



تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹
صفحه‌های ۴۰۶-۳۹۱

تأثیر سطوح افزایشی ال-لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه

خروس‌های گوشتی در دوره رشد

حسین محمدزاده کراتی^{۱*}، محمدحسین شهیر^۲

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۱۷

چکیده

تأثیر سطوح افزایشی ال-لوسین بر عملکرد، صفات لاشه و تولید گوشت سینه و تعیین نیاز لوسین قابل هضم جوجه خروس‌های گوشتی راس ۳۰۸ در دوره رشد (۱۵ تا ۳۰ روزگی) با استفاده از ۲۴۰ قطعه جوجه خروس گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار جیره‌ای (پنج تکرار و هشت قطعه جوجه در هر تکرار) بررسی شد. تیمارها شامل جیره پایه با ۱/۵۳ درصد لوسین قابل هضم و پنج جیره حاوی ۱/۶۳، ۱/۷۳، ۱/۸۳، ۱/۹۳، ۲/۰۳ درصد لوسین قابل هضم که با افزودن ال-لوسین مصنوعی به جیره پایه تهیه شده بود. افزایش وزن، درصد لاشه و درصد سینه با افزایش سطح لوسین افزایش و ضریب تبدیل و چربی لاشه کاهش یافتند ($P < 0.05$). روند پاسخ به سطوح افزایشی لوسین برای افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، وزن نسبی لاشه، وزن نسبی عضله سینه و وزن نسبی چربی حفره بطنی به صورت تابع درجه دو بود ($P < 0.05$). به دلیل برازش بهتر مدل درجه دو به معیارهای پاسخ افزایش وزن، ضریب تبدیل، وزن نسبی لاشه و سینه، نیاز لوسین قابل هضم به ترتیب ۱/۷۰، ۱/۷۲، ۱/۷۲۴ و ۱/۷۳۵ درصد برآورد شد. بر اساس میانگین این برآوردها، نیاز لوسین قابل هضم جوجه‌های گوشتی راس در مرحله رشد، ۱/۷۲ درصد پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: ال-لوسین، جوجه‌های گوشتی، عضله سینه، عملکرد، صفات لاشه.

Effects of increasing levels of dietary L-Leucine on growth performance, carcass traits and blood parameters of male broilers in the grower period

Hossien Mohammadzadeh Krati^{1*}, Mohamadhossein Shahir²

1. Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Received: October 9, 2019

Accepted: January 19, 2020

Abstract

The effects of increasing levels of L-leucine supplementation on performance, carcass traits, breast meat production and determination of digestible leucine requirement broilers during the grower period (15 to 30 days) using 240 Ross males broiler chickens in a completely randomized design with six dietary treatments (five repetitions and eight chicks per repetition) was investigated. Treatments include; a basal diet with 1.53% digestible leucine and five diets containing 1.63, 1.73, 1.83, 1.93, and 2.03% digestible leucine by adding synthetic L-leucine to the basal diet. By increasing the levels of digestible Leucine, body weight gain, carcass and breast muscle percentage were increased, but feed conversion ratio and abdominal fat percentage were decreased ($P < 0.05$). The response trends to increasing levels of digestible leucine were quadratic for weight gain, feed conversion ratio, the relative weight of carcass, relative weight of breast muscle and relative weight of abdominal fat ($P < 0.05$). Due to the better fit of the quadratic model to the response criteria, digestible Leucine requirements were estimated at 1.70, 1.72, 1.724, and 1.735% for body weight gain, feed conversion ratio, the relative weight of carcass and breast muscle; respectively. Based on the average of these estimates, the suggested digestible Leucine requirements of broilers in the grower period is 1.72%.

Keywords: Breast yield, Broilers, Carcass traits, Growth Performance, L-leucine.

مقدمه

هدف از پرورش طیور گوشتی افزایش ذخیره پروتئین در ماهیچه‌های اسکلتی است. علی‌رغم افزایش سهم عضله سینه و کاهش درصد چربی بدن سویه‌های امروزی، هنوز ۲۰-۱۵ درصد از ترکیب بدن سویه‌های امروزی را چربی تشکیل می‌دهد که حدود ۸۵ درصد آن مازاد بر نیاز فیزیولوژیک آنها است [۷]. بعد از تفریح، رشد ماهیچه‌های بدن صرفاً ناشی از افزایش قطر تارهای ماهیچه‌ای در یاخته‌های ماهیچه‌ای است که به‌طور عمده به‌دلیل انباشت بیش‌تر ذخیره پروتئین‌های اکتین و میوزین در تارهای ماهیچه‌ای است. حدود ۱۸ درصد از اسیدهای آمینه پروتئین‌های اکتین و میوزین یاخته‌های ماهیچه‌ای را اسیدهای آمینه شاخه‌دار تشکیل می‌دهد [۱۸]. با افزایش سن، ذخیره پروتئین به‌دلیل کاهش نسبت سنتز به تجزیه پروتئین بافته‌ها، کاهش یافته و میزان چربی افزایش می‌یابد [۱۵]. روند ساخت پروتئین در سلول‌های ماهیچه‌ای از طریق کمپلکس هدف آنتی‌بیوتیک راپامایسین (mammalian target of rapamycin complex, mTOR) تنظیم می‌شود که توسط انسولین، فاکتورهای رشد، سطح ATP سلول و میزان اسیدهای آمینه جیره تحریک می‌شود [۱۴، ۳۱]. لوسین یکی از سه اسیدآمینه شاخه‌دار و ضروری برای انسان و حیوانات از جمله طیور محسوب می‌شود که به‌تنهایی می‌تواند همانند مخلوطی از اسیدهای آمینه به شیوه دز- پاسخ از طریق مسیر پیام‌رسان mTOR عوامل آغاز ترجمه mRNA را فعال نماید [۲۵، ۲۷ و ۳۱]. به‌علاوه، اسید آمینه لوسین نقش مهارکنندگی بر تجزیه پروتئین بدن دارد و در شرایط فعالیت شدید و یا در رشد سریع، به جای کاتابولیسم پروتئین‌های بدن، اکسید می‌شود و به‌عنوان منبع تولید انرژی در یاخته‌های عضلانی استفاده می‌شود [۱۴ و ۳۱]. برای نقش‌های متابولیکی فراتر، تحریک فعالیت

mTOR، فسفریلاسیون پروتئین‌های پایین‌دست دخیل در آغاز ساخت پروتئین به‌خصوص Ribosomal protein S6 Eukaryotic translation) eIF4E و (kinase beta-1) S6K (initiation factor 4E)، لازم است تا تراکم لوسین پلاسما و درون سلول بیش‌تر از حداقل احتیاجات برای ساخت پروتئین باشد [۱۸ و ۳۰]. S6K پروتئین کیناز پایین‌دست است که با فعال‌شدن توسط mTOR سبب فسفریلاسیون نوعی پروتئین ریپوزومی می‌شود و با اتصال به کمپلکس آغازین ۴۸s در تشکیل کمپلکس ۸۰s نقش دارد. eIF4E پروتئینی است که در طی مراحل آغازین ساخت پروتئین با شناسایی و اتصال به سر ۷-میتل گوانوزین mRNA و با تغییر ساختار mRNA باعث تسهیل اتصال ریپوزوم به mRNA می‌شود [۲۹]. به‌علاوه، اسید آمینه لوسین در تنظیم قند خون از طریق چرخه آلانین-گلوکز، افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و استفاده از اسیدهای چرب به‌عنوان منبع انرژی برای یاخته‌های ماهیچه‌ای [۱۸] در کاهش تری‌گلیسرید و LDL خون جوجه‌های گوشتی و موش [۱۹ و ۳۱]، رشد پرزهای روده و بهبود اتصالات محکم بین یاخته‌ای بافت پوششی روده [۲۰ و ۲۲] نقش دارد. لوسین، یک اسید آمینه کتوزنیک است و افزایش سطح لوسین جیره ممکن است بر ترکیبات اصلی خون مانند پروتئین، گلوکز، تری‌گلیسرید و اسیداوریک تأثیر بگذارد. علی‌رغم پژوهش‌های گسترده و اثبات تأثیر مثبت مکمل‌سازی اسیدآمینه لوسین در جیره حیوانات آزمایشگاهی، خوک و انسان، مطالعات کمی در مورد تأثیر آن بر عملکرد جوجه‌های گوشتی انجام گرفته است که ممکن است به‌دلیل وجود مقادیر بالاتر از احتیاجات لوسین در جیره‌های مرسوم و یا به‌دلیل تبعات اثر آنتاگونیسم آن با دیگر اسیدهای آمینه شاخه‌دار باشد [۸].

اما نتایج مطالعات محدود با جیره‌های عملی با جوجه‌های گوشتی نه تنها اثر آنتاگونیسم لوسین را

تولیدات دامی

تأثیر سطوح افزایشی ال-لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در دوره رشد

خاکستر، عصاره اتری، کلسیم، فسفر و انرژی خام مواد خوراکی مورد استفاده در جیره اندازه‌گیری شدند. به منظور تنظیم دقیق‌تر جیره پایه، مقدار اسیدهای آمینه مواد خوراکی به روش اسپکتروسکوپی انعکاسی مدل ۵۰۰۰ پنج‌تاب ساخت کشور دانمارک (FOSS analytical AB) با اشعه مادون قرمز (طول موج ۲۵۰۰-۱۱۰۰ نانومتر) به وسیله شرکت ایوانیک-دگوسا اندازه‌گیری و برای برآورد اسیدهای آمینه قابل هضم ایلئومی استاندارد شده خوراک‌ها از ضرایب قابلیت هضم پیشنهادی نرم‌افزار آمینو دت نسخه ۵ شرکت ایوانیک (آلمان) استفاده شد.

درجه حرارت، رطوبت و برنامه نوری در طول دوره پرورش کاملاً کنترل شده بود و جوجه‌ها به‌طور تمام‌وقت و آزادانه به آب و خوراک دسترسی داشتند. میزان افزایش وزن و مقدار خوراک مصرفی در طی دوره آزمایشی اندازه‌گیری شد و ضریب تبدیل خوراک هر پن محاسبه شد. در طول دوره آزمایش هیچ تلفاتی مشاهده نشد. در پایان دوره آزمایش (۳۰ روزگی)، بعد از ۸ ساعت گرسنگی [۳]، دو پرنده از هر تکرار با میانگین وزن نزدیک به هر تیمار انتخاب و از سیاهرگ بازویی آنها خون‌گیری شد. نمونه‌های با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم آنها جدا و سپس تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بعد از جمع‌آوری نمونه خون، دو پرنده انتخابی از هر پن، کشتار و قطعات لاشه، وزن روده کوچک و وزن قسمت‌های مختلف آن، وزن روده کور، وزن کبد، وزن چربی حفره بطنی وزن پانکراس اندازه‌گیری و نسبت آنها به وزن زنده محاسبه شد.

به منظور بررسی تأثیر مثبت سطوح مازاد بر نیاز لوسین در دوره رشد بر عملکرد جوجه خروس‌های راس ۳۰۸ تا پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی)، در سن ۳۰ روزگی، جوجه خروس‌های تحت تیمار ۱/۷۳، ۱/۸۳ و ۱/۹۳

گزارش نکردند [۳ و ۲۶]، بلکه بهبود توسعه روده کوچک، افزایش وزن لاشه و کاهش تری‌گلیسرید خون و چربی بطنی را نیز نشان دادند [۵، ۱۲ و ۱۸]. پیشرفت‌های ژنتیکی در سرعت رشد و بهبود ضریب تبدیل خوراک و همچنین استحصال گوشت بیش‌تر در سویه‌های امروزی به‌روزرسانی احتیاجات اسیدهای آمینه را ضروری کرده است. با توجه به نتایج مثبت تأثیر مکمل‌سازی لوسین در دیگر گونه‌ها به‌نظر می‌رسد استفاده از مکمل‌سازی لوسین در جیره‌های مرسوم با سطوح بالاتر از آنچه که پیشنهاد شده است، منجر به بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی شود. بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی پاسخ عملکرد رشد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ در دوره رشد به سطوح افزایشی اسید آمینه لوسین بیش‌تر از سطح پیشنهادی در راهنمای تغذیه سویه راس ۳۰۸ و تعیین مجدد نیاز لوسین قابل هضم در دوره رشد بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد با استفاده از تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه خروس راس ۳۰۸ از روز پانزدهم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، پنج تکرار و هشت قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. جیره‌ها شامل جیره پایه (تنظیم شده براساس جدول احتیاجات مواد مغذی جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸ با ۱/۵۳ درصد لوسین قابل هضم، و جیره‌های آزمایشی با ۱/۶۳، ۱/۷۳، ۱/۸۳، ۱/۹۳ و ۲/۰۳ درصد لوسین قابل هضم بود که با استفاده از تکنیک مکمل‌سازی درجه‌بندی شده با فاصله ۰/۱ درصد از طریق افزودن ال-لوسین مصنوعی به جیره پایه تنظیم شدند (جدول ۱). قبل از شروع آزمایش، پروتئین خام، فیبر خام،

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times (\beta_2 - X) \text{ if } (\beta_2 - X) = 0, X > \beta_2 \quad (1) \text{ رابطه}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times (\beta_2 - X)^2 \text{ if } (\beta_2 - X) = 0, X > \beta_2 \quad (2) \text{ رابطه}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 \quad (3) \text{ رابطه}$$

در مدل رگرسیونی خط شکسته و مدل درجه دو-خط شکسته، Y متغیر وابسته، X درصد لوسین قابل هضم ایلئومی استاندارد شده، β_0 عرض از مبدأ، β_1 شیب منحنی و β_2 درصد لوسین قابل هضم در نقطه شکست منحنی است. در مدل درجه دو Y متغیر وابسته، X درصد لوسین قابل هضم ایلئومی استاندارد شده، β_0 عرض از مبدأ، β_1 و β_2 به ترتیب ضرایب خطی و درجه دو می باشند. در مدل درجه دو، حداکثر پاسخ با فرمول $(2) \beta_1 = -(\beta_2 \times 2)$ محاسبه شد. برای جلوگیری از برآورد بیش از حد احتیاجات، ۹۵ درصد از نیاز مربوط به مدل درجه دو در نظر گرفته شد [۲۳]. بهترین مدل براساس شاخص های برازش مدل، ضریب تعیین (R^2) و مجموع مربعات باقیمانده (SSE) انتخاب گردید [۲۳].

نتایج

خوراک مصرفی تحت تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره قرار نگرفت (جدول ۲)، اما وزن نهایی و افزایش وزن جوجه های که با جیره های حاوی سطوح ۱/۶۳، ۱/۷۳ و ۱/۸۳ درصد لوسین قابل هضم دریافت کردند بیش تر از جوجه های تغذیه شده با جیره پایه بود ($P < 0/05$). ضریب تبدیل خوراک جوجه های تغذیه شده با جیره های حاوی ۱/۷۳، ۱/۸۳ و ۱/۹۳ لوسین قابل هضم نسبت به جوجه هایی که جیره پایه دریافت کردند، بهتر بود ($P < 0/05$).

در این موارد، روند درجه دو برای افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک مشاهده گردید ($P < 0/05$). برازش معادله درجه دو ($R^2 = 0/753$) به داده های افزایش وزن و در سطح ۹۵ درصد از پاسخ حداکثر، نیاز لوسین قابل هضم

درصد لوسین قابل هضم که بیش ترین پاسخ مثبت عملکردی را نشان دادند را همراه با جوجه خروس های تحت تیمار جیره پایه تا سن ۴۲ روزگی پرورش داده شد. در سن ۴۲ روزگی نیز علاوه بر اندازه گیری وزن زنده، خوراک مصرفی و محاسبه ضریب تبدیل خوراک، دو پرنده از هر تکرار با میانگین وزن نزدیک به میانگین تیمار انتخاب و پس از کشتار، اجزای لاشه و دستگاه گوارش اندازه گیری شد و به روش های که در ادامه بیان می شود، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مقدار پروتئین تام، آلبومین، اسید اوریک و تری گلیسرید نمونه های سرم با استفاده از کیت های تجاری شرکت پارس آزمون توسط دستگاه اتوآنالیزر (RA 1000, USA) اندازه گیری شد. گلوکز سرم با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون با روش فتومتریک با شدت جذب نوری در طول موج ۵۴۶ نانومتر و در ۳۷ درجه سانتی گراد توسط طیف سنج سلکترا (Selectra PRO XL, Netherland) ساخت کشور هلند اندازه گیری شد. هورمون های T_3 و T_4 به روش الایزا و به کمک دستگاه الایزایدر (Stat fax 303, USA) با استفاده از کیت های الایزا محصول شرکت پیشتاز طب اندازه گیری شد. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲) به کمک رویه GLM آنالیز شدند. اختلاف بین میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از دستور LSMEANS مقایسه شد. برای برآورد احتیاجات لوسین از آنالیز رگرسیون خط شکسته (Linear broken-line & LBL) و درجه دو-خط شکسته (Quadratic broken-line & QBL) با استفاده از رویه NLIN و از آنالیز رگرسیون درجه دو (Quadratic Polyniminal & QP) با استفاده از رویه REG استفاده شد. پاسخ های مربوط به هر یک از معیارهای اندازه گیری شده در مدل های رگرسیونی خط شکسته، درجه دو-خط شکسته و درجه دو به ترتیب با مدل های (۱)، (۲) و (۳) برازش داده شد.

تولیدات دامی

تأثیر سطوح افزایشی ال- لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در دوره رشد

حاصل شد (شکل ۱). با برازش مدل خط شکسته $(R^2=0/81)$ ، درجه دو $(R^2=0/842)$ و درجه دو-خط شکسته $(R^2=0/81)$ بر داده‌های ضریب تبدیل خوراک، نیاز لوسین قابل هضم به ترتیب ۱/۶۲، ۱/۷۲ و ۱/۶۳ درصد برآورد شد (شکل ۲).

برای افزایش وزن ۱/۷۰ درصد جیره برآورد شد (شکل ۱). در مدل خط شکسته $(R^2=0/53)$ ، بیش‌ترین افزایش وزن با ۱/۶۲ درصد لوسین قابل هضم برآورد شد و در مدل درجه دو-خط شکسته $(R^2=0/53)$ ، حداکثر پاسخ افزایش وزن با سطح ۱/۶۳ درصد لوسین قابل هضم

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه

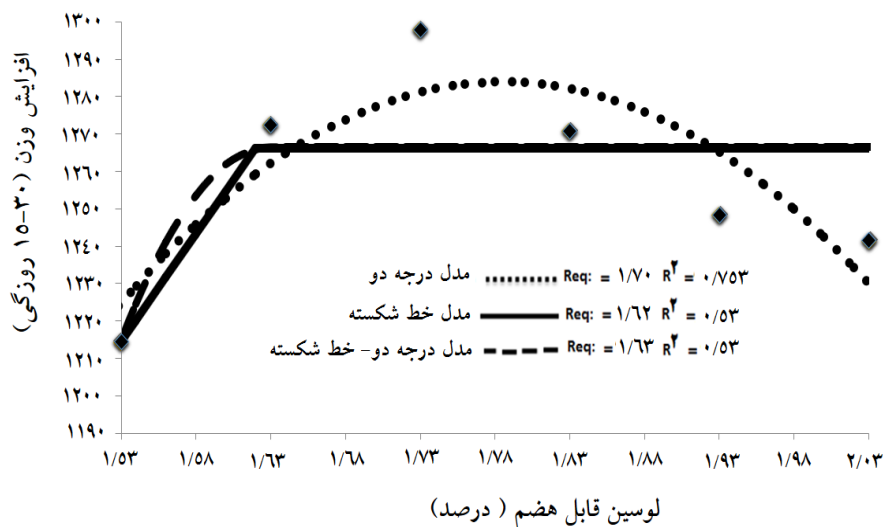
مقدار (درصد)	مواد مغذی جیره (تجزیه شده)	مقدار (درصد)	مواد خوراکی
۲۹۵۰	انرژی متابولیسمی، کیلوکالری بر کیلوگرم (محاسبه شده)	۵۹/۱۰۶	ذرت (۷/۸ درصد پروتئین خام)
۲۰/۵	پروتئین خام	۳۴/۵۱	کنجاله سویا (۴۶/۶۴ درصد پروتئین خام)
۰/۸۷	کلسیم	۲/۰۷	روغن سویا
۰/۴۳۵	فسفر قابل دسترس	۱/۹۱	دی کلسیم فسفات
۱/۱۰	لیزین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۹۶	کربنات کلسیم
۰/۲۸۰	متیونین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۳۰۹	نمک
۰/۸۳۸	متیونین+سیستئین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۲۸	دی ال میتونین
۰/۷۳۸	ترئونین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۱۶۵	ال لایزین هیدروکلراید
۱/۲۲	آرژنین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۰۸۴	ال- ترئونین
۰/۲۶۱	تریپتوفان قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۲۵	مکمل ویتامین‌ها ^۱
۰/۷۷	ایزولوسین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۲۵	مکمل مواد معدنی کم‌نیاز ^۲
۱/۵۳	لوسین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۰/۱۱۵	جوش شیرین
۰/۸۵۸	والین قابل هضم (استاندارد ایلنومی)	۱۰۰	جمع (درصد)
۰/۱۸	سدیم		
۰/۸۷۶	پتاسیم		
۰/۲۵	کلر		

۱. مکمل ویتامینی در یک کیلوگرم جیره حاوی ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K3، ۱/۸ میلی‌گرم ویتامین B1، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B2، ۳۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۳ میلی‌گرم ویتامین B6، ۰/۱ میلی‌گرم ویتامین B7، ۰/۱۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۵۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۱۰ میلی‌گرم کلسیم پانتوتنات و ۱ میلی‌گرم اسید فولیک.
۲. مکمل معدنی در یک کیلوگرم جیره؛ حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم منگنز (اکسید منگنز)، ۱۰۰ میلی‌گرم روی (اکسید روی)، ۱۰ میلی‌گرم مس (سولفات مس)، ۱ میلی‌گرم ید (کلسیم یدات)، ۰/۰۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۵۰ میلی‌گرم آهن (فروس سولفات).

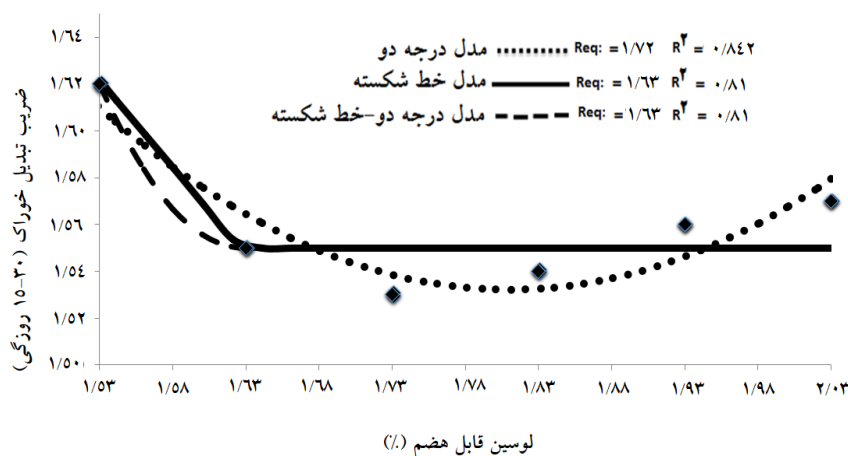
جدول ۲. تأثیر سطوح لوسین افزایشی لوسین قابل هضم اینلومی استاندارد بر عملکرد جوجه خروس‌ها در دوره ۱۵ تا ۳۰ روزگی

P-values		تیمارها								
درجه دو	خطی	Anova	SEM	۲/۰۳	۱/۹۳	۱/۸۳	۱/۷۳	۱/۶۳	۱/۵۳	درصد لوسین
۰/۹۷	۰/۴۸	۰/۳۳	۵/۴۹	۵۱۷/۴۱	۵۰۵/۳۶	۵۲۱/۴۸	۵۱۱/۷۴	۵۰۷/۱۴	۵۱۱/۴۸	وزن اولیه (گرم)
</۰۰۰۶	۰/۵۷	۰/۰۰۶	۱۴/۳۳	۱۷۵۹/۰۰ ^{bc}	۱۷۵۳/۷۵ ^{bc}	۱۷۹۲/۲۵ ^{ab}	۱۸۰۹/۷۰ ^a	۱۷۸۰/۰۰ ^{ab}	۱۷۲۶/۰ ^c	وزن نهایی (گرم)
</۰۰۰۴	۰/۷۵	۰/۰۰۴	۱۳/۵۳	۱۲۴۱/۵۹ ^{bc}	۱۲۴۸/۴ ^{bc}	۱۲۷۰/۷۷ ^{ab}	۱۲۹۷/۹۶ ^a	۱۲۷۲/۸۶ ^{ab}	۱۲۱۴/۵۲ ^c	افزایش وزن (گرم)
۰/۳۵	۰/۰۹۴	۰/۳۷	۱۲/۷۱	۱۹۴۳	۱۹۴۱	۱۹۵۶	۱۹۷۷	۱۹۶۵	۱۹۶۲	مصرف خوراک (گرم)
۰/۰۰۲	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۰۱۷	۱/۵۷ ^{ab}	۱/۵۵ ^b	۱/۵۴ ^b	۱/۵۳ ^b	۱/۵۵ ^{ab}	۱/۶۲ ^a	ضریب تبدیل خوراک

c-a: اختلاف میانگین‌ها در هر ردیف با حروف متفاوت، معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).



شکل ۱. منحنی پاسخ افزایش وزن جوجه خروس‌های گوشتی راس ۳۰۸ به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم در ۱۵-۳۰ روزگی



شکل ۲. منحنی پاسخ ضریب تبدیل جوجه خروس‌های گوشتی راس ۳۰۸ به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم در ۱۵-۳۰ روزگی

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

تأثیر سطوح افزایشی ال-لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در دوره رشد

تأثیر سطوح مختلف لوسین قابل هضم بر درصد لاشه، عضله سینه، روده کوچک، روده کور، چربی حفره بطنی، و پانکراس در جدول (۳) گزارش شده است. وزن نسبی لاشه جوجه‌های که جیره‌های حاوی ۱/۷۳ و ۱/۸۳ درصد لوسین قابل هضم را دریافت کردند بیش‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه شد ($P < 0/05$). روند پاسخ وزن نسبی لاشه به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم درجه دو شد و برآزش معادله درجه دو ($R^2 = 0/79$) به داده‌های وزن نسبی لاشه در سطح ۹۵ درصد از حداکثر پاسخ، نیاز لوسین قابل هضم، ۱/۷۳۵ درصد برآورد شد. با برآزش داده‌های وزن نسبی عضله سینه در مدل خط شکسته ($R^2 = 0/77$) و درجه دو - خط شکسته ($R^2 = 0/74$) نیاز لوسین قابل هضم به ترتیب با ۱/۷۳ و ۱/۷۷ درصد لوسین به برآورد شد (شکل ۴).

تأثیر سطوح مختلف لوسین قابل هضم بر درصد لاشه در سطح ۹۵ درصد از حداکثر پاسخ، نیاز لوسین قابل هضم ۱/۷۲۴ درصد برآورد شد. با برآزش داده‌های وزن نسبی لاشه در مدل خط شکسته ($R^2 = 0/65$) و مدل درجه دو - خط شکسته ($R^2 = 0/59$)، نیاز لوسین قابل هضم به ترتیب با ۱/۷۳ و ۱/۷۶ درصد برآورد شد (شکل ۳). وزن نسبی عضله سینه جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۱/۷۳، ۱/۸۳، ۱/۹۳ و ۲/۰۳ درصد لوسین قابل هضم بیش‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه شد ($P < 0/05$). روند پاسخ وزن نسبی عضله سینه به

وزن نسبی بال‌ها و کبد تحت تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره قرار نگرفت (جدول ۳). روند پاسخ وزن نسبی روده کوچک و پانکراس به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم درجه دو شد و جوجه‌های که با جیره‌های حاوی ۱/۷۳ و ۱/۸۳ درصد لوسین قابل هضم تغذیه شده بودند، وزن نسبی روده کوچک و پانکراس بیش‌تری نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه داشتند ($P < 0/05$). با افزایش سطح لوسین جیره، وزن نسبی چربی حفره بطنی به‌طور خطی کاهش یافت ($P < 0/05$).

جدول ۳. تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره بر وزن نسبی (درصد) اجزای لاشه و اندام‌های گوارشی جوجه خروس‌های گوشتی (۳۰ روزگی)

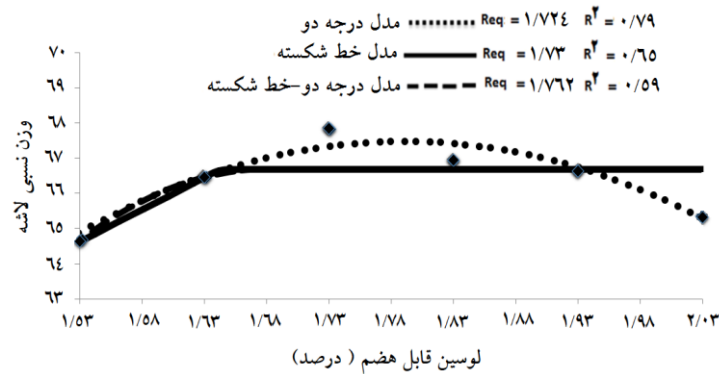
لوسین (درصد)	لاشه	ران و ساق	سینه	بال‌ها	کبد	روده کوچک	روده کور	چربی بطنی	پانکراس
۱/۵۳	۶۴/۶۴ ^c	۲۰/۱۳	۲۵/۱۰ ^c	۵/۵۲	۲/۱۰	۲/۷۱ ^b	۰/۸۵ ^a	۱/۱۹ ^c	۰/۲۴ ^c
۱/۶۳	۶۶/۴۶ ^{abc}	۱۹/۶۹	۲۶/۰۳ ^{bc}	۵/۶۰	۲/۱۳	۲/۶۹ ^b	۰/۸۴ ^a	۱/۱۶ ^{bc}	۰/۲۶ ^{abc}
۱/۷۳	۶۷/۸۴ ^a	۲۰/۲۳	۲۷/۴۷ ^a	۵/۵۷	۲/۲۶	۲/۹۷ ^a	۰/۷۹ ^{ab}	۱/۰۹ ^{abc}	۰/۲۸ ^a
۱/۸۳	۶۶/۹۴ ^a	۲۰/۹۶	۲۷/۶۱ ^a	۵/۷۲	۲/۳۸	۳/۰۲ ^a	۰/۶۶ ^b	۱/۰۰ ^{ab}	۰/۲۸ ^{ab}
۱/۹۳	۶۶/۶۳ ^{abc}	۲۰/۳۵	۲۶/۶۷ ^{ab}	۵/۶۱	۲/۰۸	۲/۸۳ ^{ab}	۰/۷۴ ^{ab}	۰/۹۸ ^{ab}	۰/۲۵ ^{bc}
۲/۰۳	۶۵/۳۳ ^{bc}	۲۰/۰۸	۲۶/۴۵ ^{ab}	۵/۵۱	۲/۱۲	۲/۷۳ ^b	۰/۸۱ ^a	۰/۹۴ ^a	۰/۲۵ ^{bc}
SEM	۰/۹۱	۰/۳۲	۰/۵۹	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۱
P-Values									
Anova	۰/۰۱۶	۰/۱۴	۰/۰۰۲۲	۰/۹۵	۰/۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۶	۰/۰۲۹	۰/۰۲۷
خطی	۰/۵۸	۰/۳۷	۰/۰۲	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۲۷	۰/۰۸	۰/۰۰۰۷	۰/۸۷
درجه دو	۰/۰۰۰۷	۰/۲۱	۰/۰۰۰۴	۰/۴۴	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۷	۰/۷۰	۰/۰۰۲۷

a-c: اختلاف میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت، معنی‌دار هستند ($P < 0/05$).

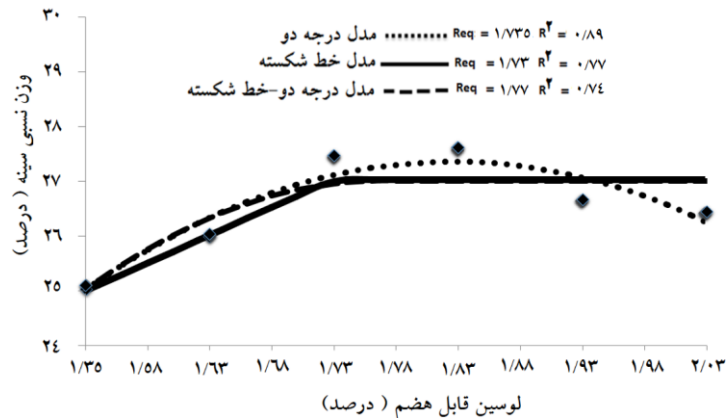
تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

حسین محمدزاده کراتی، محمدحسین شهیر



شکل ۳. منحنی پاسخ وزن نسبی لاشه جوجه خروس‌های گوشتی راس ۳۰۸ به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره طی ۱۵-۳۰ روزگی



شکل ۴. منحنی پاسخ وزن نسبی عضله سینه جوجه خروس‌های گوشتی راس ۳۰۸ به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره طی ۱۵-۳۰ روزگی

افزایشی لوسین قابل هضم جیره مشاهده شد. سطح اسید اوریک سرم جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۱/۷۳، ۱/۸۳ و ۱/۹۳ کم‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه بود ($P < 0.05$). روند پاسخ سطح اسید اوریک سرم به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم دو شد و با برآزش معادله درجه دو به سطوح اسید اوریک، کم‌ترین میزان اسید اوریک سرم با سطح ۱/۸۶ درصد لوسین قابل هضم تعیین شد و در ۹۵ درصد از این پاسخ، بهترین سطح لوسین قابل هضم براساس سطح اسید اوریک سرم، ۱/۷۷ درصد برآورد شد.

پروتئین تام و گلوبولین سرم تحت تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره قرار نگرفت، اما تمایل به معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۴). هورمون ترایدوتیرونین یا تیروکسین (T4) تحت تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره قرار نگرفت، اما هورمون تری‌یدوتیرونین (T3) سرم جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۱/۸۳ و ۱/۹۳ درصد لوسین قابل هضم بیش‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه بود ($P < 0.05$) و روند پاسخ خطی و درجه دو برای سطح هورمون تری‌یدوتیرونین (T3) سرم در برابر سطوح

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

تأثیر سطوح افزایشی ال- لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در دوره رشد

جدول ۴. تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره بر خصوصیات بیوشیمیایی خون و هورمون‌های تیروئید جوجه خروس‌های گوشتی در سن ۳۰ روزگی

T ₄ (نانوگرم/میلی لیتر)	T ₃ (نانوگرم/میلی لیتر)	تری گلیسرید (میلی گرم/دسی لیتر)	گلوکز (میلی گرم/دسی لیتر)	اسید اوریک (میلی گرم/دسی لیتر)	گلوبولین‌ها (گرم/دسی لیتر)	آلبومن (گرم/دسی لیتر)	پروتئین (گرم/دسی لیتر)	لوسین (درصد)
۲۶/۳۳	۱/۹۵ ^c	۳۷/۵۰ ^b	۳۰۲/۰۰ ^b	۵/۸۷ ^b	۱/۸۴	۱/۸۷	۳/۷۱	۱/۵۳
۲۳/۵۰	۲/۰۵ ^c	۳۶/۷۰ ^b	۲۹۰/۷۵ ^{ab}	۵/۲۱ ^{ab}	۱/۸۰	۱/۹۰	۳/۷۰	۱/۶۳
۲۲/۳۱	۲/۱۳ ^{bc}	۳۳/۱۰ ^{ab}	۲۸۱/۷۰ ^{ab}	۴/۹۵ ^a	۱/۸۸	۱/۹۵	۳/۸۳	۱/۷۳
۲۲/۲۹	۲/۴۷ ^a	۳۰/۴۰ ^a	۲۷۴/۳۸ ^a	۴/۷۸ ^a	۱/۹۴	۱/۹۹	۳/۹۳	۱/۸۳
۲۶/۰۰	۲/۳۶ ^{ab}	۲۸/۵۰ ^a	۲۷۰/۵۰ ^a	۴/۹۰ ^a	۱/۹۲	۱/۹۴	۳/۸۷	۱/۹۳
۲۷/۰۰	۲/۱۵ ^{bc}	۲۸/۰۰ ^a	۲۶۷/۷۵ ^a	۵/۳۶ ^{ab}	۱/۸۱	۱/۸۸	۳/۶۹	۲/۰۳
۲/۲۶	۰/۰۰۸۸	۱/۷۶	۷/۳۱	۰/۲۳	۰/۰۴۳	۰/۰۳۴	۰/۰۶۶	SEM
P-Values								
۰/۷۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۳۸	۰/۰۲۴	۰/۱۰	۰/۱۲۷	۰/۰۵۳	Anova
۰/۲۶۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۸۴	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۵۹	خطی
۰/۰۴	۰/۰۱۲۷	۰/۶۴	۰/۳۹۴	۰/۰۰۲۵	۰/۰۵۴	۰/۰۰۹	۰/۰۴۷	درجه دو

a-c: اختلاف میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت، معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

دوره پرورش نسبت به سطوح افزایشی لوسین در دوره رشد با استفاده از مدل خط شکسته و مدل درجه دو-خط شکسته به ترتیب ۱/۷۲ و ۱/۷۳ درصد لوسین قابل هضم در جیره رشد برآورد شد ($R^2=۰/۸۸$).

وزن نسبی لاشه پایان دوره پرورش جوجه‌های که با جیره‌های حاوی ۱/۷۳ و ۱/۸۳ درصد لوسین قابل هضم در دوره رشد دریافت کرده بودند بیش‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه بود ($P<۰/۰۵$). روند پاسخ وزن نسبی لاشه پایان دوره پرورش به سطوح افزایشی لوسین جیره در دوره رشد درجه دو شد و برازش داده‌های وزن نسبی لاشه پایان دوره پرورش به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم در دوره رشد، نیاز لوسین قابل هضم دوره رشد ۱/۷۵ برآورد شد و با ۹۵ درصد این پاسخ، سطح بهینه لوسین قابل هضم در دوره رشد برای دستیابی به وزن لاشه بالاتر در پایان دوره پرورش با ۱/۶۶ درصد لوسین قابل هضم جیره برآورد شد.

وزن زنده و خوراک مصرفی در کل دوره پرورش تحت تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم دوره رشد قرار نگرفت، اما اختلاف وزن زنده پایان دوره جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱/۷۳ درصد لوسین قابل هضم نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه قابل توجه بود (جدول ۵؛ $P<۰/۰۵۲$). ضریب تبدیل خوراک جوجه‌هایی که جیره‌های حاوی ۱/۷۳ و ۱/۸۳ درصد لوسین قابل هضم را در دوره رشد دریافت کرده بودند نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره پایه، بهتر بود ($P<۰/۰۵$). روند پاسخ معیار ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرورش به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم در دوره رشد درجه دو شد. برازش معادله درجه دو ($R^2=۰/۹۹۵$) به داده‌های ضریب تبدیل خوراک کل دوره پرورش، نیاز بهینه لوسین قابل هضم در دوره رشد، ۱/۶۸۶ (در سطح ۹۵ درصد از پاسخ حداکثر) درصد برآورد شد. برازش داده‌های ضریب تبدیل خوراک پایان

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

جدول ۵. تأثیر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره در دوره رشد بر عملکرد رشد، وزن نسبی لاشه، برخی از اجزای سیستم گوارشی و چربی حفره بطنی جوجه‌های گوشتی نر در کل دوره پرورش (۱ تا ۴۲ روزگی)

لوسین (درصد)	وزن زنده ۴۲ روزگی (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	لاشه (درصد)	سینه (درصد)	ران و ساق (درصد)	بال‌ها (درصد)	کبد (درصد)	روده کوچک (درصد)	چربی بطنی (درصد)	پانکراس (درصد)
۱/۵۳	۲۹۶۵/۶۷	۵۲۹۴/۲۲	۱/۷۸۵ ^b	۶۸/۴۸ ^c	۲۷/۵۵ ^b	۲۰/۹۶	۵/۳۱	۲/۱۵	۲/۰۳	۱/۳۶ ^a	۰/۱۸۴
۱/۷۳	۳۰۱۶/۶۷	۵۱۸۵/۱۲	۱/۷۱۹ ^a	۷۱/۳۲ ^{ab}	۲۹/۰۹ ^{ab}	۲۰/۸۷	۵/۵۵	۱/۹۳	۲/۱۵	۱/۲۵ ^{ab}	۰/۱۷۸
۱/۸۳	۳۰۰۰/۳۳	۵۱۷۳/۰۸	۱/۷۲۵ ^a	۷۱/۹۱ ^a	۲۹/۹۵ ^a	۲۰/۷۱	۵/۶۱	۱/۹۴	۲/۲۱	۱/۱۲ ^b	۰/۲۰۲
۱/۹۳	۲۹۹۵/۱۷	۵۲۲۴/۴۰	۱/۷۴۴ ^{ab}	۶۹/۳۰ ^{bc}	۲۸/۵۷ ^{ab}	۲۰/۵۷	۵/۵۳	۱/۹۶	۲/۱۱	۱/۰۵ ^b	۰/۲۰۸
SEM	۲۴/۰۳	۴۳/۴۴	۰/۱۰۵۸	۰/۵۸	۰/۷۲	۰/۶۵	۰/۱۱	۰/۰۵۹	۰/۰۷۸	۰/۰۷۸	۰/۰۰۹
P-Value											
Anova	۰/۰۵۲	۰/۲۳	۰/۰۳۷	۰/۰۲۸	۰/۰۲	۰/۹۳	۰/۲۷	۰/۰۵۷	۰/۵۵	۰/۰۴۲	۰/۰۷۳
خطی	۰/۵۱	۰/۲۷	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۰۹۷	۰/۵۳	۰/۱۵	۰/۰۶۲	۰/۴۶	۰/۰۰۵	۰/۰۲۴
درجه دو	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷۹	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۰۶۰	۰/۲۲	۰/۸۱	۰/۴۶

a-b: اختلاف میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت، معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

سطوح افزایشی لوسین قابل هضم در دوره رشد، سبب کاهش خطی درصد چربی حفره بطنی در کل دوره پرورش شد ($R^2=۰/۹۷$; $P<۰/۰۰۵$).

بحث

نتایج پاسخ‌های افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، وزن نسبی لاشه و عضله سینه به سطوح لوسین قابل هضم جیره رشد مثبت و معنی‌دار شد و سطح بهینه لوسین قابل هضم جیره دوره رشد برای هر یک از صفات فوق به ترتیب ۱/۷۰، ۱/۷۲، ۱/۷۲۴ و ۱/۷۳۵ درصد برآورد شد (شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴)، که با نتایج برخی از پژوهش‌ها در سال‌های اخیر که با استفاده از جیره‌های حاوی سطوح لوسین بالاتر از حد احتیاجات انجام‌شده، مطابقت دارد [۵ و ۶]. در پژوهشی با افزودن ۰/۵ و ۰/۶۷ درصد لوسین سنتتیک (جیره‌ها حاوی ۲/۱۸ و ۲/۳۴ درصد لوسین) به جیره‌های حاوی ۱۸ و ۲۰ درصد پروتئین خام در دوره رشد جوجه گوشتی مشخص شد که لوسین مازاد نه تنها

برازش داده‌های وزن نسبی لاشه پایان دوره پرورش به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره‌های استفاده شده در دوره رشد با مدل خط شکسته و درجه دو-خط شکسته به ترتیب ۱/۷۲ و ۱/۷۳ درصد لوسین قابل هضم جیره رشد برآورد شد (به ترتیب $R^2=۰/۵۲$ و $R^2=۰/۵۳$). روند پاسخ وزن نسبی عضله سینه تا ۴۲ روزگی به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم جیره در دوره رشد، درجه دو شد. برازش معادله درجه دو ($R^2=۰/۸۵۶$) به داده‌های وزن نسبی عضله سینه تا ۴۲ روزگی در برابر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم در دوره رشد در سطح ۹۵ درصد از پاسخ حداکثر، نیاز بهینه لوسین قابل هضم جیره دوره رشد براساس وزن نسبی عضله سینه پایان دوره پرورش، ۱/۶۹ درصد برآورد شد. برازش داده‌های وزن نسبی عضله سینه پایان دوره پرورش نسبت به سطوح افزایشی لوسین قابل هضم در دوره رشد، با مدل خطی و درجه دو-خط شکسته به ترتیب ۱/۷۵ و ۱/۸۲ درصد برآورد شد (به ترتیب $R^2=۰/۶۹$ و $R^2=۰/۶۸۵$).

تولیدات دامی

تأثیر سطوح افزایشی ال-لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در دوره رشد

سن ۲۱ روزگی، به‌طور معنی‌داری افزایش یافته بود [۵]. افزایش سطح لوسین جیره (از ۱/۳۷ به ۲/۱۷ درصد)، سنتز پروتئین در بافت روده را از طریق افزایش بیان فاکتورهای ترجمه mTOR و S6K₁ در ژرژونوم و ایلنوم افزایش داد [۵]. علاوه‌براین، مشخص شده است که لوسین به‌عنوان یک تنظیم‌کننده در توسعه روده کوچک، بیان ژن ناقل‌های روده، کنش‌های سیستم ایمنی و در نتیجه در سلامت دستگاه گوارش نقش دارد [۲۱]. پاسخ وزن روده کوچک به افزایش سطوح لوسین قابل هضم ایلنومی استاندارد شده در این مطالعه نشان می‌دهد که یکی از بافت‌های هدف مهم برای لوسین، بافت روده می‌باشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در سنین ۳۰-۱۵ و پایان دوره آزمایش، ممکن است ناشی از بهبود عملکرد و سلامت روده در پرندگان تغذیه‌شده با سطوح ۱/۷۳، ۱/۸۳ و ۱/۹۳ درصد لوسین قابل هضم باشد.

برخی از پژوهش‌های انجام‌شده با استفاده از بتا-هیدروکسی بتا-متیل بوتیرات (یکی از متابولیت‌های لوسین) در تغذیه جوجه‌های گوشتی، افزایش سرعت رشد، افزایش وزن نسبی لاشه، عضله سینه و کاهش تلفات را گزارش کردند [۱۶ و ۲۰]. در مطالعه‌ای افزودن ۰/۰۱ درصد بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات از ۲۱-۰ روزگی سبب افزایش وزن نسبی عضله سینه و سطح ۰/۰۳ درصد بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات باعث افزایش وزن در سن ۴۲ روزگی شد. جیره‌های حاوی بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات به‌طور معنی‌داری، تلفات کم‌تری داشتند [۱۶]. در مطالعه دیگری، بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات سبب افزایش وزن زنده، رشد عضله سینه و کاهش چربی حفره بطنی در پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی) گردید [۲۰]. هم‌چنین در پژوهشی وزن بیش‌تر جوجه‌های یک روزه حاصل از تزریق بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات در درون تخم‌مرغ را به افزایش تکثیر و تمایز اینتروسایت‌های

تأثیر منفی بر افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک نداشت، بلکه جیره‌ی حاوی ۲۰ درصد پروتئین و ۲/۳۴ درصد لوسین، باعث افزایش ۹ درصدی وزن نسبی عضله سینه گردید [۷].

افزایش عملکرد وزن زنده، درصد لاشه و عضله سینه ممکن است به‌دلیل تحریک سنتز پروتئین از طریق فعالیت پروتئین‌های دخیل در فرایند ترجمه و یا محدود کردن تجزیه پروتئین در یاخته‌های عضلانی باشد [۲۷ و ۳۱]. در پژوهشی روی جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین (۱-۱۴ روزگی) با جیره‌های حاوی سه سطح لوسین (۱/۴۳، ۱/۷۳ و ۲/۰۳) مشخص شد که سطوح بالاتر لوسین جیره، سبب تنظیم افزایشی بیان و فسفریلاسیون پروتئین‌های mTOR، S6K₁ و 4E-BP₁ یاخته‌های عضله سینه می‌شود [۹]. لوسین از طریق مسیر mTOR و با فسفریلاسیون پروتئین‌های پایین‌دست شامل S6K₁ و 4E-BP₁ سبب افزایش سنتز پروتئین در بافت پوششی روده جوجه‌های گوشتی شد [۲۵ و ۳۱]. هم‌چنین بهبود عملکرد رشد و ضریب تبدیل در این مطالعه ممکن است ناشی از بهبود عملکرد دستگاه گوارش از طریق حفظ سلامت و یکپارچگی روده کوچک با بهبود اتصالات محکم بین یاخته‌های بافت پوششی [۵ و ۲۲]، افزایش تکثیر یاخته‌های بافت پوششی و افزایش ارتفاع پرز روده کوچک [۵، ۲۱ و ۲۲] باشد. برخی پژوهش‌های سال‌های اخیر با جیره‌های حاوی سطوح مازاد بر نیاز لوسین، بهبود افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک و وزن لاشه جوجه‌های گوشتی را گزارش کردند و بهبود این صفات را به نقش لوسین در حفظ سلامت دستگاه گوارش نسبت داده‌اند [۵ و ۶]. طول پرزهای ژرژونوم و ایلنوم در سن ۷ و ۱۴ روزگی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی ۲/۱۷ درصد لوسین قابل هضم بیش‌تر از ۱/۳۷ درصد بود و نسبت طول پرز به عمق کریپت ناحیه دودنوم و ژرژونوم در

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

کردند. در این آزمایش، حتی بالاترین سطح یعنی افزودن ۰/۵ درصد لوسین افزودنی به جیره پایه یا جیره حاوی ۲/۰۳ درصد لوسین قابل هضم، تأثیر منفی بر میزان مصرف خوراک و عملکرد رشد و لاشه نداشت. از این رو، می‌توان نتیجه گرفت که در جیره عملی با سطوح لوسین استفاده شده در این پژوهش اثر آنتاگونیسم بین اسیدهای آمینه شاخه‌دار که پیش از این گزارش شده [۱۱ و ۱۳] رخ نداده است. این یافته با نتایج برخی از پژوهش‌ها [۳، ۴ و ۲۶] مطابقت دارد که اثر آنتاگونیسم سطوح بالای لوسین را در جیره‌های بر پایه مواد خوراکی مرسوم همراه با تأمین نیاز ایزولوسین و والین گزارش نکردند [۳۰ و ۲۷]. در آزمایشی روی خوک تا ۴ درصد لوسین و ۲۰ درصد پروتئین خام، کاهش معنی‌داری در افزایش وزن، خوراک مصرفی و بازده خوراک گزارش نشد [۱۱]. مطالعات دیگری با جیره حاوی ۲۲ درصد پروتئین خام و تا ۳ درصد لوسین روی جوجه‌های گوشتی، کاهش معنی‌دار در عملکرد را گزارش نکردند [۳۱].

بنابراین، بعید به نظر می‌رسد که در جیره‌های عملی با سطوح کافی پروتئین و تأمین احتیاجات اسیدهای آمینه والین و ایزولوسین در حد پیشنهاد راهنمای تغذیه سویه راس ۳۰۸، افزایش لوسین قابل هضم جیره تا ۲ درصد منجر به اثر آنتاگونیسم و تأثیر منفی بر میزان مصرف خوراک و عملکرد رشد و بازده لاشه شود. امروزه دانشمندانی که اثر اسید آمینه لوسین را روی گونه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌دهند، نقش اسید آمینه لوسین در ارتقای وضعیت آنابولیکی و سنتز پروتئین از یک طرف و کاهش عملکرد به دلیل کاهش سطح والین و ایزولوسین خون را به "پارادوکس لوسین" تعبیر می‌کنند [۲۵]. با بررسی پژوهش‌هایی که با استفاده از لوسین مازاد بر نیاز کاهش عملکرد را گزارش کردند برخی از موارد از جمله تأمین حاشیه‌ای دو اسید آمینه ایزولوسین و والین [۸]

روده کوچک نسبت دادند و جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات، در پایان هفته اول، وزن زنده، عضله سینه و سطح مقطع تارهای عضلانی بیش‌تری داشتند [۲۴]. مطالعه‌ای آزمایشگاهی با هدف بررسی تأثیر لوسین و متابولیت بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات روی ماهیچه‌های جداشده از موش‌ها و جوجه‌های گوشتی نشان داد که تأثیر لوسین در تحریک سنتز پروتئین‌های ماهیچه موش‌ها و جوجه‌های گوشتی بیش‌تر از پیشگیری از پروتئولیز ماهیچه‌ها است. برعکس اسید آمینه لوسین، متابولیت بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات به‌طور معنی‌داری سبب کاهش پروتئولیز ماهیچه‌های مورد آزمایش موش و جوجه‌های گوشتی شد [۱۹]. نقش بتا-هیدروکسی-بتا-متیل بوتیرات به‌عنوان محرک رشد را به افزایش غلظت تری‌پتیدوآمین و تیروکسین نسبت دادند. بین سرعت رشد و سطح T_3 پلازما همبستگی مثبتی وجود دارد [۱۶]. سطوح بالاتر T_3 می‌تواند تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای عضلانی و همچنین انباشت پروتئین در مایوفیبریل‌ها به‌خصوص مایوفیبریل‌های تارهای عضلانی سفید را افزایش دهد [۲۴]. در این مطالعه ارتباط بین سطوح لوسین و هورمون‌های تیروئیدی را مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد با افزایش سطح لوسین قابل هضم جیره، غلظت T_3 خون افزایش می‌یابد. افزایش سطوح لوسین قابل هضم همراه با افزایش وزن نسبی لاشه و عضله سینه در این پژوهش ممکن است به دلیل تأثیر لوسین بر غلظت T_3 خون باشد. با این حال، مکانیسم تأثیر اسید آمینه لوسین بر هورمون‌های تیروئید هنوز مشخص نشده است و نیاز به تحقیق بیش‌تر دارد [۱۶].

نتایج بهبود عملکرد رشد و صفات لاشه در این پژوهش برخلاف نتایج برخی از مطالعات گذشته است که اثر آنتاگونیسم بین اسیدهای آمینه شاخه‌دار را با افزایش سطح لوسین به جیره‌های جوجه‌های گوشتی گزارش

تأثیر سطوح افزایشی ال-لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در دوره رشد

سطح لوسین قابل هضم برای این صفت به ترتیب ۱/۷۲۴ و ۱/۷۳۵ درصد برآورد گردید که بیش‌تر از برآوردهای گذشته می‌باشد [۱۵، ۱۷ و ۱۸]. از آنجایی که بهبود وزن نسبی عضله سینه در طی دوره رشد (۳۰-۱۵ روزگی) و تا پایان دوره (۴۲ روزگی) با کاهش خطی چربی حفره بطنی در دوره رشد و در پایان دوره همراه شد، می‌توان نتیجه گرفت که در جیره‌های عملی با استفاده از سطوح بالاتر اسید آمینه لوسین می‌توان گوشت بیش‌تر به‌خصوص عضله سینه بیش‌تری را با چربی حفره بطنی کم‌تر استحصال کرد.

کاهش چربی حفره بطنی در دوره رشد (۳۰-۱۵ روزگی) و تا پایان دوره (۴۲ روزگی) نشان می‌دهد که احتمالاً اسید آمینه لوسین انرژی جیره را به سمت تولید بافت پروتئینی سوق می‌دهد. ماهیچه اسکلتی از طریق استفاده از اسیدهای چرب آزاد خون، اکسیداسیون اسیدهای چرب و استفاده از لیپیدهای بدن نقش حیاتی در هموستازی انرژی بدن ایفا می‌کند. اسید آمینه لوسین با تخصیص انرژی از سلول‌های چربی به سمت سلول‌های ماهیچه‌ای منجر به کاهش ذخیره انرژی در سلول‌های چربی و افزایش استفاده از اسیدهای چرب توسط سلول‌های ماهیچه‌ای گردید [۴ و ۳۰]. در پژوهشی با جیره‌های کم‌پروتئین، افزایش سطح لوسین جیره (۱، ۱/۴، ۱/۶ و ۱/۸ درصد) سبب کاهش خطی تری‌گلیسرید و بتا-هیدروکسی بوتیرات در جوجه خروس‌های گوشتی کاب ۵۰۰ گردید. جیره‌های کم‌پروتئین سبب افزایش چربی لاشه جوجه‌های گوشتی شد، اما مکمل‌سازی والین و لوسین سبب بهبود کیفیت لاشه و افزایش بافت لخم لاشه شد [۱۸]. لوسین از طرق فعال‌کردن پروتئین‌های دخیل در اکسیداسیون اسیدهای چرب و افزایش سنتز میتوکندری سبب افزایش مصرف انرژی در یاخته‌های ماهیچه موش‌ها شد [۳۱].

در این تحقیق تأثیر افزایش لوسین قابل هضم ایلمومی

و [۱۱]، جیره‌های با پروتئین کم‌تر از سطح پیشنهادی [۱۳ و ۱۸] و یا استفاده از جیره‌های خالص و نیمه‌خالص و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه ایزولوسین و والین به‌صورت سنتتیک برای تأمین احتیاجات این دو اسید آمینه [۸ و ۱۸] مشاهده می‌شود.

در جیره‌های کم‌پروتئین، ممکن است اسیدهای آمینه غیر ضروری جیره محدودکننده باشند. مکمل‌سازی اسید آمینه لوسین به جیره‌های با کمبود پروتئین و انرژی، علی‌رغم فعال‌شدن مسیر mTOR منجر به سنتز پروتئین نمی‌شود [۳۱]. بنابراین به‌نظر می‌رسد تحریک سنتز پروتئین توسط اسید آمینه لوسین به دسترسی همه اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری بستگی دارد و شاید این دلیلی باشد که در جیره‌های عملی با سطح کافی پروتئین و سطوح کافی اسیدهای آمینه والین و ایزولوسین اثر آنتاگونیسم بین اسیدهای آمینه شاخه‌دار با سطوح مازاد بر نیاز لوسین رخ نداده است. علاوه بر این، اسیدهای آمینه شاخه‌دار برای ورود به سلول به‌صورت فعال از طریق ترانسپورتهای مشترک با هم رقابت می‌کنند [۱۵]. از این‌رو، نحوه تأمین دو اسید آمینه والین و ایزولوسین (به‌صورت سنتتیک و یا از طریق پروتئین‌های جیره) ممکن است در نتایج پژوهش‌های مربوط به اثر لوسین تأثیر بگذارد. تأمین دو اسید آمینه ایزولوسین و والین به‌صورت سنتتیک به‌دلیل قابلیت دسترسی ۱۰۰ درصد و حضور همزمان در سطح سلول ممکن است از ورود لوسین به درون سلول (سلول‌های روده و یا سلول‌های عضلانی) ممانعت به‌عمل آورد و این ممکن است علت دیگری از اختلاف نتایج این پژوهش با پژوهش‌های باشد که برای تأمین دو اسید آمینه ایزولوسین و والین از اسیدهای آمینه سنتتیک استفاده کردند [۸، ۱۸ و ۳۰].

در این پژوهش، وزن نسبی لاشه و عضله سینه نیز با افزایش سطح لوسین قابل هضم افزایش یافت و بهینه‌ترین

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

استاندارد شده جیره بر میانگین غلظت اسید اوریک خون معنی دار بود. در پرندگان، اسید اوریک ترکیب نیتروژن دار اصلی دفعی است و می تواند به عنوان شاخص مناسبی جهت ارزیابی استفاده از پروتئین در جیره های کم پروتئین و یا جیره های حاوی پروتئین مازاد و هم چنین برای تعیین احتیاجات اسیدهای آمینه یا کارایی استفاده از اسیدهای آمینه استفاده نمود و مشخص شده است که افزایش مصرف نیتروژن، سطح اسید اوریک خون و اسید اوریک فضولات را افزایش می دهد [۱۰]. نیاز لوسین قابل هضم براساس معیار سطح اسید اوریک خون در مدل های رگرسیونی خط شکسته، درجه دو و درجه دو-خط شکسته به ترتیب $1/663$ ، $1/77$ و $1/72$ درصد و به طور متوسط $1/72$ درصد تعیین گردید. با مدل خطی درجه دو به عنوان بهترین مدل برازش شده، بهینه ترین سطح اسید آمینه لوسین قابل هضم ایلئومی استاندارد شده در برابر سطح اسید اوریک خون، $1/77$ درصد تعیین گردید، که با سطح برآورد احتیاجات لوسین برای عضله سینه ($1/745$) مطابقت دارد. از آنجایی که افزایش سطح لوسین قابل هضم با روند کاهشی درجه دو سطح اسید اوریک خون و روند افزایشی خطی و درجه دو عضله سینه همراه شده است، می توان نتیجه گرفت کارایی استفاده از اسیدهای آمینه در جوجه های تغذیه شده با سطوح افزایشی لوسین مازاد، بهبود یافته است. هم چنین می توان نتیجه گرفت که سطح اسید اوریک شاخص قابل اعتمادی برای برآورد احتیاجات اسیدهای آمینه لوسین باشد.

مدل های آماری زیادی جهت تعیین احتیاجات اسیدهای آمینه حیوانات توسعه یافته است، اما انتخاب بهترین مدل بستگی به بهترین برازش معیار پاسخ در برابر سطوح مواد مغذی دارد [۱]. برخی از پژوهشگران مدل خط شکسته را به دلیل این که احتیاجات را با حداقل مقدار اسید آمینه و حداکثر پاسخ، بدون دخالت ملاحظات

اقتصادی و حدود اطمینان برآورد می کند و منطبق بر واقعیت و اصول نظری است، ترجیح می دهند [۱ و ۲۳]. اما شرط تطابق روش خط شکسته این است که حالت افقی (پلاتو) در بعد از نقطه شکست برقرار شود و با افزایش سطح ماده مغذی شیب خط بعد از نقطه شکست باید صفر باشد. چنانچه با افزایش سطح ماده مغذی، عملکرد حیوان از قانون بازده نزولی تبعیت کند و در بعد از نقطه شکست کاهش یابد، با مدل درجه دو بهتر می توان پاسخ را در برابر سطوح ماده مغذی برازش نمود [۱]. با توجه به مقدار ضریب تعیین به عنوان معیار نکویی برازش مدل های رگرسیونی مشخص شد که مدل رگرسیونی درجه دو بالاترین نسبت واریانس رگرسیونی از مجموع مربعات کل را نشان می دهد و لذا مدل درجه دو بهترین برازش پاسخ های مختلف را در برابر سطوح افزایشی لوسین قابل هضم ایلئومی استاندارد شده را نشان داد. با توجه به این موضوع، نیاز لوسین برای افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، بازده لاشه، وزن نسبی سینه و اسید اوریک پلاسما به ترتیب $1/70$ ، $1/72$ ، $1/724$ ، $1/735$ ، $1/77$ درصد برآورد گردید. در مجموع نتایج تحقیق حاضر تأثیر مثبت مکمل سازی ال-لوسین در دوره رشد بر عملکرد و صفات لاشه جوجه های گوشتی در دوره های رشد و پایانی را نشان می دهد. براساس تعیین نیاز با معیارهای مختلف در این پژوهش، میانگین نیاز لوسین قابل هضم جوجه خروس های راس 308 در دوره رشد، $1/72$ درصد برآورد گردید و از این رو، پیشنهاد می شود که جیره رشد جوجه خروس های راس 308 با سطح $1/72$ درصد لوسین قابل هضم تنظیم شود.

سپاسگزاری

از دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان و مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد برای در

تأثیر سطوح افزایشی ال-لوسین جیره بر عملکرد، صفات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه خروس‌های گوشتی در دوره رشد

9. Deng H, Zheng A, Liu G, Chang W, Zhan S and Cai H (2013) Activation of mammalian target of rapamycin signaling in skeletal muscle of neonatal chicks: Effects of dietary leucine and age. *Poult. Science*. 93: 114-121.
10. Donsbough AL, Powell S, Waguespack A, Bidner, TD and Southern LL (2010) Uric acid, urea, and ammonia concentrations in serum and uric acid concentration in excreta as indicators of amino acid utilization in diets for broilers. *Poultry Science*. 89: 287-294.
11. Edmonds M and Baker D (1987) Amino acid excesses for young pigs: Effects of excess methionine, tryptophan, threonine or leucine. *Jurnal Animal Science*. 1987. 64: 1664-1671.
12. Erwan E, Alimin AR, Sazili AQ and Yaakub H (2009) Effect of varying levels of leucine and energy on Performance and carcass characteristics of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*. Issue 7(7): 696-699.
13. Farran MT, Barbour EK and Ashkarian VM (2003) Effect of excess leucine in low protein diet on ketosis in 3-week-old male broiler chicks fed different levels of isoleucine and valine. *Animal Feed Science and Technology*. 103: 171-176.
14. Layman DK (2003) The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *J Nutr* 133: 261-267.
15. Leeson S and Summers JD (2001) Protein and amino acids. Pages: 102-175 in Scott's Nutrition of the chicken. 4th rev. ed. S. Leeson, and J.D. Summers, eds. University Books, Ontario, Canada.
16. Nissen S, Fuller JC, Sell J, Ferket PR and Rives DV (1994) The effect of β -hydroxy- β -methylbutyrate on growth, mortality, and carcass qualities of broiler chickens. *Poultry Science*. 73: 137-155.
17. Nutrient requirements of poultry & NRC (1994) Washington, DC: National Academy of Sciences.
18. Ospina- Rojas ICO, Murakami AM, Durarte CRA, Nascimento CR, Garca ERM, Sakamoto MI and Nunes RV (2016) Leucine and valine supplementation of low-protein diets for broiler chickens from 21 to 42 days of age. *Poultry Science*. 4: 914-92.
19. Ostaszewski P, Kostiuks, Balasińska B, Jank M, Papet M, and Glomot F (2000) The leucine metabolite 3-hydroxy-3-methylbutyrate (HMB) modifies protein turnover in muscles of laboratory rats and domestic chickens in vitro. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 84: 1-8.

اختیار قراردادن مزرعه تحقیقاتی و تأمین بخشی از امکانات آزمایشگاه و هم چنین از مدیر عامل محترم شرکت ایوانیک ایران برای انجام آنالیز اسیدهای آمینه مواد خوراکی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Aude S, Eric LG, Van P and Etienne C (2002) Estimating amino acid requirements through dose-response experiments. Technical note. Ajinomoto Eurolysine S.A.S.
2. Aviagen (2009) Ross 308 management manual. Midlothian, Scotland.
3. Barbour G and Latshaw JD (1992) Isoleucine requirement to f broiler chicks as affected by the concentrations of leucine and valine in practical diets. *British Poultry Science*. 33: 561-568.
4. Burnham D, Emmans GC and Gous RM (1992) Isoleucine requirements of the chicken: the effect of excess leucine and valine on the response to isoleucine. *British Poultry Science*. 33: 71-87.
5. Chang Y, Cai H, Liu G, Chang W, Zheng A, Zhang S, Liao R, Liu W, Li Y and Tian J (2015) Effects of dietary leucine supplementation on the gene expression of mammalian target of rapamycin signaling pathway and intestinal development of broilers. *Animal Nutrition*. 1. 1-7.
6. Chen X, Zhang Q and Applegate TJ (2016) Impact of dietary branched chain amino acids concentration on broiler chicks during aflatoxicosis. *Poultry Science*. 95: 1281-1289.
7. Choct M, Naylor A, Hutton O and Nolan J (2013) Increasing efficiency of lean tissue composition in broiler chickens; A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. 2000 Publication No 98/123.
8. D'Mello JPF (2003) Adverse Effects of Amino Acids. Pages: 125-142 in *Amino Acids in Animal Nutrition*. Amino acids in animal nutrition / edited by J.P.F. D'Mello. 2nd ed. CAB International.

20. Qiao X, Zhang HJ, Wu SG, Yue HY, Zuo JJ, Feng DY and Qi GH (2013) Effect of β -hydroxy- β -methylbutyrate calcium on growth, blood parameters, and carcass qualities of broiler chickens. *Poultry Science*. 92(3): 753759.
21. Ren M, Zhang S, Liu X, Li S, Mao X, Zeng X and Qiao SY (2016) Different lipopolysaccharide branched-chain amino acids modulate porcine intestinal endogenous -defensin expression through the Sirt1/ERK/90RSK pathway. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 64: 337-3379.
22. Ren M, Zhang SH, Zeng XF, Liu H and Qiao SY (2015) Branched-chain amino acids are beneficial to maintain growth performance and intestinal immune-related function in weaned piglets fed protein restricted diet. *Asian-australas. Journal of Animal Science*. 28: 1742-1750.
23. Sakomura NK, Gous RM, Kyriazakis I, and Hauschild I (2015) Nutritional modelling for pigs and poultry. CAB International.
24. Szczes'niak KA, Ostaszewski P, Fuller JC, Ciecierska A and Sadkowsk T (2015) Dietary supplementation of β -hydroxy-b-methylbutyrate in animals-a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 99: 405-417.
25. Vinnna D, Teodoro GFRT, Torres-Leal FL and Tirapegui J (2010) Protein synthesis regulation by leucine. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 46(1).
26. Waldroup PW, Kersey JH and Fritss CA (2002) Influence of branched-chain amino acid balance in broiler diets. *International journal of Poultry Science*. 1(5): 136-144.
27. Wolfe RR (2017) Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 14: 30. 1-7.
28. Wu G (2013) *Amino Acids: Biochemistry and Nutrition*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
29. Zeitz JO, Käding SC, Niewalda IR, Most E, Dorigam JCP, and Eder K (2019) The influence of dietary leucine above recommendations and fixed ratios to isoleucine and valine on muscle protein synthesis and degradation pathways in broilers. *Poultry Science* 0: 1-15.
30. Zhang S, Zeng X, Pen M, Mao X, and Qiao S (2017) Novel metabolic and physiological functions of branched chain amino acids: areview. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 8(10): 1-12.