصله زمانی ۶ ساعت پس از جمع آوری به آزمایشگاه منتقل شد. محاسبه وزن مخصوص تخم‌مرغ ها با سنجش وزن تخم مرغ‌ها در خارج و داخل آب مقطر با استفاده از قانون ارشمیدوس طبق فرمول زیر تعیین شد (Asmundson و Baker، ۱۹۴۰).

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{وزن تخم‌مرغ در هوا}}{\text{وزن تخم‌مرغ در هوا} - \text{وزن تخم‌مرغ در آب}}$$

ضخامت پوسته، قطر پوسته‌های به وسیله‌ی میکرومتر با دقت دیجیتال ۰/۰۰۱ میلی‌متر (mm Digital micrometer, Mitutoyo Co, Kawasaki, Kanagawa, Japan) از سه نقطه‌ی وسط و دو انتها تخم‌مرغ اندازه‌گیری شد. سپس میانگین حاصله به عنوان قطر پوسته تخم‌مرغ منظور گردید. برای سنجش متغییر وزن پوسته به ازای واحد سطح از معیار میلی‌گرم وزن پوسته به ازای هر سانتی‌متر مربع از سطح آن استفاده شد. سطح پوسته‌ی تخم‌مرغ‌ها با استفاده از فرمول کارتر به روش زیر محاسبه گردید (Carter، ۱۹۷۵).

سطح پوسته $=3.9782\times EW^{0.7056}$

به منظور تعیین ترکیب شیمیایی تخم‌مرغ در روز پایانی آزمایش، دو عدد تخم مرغ از هر واحد آزمایشی انتخاب شد. بعد از مخلوط شدن و هموژن شدن جداگانه سفیده و زرده هر نمونه در داخل آون در دمای ۷۵ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد، نمونه‌ها بعد از خروج از آون در دسیکاتور سرد، وزن شده و میزان ماده خشک محاسبه شد. پروتئین خام زرده و سفیده به روش استاندارد کجلدال و با کمک دستگاه کجلدال تعیین شد. همچنین میزان چربی زرده با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه گیری شد (AOAC، ۲۰۰۵).

در روزهای پایانی آزمایش، به‌منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر سطح کلسیم، فسفر، آنزیم‌های کبدی، تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL و LDL یک مرغ از هر واحد آزمایشی (۶ قطعه به ازای هر گروه آزمایشی) به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و ۲/۵ سی‌سی خون از ورید بال به‌وسیله‌ی سرنگ ۵ سی‌سی استریل گرفته شد (Abdel-Wareth و Esmail، ۲۰۱۴). سپس نمونه خون‌های گرفته‌شده در لوله‌های مخصوص به‌آرامی تخلیه شد. بعد از آن، نمونه‌های سرم خون تهیه و برای سنجش متابولیتهای خون به آزمایشگاه تخصصی دامپزشکی ارسال شد.

نتایج حاصله با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و از طریق رویه Univariate Plot Normal مورد تست نرمالیته قرار گرفت (SAS, 2003). داده‌های آزمایش جهت مطالعه اثرات جیره‌های آزمایشی حاوی روغن سویا در قالب فاکتوریل ۲ × ۳ (سه سطح روغن سویا × دو سطح مکمل لیزوفسفولیپید) و با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد. مدل آماری طرح و اجزای آن در زیر ارائه شده است.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

این مدل شامل متغیر وابسته (Y_{ijk})؛ میانگین کل مشاهدات (μ)؛ اثر سطح iام فاکتور A مربوط به سطح مکمل لیزوفسفولیپید (A_i)؛ اثر سطح jام فاکتور B مربوط به سطح روغن سویا (B_j)؛ اثر متقابل فاکتور A با فاکتور B (AB_{ij})؛ اثر اشتباه آزمایشی (e_{ijk}) بود.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تأثیر افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به جیره مرغ‌های تخم‌گذار حاوی سطوح مختلف روغن سویا بر مصرف خوراک ، ضریب تبدیل غذایی، درصد تخم‌گذاری، وزن تخم‌مرغ و تولید تخم‌مرغ در جدول ۲ ارائه شده است. اثر متقابل بین افزودن مکمل لیزوفسفولیپید (LPL) و سطح روغن سویا روی شاخص‌های فوق بجز ضریب تبدیل و مصرف خوراک در کل دوره معنی‌دار نبود ($P>0/05$). افزایش سطح روغن سویا از صفر به ۱/۵ درصد در جیره های بدون مکمل لیزوفسفولیپید باعث افزایش مصرف خوراک شد ولی با افزایش سطح روغن به ۳ درصد مصرف

خوراک کاهش یافت این در صورتی بود که در جیره هایی که تنها از مکمل استفاده شده بود، تاثیر معنی داری مشاهده نشد(P>۰/۰۵). افزایش سطح روغن سویا باعث کاهش خطی و معنی دار ضریب تبدیل خوراک شد(P<۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک (FCR) تحت تأثیر مصرف مکمل LPL و سطوح مختلف روغن سویا بود (P<۰/۰۵). تاثیر مثبت سطح روغن سویا بر بهبود ضریب تبدیل خوراک با افزودن مکمل لیزو فسفو لیپید به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافت(P<۰/۰۵). ضریب تبدیل پایین‌تر مربوط به گروه آزمایشی دارای مکمل LPL بود (۲/۴۷) و FCR بالاتر در جیره بدون LPL (۲/۵۵) مشاهده شد. متغیرهای میانگین وزن تخم‌مرغ و تولید توده‌ای تخم‌مرغ، تحت تأثیر مصرف مکمل LPL نبودند (P>۰/۰۵)؛ ولی سطوح مختلف روغن سویا بر میانگین وزن تخم‌مرغ و تولید تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵).

افزایش سطح روغن سویا در جیره باعث افزایش میانگین وزن تخم مرغ های تولیدی و تولید توده‌ای تخم مرغ (گرم به ازای هر قطعه مرغ در روز) مرغ ها به صورت معادله درجه دوم شده است به نحوی‌که در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد روغن سویا، شاخص های فوق در بالاترین مقدار عددی خود در مقایسه با سطح صفر درصد روغن سویا بود. (وزن تخم‌مرغ= ۶۴/۳۸ در مقابل ۵۵/۱۷ گرم؛ تولیدتوده‌ای تخم‌مرغ= ۴۲/۹۹ در مقابل ۳۶/۸۵ گرم/پرنده/روز). نتایج یک مطالعه نشان داد، مکمل‌سازی جیره مرغ‌های تخمگذار با لیزوفسفاتیدیل کولین بر درصد تولید تخم‌مرغ و همچنین وزن تخم‌مرغ و وزن مرغ‌های در طی دوره آزمایش تأثیر معنی‌داری نداشت، البته در این تحقیق مصرف خوراک کاهش و ضریب تبدیل خوراک بهبود یافته بود، این محققین دلیل آن را افزایش قابلیت هضم مواد مغذی اعلام داشتند (Han و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای بررسی تاثیر مکمل کردن جیره مرغ‌های تخم‌گذار در دوره سنی ۳۳ تا ۴۱ هفتگی با نوعی لیزوفسفاتیدیل کولین تفاوت معنی‌داری بر تولید تخم‌مرغ (درصد تخم‌گذاری و توده تخم مرغ تولیدی) مشاهده نشد، ولی مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. همچنین این محققین گزارش کردند در گروه تغذیه شده با مکمل لیزوفسفاتیدیل کولین هضم پذیری چربی جیره، غلظت لیپوپروتئین‌های با دانسیته پایین و تری‌گلیسیرید و کلسترول خون به طور معنی داری افزایش یافت (Juntanapum و همکاران، ۲۰۲۰).

محققین گزارش کردند که پرندگان دریافت‌کننده امولسیفایر، مقدار خوراک مصرفی بالاتری داشتند (Attia و همکاران، ۲۰۰۹؛ Mandalawi و همکاران، ۲۰۱۵؛ Arce-Menocal و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین Roll و همکاران، (۲۰۱۸) گزارش دادند که FCR تحت تأثیر سطوح چربی جیره غذایی قرار نگرفت، که با نتایج تحقیق حاضر در تضاد بود. Wongsuthavas و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که فعالیت کم لیپاز منجر به اختلال در هضم لیپید می‌شود و در نتیجه با افزایش سطح روغن گیاهی در جیره انرژی بسیار کمی دریافت می‌کنند. همچنین Borsatti و همکاران، (۲۰۱۸) اثر متقابل بین روغن و امولسیفایر (لیزولسیتین ۳۵۰ گرم در تن) را بر روی مصرف خوراک در کل دوره آزمایش مشاهده نکردند. در تضاد نتایج حاضر، Abbas و همکاران، (۲۰۱۶) افزایش مصرف خوراک را در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۲۵ یا ۰/۵۰ گرم بر کیلوگرم لیزولسیتین گزارش کردند. همسو با نتایج ما، Velasco و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که افزایش سطح روغن گیاهی در جیره باعث بهبود FCR پرنده‌های مورد آزمایش شد. برخی از تفاوت‌ها در نتایج ممکن است به کاهش گرد و غبار با سطوح بالای چربی در جیره غذایی نسبت داد، که ممکن است منجر به بهبود بازده مصرف چربی و همچنین بهبود FCR شود (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۷). Bavaresco و همکاران (۲۰۲۰) اثرات مثبت مصرف امولسیفایر در جیره‌های که بالاترین سطح روغن سویا را داشتند، مشاهده کردند که این می‌تواند شاخص‌های عملکردی مانند FCR را در بلدرچین‌های تخم‌گذار ژاپنی بهبود بخشد.

جدول ۲. اثر مکمل لیزوفسفولیپید (LPL) و سطح روغن سویا جیره بر شاخص‌های عملکرد تولید مرغ‌های تخم‌گذار

لیزو فسفولیپید (٪)	روغن سویا (٪)	مصرف خوراک (g/b/d)			تخم‌گذاری (٪)			میانگین وزن تخم مرغ (g)			تولید تخم مرغ (g/b/d)			ضریب تبدیل خوراک		
		۱۱۳–۱۱۶	۱۱۷–۱۲۰	کل دوره	۱۱۳–۱۱۶	۱۱۷–۱۲۰	کل دوره	۱۱۳–۱۱۶	۱۱۷–۱۲۰	کل دوره	۱۱۳–۱۱۶	۱۱۷–۱۲۰	کل دوره	۱۱۳–۱۱۶	۱۱۷–۱۲۰	کل دوره
	صفر	۹۹/۷۵^{bc}	۱۰۰/۳۲^{a}	۱۰۰/۰۳^{b}	۶۸/۴۱	۶۵/۷۸	۶۷/۰۹	۵۵/۴۹^{c}	۵۵/۶۴^{b}	۵۵/۵۷^{c}	۳۷/۹۶^{c}	۳۶/۶۰^{c}	۳۷/۲۸^{c}	۲/۶۳۳^{ab}	۲/۷۴۱^{ab}	۲/۶۸۶^{ab}
صفر	۱/۵	۱۰۴/۰۴^{a}	۱۰۴/۴۰^{a}	۱۰۴/۲۲^{a}	۶۶/۸۷	۶۴/۶۳	۶۵/۷۵	۶۱/۴۰^{b}	۶۲/۹۴^{a}	۶۲/۱۷^{b}	۴۱/۰۵^{bc}	۴۰/۶۸^{bc}	۴۰/۸۶^{bc}	۲/۵۴۰^{bc}	۲/۵۷۳^{c}	۲/۵۵۸^{bc}
	۳/۰	۱۰۱/۵۸^{ab}	۱۰۱/۱۹^{a}	۱۰۱/۳۹^{ab}	۶۷/۴۷	۶۵/۹۸	۶۶/۷۲	۶۲/۶۹^{ab}	۶۴/۴۸^{a}	۶۳/۵۸^{ab}	۴۲/۳۰^{ab}	۴۲/۵۳^{ab}	۴۲/۴۱^{ab}	۲/۴۱۱^{cd}	۲/۳۸۱^{d}	۲/۳۹۵^{d}
	صفر	۱۰۰/۴۲^{bc}	۱۰۱/۹۷^{a}	۱۰۰/۷۶^{b}	۶۷/۱۱	۶۵/۹۴	۶۶/۵۲	۵۴/۴۴^{c}	۵۵/۰۹^{b}	۵۴/۷۶^{c}	۳۶/۵۴^{c}	۳۶/۳۲^{c}	۳۶/۴۳^{c}	۲/۷۵۰^{a}	۲/۷۸۶^{a}	۲/۷۶۸^{a}
۰/۰۵	۱/۵	۹۷/۹۷^{c}	۹۹/۰۱^{b}	۹۸/۵۰^{b}	۶۷/۵۱	۶۵/۲۲	۶۶/۳۷	۶۲/۲۱^{ab}	۶۴/۵۲^{a}	۶۳/۳۶^{ab}	۴۱/۹۹^{ab}	۴۲/۰۸^{ab}	۴۲/۰۴^{ab}	۲/۳۳۶^{d}	۲/۳۵۶^{d}	۲/۳۴۵^{d}
	۳/۰	۹۸/۷۳^{c}	۱۰۱/۴۸^{a}	۱۰۰/۱۰^{b}	۶۷/۶۷	۶۵/۹۹	۶۶/۸۴	۶۵/۲۷^{a}	۶۵/۱۱^{a}	۶۵/۱۹^{a}	۴۴/۱۵^{a}	۴۲/۹۷^{a}	۴۳/۵۶^{a}	۲/۲۴۳^{d}	۲/۳۶۶^{d}	۲/۳۰۵^{d}
SEM		۰/۶۶۳	۱/۰۱۳	۰/۷۸۷	۰/۶۸۳	۰/۴۲۳	۰/۴۲۵	۰/۷۷۶	۰/۶۱۰	۰/۶۶۸	۰/۶۹۷	۰/۴۸۴	۰/۵۳۹	۰/۰۴۳	۰/۰۳۵	۰/۰۳۶
اثرات اصلی لیزوفسفولیپید																
صفر		۱۰۱/۷۹^{a}	۱۰۱/۹۶	۱۰۱/۸۸^{a}	۶۷/۵۸	۶۵/۴۶	۶۶/۵۲	۵۹/۸۶	۶۱/۰۲	۶۰/۴۴	۴۰/۴۴	۳۹/۹۳	۴۰/۱۸	۲/۵۲۸^{a}	۲/۵۶۵^{a}	۲/۵۴۶^{a}
۰/۰۵		۹۹/۰۵^{b}	۱۰۰/۵۲	۹۹/۷۹^{b}	۶۷/۴۳	۶۵/۷۲	۶۶/۵۸	۶۰/۶۴	۶۱/۵۷	۶۱/۱۰	۴۰/۸۹	۴۰/۴۶	۴۰/۶۸	۲/۴۴۳^{b}	۲/۵۰۳^{b}	۲/۴۷۲^{b}
SEM		۰/۳۸۳	۰/۵۸۵	۰/۴۵۴	۰/۳۹۴	۰/۲۴۵	۰/۲۴۶	۰/۴۴۸	۰/۳۵۲	۰/۳۸۵	۰/۴۰۲	۰/۲۷۹	۰/۳۱۱	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰
اثرات اصلی روغن سویا																
	صفر	۱۰۰/۰۸	۱۰۰/۷۱	۱۰۰/۴۰	۶۷/۷۶	۶۵/۸۶^{ab}	۶۶/۸۱	۵۴/۹۷^{c}	۵۵/۳۶^{b}	۵۵/۱۷^{b}	۳۷/۲۵^{b}	۳۶/۴۶^{c}	۳۶/۸۵^{c}	۲/۶۹۱^{a}	۲/۷۶۴^{a}	۲/۷۲۷^{a}
	۱/۵	۱۰۱/۰۲	۱۰۱/۷۰	۱۰۱/۳۶	۶۷/۱۹	۶۴/۹۲^{b}	۶۶/۰۶	۶۱/۸۰^{b}	۶۳/۷۳^{a}	۶۲/۷۷^{a}	۴۱/۵۲^{a}	۴۱/۳۸^{b}	۴۱/۴۵^{b}	۲/۴۳۸^{b}	۲/۴۶۵^{b}	۲/۴۵۱^{b}
	۳/۰	۱۰۰/۱۵	۱۰۱/۳۳	۱۰۰/۷۵	۶۷/۵۷	۶۵/۹۹^{a}	۶۶/۷۸	۶۳/۹۸^{a}	۶۴/۷۹^{a}	۶۴/۳۸^{a}	۴۳/۲۲^{a}	۴۲/۷۵^{a}	۴۲/۹۹^{a}	۲/۳۲۷^{c}	۲/۳۷۴^{c}	۲/۳۵۰^{c}
SEM		۰/۴۶۹	۰/۷۱۷	۰/۵۵۶	۰/۴۸۳	۰/۲۹۹	۰/۳۰۰	۰/۵۴۸	۰/۴۳۱	۰/۴۷۲	۰/۴۹۳	۰/۳۴۲	۰/۳۸۱	۰/۰۳۱	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵
سطح احتمال معنی‌داری																
بلوک		۰/۳۷۶	۰/۴۳۱	۰/۴۵۲	۰/۹۶۱	۰/۹۴۴	۰/۹۹۲	۰/۰۴۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱۴	۰/۱۳۲	۰/۰۴۱	۰/۰۵۰	۰/۵۳۷	۰/۴۵۸	۰/۴۵۴
لیزوفسفولیپید		۰/۰۰۱	۰/۰۹۵	۰/۰۰۳	۰/۷۸۷	۰/۴۶۵	۰/۸۷۸	۰/۲۲۸	۰/۲۷۹	۰/۲۳۳	۰/۴۲۷	۰/۱۹۸	۰/۲۷۳	۰/۰۲۶	۰/۰۴۴	۰/۰۱۸
روغن سویا		۰/۳۱۱	۰/۶۱۷	۰/۴۷۱	۰/۷۰۶	۰/۰۳۷	۰/۱۵۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
اثر متقابل		۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۳۴۵	۰/۷۸۹	۰/۳۸۸	۰/۰۸۴	۰/۲۳۸	۰/۱۷۶	۰/۰۷۱	۰/۲۴۱	۰/۱۱۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
پاسخ به سطح روغن																
خطی		۰/۳۳۹	۰/۴۳۴	۰/۳۵۶	۰/۳۷۱	۰/۰۰۸	۰/۰۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
درجه دو		۰/۳۲۹	۰/۵۰۸	۰/۳۸۷	۰/۳۹۷	۰/۰۰۵	۰/۰۳۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۴۰	۰/۰۰۹	۰/۰۳۴

^{a,b} تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون برای هر اثر معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$). SEM= خطای استاندارد میانگین‌ها

این بهبود ناشی از لیزولیستین که با عمل امولسیون‌کنندگی می‌تواند قابلیت دسترسی مواد مغذی (چربی‌ها) را افزایش دهد (Mandalawi و همکاران، ۲۰۱۵) زیرا فرآیند هیدرولیز چربی تحت تأثیر مولکول‌هایی مانند نمک‌های صفراوی، فسفولیپیدها، لیزوفسفولیپیدها و پروتئین‌های موجود در آن قرار گیرد (Delorme و همکاران، ۲۰۱۱). در تضاد نتایج حاضر، Abbas و همکاران، (۲۰۱۶) افزایش مصرف خوراک را در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۲۵ یا ۰/۵۰ گرم بر کیلوگرم لیزولسیتین گزارش کردند. همسو با نتایج ما، Velasco و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که افزایش سطح روغن گیاهی در جیره باعث بهبود FCR پرنده‌های مورد آزمایش شد. برخی از تفاوت‌ها در نتایج ممکن است به کاهش گرد و غبار با سطوح بالای چربی در جیره غذایی نسبت داد، که ممکن است منجر به بهبود بازده مصرف چربی و همچنین بهبود FCR شود (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۷). Bavaresco و همکاران (۲۰۲۰) اثرات مثبت مصرف امولسیفایر در جیره‌های که بالاترین سطح روغن سویا را داشتند، مشاهده کردند که این می‌تواند شاخص‌های عملکردی مانند FCR را در بلدرچین‌های تخم‌گذار ژاپنی بهبود بخشد. این بهبود ناشی از لیزولیستین که با عمل امولسیون‌کنندگی می‌تواند قابلیت دسترسی مواد مغذی (چربی‌ها) را افزایش دهد (Mandalawi و همکاران، ۲۰۱۵) زیرا فرآیند هیدرولیز چربی تحت تأثیر مولکول‌هایی مانند نمک‌های صفراوی، فسفولیپیدها، لیزوفسفولیپیدها و پروتئین‌های موجود در آن قرار گیرد (Delorme و همکاران، ۲۰۱۱).

نتایج یک پژوهشی نشان داد که لیزوفسفولیپید باعث بهبود وزن و توده تخم‌مرغ، در پرندگان تخم‌گذار شد (Bavaresco و همکاران، ۲۰۲۰). در آزمایش حاضر با وجود عدم معنی‌داری مکمل LPL روی وزن و تولید تخم‌مرغ‌ها افزایش عددی در مورد این صفات مشهود بود. افزایش سطح لسیتین در جیره، خوراک مصرفی را کاهش، ولی وزن تخم‌مرغ و راندمان خوراک را افزایش داد (Han و همکاران، ۲۰۱۰). استفاده از روغن‌های خوراکی مخصوص، مقرون به صرفه و قابلیت زیست فراهمی مواد تشکیل دهنده جیره بستگی دارد (Mohammadi و همکاران، ۲۰۲۳). Mandalawi و همکاران، (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند افزودن چربی حیوانی به همراه امولسیفایر در جیره، وزن و توده تخم‌مرغ را در مرغهای تخم‌گذار بهبود داد. گزارش شده است که گنجاندن روغن سویا باعث افزایش نرخ تولید تخم‌مرغ و نرخ تبدیل خوراک می‌شود (Gao و همکاران، ۲۰۲۱)، که با نتایج ما همسو می‌باشد. این محققین اظهار داشتند گنجاندن روغن سویا در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار، سبب افزایش رسوب کلسیم در پوسته تخم‌مرغ می‌شود که میزان شکسته‌شدن یا نرم‌شدن پوسته تخم‌مرغ را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. از دیگر مزایای مصرف روغن سویا، متابولیسم گلیکولیپید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مرغ‌ها و ارزش غذایی تخم‌مرغ‌ها را بهبود می‌بخشد، بعلاوه محتوای کلسترول را در تخم‌مرغ کاهش می‌دهد. علت تفاوت نتایج محققین می‌تواند به نوع امولسیفایر (لیزوفسفولیپید)، منبع و سطح چربی، ترکیب اسیدهای چرب، سویه و سن مرغ‌های تجاری مرتبط باشد.

داده‌های ارائه شده در جدول ۳ ناظر بر شاخص‌های سنجش کیفیت پوسته تخم‌مرغ نشان داد که هیچ اثر متقابل معنی‌داری بین شاخص‌های سنجش کیفی اندازه‌گیری شده مشاهده نگردید($P>۰/۰۵$). صفت وزن پوسته تحت تأثیر مصرف مکمل غذایی LPL در ۱۲۰ هفتگی (با LPL ۴/۹۲ گرم در مقابل بدون LPL ۴/۵۱ گرم) و مصرف روغن سویا (صفر درصد برابر ۴/۵۰ گرم؛ ۱/۵ درصد برابر ۴/۸۹ گرم و ۳ درصد برابر ۵/۳۹ گرم) در ۱۱۷ هفتگی قرار گرفت ($P<۰/۰۵$). وزن مخصوص تخم‌مرغ تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت و اثر متقابلی معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). اثر اصلی مصرف لیزوفسفولیپید فقط روی وزن پوسته به ازای سطح در سنجش ۱۲۰ هفتگی (۶۴/۲۷ گرم در مقابل ۶۱/۳۰ گرم) معنی‌دار شد ($P<۰/۰۵$). وزن پوسته به ازای سطح تحت تأثیر سطوح مختلف مصرف روغن سویا در ۱۱۷ هفتگی بود، به طوری‌که با افزایش سطح روغن سویا مقدار آن به صورت معادله خطی افزایش یافت($P<۰/۰۵$). چنانکه در جدول ۳ مشهود است ، افزودن

لیزوفسفولیپید موجب افزایش وزن پوسته ، وزن نسبی پوسته و وزن پوسته به ازای واحد سطح شده است (P<۰/۰۵). به طور کلی افزودن عامل لیزوفسفولیپید در این تحقیق منجر به بهبود کیفیت پوسته شده است.

جدول ۳. اثر مکمل لیزوفسفولیپید و سطح روغن گیاهی (سویا) جیره بر شاخص‌های سنجش کیفیت پوسته تخم‌مرغ تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار

لیزو فسفولیپید (٪)	روغن سویا (٪)	وزن مخصوص تخم‌مرغ (g/cm^3)		وزن پوسته به ازای سطح (mg/cm^2)		ضخامت پوسته (µ)		وزن نسبی پوسته (٪)		وزن پوسته (g)	
		۱۱۷	۱۲۰	۱۱۷	۱۲۰	۱۱۷	۱۲۰	۱۱۷	۱۲۰	۱۱۷	۱۲۰
	صفر	۱/۰۶۵	۱/۰۷۱	۶۴/۱۱	۶۰/۹۴	۴۶۳	۴۷۴	۷/۷۷	۷/۱۶	۴/۴۲^{b}	۴/۵۲^{ab}
صفر	۱/۵	۱/۰۶۵	۱/۰۷۳	۶۵/۸۵	۶۰/۹۶	۴۵۴	۴۷۵	۷/۸۲	۷/۲۴	۴/۷۶^{ab}	۴/۴۱^{b}
	۳/۰	۱/۰۷۰	۱/۰۷۰	۷۰/۹۷	۶۱/۱۰	۴۵۹	۴۷۸	۸/۳۵	۷/۲۸	۵/۲۵^{ab}	۴/۶۱^{ab}
	صفر	۱/۰۶۵	۱/۰۶۸	۶۶/۸۰	۶۲/۸۷	۴۵۵	۴۸۴	۸/۱۱	۷/۳۷	۴/۵۸^{b}	۴/۷۱^{ab}
۰/۰۵	۱/۵	۱/۰۶۶	۱/۰۷۳	۶۷/۰۹	۶۴/۴۷	۴۴۵	۴۷۱	۷/۸۶	۷/۵۰	۵/۰۲^{ab}	۴/۹۰^{ab}
	۳/۰	۱/۰۶۸	۱/۰۷۰	۷۲/۰۶	۶۵/۴۷	۴۶۴	۴۷۲	۸/۳۵	۷/۵۱	۵/۵۳^{a}	۵/۱۵^{a}
SEM		۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۲/۳۷۷	۱/۳۵۴	۸/۶۴۴	۳/۶۵۷	۰/۲۷۱	۰/۱۴۰	۰/۲۱۶	۰/۱۵۱
اثرات اصلی لیزوفسفولیپید											
صفر		۱/۰۶۶	۱/۰۷۱	۶۶/۹۸	۶۱/۳۰^{b}	۴۵۹	۴۷۶	۷/۹۸	۷/۲۳^{b}	۴/۸۱	۴/۵۱^{b}
۰/۰۵		۱/۰۶۶	۱/۰۷۰	۶۸/۶۵	۶۴/۲۷^{a}	۴۵۵	۴۷۶	۸/۱۰	۷/۴۶^{a}	۵/۰۴	۴/۹۲^{a}
SEM		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۳۷۲	۰/۷۸۱	۴/۹۹۱	۲/۱۱۱	۰/۱۵۷	۰/۰۸۱	۰/۱۱۶	۰/۰۸۷
اثرات اصلی روغن سویا											
صفر		۱/۰۶۵	۱/۰۷۰	۶۵/۴۶^{b}	۶۱/۹۱	۴۵۹	۴۷۹	۷/۹۴	۷/۲۶	۴/۵۰^{b}	۴/۶۱
۱/۵		۱/۰۶۵	۱/۰۷۳	۶۶/۴۷^{ab}	۶۲/۷۱	۴۵۰	۴۷۳	۷/۸۴	۷/۳۷	۴/۸۹^{ab}	۴/۶۵
۳/۰		۱/۰۶۹	۱/۰۷۰	۷۱/۵۲^{a}	۶۳/۷۳	۴۶۱	۴۷۵	۸/۳۵	۷/۴۰	۵/۳۹^{a}	۴/۸۸
SEM		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۶۸۰	۰/۹۵۷	۶/۱۱۲	۲/۵۸۶	۰/۱۹۲	۰/۰۹۹	۰/۱۴۲	۰/۱۰۶
سطح احتمال معنی داری											
بلوک		۰/۱۴۱	۰/۱۱۹	۰/۷۲۸	۰/۰۱۸	۰/۳۱۴	۰/۳۹۱	۰/۶۷۲	۰/۰۱۲	۰/۷۹۱	۰/۰۹۴
لیزوفسفولیپید		۱/۰۰۰	۰/۳۵۳	۰/۳۹۷	۰/۰۱۲	۰/۵۶۴	۰/۹۱۲	۰/۵۸۳	۰/۰۵۸	۰/۱۶۵	۰/۰۰۲
روغن سویا		۰/۱۲۰	۰/۴۳۰	۰/۰۳۸	۰/۴۱۳	۰/۳۷۲	۰/۲۶۹	۰/۱۵۵	۰/۶۱۵	۰/۰۰۱	۰/۱۸۲
اثر متقابل		۰/۷۲۲	۰/۴۲۲	۰/۹۳۳	۰/۸۰۳	۰/۶۴۱	۰/۰۸۲	۰/۷۹۴	۰/۹۸۱	۰/۹۵۳	۰/۴۴۴
پاسخ به سطح روغن											
خطی		۰/۰۵۷	۰/۰۲۱	۰/۰۱۰	۰/۸۱۶	۰/۲۰۴	۰/۱۶۰	۰/۱۱۳	۰/۶۳۰	۰/۰۰۱	۰/۸۷۱
درجه دو		۰/۴۹۹	۰/۰۱۷	۰/۳۰۰	۰/۹۴۱	۰/۱۶۴	۰/۲۴۴	۰/۱۷۴	۰/۷۸۱	۰/۷۴۹	۰/۵۵۷

^{a,b} تفاوت‌میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون برای هر اثر معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM= خطای استاندارد میانگین‌ها

با افزایش سطح چربی جیره، جذب کلسیم و تشکیل پوسته تخم‌مرغ کاهش می‌یابد. گزارش شده است که استفاده از سطوح

مختلف چربی‌ها، تفاوت معنی‌داری در وزن و ضخامت پوسته ایجاد نمی‌کند، اما سطح چربی باعث تغییر در وزن پوسته می‌شود که مشابه با نتایج این تحقیق است (Gao و همکاران، ۲۰۲۱). فسفولیپیدها ممکن است انتقال کلسیم از راه کانال‌ها یا دریچه‌های کلسیم را تنظیم کنند (Arce-Menocal و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین یک ارتباط قوی بین جریان کلسیم و فعالیت Ca^{2+}-ATPas وجود دارد و فقط درصد اندکی از فسفولیپیدها نیاز است که برای ایجاد یک تغییر مشخص در انتقال کلسیم، متیله شوند. Attia و همکاران، (۲۰۰۹) گزارش دادند که افزودن ۶۰ گرم در کیلوگرم فسفولیپید موجود در سویا (لسیتین) به جیره باعث افزایش وزن مخصوص تخم‌مرغ در مرغ‌ها از سن ۴۷ تا ۷۰ هفتگی نشد، که با نتایج گزارش شده در این پژوهش مشابهت دارد (با LPL برابر ۱/۰۷۳ بدون LPL برابر ۱/۰۷۱گرم بر مترمکعب). دلیل عدم تأثیر مصرف مکمل لیزوفسفولیپید در آزمایش حاضر و قبلی، احتمالاً به سطح مصرف روغن گیاهی تغذیه‌شده توسط مرغ‌های تخم‌گذار و نیز سطح مکمل LPL بستگی داشته باشد. Mohammadi و همکاران (۲۰۲۳) گزارش دادند روغن‌های گیاهی (سویا) به همراه مکمل لیسیتین از طریق اثرات هم‌افزایی باعث افزایش وزن مخصوص تخم‌مرغ می‌شود (Mohammadi و همکاران، ۲۰۲۳). که در تضاد نتایج ما بود.

با این حال، نتایج مطالعات مختلف در مورد تأثیر روغن سویا و نیز LPL بر صفت وزن مخصوص تخم‌مرغ متفاوت می‌باشد (Elkin و همکاران، ۲۰۱۵). لیزوفسفولیپید در اثر تجزیه لسیتین توسط آنزیم فسفولیپاز -۲ ایجاد می‌گردد که حاوی بیش از ۶۰ لیپید قطبی می‌باشد (Viñado و همکاران، ۲۰۲۰). عمدتاً شامل فسفولیپید، گلیکولیپید و میزان کمتر چربی‌های خنثی از جمله تری‌گلیسرید بوده و حاوی سطح بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع است و به دلیل داشتن گروه‌های مذکور، دارای خواص امولسیون‌کننده و آنتی‌اکسیدانی است (Mandalawi و همکاران، ۲۰۱۵). از طرفی، گزارش شده است که ترکیب LPL با روغن‌های گیاهی در جیره می‌تواند به منظور افزایش بازده استفاده چربی جیره‌ای مفید باشد (Ravindran و همکاران، ۲۰۱۶). در یک تحقیق، سطوح مختلف لسیتین (صفر، ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۱۵ درصد) بر عملکرد و صفات کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار بررسی شد. در مطالعه‌ای، ترکیب روغن‌های گیاهی (سویا یا آفتابگردان) و پیه، اثر معنی‌داری بر وزن نسبی پوسته مرغ‌های تخم‌گذار داشت (Safamehr و همکاران، ۲۰۱۱)، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. به‌طور کلی فسفولیپیدها به دلیل شرکت در ساختمان میسل لیپیدها در هضم چربی خوراک ایفای نقش می‌کنند و عملکرد پرنده را بهبود می‌دهند.

در جدول شماره ۴ نتایج مربوط به تأثیر افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به جیره مرغ‌های تخم‌گذار حاوی سطوح مختلف روغن سویا بر ترکیبات شیمیایی تخم‌مرغ (بدون پوسته) گزارش شده است. هیچ اثر متقابل معنی داری بین افزودن مکمل لیزوفسفولیپید و سطح روغن سویا در ترکیبات شیمیایی تخم‌مرغ (مادهٔ خشک، پروتئین و چربی خام) موجود در زرده و سفیده تخم‌مرغ از نظر آماری دیده نشد($P>0/05$). افزایش سطح روغن جیره باعث افزایش درصد مادهٔ خشک و پروتئین خام زرده تخم‌مرغ با روند معادله درجه دوم شد($P<0/05$)، به طوری‌که بالاترین مقدار عددی شاخص های فوق مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۵ درصد روغن سویا متعلق بود ($P<0/05$). همچنین اثر اصلی مصرف مکمل لیزوفسفولیپید روی پروتئین و چربی خام سفیده و زرده معنی‌دار نبود ($P>0/05$). نتایج این مطالعه همسو با نتایج Arce-Menocal و همکاران، (۲۰۱۹) بود.ایشان گزارش کردند مقادیر پروتئین زرده تحت تأثیر مصرف روغن سویا نسبت به جیره پایه افزایش یافت (Arce-Menocal و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی Gao و همکاران، (۲۰۲۱) در تحقیقی ابراز داشتندکه مصرف روغن‌های گیاهی هیچ اثر معنی‌داری بر ترکیبات شیمیایی زرده تخم‌مرغ ندارد. تفاوت‌های بدست آمده در گزارش‌های قبلی با مطالعه حاضر، احتمالاً به نوع و سطح مصرف چربی می‌تواند مرتبط باشد.

جدول ٤. اثر مکمل لیزوفسفولیپید و سطح روغن گیاهی (سویا) جیره بر ترکیب شیمیایی تخم‌مرغ (بدون پوسته)، زرده و سفیده (درصد) مرغ‌های تخم‌گذار

لیزو فسفولیپید (٪)	روغن سویا (٪)	تخم مرغ			زرده			سفیده	
		ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	ماده خشک	پروتئین خام
	صفر	۱۷/۶۱	۱۰/۳۴	۷/۲۶	۳۸/۸۲	۱۴/۴۲	۲۵/۴۵	۹/۱۵	۸/۷۱
صفر	۱/۵	۲۱/۰۹	۱۱/۹۴	۷/۷۹	۴۵/۷۳	۱۶/۷۱	۲۵/۸۵	۱۰/۴۴	۹/۸۷
	۳/۰	۱۹/۲۴	۱۱/۰۴	۸/۵۵	۴۱/۵۸	۱۵/۱۲	۲۹/۲۳	۹/۹۸	۹/۳۴
	صفر	۱۸/۲۴	۱۰/۵۹	۷/۲۶	۳۶/۹۱	۱۲/۸۵	۲۴/۹۹	۱۰/۶۰	۹/۶۶
۰/۰۵	۱/۵	۲۱/۳۲	۱۱/۸۴	۸/۵۰	۴۴/۳۸	۱۶/۰۵	۲۷/۰۳	۱۰/۶۲	۹/۶۱
	۳/۰	۲۰/۰۷	۱۱/۱۶	۸/۰۱	۴۳/۷۷	۱۵/۷۸	۲۶/۶۳	۹/۸۷	۹/۱۶
SEM		۰/۸۹۸	۰/۵۲۸	۰/۶۳۱	۱/۹۰۶	۰/۸۱۷	۱/۸۶۰	۰/۴۵۸	۰/۴۸۲
اثرات اصلی لیزوفسفولیپید									
صفر		۱۹/۳۱	۱۱/۱۱	۷/۸۷	۴۲/۰۴	۱۵/۴۱	۲۶/۸۴	۹/۸۶	۹/۳۱
۰/۰۵		۱۹/۸۵	۱۱/۱۹	۷/۹۳	۴۱/۶۸	۱۴/۸۹	۲۶/۲۲	۱۰/۳۶	۹/۵۸
SEM		۰/۵۱۸	۰/۳۰۵	۰/۳۶۴	۱/۱۰۰	۰/۴۷۲	۱/۰۷	۰/۲۶۴	۰/۲۷۸
اثرات اصلی روغن سویا									
صفر		۱۷/۹۳^{b}	۱۰/۴۶	۷/۲۶	۳۷/۸۶^{b}	۱۳/۶۳^{b}	۲۵/۲۲	۹/۸۸	۹/۱۹
۱/۵		۲۱/۱۶^{a}	۱۱/۸۹	۸/۱۵	۴۵/۰۵^{a}	۱۶/۳۸^{a}	۲۶/۴۴	۱۰/۵۳	۹/۸۹
۳/۰		۱۹/۶۶^{ab}	۱۱/۱۰	۸/۲۸	۴۲/۶۷^{ab}	۱۵/۴۵^{ab}	۲۷/۹۳	۹/۹۲	۹/۲۵
SEM		۰/۶۳۵	۰/۳۷۳	۰/۴۴۶	۱/۳۴	۰/۵۷۸	۱/۳۱۵	۰/۳۲۴	۰/۳۴۱
سطح احتمال معنی‌داری									
بلوک		۰/۴۳۳	۰/۶۳۱	۰/۷۰۰	۰/۰۵۴	۰/۰۷۳	۰/۶۶۹	۰/۱۵۳	۰/۲۲۲
لیزوفسفولیپید		۰/۴۸۲	۰/۸۴۱	۰/۹۱۱	۰/۸۲۳	۰/۴۵۳	۰/۶۹۰	۰/۲۱۲	۰/۵۱۰
روغن سویا		۰/۰۱۵	۰/۰۶۵	۰/۲۵۹	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۳۸۲	۰/۳۲۱	۰/۳۱۴
اثر متقابل		۰/۹۲۵	۰/۹۴۷	۰/۶۲۸	۰/۵۳۰	۰/۴۲۳	۰/۶۱۰	۰/۲۴۳	۰/۴۸۹
پاسخ به سطح روغن									
خطی		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۲۸	۰/۰۰۱	۰/۰۱۵	۰/۷۲۲	۰/۱۹۲	۰/۱۴۱
درجه دو		۰/۰۰۴	۰/۰۱۳	۰/۴۴۸	۰/۰۲۲	۰/۰۳۷	۰/۹۲۸	۰/۱۸۳	۰/۱۳۴

^{a,b}تفاوت‌میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون برای هر اثر معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$). SEM= خطای استاندارد میانگین‌ها

در جدول شماره ۵ نتایج مربوط به تأثیر افزودن مکمل لیزوفسفولیپید به جیره مرغ‌های تخم‌گذار حاوی سطوح مختلف روغن سویا بر متابولیت‌های خونی مرغ‌های تخم‌گذار گزارش شده است.اثرمتقابل مکمل لیزوفسفولیپید و سطح روغن سویا بر میزان کلسترول سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). غلظت فسفر سرم خون پرندگان ، تحت تاثیر افزودن مکمل لیزوفسفولیپید و سطح روغن سویا به جیره قرار گرفت، به نحوی‌که افزودن عامل لیزوفسفولیپید باعث افزایش غلظت فسفر سرم خون شده است(P<۰/۰۵). غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول و فسفر سرم خون تحت تأثیر عامل سطح روغن سویا قرار گرفتند، به طوری‌که با افزایش سطح روغن سویا در جیره غلظت فسفر سرم خون به صورت خطی کاهش و غلظت تری گلیسرید و کلسترول سرم خون به صورت خطی افزایش یافته است (P<۰/۰۵). بر براساس گزارش Helkim و همکاران (۲۰۱۶) تری‌گلسیرید خون، کلسترول کل، LDL و HDL به عنوان عوامل کلیدی تعیین کننده متابولیسم چربی محسوب می‌شوند. مکمل نمودن جیره با امولسیفایر ممکن است به کاهش سطح کلسترول، LDL و تری‌گلیسیرید از طریق استفاده مؤثر از انرژی کمک کند (Upadhaya و همکاران، ۲۰۱۸).

جدول ۵. اثر مکمل لیزوفسفولیپید و سطح روغن گیاهی (سویا) جیره بر متابولیت‌های خونی مرغ‌های تخم‌گذار

لیزوفسفولیپید	روغن سویا	Ca	P	ALP	ALT	AST	TG	Chol	HDL	LDL
(٪)	(٪)	(mg/dl)	(mg/dl)	(U/L)	(U/L)	(U/L)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)
	صفر	۹/۲۵	۵/۰۳^{ab}	۵۶۸/۷۵	۶/۰۰	۲۰۲/۵۰	۴۶۵/۲۵^{ab}	۱۲۵/۲۵^{b}	۵۵/۵۰	۴۰/۲۵
صفر	۱/۵	۱۰/۳۶	۵/۹۰^{a}	۵۸۸/۲۵	۶/۷۵	۱۹۰/۵۰	۳۶۷/۵۰^{b}	۱۹۸/۵۰^{a}	۶۷/۷۵	۶۱/۵۰
	۳/۰	۷/۹۰	۴/۸۰^{ab}	۶۴۰/۲۵	۵/۵۰	۱۷۳/۰۰	۷۵۳/۲۵^{ab}	۱۶۸/۷۵^{ab}	۶۳/۵۰	۳۹/۵۰
	صفر	۹/۹۰	۴/۶۵^{b}	۵۴۹/۵۰	۷/۵۰	۲۰۲/۲۵	۵۷۷/۰۰^{ab}	۱۴۳/۵۰^{b}	۶۰/۲۵	۴۶/۰۰
۰/۰۵	۱/۵	۹/۴۳	۴/۶۳^{b}	۶۹۹/۰۰	۶/۵۰	۱۵۲/۵۰	۴۶۰/۰۰^{ab}	۱۴۹/۷۵^{ab}	۴۸/۲۵	۴۸/۷۵
	۳/۰	۹/۸۳	۴/۰۸^{b}	۶۶۷/۰۰	۷/۰۰	۱۶۶/۲۵	۷۸۲/۵۰^{a}	۱۷۳/۷۵^{ab}	۶۱/۷۵	۶۲/۲۵
SEM		۰/۹۰۴	۰/۲۶۵	۵۶/۳۳۲	۰/۷۰۶	۱۴/۳۶۶	۸۹/۹۸۵	۱۱/۸۶۳	۵/۹۱۸	۶/۷۸۰
اثرات اصلی لیزوفسفولیپید										
صفر		۹/۱۶	۵/۲۵^{a}	۵۹۹/۰۸	۶/۰۹	۱۸۸/۶۶	۵۲۸/۶۶	۱۶۴/۱۷	۶۲/۲۵	۴۷/۰۹
۰/۰۵		۹/۷۱	۴/۴۵^{b}	۶۳۸/۵۰	۷/۰۰	۱۷۳/۶۶	۶۰۶/۵۰	۱۵۵/۶۷	۵۶/۷۵	۵۲/۳۴
SEM		۰/۵۲۲	۰/۱۵۳	۳۲/۵۲۱	۰/۴۰۷	۸/۲۹۴	۵۱/۹۵۲	۶/۸۴۹	۳/۴۱۷	۳/۹۱۴
اثرات اصلی روغن سویا										
صفر		۹/۵۷	۴/۸۴^{ab}	۵۵۹/۱۳	۶/۷۵	۲۰۲/۳۸	۵۲۱/۱۳^{b}	۱۳۴/۳۸^{b}	۵۷/۸۸	۴۳/۱۳
۱/۵		۹/۸۹	۵/۲۷^{a}	۶۴۳/۶۳	۶/۶۳	۱۷۱/۵۰	۴۱۳/۷۵^{b}	۱۷۴/۱۳^{a}	۵۸/۰۰	۵۵/۱۳
۳/۰		۸/۸۷	۴/۴۴^{b}	۶۵۳/۶۳	۶/۲۵	۱۶۹/۶۳	۷۶۷/۸۸^{a}	۱۷۱/۲۵^{ab}	۶۲/۶۳	۵۰/۸۸
SEM		۰/۶۳۹	۰/۱۸۷	۳۹/۸۳۳	۰/۴۴۹	۱۰/۱۵۸	۶۳/۶۲۹	۸/۳۸۸	۴/۱۸۵	۴/۷۹۴
سطح احتمال معنی‌داری										
بلوک		۰/۵۵۱	۰/۰۲۳	۰/۰۳۱	۰/۶۰۵	۰/۳۸۶	۰/۲۳۲	۰/۰۶۴	۰/۴۱۱	۰/۱۷۵
لیزوفسفولیپید		۰/۴۶۸	۰/۰۰۲	۰/۴۰۴	۰/۱۳۳	۰/۲۲۰	۰/۳۰۶	۰/۳۹۴	۰/۲۷۲	۰/۳۵۸
روغن سویا		۰/۵۲۴	۰/۰۲۴	۰/۲۱۶	۰/۷۶۶	۰/۰۶۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۶۶۵	۰/۲۳۲
اثر متقابل		۰/۳۱۶	۰/۲۶۳	۰/۵۱۹	۰/۳۸۳	۰/۳۹۵	۰/۸۹۲	۰/۰۳۰	۰/۱۳۹	۰/۰۵۹
پاسخ به سطح روغن										
خطی		۰/۵۴۶	۰/۱۴۴	۰/۳۱۶	۱/۰۰	۰/۱۰۰	۰/۰۵۰	۰/۰۳۴	۰/۸۵۳	۰/۱۷۱
درجه دو		۰/۳۹۴	۰/۰۷۴	۰/۵۲۰	۰/۸۴۱	۰/۲۶۶	۰/۰۰۷	۰/۱۱۶	۰/۶۸۴	۰/۲۴۷

[a,b] تفاوت‌میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ستون برای هر اثر معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM= خطای استاندارد میانگین‌ها؛ Ca: کلسیم؛ P: فسفر؛ ؛ ALP: آلکالین فسفاتاز؛ ALT: آلانین ترانس آمیناز؛ AST: آسپارتات ترانس آمیناز؛ TG: تری‌گلیسرید؛ Chol: کلسترول؛ HDL: لیپوپروتئین با دانسیته بالا؛ LDL: لیپوپروتئین با دانسیته کم

در ایـن مطالعـه، غلظـت کلسـترول سـرم، LDL در مـرغ‌هـای تخم‌گذار تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی روغن سـویا بیشـتر از گروه بدون روغن سویا (شاهد) بـود. نتـایج مـا بـا گـزارش‌هـای Zafari Naeini و همکـاران، ۲۰۱۳؛ Ghasemi و همکـاران، ۲۰۱۶ همسـو بـود.گزارش شـده اسـت مکمـل لیزوفسـفولیپید تری‌گلسیرید و کلسترول را در جوجـه‌هـای گوشـتی (Huang و همکاران، ۲۰۰۷) و خوکها (Zhao و همکاران، ۲۰۱۵) را کاهش می‌دهد. به طور مشابه نتـایج مطالعـه دیگـر نیـز مشـخص کـرد کـه تـری‌گلسـیرید، کلسـترول کـل و غلظـت LDL توسـط مکمـل لیزوفسـفولیپید (بدسـت آمـده از لسـتین سـویا) تـا ۱۴ روزگـی در جوجه‌های گوشتی کاهش یافت (Zhao و همکـاران، ۲۰۱۷). در مقابل، تفاوت در غلظت تری‌گلسـیرید، کلسـترول کـل، HDL و LDL سرم خون در جوجه‌های گوشتی تا ۳۵ روزگـی بـا افـزودن یک امولسیفایر (سدیم استارویل- ۲ لاکتیلات) در جیره‌هـای کـم انرژی مشاهده نشد (Wang و همکاران، ۲۰۱۶). باید توجه داشت دلایل نتـایج متنـاقض در ایـن مطالعـات ناشـی از تفـاوت در جیـره غذایی پایه (گندم/ ذرت و سویا)، سـاختار امولسـیون کننـده‌هـا، و میزان سطح مصرف چربی موجود در جیره غذایی می‌باشـد. Ge و همکاران، در سال ۲۰۱۹ نیز اعلام کردند کـه مکمـل‌هـای غـذایی حاوی لیزوفسفولیپید می‌توانند با افزایش فعالیـت لیپـوپروتئین لیپـاز کبدی باعث کاهش غلظـت تـری‌گلسـیرید سـرم شـوند. در نتیجـه وضعیت متابولیسم لیپید در کبد بهبود یافته و سـطح تـری‌گلسـیرید در سرم کاهش می‌یابد. این مکانیسم ممکن است به دلیـل سـرعت مصرف بالای شیلومیکرون در خون و کاهش میـزان ترشـح آن در خون باشد. غلظـت آنـزیم‌هـای کبـدی(آلکـالین فسـفاتاز، آلانـین آمینوترانسـفراز و آسـپارتات آمینوترانسـفراز) در همـه گـروه‌هـای آزمایشی یکسان بود و با افزودن مکمـل لیزوفسـفولیپید تغییـر پیـدا نکرد (P>۰/۰۵)، که این امر می‌تواند به دلیل تـأثیر مثبـت مکمـل لیزوفسفولیپید بر متابولیسم مواد مغذی و در نتیجه عملکـرد طبیعـی کبد باشد (Ge و همکاران، ۲۰۱۹).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، نتایج نشان داد تنظیم جیره های بر پایه گندم با سـطح روغـن گیـاهی ۱/۵ درصـد روغـن سـویا تـاثیر مثبـت بـر عملکـرد تولیدی دارد. LPL دارای اثر هم افزایی مثبت با سطح روغن جیره است. با این حال، مطالعات بیشـتری در مـورد ارتبـاط محصـولات کمکی بر هضم و جذب چربی جیره مرغ‌های تخم‌گذار مورد نیـاز است.

منابع

Abdel-Wareth, A. A. A. and Esmail, Z. S. H. (2014). Some productive, egg quality and serum metabolic profile responses due to l-threonine supplementation to laying hen diets. *Asian Journal of Poultry Science*, 8(3): 75-81.

AOAC. (2005). Official methods of analysis, 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA. pp: 554, 575, 654

Arce-Menocal, J., Cortes-Cuevas, A., López-Coello, C., Pérez-Castro, J. G., González-De los Santos, L. C., Herrera-Camacho, J. and Avila-González, E. (2019). Performance response of broiler chickens to the replacement of soybean oil and acidulated fatty acids by lecithin in the diet. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(2): 241-257.

Asmundson, V. S. and Baker, G. A. (1940). Percentage shell as a function of shell thickness, egg volume, and egg shape. *Poultry Science*, 19(4): 227-232.

Attia, Y. A., Hussein, A. S., Tag El-Din, A. E., Qota, E. M., Abed, El-Ghany, A. I. and El-Sudany, A. M. (2009). Improving productive and reproductive performance of dual-purpose crossbred hens in the tropics by lecithin supplementation. *Tropical animal health and production*, 41: 461-475.

Bassareh, M., Rezaeipour, V., Abdullahpour, R., and Asadzadeh, S. (2023). Dietary threonine and lysophospholipid supplement in broiler chickens: effect on productive performance, carcass variables, cecal microbiota activity, and jejunal morphology. *Tropical Animal Health and Production*, 55(3): 150.

Borsatti, L., Vieira S. L., Stefanello, C., Kindlein, L., Oviedo-Rondón, E. O. and Angel, C. R., (2018). Apparent metabolizable energy of by-products from the soybean oil industry for broilers: acidulated soapstock, glycerin, lecithin, and their mixture. *Poultry Science*, 97(1): 124-130.

Carter T. C. (1975). The hen's egg: Estimation of shell superficial area and egg volume, using measurements of fresh egg weight and shell length and breadth alone or in combination. *British Poultry Science*, 16: 541-543.

Elkin, R. G., Ying, Y. and Harvatine, K. J. (2015). Feeding laying hens stearidonic acid-enriched soybean oil, as compared to flaxseed oil, more efficiently enriches eggs with very long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(10): 2789-2797.

Gao, Z., Zhang. J., Li, F., Zheng, J. and Xu, G. (2021). Effect of oils in feed on the production performance and egg quality of laying hens. *Animals*, 11(12): 3482.

Ge, X. K., Wang, A. A., Ying, Z. X., Zhang, L. G., Su, W. P., Cheng, K. and Wang, T., (2019). Effects of diets with different energy and bile acids levels on growth performance and lipid metabolism in broilers. *Poultry science*, 98(2): 887-895.

Ghasemi, H. A., Shivazad, M., Mirzapour-Rezaei, S. S. and Karimi-Torshizi M. A. (2016). Effect of synbiotic supplementation and dietary fat sources on broiler performance, serum lipids, muscle fatty acid profile and meat quality. *British poultry science*, 57(1): 71-83.

Han, Y. K., Jin, Y. H., Lee, W. I., Lee, K. T. and Thacke, P. A. (2010). Influence of lysolecithin on the performance of laying hens, interior and exterior egg quality as well as fat soluble vitamin and cholesterol content in the yolk. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(20): 2583-2588.

He, Z., Zeng, J., Wang, M., Liu, H., Zhou, X., Zhang, S. and He, J. (2023). Effects of lysolecithins on performance, egg quality, blood profiles and liver histopathology in late-phase laying hens. *British Poultry Science*, 64(6): 718-725.

Huang, J., Yang, D. and Wang, T. (2007). Effects of replacing soy-oil with soy-lecithin on growth performance, nutrient utilization and serum parameters of broilers fed corn-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(12): 1880-1886.

Hy-Line (2020). Hy-Line W-36 Commercial Management Guide. Hy-Line Int. West Des Moines, IA.

Juntanapum, W., Bunchasak, C., Poeikhampha, T., Rakangthong, C. and Poungpong, K. (2020). Effects of supplementation of lysophosphatidylcholine (LPC) to lying hens on production performance, fat digestibility, blood lipid profile, and gene expression related to nutrients transport in small intestine. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 29(3): 258-265.

Khonyoung, D., Yamauchi, K. and Suzuki, K. (2015). Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens. *Livestock Science*, 176: 111-120.

Leeson, S., and Summers, J. D. (2009). Commercial poultry nutrition: Nottingham University Press.

Mandalawi, H. A. Lázaro. R., Redón, M., Herrera, J., Menoyo, D. and Mateos, G. G., (2015). Glycerin and lecithin inclusion in diets for brown egg-laying hens: Effects on egg production and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 209: 145-156.

Mohammadi, H., Mirzaie-Goudarzi, S., Saki, A. A. and Farahavar, A. (2023). Effect of fat source and soybean lecithin on performance, nutrient digestibility, and blood parameters of laying hens. *Animal Production Research*, 12(1): 79-91.

Naeini, S. Z., Rezvani, M.R., Akhlaghi, A., Atashi, H. and Daryabari, H. (2013). Effects of different dietary fat and oil supplements on performance, carcass, and blood characteristics in broiler chickens. *European Poultry Science*, 77(2): 90-95.

Raju, M. V. L. N., Rao, S. R., Chakrabarti, P. P., Rao, B. V. S. K., Panda, A. K., Devi, B. P. ... and Prasad, R. B. N. (2011). Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. *British poultry science*, 52(6): 769-774.

Ravindran, V., Tancharoenrat, P., Zaefarian, F. and Ravindran, G. (2016). Fats in poultry nutrition: digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 213: 1-21.

Ravindran, V., Tancharoenrat, P., Zaefarian, F., & Ravindran, G. (2016). Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 1-21.

Roll, A. P., Vilarrasa, E., Tres, A. and Barroeta, A. C. (2018). the different molecular structure and glycerol-to-fatty acid ratio of palm oils affect their nutritive value in broiler chicken diets. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 12(10): 2040–2048.

Roy, A., Haldar, S., Mondal, S. and Ghosh, T. K. (2010). Effects of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens. *Veterinary medicine international*, 1: 262-604.

Safamehr, A., Khandani, N., Shahir, M. H. (2011). Effect of different levels of canola meal and fat sources on performance and egg quality in laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 91(3): 475-476

SAS. (2003). *User's guide: Statistics*. Vol. 2. 9.1 ed. S.A.S Institute Cary, NC.

Trushenski, J., Mulligan, B., Jirsa, D. and Drawbridge, M. (2013). Sparing fish oil with soybean oil in feeds for White Seabass: effects of inclusion rate and soybean oil composition. *North American Journal of Aquaculture*, 75(2): 305-315.

Upadhaya, S. D., Lee, J. S., Jung, K. J. and Kim, I. H. (2018). Influence of emulsifier blends having different hydrophilic-lipophilic balance value on growth performance, nutrient digestibility, serum lipid profiles, and meat quality of broilers. *Poultry science*, 97(1): 255-261.

Viñado, A., Castillejos, L. and Barroeta, A. C. (2020). Soybean lecithin as an alternative energy source for grower and finisher broiler chickens: impact on performance, fatty acid digestibility, gut health, and abdominal fat saturation degree. *Poultry science*, 99(11): 5653-5662.

Wang, J. P., Zhang, Z. F., Yan, L. and Kim, I. H. (2016). Effects of dietary supplementation of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acids profile of broiler chickens. *Animal Science Journal*, 87(2): 250-256.

Zhang, B., Haitao, L., Zhao, D., Guo, Y. and Barri, A. (2011). Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. *Animal Feed Science and Technology*, 163(2-4): 177-184.

Zhao, P. Y. and Kim, I. H. (2017). Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *Poultry Science*, 96(5): 1341-1347.

Zhao, P. Y., Li, H. L., Hossain, M. M. and Kim, I. H. (2015). Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 207: 190-195.