زیست‌شناسی جانوری، سال شانزدهم، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲، صفحات ۱۶۲-۱۴۷

مقاله پژوهشی

اثرات استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره بر عملکرد، شاخص‌های لاشه، قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و ایمنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف ترئونین

مهدی بساره، وحید رضایی پور*، روح‌الله عبدالله‌پور، سکینه اسدزاده

گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، قائم‌شهر، ایران

*مسئول مکاتبات: vrezaeipour@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۳

DOI: 10.22034/ascij.2023.1981690.1474

چکیده

استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره جوجه‌های گوشتی به ویژه در دوره آغازین می‌تواند بخشی از مشکلات مربوط به هضم چربی را در پرنده مرتفع سازد. از طرفی، با توجه به نقش تعیین‌کننده‌ی ترئونین در شکل‌گیری ساختار جذبی در روده، این پژوهش در جهت تعیین اثرات استفاده از لیزوفسفولیپید بر عملکرد، خصوصیات لاشه، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و ایمنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف اسید آمینه ترئونین انجام شد. تعداد ٤٠٠ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در ۸ تیمار و ۵ تکرار و در یک دوره ۳۵ روزه استفاده شدند. تیمارهای آزمایشی در قالب آرایش فاکتوریل ٤ × ۲ شامل دو سطح استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره (صفر و ۰/۱ درصد) و چهار سطح اسید آمینه ترئونین (۱۰۰، ۱۰۵، ۱۱۰ و ۱۱۵ درصد احتیاجات) بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که در طی دوره ۳۵ روزه این آزمایش، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با مکمل لیزوفسفولیپید بهبود یافت ($p < ۰/۰۵$). علاوه بر این، استفاده از سطوح بالاتر از ۱۰۰ درصد احتیاجات ترئونین، ضریب تبدیل غذایی را بهبود بخشید ($p < ۰/۰۵$). از طرفی، استفاده از سطوح بالاتر از ۱۰۰ درصد احتیاجات ترئونین و نیز مکمل لیزوفسفولیپید در جیره سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین خام و چربی خام در جوجه‌های گوشتی شد ($p < ۰/۰۵$). استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید سبب افزایش مقدار گلوکز سرم شد ($p < ۰/۰۵$). در حالی که سطح ۱۰۵ درصد ترئونین جیره سبب کاهش معنی‌دار غلظت سرمی تری‌گلیسرید شد ($p < ۰/۰۵$). بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید و سطوح بالاتر از ۱۰۰ درصد احتیاجات ترئونین در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی شد.

کلمات کلیدی: لیزوفسفولیپید، ترئونین، رشد، قابلیت هضم، جوجه گوشتی.

مقدمه

استفاده از چربی‌ها یا روغن‌ها در جیره جوجه‌های گوشتی به منظور تامین انرژی و افزایش دسترسی به ویتامین‌های محلول در چربی جیره انجام می‌شود (۳۰). عوامل متعددی ممکن است بر ضرایب قابلیت هضم چربی‌ها تأثیرگذار باشند که شامل دو مقوله متغیرهای حیوانی مانند وضعیت سلامت روده،، فعالیت آنزیم‌های گوارشی، جمعیت میکروبی و متغیرهای مربوط به جیره مانند کیفیت چربی مورد استفاده و وجود سایر مواد موجود در جیره می‌باشند (۳۳). یکی از عوامل موثر بر مقدار هضم و جذب

چربی در طیور استفاده از مکمل‌های بهبود دهنده استفاده از چربی‌های جیره می‌باشد. یکی از مهمترین این مکمل‌های خوراکی ترکیبات لیزوفسفولیپید می‌باشد که برای کمک به زیست فراهمی چربی‌ها در جیره طیور استفاده می‌شود (۳۰). این ترکیبات از فسفولیپیدها و به دنبال هیدرولیز ساختار فسفولیپیدها توسط فسفولیپاز A1 یا A2 تولید می‌شوند (۱۳). گزارش شده است که خواص آب‌دوستی لیزوفسفولیپیدها سبب افزایش ظرفیت امولسیون چربی در محتویات گوارشی موجود در روده پرنده می‌گردد (۳۳). از سویی دیگر، افزودن لیزوفسفولیپیدها در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب افزایش امولسیون لیپیدهای جیره، آزادسازی مونوگلیسریدها و دی گلیسیریدها و در نهایت افزایش شکل‌گیری میسل، و به دنبال آن بهبود قابلیت هضم چربی می‌شود (۳۶). نقش مفید ترکیبات لیزوفسفولیپید بر ظرفیت جذبی و ریخت شناسی روده، قابلیت هضم مواد مغذی و تامین انرژی برای جوجه‌های گوشتی به اثبات رسیده است (۳۰ و ۳۷). علاوه بر این، گزارش شده است که استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش نفوذپذیری روده به مواد بیوشیمیایی مانند پروتئین و آنزیم‌های گوارشی می‌گردد (۳۳). بر اساس این گزارش، افزایش تشکیل کانال های پروتئینی و هایپرپلازیای سلول‌های روده در نتیجه استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید در جوجه‌های گوشتی مشاهده شد. می‌توان انتظار داشت که بهبود وضعیت سلامت روده توسط عوامل تغذیه ای مانند افزودنی های خوراک و از جمله ترئونین جیره ممکن است راهبرد مناسبی برای عملکرد بهتر لیزوفسفولیپیدها در جوجه‌های گوشتی باشد. ترئونین را می‌توان به عنوان سومین اسید آمینه محدود کننده در جیره جوجه‌های گوشتی پس از متیونین و لیزین در نظر گرفت (۱۶). اثربخشی سطوح مختلف ترئونین در جیره بر عملکرد رشد و سلامت روده جوجه‌های گوشتی به خوبی گزارش شده است (۱، ۹، ۳۴). نقش متابولیکی ترئونین در فرآیندهای مختلفی مانند تولید پروتئین و سنتز اسید اوریک به خوبی مشخص شده است (۱۶). از طرفی، عدم سنتز ترئونین در بدن از سایر اسیدهای آمینه، این اسید آمینه را در دسته اسیدهای آمینه محدود کننده در جیره جوجه‌های گوشتی قرار داده است (۹). نقش منحصر به فرد ترئونین در شکل‌گیری ساختار موسین در روده و نیز انتقال مواد مغذی در جدار روده پرندگان می‌باشد و ممکن است بر پویایی مکانیسم هضم در دستگاه گوارش نیز تأثیر گذار باشد (۱۵). گزارش شده است که ۴۰ درصد از پروتئین‌های مخاطی در دستگاه گوارش حاوی مقادیر بالایی از اسید آمینه ترئونین می‌باشند (۹، ۱۶). از آنجایی که بیشتر موسین و ترئونین وابسته به آن در روده پرنده بازجذب نمی‌شود و از طریق مدفوع دفع می‌شود (۹)، افزودن سطوح بالاتر از نیازمندی ترئونین در جیره ممکن است از نظر تشکیل موسین در جوجه‌های گوشتی مفید باشد. با توجه به عدم وجود گزارش‌های علمی در زمینه ارتباط متقابل بین لیزوفسفولیپید و سطوح مختلف ترئونین در جیره، فرضیه اصلی این آزمایش این است که افزودن لیزوفسفولیپید در جیره در ترکیب با نرخ های مختلف گنجاندن اسید آمینه ترئونین در جیره ممکن است عملکرد تولیدی، سیستم ایمنی و قابلیت هضم مواد مغذی را در جوجه‌های گوشتی بهبود بخشد.

بنابراین، هدف از این آزمایش، بررسی اثربخشی مکمل لیزوفسفولیپید در ترکیب با سطوح مختلف ترئونین بر عملکرد تولیدی، ویژگی‌های لاشه، شاخص‌های ایمنی و خونی و قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و با آرایش فاکتوریل ٤×٢ انجام شد. عامل اول دو سطح استفاده و عدم استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید (صفر و ۰/۱ درصد) در جیره و عامل دوم چهار سطح مختلف اسید آمینه ترئونین بر اساس احتیاجات (۱۰۰، ۱۰۵، ۱۱۰ و ۱۱۵ درصد) بود. تیماربندی آزمایش در جدول ۱ گزارش شده است. در این آزمایش از ۱۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه تجاری راس ۳۰۸ در هر تکرار و پنج تکرار به ازای هر تیمار استفاده شد. جیره‌های آزمایشی از نظر همه مو.اد مغذی ، به استثنای ترئونین، بر اساس توصیه راهنمای سویه راس ۳۰۸ (ROSS, nutrition specifications, 2014) برای دوره‌های آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) و رشد (۱۱ تا ٢٤ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۳۵ روزگی) فرموله و به‌صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داده شد. در این تحقیق از لیزوفسفولیپید تجاری با نام لیپیدول (ساخت کشور کره جنوبی) استفاده شد. اجزا و ترکیب شیمیایی محاسبه شده جیره‌های آزمایشی در جدول شماره ۲ گزارش شده است.

برای ارزیابی صفات عملکرد رشد در کل دوره پرورش (۱ تا ۳۵ روزگی)، میزان خوراک مصرفی و افزایش وزن بـدن جوجه‌های گوشتی در هر تکرار رکوردبرداری شد و ضریب تبدیل غذایی در هر تکرار نیز بر اساس داده‌های به دست آمده از مصرف خوراک و افزایش وزن محاسبه گردید. جهت تعیین ویژگی‌های لاشه در انتهای آزمایش، از هر تکرار ۲ قطعه جوجه گوشتی با میانگین وزنی نزدیک به میانگین واحد آزمایشی، انتخاب، توزین و کشتار شدند. پس از ذبح، امعاء و احشاء و چربی حفره شکمی از لاشه جدا شد و وزن لاشه و قطعات لاشه شامل ران، سینه و چربی حفره شکمی و نیز وزن اندام های داخلی شامل جگر، پانکراس و طحال با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ gr توزین شد. سپس درصد لاشه و سایر اجزای لاشه نسبت به وزن زنده هر جوجه محاسبه شد. در انتهای این آزمایش قابلیت هضم مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام جیره‌ها به روش نمونه‌گیری از محتویات ایلئومی در جوجه‌های گوشتی انجام شد. به طور خلاصه، دروز ۲۸ دوره آزمایش، از هر پن یا واحد آزمایشی دو جوجه گوشتی انتخاب (۱۰ قطعه جوجه به ازای هر تیمار) و به قفس‌های آزمایش قابلیت هضم انتقال داده شدند. برای تعیین قابلیت هضم مواد مغذی از مارکر اکسید کرومیک به مقدار سه گرم بر کیلوگرم در جیره‌های آزمایش قابلیت هضم استفاده شد و این جیره‌ها از روز ۲۸ تا ۳۵ در اختیار این دسته از پرندگان قرار داده شدند. در انتهای این دوره، همه این جوجه‌ها به‌روش جابه‌جایی گردن کشتار شدند. در مرحله بعد محتویات گوارشی بخش ایلئوم در هر جوجه گوشتی با دقت در داخل قوطی های استریل ریخته شد و جهت خشک کردن در آون ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شدند. در این آزمایش مقدار ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام در نمونه‌های خوراک و ایلئومی با استفاده از روش‌های AOAC (۲۰۰۲) اندازه گیری شدند. براساس این روش ها، مقدار پروتئین خام و چربی خام نمونه‌ها به‌ترتیب با روش کجلدال و دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد. برای اندازه گری غلظت اکسید کرومیک نمونه‌های ایلئومی نیز از روش استفاده شد (۱۱). از داده‌های به دست آمده برای تعیین قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی استفاده شد.

در این آزمایش فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، فعالیت آنزیم‌های کبدی و نیز درصد هتروفیل و لنفوسیت به عنوان معیاری از عملکرد سیستم ایمنی ارزیابی شد. برای تعیین این فراسنجه‌ها، از ۵ جوجه

به ازای هر تیماراز طریق ورید بال خونگیری به عمل آمد و از هر جوجه گوشتی مقدار ۳ میلی لیتر خون با استفاده از سرنگ گرفته شد. قبل از خون‌گیری به مدت ٤ ساعت به پرندگان گرسنگی القا شد. جهت جداسازی سرم، نمونه‌های خون به داخل لوله‌های آزمایشی منتقل شد. لذا لوله‌های آزمایش حاوی نمونه‌های خون به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ (VISION مدلII CFN VS-15000، ساخت کره) با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. پس از جداسازی سرم، غلظت گلوکز، آلبومین،کلسترول، لیپوپروتئین با دانسیته بالا و تری گلیسرید هر نمونه با دستگاه اتوآنالیزر اسپکتروفتومتری و با استفاده از کیت های تجاری زیست شیمی اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده در این تحقیق با استفاده از رویه GLM توسط نرم‌افزار SAS(۲۰۰۳ تجزیه و تحلیل آماری شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ انجام شد.

جدول ۱: روش طراحی تیمارهای آزمایشی

تیمار	لیزوفسفولیپید در جیره	سطوح اسید آمینه ترئونین بر مبنای درصدی از احتیاجات
۱	صفر	۱۰۰
۲	۰/۱	۱۰۰
۳	صفر	۱۰۵
٤	۰/۱	۱۰۵
۵	صفر	۱۱۰
٦	۰/۱	۱۱۰
۷	صفر	۱۱۵
۸	۰/۱	۱۱۵

جدول ۲: ترکیبات مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

	دوره پرورش		
ترکیبات (گرم بر کیلوگرم)	آغازین (۱ تا ۱۰ روز)	رشد (۱۱ تا ۲٤ روز)	پایانی (۲٤ تا ۳۵ روز)
دانه ذرت	557.4	577.0	621.1
کنجاله سویا	379.5	354.8	302.9
روغن سویا	17.0	28.0	40.0
پودر صدف	12.9	11.1	10.2
دی کلسیم فسفات	18.4	16.2	14.4
نمک معمولی	2.0	1.8	1.8
جوش شیرین	2.5	2.2	2.0
مخلوط معدنی[۱]	2.5	2.5	2.5
مخلوط ویتامینی[۱]	2.5	2.5	2.5
دی ال- متیونین	3.0	2.6	1.8
ال- لیزین	1.8	1.1	0.7
ال- ترئونین	0.5	0.2	0.1
	ترکیب شیمیایی (گرم بر کیلوگرم)		
انرژی قابل سوخت و ساز	2950	3050	3150

پروتئین خام	220	210	192
کلسیم	10.0	8.8	8.0
فسفر قابل دسترس	4.9	4.4	4.0
سدیم	2.0	2.0	1.8
لیزین	14.2	12.7	11.3
متیونین	10.4	9.5	8.4
ترئونین	9.5	8.5	7.7

[1]هر kg مکمل ویتامینه حاوی 3600000 IU :ویتامین A ، 800000 IUویتامینD3 ، ۲٦٤ - mg ،ویتامین ۷۲۰B1 mg ،ویتامین K ۸۰۰ mg ،ویتامین E ۷۲۰۰ IU ویتامینB2 ،۴۰۰۰ mg ویتامینB3 ،۱۲۰۰۰ mg نیاسین، ٤۰۰ mg اسید فولیک، ٤۰۰ mg بیوتین، ۱۰۰۰۰۰ mg کولین کلراید و ٤۰۰۰۰ mg آنتی اکسیدان و هر kg مکمل معدنی حاوی: ۳۹٦۸۰ mg منگنز، ۳۳۸۸۰ mg روی، ٤۰۰۰ mg مس، ٤۰۰ mg ید و ۸۰ mg سلنیوم بود.

نتایج

جدول ۳ نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در کل دوره آزمایش را نشان می‌دهد. استفاده از سطوح مختلف ترئونین تاثیری بر مقدار خوراک مصرفی و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در کل دوره نداشت. اما، استفاده از سطوح بالاتر از ۱۰۰ درصد ترئونین جیره سبب بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی در کل دوره شد ($p < ۰/۰۰۰۱$). از طرفی استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید سبب بهبود معنی‌دار افزایش وزن و نیز ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی شد ($p < ۰/۰۰۰۱$). اثر متقابل بین سطح ترئونین و لیزوفسفولیپید بر صفات عملکرد در کل دوره معنی‌دار نبود. اثرات تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اجزای لاشه (جدول ٤)، در جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود. جدول ۵ اثرات تیمارهای آزمایش بر قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی را نشان می دهد. تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر ضرایب قابلت هضم ماده خشک در جوجه‌های گوشتی نداشتند. اما، استفاده از سطوح بالاتر از ۱۰۰ درصد ترئین در جیره سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هضم پروتئین خام و چربی خام در جوجه‌های گوشتی شد ($p < ۰/۰۰۰۱$). از طرفی استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید در جیره جوجه‌های گوشتی نیز سبب افزایش معنی‌دار ضرایب قابلیت هضم پروتئین ($p = ۰/۰۳$) و چربی خام ($p < ۰/۰۰۰۱$) در جوجه‌های گوشتی شد. اثرات متقابل بین سطوح اسید آمینه ترئونین و مکمل لیزوفسفولیپید بر ضرایب قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود. جدول ٦ تاثیر تیمارهای آزمایشی بر درصد هتروفیل و لنفوسیت و نیز نسبت بین آنها را در جوجه‌های گوشتی نشان می دهد. بر اساس نتایج این جدول، تیمارهای آزمایشی اعم از اثرات اصلی و اثرات متقابل بین ترئونین و مکمل لیزوفسفولیپید تاثیری بر تعداد سلول‌های ایمنی در جوجه‌های گوشتی نداشت. بر اساس نتایج این جدول اثر سطح ترئونین جیره بر وزن نسبی طحال معنی‌دار بود ($p = ۰/۰٤$). بر این اساس جوجه‌های گوشتی دریافت کننده سطوح بالاتر ترئونین دارای وزن نسبی بیشتری برای طحال بودند. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی موجود در سرم خون جوجه‌های گوشتی در جدول ۷ گزارش شده است. نتایج این جدول نشان دهنده عدم تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی در جوجه‌های گوشتی در پاسخ به استفاده از سطوح مختلف اسید آمینه ترئونین در جیره و نیز

مکمل لیزوفسفولیپید بود. جدول ۸ اثرات تیمارهای آزمایشی بر برخی از فراسنجه‌های خونی موجود در سرم خون جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر غلظت کلسترول، آلبومین و پروتئین تام در سرم خون جوجه‌های گوشتی نداشتند. با این وجود، استفاده از سطح ۱۰۵ درصد اسید آمینه ترئونین در جیره سبب کاهش معنی‌دار میزان تری گلیسرید در مقایسه با سطح ۱۰۰ درصد ترئونین در جوجه‌های گوشتی شد (p = ۰/۰۳۳). از طرفی، اضافه کردن مکمل لیزوفسفولیپید به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش معنی‌دار میزان گلوکز خون در جوجه‌های گوشتی شد (p = ۰/۰۲۷). اثرات متقابل بین ترئونین و مکمل لیزوفسفولیپید بر فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود.

جدول ۳- تاثیر سطوح مختلف اسیدآمینه ترئونین، لیزوفسفولیپید و اثر متقابل آنها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره

تیمار	مصرف خوراک (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
سطوح اسیدآمینه ترئونین (درصدی از احتیاجات)			
۱۰۰	۳۴۹۵/۰۱۴	۱۹۱۱/۱۸۲	۱/۸۲۹ a
۱۰۵	۳۴۲۳/۰۴۴	۱۹۷۲/۳۷۵	۱/۷۳۷ b
۱۱۰	۳۳۷۹/۱۲۵	۱۹۶۴/۸۵	۱/۷۲۱ b
۱۱۵	۳۴۲۹/۱۲۵	۱۹۶۵/۳۱۱	۱/۷۴۷ b
معیارخطای آزمایش	۳۱/۶۹۲	۱۹/۷۴۳	۰/۰۱۳
سطح احتمال	۰/۱۰۶	۰/۱۳۱	<۰/۰۰۰۰۱
لیزوفسفولیپید			
با لیزوفسفولیپید	۳۴۲۷/۰۸۳	۱۹۹۳/۴۱۸ a	۱/۷۲ b
بدون لیزوفسفولیپید	۳۴۳۶/۰۷۱	۱۹۱۳/۴۴۱ b	۱/۷۹۷ a
معیارخطای آزمایش	۲۲/۴۱	۱۳/۹۶	۰/۰۰۹
سطح احتمال	۰/۷۷۹	<۰/۰۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۰۱
اثر متقابل ترئونین و لیزوفسفولیپید			
ترئونین ۱۰۰ با لیزوفسفولیپید	۳۴۶۵/۴۴۴	۱۹۲۹/۷۲۵	۱/۷۹۶
ترئونین ۱۰۰ بدون لیزوفسفولیپید	۳۵۲۴/۵۸۳	۱۸۹۲/۶۳۹	۱/۸۶۲
ترئونین ۱۰۵ با لیزوفسفولیپید	۳۴۱۹/۳۸۹	۲۰۰۸/۰۵	۱/۷۰۳
ترئونین ۱۰۵بدون لیزوفسفولیپید	۳۴۲۶/۷	۱۹۳۶/۷	۱/۷۷۱
ترئونین ۱۱۰ با لیزوفسفولیپید	۳۳۹۷/۵	۲۰۰۴/۵	۱/۶۹۵
ترئونین ۱۱۰ بدون لیزوفسفولیپید	۳۳۶۰/۷۵	۱۹۲۵/۲	۱/۷۴۶
ترئونین ۱۱۵ با لیزوفسفولیپید	۳۴۲۶	۲۰۳۱/۳۹۷	۱/۶۸۷
ترئونین ۱۱۵بدون لیزوفسفولیپید	۳۴۳۲/۲۵	۱۸۹۹/۲۲۵	۱/۸۰۸
معیارخطای آزمایش	۴۴/۸۱۹	۲۷/۹۲	۰/۰۱۸
سطح احتمال	۰/۷۶۶	۰/۴۱۳	۰/۲۶۸

در هر ستون، میانگین های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری دارند (p <۰/۰۵).

جدول ٤- تاثیر سطوح مختلف اسیدآمینه ترئونین، لیزوفسفولیپید و اثر متقابل آنها بر وزن و وزن نسبی اندام‌های داخلی در جوجه‌های گوشتی

تیمار	کبد (گرم)	طحال (گرم)	پانکراس (گرم)	کبد (درصد)	پانکراس (درصد)
سطوح اسیدآمینه ترئونین (درصدی از احتیاجات)					
۱۰۰	٤۲/۷۹٦	۲/۰۱۸	۵/۰۳٤	۲/۱۵۳	۰/۲۵٤
۱۰۵	٤٤/۷۹٤	۲/۱۱۵	۵/۳۰۵	۲/۲۰٤	۰/۲٦۱
۱۱۰	٤٤/۲۳۷	۲/۰٦	۵/۲۵۹	۲/۱٦۱	۰/۲۵۷
۱۱۵	٤٤/۳٤	۲/۱۰۱	۵/۳٦۲	۲/۲٦۲	۰/۲۷۳
معیارخطای آزمایش	۰/۸۳۲	۰/۱	۰/۲۰۲	۰/۰۵٤	۰/۰۱۲
سطح احتمال	۰/۳۷٦	۰/۸۹۹	۰/٦۸	۰/٤۷۵	۰/٦۸٦
لیزوفسفولیپید					
با لیزوفسفولیپید	٤٤/٦۵٦	۲/۰۵٤	۵/۳٦٦	۲/۲۳	۰/۲٦۸
بدون لیزوفسفولیپید	٤۳/٤۲۸	۲/۰۹۳	۵/۱۱٤	۲/۱٦	۰/۲۵۵
معیارخطای آزمایش	۰/۵۸۸	۰/۰۷	۰/۱٤۳	۰/۰۳۸	۰/۰۰۸
سطح احتمال	۰/۱۵۳	۰/٦۹٦	۰/۲۲۳	۰/۲۰۱	۰/۲٦۸
اثر متقابل ترئونین و لیزوفسفولیپید					
ترئونین ۱۰۰ با لیزوفسفولیپید	٤۳/٦۰۸	۱/۹٤۵	۵/٤۰۷	۲/۱٤۷	۰/۲٦۷
ترئونین ۱۰۰ بدون لیزوفسفولیپید	٤۱/۹۸۵	۲/۰۹	٤/٦٦	۲/۱۵۹	۰/۲٤۱
ترئونین ۱۰۵ با لیزوفسفولیپید	٤۵/۸۷۷	۱/۹٤۸	۵/۵	۲/۲٤	۰/۲٦۸
ترئونین ۱۰۵بدون لیزوفسفولیپید	٤۳/۷۱	۲/۲۸۲	۵/۱۱	۲/۱٦۷	۰/۲۵۳
ترئونین ۱۱۰ با لیزوفسفولیپید	٤۳/٤۸	۲/۰۹	۵/۲٤۸	۲/۱۷	۰/۲٦۲
ترئونین ۱۱۰ بدون لیزوفسفولیپید	٤٤/۹۹۵	۲/۰۳	۵/۲۷	۲/۱۵۲	۰/۲۵۲
ترئونین ۱۱۵ با لیزوفسفولیپید	٤۵/٦٦	۲/۲۳۲	۵/۳۱	۲/۳٦٤	۰/۲۷٤
ترئونین ۱۱۵بدون لیزوفسفولیپید	٤۳/۰۲	۱/۹۷	۵/٤۱۵	۲/۱٦	۰/۲۷۲
معیارخطای آزمایش	۱/۱۷٦	۰/۱٤۱	۰/۲۸۵	۰/۰۷٦	۰/۰۱۷
سطح احتمال	۰/۳۰٦	۰/۱۹۹	۰/٤۲۹	۰/۵۰۹	۰/۹۰۷

در هر ستون، میانگین های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری دارند (p <۰/۰۵).

جدول ۵- تاثیر سطوح مختلف اسیدآمینه ترئونین، لیزوفسفولیپید و اثر متقابل آنها بر قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی

تیمار	ماده خشک (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)
سطوح اسیدآمینه ترئونین (درصدی از احتیاجات)			
۱۰۰	۸۳/۹۹٤	٦۹/٦۳ c	٦۲/۵۷ b
۱۰۵	۸٤/۷۸۱	۷۲/۹۰۲ ab	٦٦/۰۸٦ a
۱۱۰	۸٤/۷۰۱	۷٤/٤۰۸ a	٦۵/۹۹ a
۱۱۵	۸۳/۸٦۱	۷۱/۹٦۹ b	٦٦/٤۹٤ a
معیارخطای آزمایش	۰/۵۱۷	۰/۵۵۹	۰/۵۵۵
سطح احتمال	۰/٤۸٦	<۰/۰۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۰۱
لیزوفسفولیپید			
با لیزوفسفولیپید	۸٤/٤۵۲	۷۲/۸٦٤ a	٦٦/٤۹۹ a
بدون لیزوفسفولیپید	۸٤/۲۱۷	۷۱/۵۹۱ b	٦٤/۰۷۱ b
معیارخطای آزمایش	۰/۳٦٦	۰/۳۹۵	۰/۳۹۲
سطح احتمال	۰/٦۵٤	۰/۰۳۲	<۰/۰۰۰۰۱

اثر متقابل ترئونین و لیزوفسفولیپید			
ترئونین ۱۰۰ با لیزوفسفولیپید	۸۳/۵۳۵	۷۰/۵۹۵	۶۲/۵۴۵
ترئونین ۱۰۰ بدون لیزوفسفولیپید	۸۴/۴۵۲	۶۸/۶۶۵	۶۲/۵۹۵
ترئونین ۱۰۵ با لیزوفسفولیپید	۸۴/۵۳۲	۷۳/۱۸۸	۶۷/۷۰۸
ترئونین ۱۰۵بدون لیزوفسفولیپید	۸۵/۰۳	۷۲/۶۱۸	۶۴/۴۶۵
ترئونین ۱۱۰ با لیزوفسفولیپید	۸۵/۱۷۵	۷۴/۱۸۸	۶۷/۹۸۲
ترئونین ۱۱۰ بدون لیزوفسفولیپید	۸۴/۲۲۷	۷۴/۶۲۸	۶۳/۹۹۸
ترئونین ۱۱۵ با لیزوفسفولیپید	۸۴/۵۶۵	۷۳/۴۸۵	۶۷/۷۶
ترئونین ۱۱۵بدون لیزوفسفولیپید	۸۳/۱۵۸	۷۰/۴۵۲	۶۵/۲۲۸
معیارخطای آزمایش	۰/۷۳۲	۰/۷۹	۰/۷۸۵
سطح احتمال	۰/۳۴۳	۰/۱۶۴	۰/۰۸۴

در هر ستون، میانگین های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری دارند ($p <$ ۰/۰۵).

جدول ۶- تاثیر سطوح مختلف اسیدآمینه ترئونین، لیزوفسفولیپید و اثر متقابل آنها بر سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی

تیمار	هتروفیل (درصد)	لنفوسیت (درصد)	هتروفیل به لنفوسیت	وزن نسبی طحال (درصد)
سطوح اسیدآمینه ترئونین (درصدی از احتیاجات)				
۱۰۰	۱۸/۷۵	۴۴/۳۷۵	۰/۴۲۴	۰/۱۰۱[b]
۱۰۵	۱۹	۴۳/۱۲۵	۰/۴۴۲	۰/۱۱۱[ab]
۱۱۰	۱۸/۶۲۵	۴۲/۱۲۵	۰/۴۴۷	۰/۱۱۴[a]
۱۱۵	۱۷/۷۵	۴۳/۳۷۵	۰/۴۱۱	۰/۱۱۵[a]
معیارخطای آزمایش	۰/۸۷۱	۱/۰۲۱	۰/۰۲۵	۰/۰۰۵
سطح احتمال	۰/۷۶۲	۰/۴۹۶	۰/۷۴	۰/۰۴
لیزوفسفولیپید				
با لیزوفسفولیپید	۱۸/۳۱۲	۴۳/۴۳۸	۰/۴۲۳	۰/۱۰۹
بدون لیزوفسفولیپید	۱۸/۷۵	۴۳/۰۶۲	۰/۴۳۹	۰/۱۱۲
معیارخطای آزمایش	۰/۶۱۶	۰/۷۲۲	۰/۰۱۸	۰/۰۰۴
سطح احتمال	۰/۶۲	۰/۷۱۷	۰/۵۵۲	۰/۸۲۴
اثر متقابل ترئونین و لیزوفسفولیپید				
ترئونین ۱۰۰ با لیزوفسفولیپید	۱۹/۷۵	۴۴/۵	۰/۴۴۷	۰/۰۹۶
ترئونین ۱۰۰ بدون لیزوفسفولیپید	۱۷/۷۵	۴۴/۲۵	۰/۴۰۲	۰/۱۰۷
ترئونین ۱۰۵ با لیزوفسفولیپید	۱۸/۵	۴۲	۰/۴۴۲	۰/۱۱۰
ترئونین ۱۰۵بدون لیزوفسفولیپید	۱۹/۵	۴۴/۲۵	۰/۴۴۱	۰/۱۱۲
ترئونین ۱۱۰ با لیزوفسفولیپید	۱۷/۲۵	۴۲/۷۵	۰/۴۰۶	۰/۱۱۵
ترئونین ۱۱۰ بدون لیزوفسفولیپید	۲۰	۴۱/۵	۰/۴۸۷	۰/۱۱۳
ترئونین ۱۱۵ با لیزوفسفولیپید	۱۷/۷۵	۴۴/۵	۰/۳۹۹	۰/۱۱۵
ترئونین ۱۱۵بدون لیزوفسفولیپید	۱۷/۷۵	۴۲/۲۵	۰/۴۲۴	۰/۱۱۶
معیارخطای آزمایش	۱/۲۳۲	۱/۴۴۳	۰/۰۳۵	۰/۰۰۷
سطح احتمال	۰/۲۹۹	۰/۴۵۸	۰/۳۶۸	۰/۰۸۵

در هر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری دارند ($p <$ ۰/۰۵).

جدول ۷- تاثیر سطوح مختلف اسیدآمینه ترئونین، لیزوفسفولیپید و اثر متقابل آنها بر آنزیم‌های کبدی در جوجه‌های گوشتی

تیمار	آسپارتات آمینوترانسفراز (U/L)	آلانین آمینوترانسفراز (U/L)	آلکالین فسفاتاز (U/L)
سطوح اسیدآمینه ترئونین (درصدی از احتیاجات)			
۱۰۰	۲۵۱/۶۲۵	۷/۵	۲۷۴۹/۵
۱۰۵	۲۴۲	۷/۵۲۵	۲۶۰۳/۲۵
۱۱۰	۲۴۹/۷۵	۷/۵۷۵	۲۷۳۰/۵
۱۱۵	۲۳۴/۶۲۵	۸/۰۷۵	۲۷۷۲/۳۷۵
معیارخطای آزمایش	۹/۴۲۶	۰/۲۸۶	۷۰/۴۲۵
سطح احتمال	۰/۵۷۱	۰/۴۵۱	۰/۳۴۷
لیزوفسفولیپید			
با لیزوفسفولیپید	۲۴۰/۵۶۲	۷/۶۳۱	۲۷۱۱/۱۲۵
بدون لیزوفسفولیپید	۲۴۸/۴۳۸	۷/۷۰۶	۲۷۱۶/۶۸۸
معیارخطای آزمایش	۶/۶۶۵	۰/۲۰۲	۴۹/۷۹۸
سطح احتمال	۰/۴۱۲	۰/۷۹۵	۰/۹۳۸
اثر متقابل ترئونین و لیزوفسفولیپید			
ترئونین ۱۰۰ با لیزوفسفولیپید	۲۵۰/۷۵	۷/۳	۲۷۱۹
ترئونین ۱۰۰ بدون لیزوفسفولیپید	۲۵۲/۵	۷/۷	۲۷۸۰
ترئونین ۱۰۵ با لیزوفسفولیپید	۲۳۷/۲۵	۷/۸۷۵	۲۶۱۴/۷۵
ترئونین ۱۰۵بدون لیزوفسفولیپید	۲۴۶/۷۵	۷/۱۷۵	۲۵۹۱/۷۵
ترئونین ۱۱۰ با لیزوفسفولیپید	۲۳۸/۷۵	۷/۲۵	۲۶۸۰/۵
ترئونین ۱۱۰ بدون لیزوفسفولیپید	۲۶۰/۷۵	۷/۹	۲۷۸۰/۵
ترئونین ۱۱۵ با لیزوفسفولیپید	۲۳۵/۵	۸/۱	۲۸۳۰/۲۵
ترئونین ۱۱۵بدون لیزوفسفولیپید	۲۳۳/۷۵	۸/۰۵	۲۷۱۴/۵
معیارخطای آزمایش	۱۳/۳۳۱	۰/۴۰۴	۹۹/۵۹۵
سطح احتمال	۰/۸۱۷	۰/۳۷۹	۰/۷۱۱

در هر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری دارند (p <۰/۰۵).

جدول ۸- تاثیر سطوح مختلف اسیدآمینه ترئونین، لیزوفسفولیپید و اثر متقابل آنها فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

تیمار	گلوکز (mg/dL)	کلسترول (mg/dL)	تری‌گلیسرید (mg/dL)	HDL (mg/dL)	آلبومین (mg/dL)	پروتئین تام (mg/dL)
سطوح اسیدآمینه ترئونین (درصدی از احتیاجات)						
۱۰۰	۱۶۰/۲۵	۱۰۵/۳۷۵	۶۹/۸۷۵ a	۷۴/۳۷۵	۱/۶۸۹	۴/۶۱
۱۰۵	۱۷۳	۱۰۶/۶۲۵	۵۸/۲۵ b	۸۱	۱/۶۰۲	۴/۴۸۱
۱۱۰	۱۶۵/۱۲۵	۱۰۲/۶۲۵	۶۷/۳۷۵ ab	۷۲/۶۲۵	۱/۶۱۶	۴/۶۶۵
۱۱۵	۱۵۷/۳۷۵	۱۰۲/۷۵	۶۴/۶۲۵ ab	۷۲/۱۲۵	۱/۵۹۶	۴/۴۴۹
معیارخطای آزمایش	۸/۰۳۳	۲/۹۷۸	۲/۷۰۶	۴/۹۵	۰/۰۷۴	۰/۱۹۸
سطح احتمال	۰/۵۴۷	۰/۷۲۵	۰/۰۳۳	۰/۵۷	۰/۸۰۴	۰/۸۴۷
لیزوفسفولیپید						
با لیزوفسفولیپید	۱۷۳/۳۷۵ a	۱۰۵/۵	۶۶/۰۶۲	۷۵/۱۲۵	۱/۶۳۳	۴/۵۵۶
بدون لیزوفسفولیپید	۱۵۴/۵ b	۱۰۳/۱۸۸	۶۴	۷۴/۹۳۸	۱/۶۱۹	۴/۵۴۷
معیارخطای آزمایش	۵/۶۸	۲/۱۰۵	۱/۹۱۳	۳/۵	۰/۰۵۳	۰/۱۴

سطح احتمال	۰/۰۲۷	۰/٤٤٥	۰/٤٥۳	۰/۹۷	۰/۸٤۸	۰/۹٦٥
اثر متقابل ترئونین و لیزوفسفولیپید						
ترئونین۱۰۰ با لیزوفسفولیپید	١٦٥/٧٥	١٠٤/٥	٧٤/٢٥	٧٧/٢٥	١/٧٣	٤/٥٥
ترئونین۱۰۰ بدون لیزوفسفولیپید	١٥٤/٧٥	١٠٦/٢٥	٦٥/٥	٧١/٥	١/٦٤٨	٤/٦٧
ترئونین۱۰۵ با لیزوفسفولیپید	١٧٧/٧٥	١١٠/٧٥	٥٧/٧٥	٨٠/٥	١/٦٩٢	٤/٩٠٧
ترئونین ۱۰۵بدون لیزوفسفولیپید	١٦٨/٢٥	١٠٢/٥	٥٨/٧٥	٨١/٥	١/٥١٢	٤/٠٥٥
ترئونین۱۱۰ با لیزوفسفولیپید	١٨٩/٧٥	١٠٤/٧٥	٦٨/٢٥	٦٨/٥	١/٥٢٢	٤/٣٤٥
ترئونین۱۱۰ بدون لیزوفسفولیپید	١٤٠/٥	١٠٠/٥	٦٦/٥	٧٦/٧٥	١/٧١	٤/٩٨٥
ترئونین۱۱۵ با لیزوفسفولیپید	١٦٠/٢٥	١٠٢	٦٤	٧٤/٢٥	١/٥٨٧	٤/٤٢
ترئونین۱۱۵بدون- لیزوفسفولیپید	١٥٤/٥	١٠٣/٥	٦٥/٢٥	٧٠	١/٦٠٥	٤/٤٧٨
معیارخطای آزمایش	١١/٣٦	٤/٢١١	٣/٨٢٧	٧	۰/۱۰۵	۰/۲۸
سطح احتمال	۰/۲۱٤	۰/٥٨٦	۰/٥۳۸	۰/۷٤۸	۰/۳٦۳	۰/۰۸۹

در هر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری دارند (p <۰/۰۵).

بحث

این نتایج با یافته‌های حاصل از مطالعات قبلی مطابقت داشت (۱۹). این گزارش‌های بحث‌برانگیز ممکن است تحت تأثیر چندین عامل مهم باشد. نکته اول که در بررسی نتایج این قبیل تحقیقات باید مورد توجه قرار گیرد، میزان پروتئین جیره‌های آزمایشی است. میزان پروتئین و قابلیت هضم اسیدهای آمینه جیره‌های آزمایشی می‌تواند بر نیاز جوجه‌های گوشتی تأثیر بگذارد (۲۰). از طرفی عوامل بسیار مهم دیگری از قبیل میزان پلی‌ساکاریدهای موجود در جیره و یا سطح ویسکوزیته مواد هضمی نیز می‌تواند بر احتیاجات ترئونین در جیره و در نهایت بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تاثیرگذار باشند (۲٦). لازم به ذکر است که سطوح بسیار بالای ترئونین در این مطالعه (۱۱۰ و ۱۱۵ درصد) در بعضی از دوره‌های آزمایش سبب کاهش عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی شد. در این راستا می‌توان فرض کرد که این کاهش عملکرد در جیره‌های با ترئونین بسیار زیاد در جیره به دلیل اختلال در جذب و استفاده از اسیدهای آمینه دیگر، صرف انرژی اضافی برای دآمیناسیون یا اثرات سمی ترئونین و در نهایت ایجاد یک نوع استرس تغذیه ای ناشی از افزایش ترئونین باشد (۳۱).

نتاج آزمایش حاضرنشان داد که استفاده از مکمل لیزوفسفولیپید در جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی شد که با نتایج Solbi و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت داشت (۳۰). در زمینه تاثیرات مفید مکمل لیزوفسفولیپید بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی گزارشات نسبتا زیادی وجود دارد (۳۰، ۳۳). از طرفی و در راستای نتایج مطالعه اخیر، گزارش شده است که محصول سنتتیک لیزوفسفولیپید افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشید (۱۳). اما گزارشاتی نیز وجود دارند که نشان دهنده عدم تاثیر معنی‌دار استفاده از لیزوفسفولیپید بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌باشد. در این راستا، قیصر و همکاران (۲۰۱۵) عدم تاثیر مکمل لیزوفسفولیپید بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در یک دوره ۱ تا ۲۱

روزه را گزارش کردند (۱۲). از سوی دیگر، گزارشات مربوط به تاثیر مفید لیزوفسفولیپید بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نشان میدهد که عمده این تاثیرات در مرحله اولیه تغذیه یا در دوره آغازین مشاهده می‌شود (۷، ۳۶). این اثرات بیشتر در دوره آغازین ممکن است به دلیل تولید ناکافی نمک های صفراوی و لیپاز در جوجه‌های گوشتی جوان باشد که منجر به ظرفیت پایین هضم و جذب چربی می‌شود (۷). بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش روزانه و ضریب تبدیل غذایی بهتر در دوره آغازین در این دسته از گزارشات و در جوجه‌های گوشتی در پاسخ به مکمل لیزوفسفولیپید ممکن است نتیجه افزایش استفاده از چربی ویا افزایش قابلیت هضم مواد مغذی باشد (۳۰).

استفاده از سطوح بالاتر از احتیاجات ۱۰۰ درصد ترئونین سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین خام و چربی خام در جوجه‌های گوشتی شد. در مورد تاثیر اسید آمینه ترئونین بر هضم چربی در پرندگان اطلاعات زیادی وجود ندارد. اما بر اساس یک گزارش، تاثیر اسید آمینه ترئونین بر هضم چربی در طیور می‌تواند به طور غیر مستقیم و از طریق تبدیل ترئونین به اسید آمینه گلایسین در بدن باشد (۲۲). از آنجایی که اسید آمینه گلایسین نقشی اساسی در تولید نمک صفراوی گلایکوکولات دارد و با عنایت به اینکه نمک‌های صفراوی نیز به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای موثر بر هضم چربی در روده نقش ایفا می‌کنند، میتوان این مکانیسم تاثیر را تفسیر کرد. از طرفی، گزارش شده است که سطوح بالاتر از احتیاجات پایه ترئونین در جیره می‌تواند سبب بهبود صفات مورفولوژیک روده و افزایش قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه در جوجه‌های گوشتی گردد (۲). سازوکار اثر ترئونین جیره بر افزایش قابلیت هضم پروتئین در جوجه‌های گوشتی در این مطالعه را شاید بتوان به دلیل نقش اسید آمینه ترئونین در پروتئین‌سازی و به عبارت بهتر نقش این اسید آمینه در ساخت و ترشح آنزیم‌های گوارشی تفسیر کرد. در این رابطه گزارش شده است که محتوای ترئونین در آنزیم‌های گوارشی موجود در دستگاه گوارش بین ۵ تا ۱۱ درصد می‌باشد که همین مسئله می‌تواند اهمیت ترئونین در تولید آنزیم‌های گوارشی و تاثیر آن بر فرایند هضم پروتئین‌ها را نشان دهد (٤). اثر جیره‌های حاوی مکمل لیزوفسفولیپید بر قابلیت هضم مواد مغذی (چربی خام و پروتئین) روده معنی‌دار و افزایش یافت. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، چندین مطالعه اثرات مفید استفاده از جیره‌های دارای لیزوفسفولیپید را بر قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی گزارش کرده اند (٦، ۳٦، ۲۸). از طرفی، Zhang و همکاران (۲۰۱۱) هیچ اثر قابل توجهی از لیزوفسفاتیدیل کولین بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین‌های خام در جوجه‌های گوشتی از ١٤ تا ١٧ و از ۳۵ تا ۳۸ روزگی گزارش نکردند (۳۵). با این وجود، این محققین اظهار داشتند که استفاده از لیزوفسفاتیدیل کولین در جیره جوجه‌های گوشتی به طور قابل توجهی قابلیت هضم ظاهری اسیدهای چرب را بهبود می بخشد. به طور مشابه، Zhao و همکاران. (۲۰۱۵) هیچ تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم مواد مغذی در خوک‌های تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی دو سطح مختلف لیزوفسفولیپید مشاهده نکردند (۳٦).

اثر لیزوفسفولیپیدها بر قابلیت هضم مواد مغذی به عوامل مختلفی بستگی دارد. تفاوت در جیره غذایی پایه، به ویژه در منابع، ترکیب و میزان استفاده از چربی و سایر امولسیفایرها می‌تواند منجر به بروز پاسخ‌های متفاوتی شود (۳٦، ۳۵، ۳۲). گزارش شده است که اثر لیزوفسفولیپیدها بر قابلیت هضم مواد مغذی به شدت به منابع چربی مورد استفاده در جیره

جوجه‌های گوشتی بستگی دارد (۳۰). بر خلاف این گزارش، هیچ اثر متقابل معنی‌داری بین منابع چربی (روغن سویا، پیه و چربی طیور) و لیزوفسفاتیدیل کولین بر قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد (۳۵). اثرات مثبت جیره‌های حاوی لیزوفسفولیپید بر ضرایب قابلیت هضم مواد مغذی در روده ممکن است به خاصیت امولسیون سازی این ترکیبات نسبت داده شود. ترکیبات لیزوفسفولیپید نسبت به لسیتین دارای خواص متعادی از آبدوستی و آب‌گریزی می‌باشند و لذا سبب افزایش امولسیون چربی در آب و یا به بیان بهتر سبب حل شدن قطرات چربی در شیرابه های گوارشی می‌شوند (۲۹). ترکیبات لیزوفسفولیپید سورفکتانت‌های فوق-العاده‌ای هستند و می‌توانند سبب افزایش اختلاط مواد هضمی در روده، کاهش اندازه ذرات قطرات امولسیون شده و متعاقباً افزایش دسترسی آنزیم به لیپیدها گردند (۳۶، ۳۵، ۳۰).

این نتایج با یافته‌های مطالعات قبلی مطابقت داشت(۱۷، ۸). اما بر خلاف نتایج این تحقیق، گزارش شده است که که استفاده از سطوح بالاتر از احتیاجات پایه ترئونین در جوجه‌های گوشتی سبب افزایش نسبت هتروفیل به انفوسیت در جوجه‌های گوشتی شد (۹). گزارش شده است که سطوح ترئونین جیره با تغییر جمعیت میکروبی روده و تعدیل سیستم ایمنی با افزایش ترشح ایمونوگلوبولین‌ها و تنظیم بیان ژن‌های التهابی بر پاسخ‌های سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی تأثیر می‌گذارد (۱۸، ۳٤). بر اساس نتایج این تحقیق استفاده از سطوح بالاتر ترئونین در جیره سبب افزایش وزن نسبی طحال در جوجه‌های گوشتی شد که با نتایج Chen و همکاران (۲۰۱٦) مطابقت داشت (۷). همچنین گزارش شده است که سطوح بالاتر از احتیاجات پایه ترئونین در جیره باعث افزایش وزن نسبی اندام‌های ایمنی در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۲۳). وزن بیشتر طحال ممکن است نشان‌دهنده تولید بیشتر سلول‌های ایمنی و آنتی بادی ها باشد که به نوبه خود بر ایمنی جوجه‌های گوشتی تأثیر مثبت می‌گذارد (۲).

در این آزمایش، متغیرهای سیستم ایمنی اعم از تعداد سلول‌های سفید خون و نسبت آنها و نیز وزن طحال در جوجه گوشتی تحت تاثیر استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره قرار نگرفت. این نتایج به یافته‌های قبلی در این زمینه مطابقت دارد. در این راستا، موقر نژاد و همکاران گزارش کردند که افزودن ترکیبات لیزوفسفولیپیدی اثرات معنی‌داری بر وزن طحال و بورس فابریسیوس به عنوان اندام‌های دخیل در سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی نداشت (۲۱). از طرفی، گزارشاتی نیز وجود دارند که نشان می دهند افزودن مکمل‌های غذایی مانند لیزولسیتین و لیزوفسفولیپیدها در جیره جوجه‌های گوشتی نقش مهمی در فعال شدن لنفوسیت‌های T و نیز ایمنی هومورال و سلولی در این دسته از پرندگان دارد (۱۰). از سویی دیگر، و بر اساس یافته‌های قبلی، اثر فعال کنندگی ماکروفاژهای سیستم ایمنی در نتیجه استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره اثبات شده است (۲۱).

نتایج مربوط به تاثیر سطوح مختلف ترئونین بر فراسنجه‌های خونی، به استثنای تری گلیسرید در جوجه‌های گوشتی با یافته های پیشین مطابقت داشت (۳٤). این محققین درمطالعه خود عدم تاثیر معنی‌دار سطوح مختلف ترئونین بر فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی را گزارش کردند. علاوه بر این، تغییرات معنی‌داری در متابولیت‌های خون (گلوکز، تری گلیسیرید، کلسترول، HDL، LDL و اسید اوریک) در نتیجه استفاده از ترئونین در اردک پکنی (۱ تا ۲۱ روز) مشاهده نشد.

شاخص‌های خونی اعم از ترکیبات بیوشیمیایی خون و نیز غلظت آنزیم‌های کبدی موجود در سرم به عنوان

یک مبنای مناسب برای تعیین وضعیت متابولیکی و تغییرات آن در جوجه‌های گوشتی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. بر اساس نتایج این تحقیق، به استثنای سطح گلوکز خون، سایر فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی تحت تاثیر استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره جوجه‌های گوشتی قرار نگرفتند. این یافته‌ها با نتایج حاصل از مطالعه Roy و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت نداشت (۲۵). بر اساس یافته‌های این پژوهشگران، افزودن لیزوفسفولیپید به جیره سبب کاهش برخی از فراسنجه‌های لیپیدی در سرم خون جوجه‌های گوشتی و به ویژه لیپوپروتئین‌های با دانسیته پایین شد. همچنین گزارش شده است که تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های حاوی لیزوفسفولیپید سبب تغییر در فراسنجه‌های خونی و تری گلیسریدهای سرم شد (۳۶). دلایل احتمالی تاثیر لیزوفسفولیپیدها بر میزان فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی هنوز به درستی مشخص نشده است. اما بر اساس گزارشات، تغییرات شاخص‌های لیپید سرم خون در نتیجه استفاده از لیزوفسفولیپیدها می‌تواند به دلیل تغییر میزان فعالیت آنزیم‌های دخیل در متابولیسم چربی و در نتیجه تغییر کارایی ضریب استفاده از لیپیدها در بافت‌های بیولوژیک باشد (۵، ۳۰).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان نتیجه گیری کرد که استفاده از لیزوفسفولیپید در جیره جوجه‌های گوشتی سبب ایجاد تغییرات مفیدی در عملکرد رشد و ضرایب قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی شد. از طرفی، افزودن سطوح بالاتر از سطح احتیاجات ترئونین در جیره‌های جوجه‌های گوشتی سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی و قابلیت هضم چربی و پروتئین خام شد.

منابع

1. Abbasi M.A., Mahdavi A.H., Samie A.H., Jahanian R. 2014. Effects of different levels of dietary crude protein and threonine on performance, humoral immune responses and intestinal morphology of broiler chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16:35-44.

2. Ahmed I., Qaisrani S.N., Azam F., Pasha T.N., Bibi F., Naveed S., Murtaza S. 2020. Interactive effects of threonine levels and protein source on growth performance and carcass traits, gut morphology, ileal digestibility of protein and amino acids, and immunity in broilers. *Poultry science*, 99(1):280-289.

3. AOAC. 2002. Official Method of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical, Washington DC.

4. Azzam M.M.M., Zou X.T., Dong X.Y., Xie P. 2011. Effect of supplemental L-threonine on mucin 2 gene expression and intestine mucosal immune and digestive enzymes activities of laying hens in environments with high temperature and humidity. *Poultry Science*, 90(10):2251-2256.

5. Baoshan L., Jiying W., Yu H., Tiantian H., Shixin W., BingShan H., Yongzhi S. 2019. Effects of replacing fish oil with wheat germ oil on growth, fat deposition, serum biochemical indices and lipid metabolic enzyme of juvenile hybrid grouper (Epinephelus fuscoguttatus♀× Epinephelus lanceolatus). *Aquaculture*, 505:54-62.

6. Boontiam M., Jung B., Kim Y.Y. 2017. Effect of lysopholipids supplementataion to lower nutrient diets on growth performance, intestinal morphology and blood metabolites in broiler chickens. *Poultry Science*. 96:593-601.

7. Chen Y., Han S., Wang Y., Li D., Zhao X., Zhu Q., Yin H. 2019. Oxidative stress and apoptotic changes in broiler chicken splenocytes exposed to T-2 toxin. *BioMed Research International*, 2019:5493870.

8. Corzo A., Kidd M.T., Dozier III, W.A., Pharr G.T., Koutsos E.A., 2007. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(4):574-582.

9. Eftekhari A., Rezaeipour V., Abdullahpour R. 2015. Effects of acidified drinking water on performance, carcass, immune response, jejunum morphology, and microbiota activity of broiler chickens fed diets containing graded levels of threonine. *Livestock Science*, 180:158-163.

10. El-Katcha M.I., Soltan M.A., Shewita R., Abdo S.E., Sanad A.S., Tufarelli V., Alagawany M., El-Naggar K. 2021. Dietary fiber and lysolecithin supplementation in growing ducks: effect on performance, immune response, intestinal morphology and lipid metabolism-regulating genes. *Animals*, 11(10):2873.

11. Fenton T.W., Fenton M. 1979. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. *Canadian Journal of Animal Science*, 59(3):631-634.

12. Gheisar MM., Hosseindoust A., Kim HB., Kim IH. 2015. Effects of lysolecithin and sodium stearoyl-2-lactylate on growth performance and nutrient digestibility in broilers. *Korean Journal of Poultry Science*, 42:133-137.

13. Haetinger V.S., Dalmoro Y.K., Godoy G.L., Lang, M.B., De Souza O.F., Aristimunha, P., Stefanello C. 2021. Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. *Poultry Science*, 100(4):101025.

14. Jansen M., Nuyens F., Buyse J., Leleu S. Van Campenhout L. 2015. Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. *Poultry Science*, 94:2506-2515.

15. Kazempour F., Shargh M.S., Jahanian R., Hassani S. 2017. Effect of dietary β-glucan supplementation on growth performance, carcass characteristics and gut morphology in broiler chicks fed diets containing different theronine levels. *Animal Feed Science and Technology*, 234:186-194.

16. Kidd M.T., Kerr B.J. 1997. Threonine responses in commercial broilers at 30 to 42 days. *Journal of Applied Poultry Research*, 6(4):362-367.

17. Kolbadinejad A., Rezaeipour V. 2020. Efficacy of ajwain (Trachyspermum ammi L.) seed at graded levels of dietary threonine on growth performance, serum metabolites, intestinal morphology and microbial population in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(5):1333-1342.

18. Mesgar A., Aghdam Shahryar H., Bailey C.A., Ebrahimnezhad Y., Mohan A., 2022. Effect of dietary L-threonine and toxin binder on performance, blood parameters, and immune response of broilers exposed to aflatoxin B1. *Toxins*, 14(3):192.

19. Min Y.N., Liu S.G., Qu Z.X., Meng G.H., Gao Y.P. 2017. Effects of dietary threonine levels on growth performance, serum biochemical indexes, antioxidant capacities, and gut morphology in broiler chickens. *Poultry Science*, 96(5):1290-1297.

20. Movagharnezhad M., Kazemi-Fard M., Rezaei M., Teimuri-Yansari A. 2020. Effects of lysophospholipid and lipase enzyme supplementation to low metabolizable energy diets on growth performance, intestinal morphology and microbial population and some blood metabolites in broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22:1001-1010.

21.Najafi R., Ahmar R., Tazehkand G.N. 2017. Effect of different dietary threonine levels on optimal growth performance and intestinal morphology in 1-14 days old Ross 308 broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19:59-66.

22.Ospina-Rojas I.C., Murakami A.E., Oliveira C.A.L., Guerra A.F.Q.G. 2013. Supplemental glycine and threonine effects on performance, intestinal mucosa development, and nutrient utilization of growing broiler chickens. *Poultry Science*, 92(10):2724-2731.

23.Ren L., Shen D., Liu C., Ding Y. 2022. Protein Tyrosine and Serine/Threonine phosphorylation in oral bacterial dysbiosis and bacteria-host interaction. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11:1367.

24.Roofchaei A., Rezaeipour V., Vatandour S., Zaefarian F. 2019. Influence of dietary carbohydrases, individually or in combination with phytase or an acidifier, on performance, gut morphology and microbial population in broiler chickens fed a wheat-based diet. *Animal Nutrition*, 5:63-67.

25. Roy A., Haldar S., Mondal S., Ghosh T.K. 2010. Effects of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens. *Veterinary Medicine International*, 2010: 262604.

26. Saadatmand N., Toghyani M., Gheisari A. 2019. Effects of dietary fiber and threonine on performance, intestinal morphology and immune responses in broiler chickens. *Animal Nutrition*, 5(3): 248-255.

27. SAS Institute. 2003. SAS User's Guide: Statistics. Version 9/1. SAS Institute Inc., Cary, NC.

28. Schwarzer R. (Ed.) 1996. Gesundheitspsychologie: Ein Lehrbuch. Hogrefe Verlag GmbH and Company KG, 678 p.

29. Shumilina E.V., Khromova Y.L. Shchipunov Y.A. 2006. The effect of lysophosphatidylcholine and phosphatidylglycerol on lecithin polymer-like micelles. *Colloid Journal*, 68:241-247.

30. Solbi A., Rezaeipour V., Abdullahpour R., Gharahveysi S. 2021. Efficacy of lysophospholipids on growth performance, carcase, intestinal morphology, microbial population and nutrient digestibility in broiler chickens fed different dietary oil sources. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1):1612-1619.

31.Wang X., Herr R.A., Chua W.J., Lybarger L., Wiertz E.J., Hansen T.H. 2007. Ubiquitination of serine, threonine, or lysine residues on the cytoplasmic tail can induce ERAD of MHC-I by viral E3 ligase mK3. *The Journal of Cell Biology*, 177(4):613-624.

32. Zaefarian F., Romero L.F., Ravindran V. 2015. Influence of high dose of phytase and an emulsifier on performance, apparent metabolizable energy and nitrogen retention in broilers fed on diets containing soy oil or tallow. *British Poultry Science*, 56:590-597.

33. Zampiga M., Meluzzi A., Sirri F. 2016. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on produvtive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 15:521-528.

34.Zarrin-Kavyani S., Khatibjoo A., Fattahnia F., Taherpour K. 2020. Effect of threonine and potassium carbonate on broiler chicken performance, immunity, carcass traits, and small intestine morphology. Tropical Animal Health And Production, 52:943-953.

35. Zhang B., Haitao L., Zhao D., Guo Y., Barii, A. 2011. Effect of fat type and lysophosphatidilcholin addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids and apparent metabolizable energy content. *Animal Feed Science and Technlology*: 163:177-184.

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

The Impacts of Lysophospholipd Supplememntation in the Diet on Performance, Carcass Indices, Nutrient Digestibility, Blood Metabolites and Immunity of Broiler Chickens Fed with Different Levels of Threonine

Mehdi Bassareh, Vahid Rezaeipour*, Ruhollah Abdullahpour, Sakineh Asadzadeh

Department of Animal Sciences, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

Abstract

This research was conducted in order to evaluate the use of lysophospholipid (LPL) supplement on performance, carcass characteristics, blood metabolites and nutrient digestibility in broiler chickens fed with different levels of threonine (Thr) amino acid. In this experiment, 400 male broilers of ROSS 308 strain were used with 8 treatments and 5 repetitions in a period of 35 days. The experiment was conducted in the form of a completely randomized design with a factorial arrangement of 4x2 including two levels of LPL in the diet (0 and 0.1%) and four levels of Thr (100, 105, 110 and 115% of requirement). Experimental diets were used for starter (0 to 10 days), grower (11 to 24 days) and finisher (25 to 35 days) phases. The results of this research showed that during the 35-day period, body weight gain and feed conversion ratio improved in broiler chickens fed with LPL supplement ($p < 0.05$). However, the use of LPL supplement did not have a significant effect on feed intake in broilers. In addition, feed conversion ratio was significantly higher in broilers fed with 100% Thr level compared to higher amounts of Thr requirements ($p < 0.05$). The use of levels higher than 100% of Thr requirements and LPL supplement in the diet increased the digestibility of crude protein and crude fat in broiler chickens ($p < 0.05$). The use of LPL supplement increased the serum concentration glucose ($p < 0.05$). While the level of 105% Thr in the diet caused a significant decrease in serum triglyceride concentration ($P < 0.05$). Based on the findings of this research, it can be concluded that the use of LPL supplement and levels higher than 100% of Thr requirements in the broiler chicken diet increased the growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens.

Keywords: Lysophospholipid, Threonine, Performnance, Digestibility, Broiler chicken