

اثرات متقابل اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده و جیره‌های غذایی

با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، بازده انرژی و پروتئین،

اجزای لاشه و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

- **وجیهه نیکوفرد**
دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- **شهاب قاضی هرسینی** (نویسنده مسئول)
دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- **اکبر یعقوبفر**
استاد پژوهشی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۶

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۳۲۵۵۰۵

Email: ghazi@razi.ac.ir

چکیده

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.120279.1619

برای ارزیابی اثرات سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های غذایی با کیفیت متفاوت پروتئین، بر عملکرد، بازده انرژی و پروتئین، اجزای لاشه و ریخت‌شناسی روده باریک، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۲×۴ انجام شد. در این آزمایش از ۵۷۶ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ (بصورت مخلوط)، با ۶ تکرار (۱۲ جوجه در هر تکرار) در سه دوره پرورشی آغازین، رشد و پایانی استفاده شد. جیره‌های غذایی، شامل ذرت-کنجاله سویا (بعنوان منبع پروتئین باکیفیت بالا) و گندم-کنجاله کلزا (بعنوان منبع پروتئین با کیفیت پایین) و ۴ سطح اسیدهای آمینه کریستاله (سطح نیازمندی، صفر یا فاقد اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده، ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریئوفان) پیشنهادی راس ۳۰۸، صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از جیره غذایی تنظیم شده بر اساس کنجاله سویا و سطح نیازمندی (کنترل مثبت) نسبت به تمامی تیمارهای آزمایشی باعث افزایش انرژی و پروتئین مصرفی، خوراک مصرفی و وزن بدن در دوره پایانی شد. از طرفی نتایج نشان داد که اضافه نمودن اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی به جیره غذایی حاوی کنجاله کلزا و گندم به‌عنوان منبع پروتئین با کیفیت پایین سبب افزایش انرژی و پروتئین مصرفی، کاهش بازده انرژی و پروتئین و افزایش مصرف خوراک و وزن بدن در دوره پایانی گردید. اثرات متقابل بین جیره‌های غذایی با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله نیز سبب بروز تفاوت معنی‌دار بر اجزای لاشه و صفات ریخت‌شناسی روده نشد. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح بالاتر از تأمین نیاز پرند به‌خصوص در جیره‌های غذایی با کیفیت بالا مانند کنجاله سویا و ذرت از نظر عملکردی قابل توصیه نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای آمینه کریستاله، بازده انرژی و پروتئین، جوجه گوشتی، عملکرد

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 121 pp: 141-158

Interactive effects of crystalline amino acids supplemented and diets with different protein quality on performance, energy and protein efficiency, carcass components and intestinal morphology of broiler chickens

By: Vajiheh Nikoofard¹, Shahab Ghazi Harsini^{2*}, Akbar Yaghobfar³

1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
3. Professor, Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education, and Extension Organization, Karaj, Iran.

Received: January 2018

Accepted: March 2018

For evaluation the effects of different levels of crystalline amino acids supplemented in the diets with different protein quality on performance, energy and protein efficiency, carcass components and intestinal morphology, where, experiment conducted with completely randomized design by 2×4 factorial. In this experiment were used 576 Ross 308 (mixed) broiler chickens with 6 replicates (12 chickens per each replicate) on starter, grower and finisher periods. Experiment diets have been including maize-soybean meal (as high quality protein source) and wheat-canola meal (as low quality protein source) and four levels of crystalline amino acids (recommended levels, 0 or without supplemented crystalline amino acids, 10 and 15% higher than the recommended levels of DL-Methionine, L-Lysine, L-Threonine and L-Tryptophan) by broiler Ross 308. The results of this study showed that the use of adjusted diet based on soybean meal and the recommended level (positive control) related to other treatments, were causes to increase the energy and protein consumed and also the feed intake and body weight at finisher period. On the other hand, the results showed that adding amino acids crystalline 10 and 15% higher than the recommended levels to diet containing canola meal and wheat as a low-quality source caused an increase on energy and protein consumption, thus reduced energy and protein efficiency and an increase on feed intake and weight gain at finisher period. Interactions between diets with different protein quality and different levels of crystalline amino acids also did not show significant differences on carcass components and intestinal morphological traits. In this experiment shown that crystalline amino acids higher than the recommended levels did not suggestion in the diets with high quality (as maize-soybean meal) for broiler performance

Key words: Broiler, Crystalline Amino Acids, Energy and Protein Efficiency, Performance

مقدمه

محیط هستند. در شرایطی که اسیدهای آمینه موجود در ساختار پروتئین‌هایی نظیر کنجاله سویا دارای گوارش‌پذیری حدود ۷۵ تا ۸۵ درصد بوده و مازاد آن به محیط زیست دفع می‌گردند، بنابراین به نظر می‌رسد که اسیدهای آمینه آزاد موجود در جیره خوراکی اثرات مفید و مشخصی دارند. در حالی که تمام اسیدهای آمینه موجود در منابع پروتئینی جیره‌های غذایی طی مراحل هضم نیازی

امروزه متخصصان تغذیه استفاده از منابع کریستاله متیونین و لیزین و در برخی شرایط ویژه ترئونین و تریپتوفان را به عنوان اجزای جیره مورد توجه قرار می‌دهند (Han و Lee، ۲۰۰۰؛ Bregendahl، ۲۰۰۱؛ Kerr، ۲۰۰۶؛ Kanduari و همکاران، ۲۰۱۲). فرض بر این است که اسیدهای آمینه کریستاله نزدیک به ۱۰۰ درصد مورد استفاده قرار می‌گیرند و فاقد اتلاف به

را جبران نمود (ساکی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه مطالب فوق ساختار فیزیکیوشیمیایی پروتئین کنجاله دانه‌های روغنی و مواد ضد تغذیه‌ای این کنجاله‌ها سبب ارزش غذایی متفاوت بخصوص از لحاظ کیفیت پروتئین می‌شوند. در نتیجه استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله و نحوه تنظیم این اسیدهای آمینه در جیره غذایی می‌تواند در توازن اسیدهای آمینه جیره‌های آزمایشی بر مقدار مورد نیاز و عملکرد جوجه‌های گوشتی اثر گذار باشد. این تحقیق به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های دارای منابع پروتئینی با کیفیت متفاوت شامل کنجاله سویا (به‌عنوان منبع پروتئین باکیفیت بالا) و کنجاله کلزا (به‌عنوان منبع پروتئین با کیفیت پایین) بر عملکرد، بازده انرژی و پروتئین، خصوصیات لاشه و ریخت‌شناسی روده صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۵۷۶ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دوجنس) در ۸ تیمار، ۶ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار اختصاص دادند. این آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل ۲×۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا) و سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) (کنترل مثبت)، ۲- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا و سطح صفر درصد اسیدهای آمینه کریستاله (کنترل منفی)، ۳- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا و سطح ۱۰ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی، ۴- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا و سطح ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی، ۵- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا) و سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله، ۶- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین و سطح صفر درصد اسیدهای آمینه کریستاله، ۷- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین و سطح ۱۰ درصد بالاتر از نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله، ۸- جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین و سطح ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی بودند.

به آزاد شدن ندارند، زیرا به‌صورت پپتید جذب می‌شوند. در واقع جذب اسیدهای آمینه به‌صورت پپتید ممکن است نسبت به فرآوری اسیدهای آمینه آزاد در دستگاه گوارش برای پرند مفید باشد (Bregendahl, ۲۰۰۱؛ Lemme و همکاران، ۲۰۰۵). چنانچه مقدار اسیدهای آمینه کریستاله در جیره غذایی بیشتر از حد مجاز باشد، تأمین ازت به شکل پروتئین دست نخورده با اسیدهای آمینه جیره‌ای محدود می‌شود. در نتیجه نه تنها پروتئین خام کاهش می‌یابد بلکه اسیدهای آمینه محدودکننده در حداقل ممکن قرار می‌گیرند (Han و Lee، ۲۰۰۰؛ Nonis و Gous، ۲۰۰۶؛ Namroud و همکاران، ۲۰۰۸). تغییر در منابع پروتئینی بر گوارش‌پذیری پروتئین اثر می‌گذارد و این تنوع هضم بر سرعت جذب اسیدهای آمینه از دستگاه گوارش مؤثر است (Bryden و Li، ۲۰۰۴؛ Bryden و همکاران، ۲۰۰۹). مزیت مهم استفاده از اسیدهای آمینه قابل هضم در تنظیم جیره‌ها، امکان افزایش سطح نفوذ اجزاء خوراک (به‌طور جزئی‌تر، منابع پروتئینی با کیفیت پایین) در جیره‌های طیور است، که این تأثیر، باعث بهبود دقت تنظیم جیره و پیشگویی بهتر از عملکرد پرند، خواهد شد. نتایج یک سری از مطالعات که بر روی کنجاله کانولا، انجام شده است، تأثیرات مفید استفاده از مقادیر قابل هضم اسیدهای آمینه در تنظیم جیره جوجه‌های گوشتی را تأیید کرده است که باعث افزایش سطح نفوذ منابع پروتئینی با کیفیت پایین می‌شود (Bryden و Li، ۲۰۰۴؛ Bryden و همکاران، ۲۰۰۹). این مطالعات گزارش کردند که استفاده از جیره‌های حاوی کنجاله کانولا، بر اساس اسید آمینه کل در جوجه‌های گوشتی به‌صورت معنی‌داری افزایش وزن و بازده خوراک را کاهش داد و متوازن نمودن جیره با اسید آمینه قابل هضم امکان برآوردن نیازهای اسید آمینه‌ای پرند را افزایش داده و باعث افزایش صفات عملکردی گردید (Bryden و Li، ۲۰۰۴؛ Bryden و همکاران، ۲۰۰۹). گزارشات نشان دادند که قابلیت هضم اسیدهای آمینه کنجاله کلزا کمتر از کنجاله سویا هست که در صورت محدود بودن اسیدهای آمینه ضروری، باعث کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی خواهد شد، که توصیه شده است با استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله (مصنوعی) این نقیصه

جهت مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی روده، پس از کشتار یک قطعه پرنده از هر تکرار در ۴۲ روزگی، از ژژنوم (حدود ۲ سانتی‌متر مانده به زائده مکل) نمونه‌گیری و در فرمالین ۱۰٪ به‌عنوان تثبیت‌کننده قرارگرفت و نهایتاً بعد از انجام مراحل مختلف قالب‌گیری (آب‌گیری و شفاف‌کردن)، توسط دستگاه میکروتوم برش‌هایی به قطر ۵ میکرومتر از بافت‌ها تهیه و روی لام قرار داده‌شد. سپس نمونه‌ها توسط آمیزه‌ای از هماتوکسیلین و اتوزین رنگ‌آمیزی و لامل‌گذاری شدند. در نهایت پارامترهای عمق کریپت، ارتفاع پرز و پهنای پرز در روده و در ۴ زمینه از هر مقطع بافتی لام برحسب میکرومتر با استفاده از میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری گردید.

کلیه داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۴) و رویه GLM با توجه به مدل آماری تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شدند. مدل آماری طرح به شرح ذیل است:

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

Y_{ijk} = مقدار مشاهده مربوط به سطح i فاکتور A و سطح j فاکتور B در تکرار k ، μ = اثر میانگین، A_i = اثر سطح i فاکتور A (کیفیت پروتئین جیره غذایی)، B_j = اثر سطح j فاکتور B (سطح اسید آمینه کریستاله)، AB_{ij} = برهم‌کنش دو فاکتور A و B ، e_{ijk} = اشتباه آزمایشی است.

جیره‌های آزمایشی بر اساس جداول نیازمندی سویه راس ۳۰۸ (۲۰۱۴) و با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی UFFDA (نسخه ۱ سال ۲۰۰۲) برای سه دوره پرورش شامل آغازین (۱۴-۱ روزگی)، رشد (۲۸-۱۵ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۹ روزگی) با استفاده از اسید آمینه قابل هضم ایلنومی (IDAA^۱) تنظیم گردید (جدول ۲). قبل از تنظیم جیره‌های آزمایشی مواد خوراکی مورد استفاده (ذرت، گندم، کنجاله سویا و کنجاله کلزا) از لحاظ ترکیبات شیمیایی پایه مطابق با روش‌های AOAC (۲۰۰۵) مورد آنالیز و پروفیل اسیدهای آمینه با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی با عملکرد بالا (HPLC^۲) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). مدیریت پرورش جوجه در سالن بر اساس دفترچه راهنمای سویه راس ۳۰۸ (۲۰۱۴) انجام شد. صفات عملکردی شامل خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی به‌صورت هفتگی با توزین تلفات سالن به‌صورت روزانه، رکورددرداری شد. برای بررسی صفات لاشه، یک قطعه جنس نر از هر تکرار (جمعاً ۶ قطعه از هر تیمار) کشتار گردید. سپس وزن لاشه شکم خالی، همچنین وزن ران، سینه، قلب، کبد، سنگدان، پانکراس، تیموس، بورس فابریسیوس، طحال، کل روده و چربی محوطه بطنی جهت تعیین وزن نسبی این اندام‌ها به‌عنوان پارامترهای تفکیک لاشه اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبه راندمان انرژی قابل متابولیسم و پروتئین مصرفی پرنده در پایان دوره پرورش از شاخص‌های بازده انرژی و بازده پروتئین مطابق فرمول‌های زیر استفاده شد (یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Kamran و همکاران، ۲۰۰۸).

مقدار پروتئین خوراک × گرم خوراک مصرفی در هر دوره = گرم پروتئین مصرفی

میزان انرژی جیره در آن دوره × مقدار خوراک مصرفی در آن دوره = انرژی مصرفی در هر دوره (کیلوکالری)

(گرم افزایش وزن/کل انرژی قابل متابولیسم مصرفی) = بازده

انرژی (گرم افزایش وزن/گرم پروتئین مصرفی) = بازده پروتئین

¹ Ileal Digestible Amino Acids

² High Performance Liquid Chromatography

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی و پروفیل اسیدهای آمینه (درصد):

اقدام خوراکی	ذرت	گندم	کنجاله سویا	کنجاله کلزا
ماده خشک	۸۹	۹۳/۲	۹۳/۲۷	۹۳/۴۶
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/g)	۳/۳۶	۳/۱۸	۲/۳۸	۲/۰۲
پروتئین خام	۸/۷	۱۲	۴۵/۱۱	۳۹/۵۸
چربی خام	۳/۰۳	۱/۲۵	۱/۳۴	۳/۵۳
اسیدهای آمینه (قابل هضم)				
متیونین	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۶۰	۰/۶۲
لیزین	۰/۲۳	۰/۳۳	۲/۷	۲/۲۰
ترئونین	۰/۲۵	۰/۳۳	۱/۶۱	۱/۴۷
تریپتوفان	۰/۰۵	۰/۱۶	۰/۶۶	۰/۳۵
تیروزین	۰/۲۸	۰/۴۰	۱/۷۱	۰/۸۲
لوسین	۰/۹۳	۰/۸۷	۳/۳	۲/۳۸
ایزولوسین	۰/۲۶	۰/۵۳	۱/۸۰	۱/۳
هیستیدین	۰/۲۱	۰/۲۰	۱/۱۶	۰/۹۷
فنیل آلانین	۰/۳۵	۰/۶۷	۱/۹۸	۱/۲۴
آرژنین	۰/۳۶	۰/۵۲	۳/۲۳	۲/۰۴
والین	۰/۳۶	۰/۵۷	۱/۸۵	۱/۶۵

جدول ۲- اجزای جیره‌های غذایی پایه بر اساس (ذرت و کنجاله سویا) و (گندم و کنجاله کلزا):

پایانی (۲۹-۴۲) روزگی		رشد (۱۵-۲۸) روزگی		آغازین (۱-۱۴) روزگی		اجزای جیره‌های غذایی
جیره ۲	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۱	
۵۱/۲۴	۶۴/۶۵	۴۸/۷۴	۵۷/۲۹	۴۸/۶۴	۵۳/۴۱	ذرت
-	۲۹/۴۳	۱۰	۳۶/۴۰	۱۹/۴۵	۴۰/۰۹	کنجاله سویا
۱۰	-	۸	-	۵	-	گندم
۳۱/۴۴	-	۲۶/۱۶	-	۲۰	-	کنجاله کلزا
۳/۴۷	۱/۸۹	۳/۰۶	۲/۲۵	۲/۴۶	۲/۰۸	روغن سویا
۰/۹۱	۱/۲۰	۰/۹۴	۱/۱۷	۱/۰۷	۱/۲۴	سنگ آهک
۱/۵۵	۱/۶۷	۱/۶۵	۱/۷۴	۱/۸۸	۱/۹۴	دی کلسیم فسفات
۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	نمک طعام
۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	بیکربنات سدیم
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینه*
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی**
۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۱۹	دی ال-متیونین
۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۱	ال-لیزین
۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱	۰/۰۶	ال-ترئونین
۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۲	ال-تریپتوفان
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع

ترکیبات شیمیایی (محاسبه شده) (%):

۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)
۱۸/۵	۱۸/۵	۲۰/۵	۲۰/۵	۲۲	۲۲	پروتئین خام
۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۵۴	متیونین قابل هضم
۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۹	۰/۹	متیونین+سیستئین قابل هضم
۱	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۲۸	۱/۲۸	لیزین قابل هضم
۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۸۸	ترئونین قابل هضم
۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۱	تریپتوفان قابل هضم
۰/۹	۰/۹	۰/۹۲	۰/۹۲	۱	۱	کلسیم
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	سدیم
۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	کلر
۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۴۸	فسفر قابل دسترس
۲۲۷	۲۴۱	۲۴۰	۲۵۰	۲۵۵	۲۵۳	تعادل کاتیون-آنیون

۱: جیره دارای منبع پرتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا) ۲: جیره دارای منبع پرتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا). جیره های پایه و سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله در این جدول آورده شده است، سایر تیمارها شامل جیره های پایه و سطح صفر درصد یا فاقد اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده، سطح ۱۰٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی و سطح ۱۵٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) است. *میزان ویتامین های تأمین شده توسط مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم خوراک: A، ۹۰۰۰ IU، D₃، ۲۰۰۰ IU، E، ۱۸ IU، K₃، ۲ میلی گرم؛ B₁، ۱/۸ میلی گرم؛ B₂، ۶/۶ میلی گرم؛ B₃، ۱۰ میلی گرم؛ B₅، ۳۰ میلی گرم؛ B₆، ۳ میلی گرم؛ B₉، ۱ میلی گرم؛ B₁₂، ۰/۱۵ میلی -گرم؛ H₂، ۰/۱ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۵۰۰ میلی گرم؛ و آنتی اکسیدان، ۰/۱ میلی گرم. **میزان مواد معدنی تأمین شده توسط مکمل معدنی در هر کیلوگرم خوراک: منگنز، ۱۰۰ میلی گرم؛ آهن، ۵۰ میلی گرم؛ روی، ۸۵ میلی گرم؛ مس، ۱۰ میلی گرم؛ ید، ۱ میلی گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی گرم.

نتایج و بحث

علاوه بر این در دوره رشد نیز کاهش معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی ($P < 0/05$) داشت. از طرفی همانطور که نتایج اثرات متقابل بین دو فاکتور (جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله) نشان می‌دهد سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره با کیفیت پایین باعث افزایش خطی میانگین خوراک مصرفی و وزن بدن در دوره رشد و افزایش معنی‌دار میانگین خوراک مصرفی و وزن بدن در دوره پایانی شد، در حالی که در دوره پایانی افزایش معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی نشان داد. کاهش خوراک مصرفی و وزن بدن جوجه‌های گوشتی که جیره آن‌ها حاوی کنجاله کلزا است، گزارش شده است، بخشی از کاهش مصرف خوراک و وزن بدن ممکن است به‌خاطر وجود ترکیبات فنلی و سطوح بالای گوگرد موجود در گلوکوزینولات‌های کنجاله کلزا و همچنین عدم خوش خوراکی آن باشد (Salmon و همکاران، ۱۹۸۱؛ داودی و همکاران، ۱۳۸۶؛ صحرائی و همکاران، ۱۳۹۶). علاوه بر آن، فیتات موجود در کنجاله کلزا و گندم نیز با آنزیم‌های هضمی و سایر مواد مغذی موجود در روده باند شده و ضمن اینکه قابلیت دسترسی مواد مغذی برای بدن از جمله پروتئین و اسیدهای آمینه را کاهش می‌دهند، با افزایش گرانروی محتویات روده و کاهش نرخ عبور محتویات گوارشی به قسمت‌های پایین‌تر، باعث کاهش مصرف خوراک و افزایش ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی می‌شود (داودی و همکاران، ۱۳۸۶؛ گلستانی میلانلو و همکاران، ۱۳۹۰؛ یعقوبفر و همکاران، ۱۳۹۳؛ Sharifi و همکاران، ۲۰۱۳؛ صحرائی و همکاران، ۱۳۹۶). از طرفی برخی از گزارشات حاکی از این است که کاهش وزن بدن در جیره‌های حاوی سطوح بالای کنجاله کلزا می‌تواند ناشی از عدم تعادل لیزین-آرژنین باشد (Summers و Leeson، ۱۹۷۸؛ داودی و همکاران، ۱۳۸۶؛ صحرائی و همکاران، ۱۳۹۶). در مجموع، نتایج آزمایش حاضر از لحاظ مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد و پایانی نشان داد که جیره با کیفیت

نتایج مربوط به مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئینی با کیفیت متفاوت در سه دوره آغازین (۱۴-۱ روزگی)، رشد (۲۸-۱۵ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۹ روزگی) (جدول ۳) نشان داده شده است. همانگونه که از نتایج برمی‌آید استفاده از جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا نسبت به جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین افزایش معنی‌داری بر میانگین خوراک مصرفی در دوره رشد ($P < 0/001$) و پایانی ($P < 0/0001$)، همچنین افزایش معنی‌داری بر میانگین وزن بدن در دوره رشد ($P < 0/01$) و پایانی ($P < 0/0001$) و کاهش معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد ($P < 0/05$) و پایانی ($P < 0/0001$) داشت. از طرفی مشاهدات نشان داد که سطح نیازمندی و سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی نسبت به سطح صفر درصد اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده افزایش معنی‌داری بر میانگین خوراک مصرفی در دوره آغازین ($P < 0/0001$) و رشد ($P < 0/0001$)، همچنین میانگین وزن بدن در دوره آغازین ($P < 0/01$) و رشد ($P < 0/01$) نشان داد. اما در دوره پایانی سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی نسبت به سطوح نیازمندی و صفر درصد اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده سبب افزایش معنی‌داری بر میانگین خوراک مصرفی ($P < 0/0001$)، میانگین وزن بدن ($P < 0/0001$) و ضریب تبدیل غذایی ($P < 0/01$) شد. بنابر نتایج اثرات متقابل بین دو فاکتور (جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله) تیمارهای آزمایشی دارای جیره با کیفیت بالا مکمل شده با سطح نیازمندی و ۱۰ و ۱۵ درصد سطح اسیدهای آمینه کریستاله نسبت به تیمارهای آزمایشی دارای جیره با کیفیت پایین و سطوح عنوان شده در دوره پایانی سبب افزایش معنی‌داری بر میانگین خوراک مصرفی ($P < 0/0001$)، همچنین میانگین وزن بدن ($P < 0/0001$) و کاهش معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی ($P < 0/001$) شد.

همکاران، ۲۰۰۹). نتایج مطالعات دیگر محققین بیان کننده این موضوع است که در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح پایین پروتئین عملکرد رشد و صفات لاشه کاهش یافته است که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد (Bregendahl، ۲۰۰۱؛ Kamran و همکاران، ۲۰۰۸؛ Kanduari و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین تغییر در منابع پروتئینی بر گوارش‌پذیری پروتئین اثر می‌گذارد و این تنوع هضم بر سرعت جذب اسیدهای آمینه از دستگاه گوارش مؤثر است (Bryden و Li، ۲۰۰۴؛ Bryden و همکاران، ۲۰۰۹).

نتایج حاصل از ارزیابی تأثیر سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت بر انرژی و پروتئین مصرفی، همچنین بازده انرژی و پروتئین جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (جدول ۴) آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا نسبت به جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین سبب افزایش معنی‌داری بر انرژی مصرفی ($P < 0/0001$)، پروتئین مصرفی ($P < 0/0001$)، بازده انرژی ($P < 0/01$) و بازده پروتئین ($P = 0/01$) شد. همانطور که از مشاهدات برمی‌آید سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی نسبت به سطوح نیازمندی و صفر درصد اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده باعث افزایش معنی‌داری بر انرژی مصرفی ($P < 0/0001$) و پروتئین مصرفی ($P < 0/0001$) شد، اما بین سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله تفاوت معنی‌داری بر بازده انرژی و پروتئین وجود نداشت.

پایین (کنجاله کلزا و گندم) به دلیل ارزش بیولوژیکی پایین به لحاظ ترکیبات ضد تغذیه‌ای و کمتر بودن گوارش‌پذیری پروتئین و اسیدهای آمینه آن نسبت به کنجاله سویا (به عنوان منبع پروتئینی با کیفیت بالا) سبب کاهش معنی‌داری بر مصرف خوراک و وزن بدن و منجر به افزایش معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی شد که با نتایج شکاری و همکاران (۱۳۹۱) و Namroud و همکاران (۲۰۰۸) نیز همخوانی داشت. در دوره آغازین افزایش خطی بر مصرف خوراک و وزن بدن و کاهش خطی بر ضریب تبدیل غذایی در اثر استفاده از جیره با کیفیت پایین دیده شد که احتمالاً به دلیل سطح کمتر کنجاله کلزای استفاده شده و در نتیجه میزان کمتر ترکیبات ضد تغذیه‌ای در آن باشد. همانطور که اثرات متقابل بین جیره‌های با کیفیت متفاوت و سطوح اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده نشان می‌دهد در دوره آغازین و رشد بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری بر مصرف خوراک و وزن بدن مشاهده نشد گرچه بیشترین میزان خوراک و وزن بدن در دوره آغازین مربوط به تیمار ۸ (جیره با کیفیت پایین و سطح ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی) بود. در دوره رشد و پایانی نیز میزان خوراک مصرفی و وزن بدن به علت مکمل کردن جیره با کیفیت پایین با سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله نسبت به سطح نیازمندی بیشتر شده است که احتمالاً به علت گوارش‌پذیری و در دسترس بودن بیشتر و سریع‌تر اسیدهای آمینه کریستاله است. نتایج تحقیق صورت گرفته توسط Soomro و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که استفاده از دو جیره حاوی منابع پروتئینی متفاوت متوازن شده با اسیدهای آمینه قابل هضم نسبت به عدم توازن جیره از لحاظ اسید آمینه قابل هضم، سبب بهبود مصرف خوراک و افزایش وزن شد که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی داشت. مزیت مهم استفاده از اسیدهای آمینه قابل هضم در تنظیم جیره‌ها، امکان افزایش سطح نفوذ اجزاء خوراک (به طور جزئی‌تر، منابع پروتئینی با کیفیت پایین) در جیره‌های طیور است، که این تأثیر، باعث عملکرد بهتر پرند، خواهد شد (Bryden و Li، ۲۰۰۴؛ Bryden و

جدول ۳- اثرات اصلی و متقابل جیره‌های غذایی با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده بر میانگین صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی

ضرب تبدیل غذایی (گرم/گرم)		وزن بدن (گرم/پرنده)			خوراک مصرفی (گرم/پرنده)			اثرات اصلی	
۲۹-۴۲	۱۵-۲۸	۱-۱۴	۴۲	۲۸	۱۴	۲۹-۴۲	۱۵-۲۸	۱-۱۴	
۱/۶۶ ^d	۱/۴۰ ^d	۱/۱۲	۲۱۹۸/۳۵ ^a	۱۲۰۴/۰۳ ^a	۳۵۵/۳۹	۱۹۷۳/۰۲ ^a	۱۲۹۳/۸۴ ^a	۳۹۹/۷۲	اثر جیره‌های غذایی
۱/۷۱ ^a	۱/۴۵ ^a	۱/۱۱	۲۰۲۵/۰۷ ^d	۱۱۳۴/۲۰ ^d	۳۶۹/۵۳	۱۸۳۸/۶۱ ^d	۱۲۳۴/۸۸ ^d	۴۰۴/۲۸	جیره ۱
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۳	۰/۵۹	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶۶	۰/۲۹	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۴۰	جیره ۲
۰/۰۰۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۳/۰۵	۱۷/۲۳	۹/۴۳	۱۰/۵۱	۱۰/۴۵	۲/۹۸	P-value
									SEM
اثر سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله									
۱/۶۹ ^{ad}	۱/۴۴	۱/۱۳	۲۱۴۷/۷۱ ^d	۱۱۸۲/۲۹ ^a	۳۷۰/۱۷ ^a	۱۹۲۶/۹۸ ^d	۱۲۸۲/۹۵ ^a	۴۱۷/۹۵ ^a	سطح نیازمندی اسیدهای آمینه ^۳
۱/۶۶ ^d	۱/۳۹	۱/۰۷	۱۸۶۹/۶۵ ^c	۱۰۶۵/۱۴ ^d	۳۱۹/۴۳ ^d	۱۶۲۷/۸۸ ^c	۱۱۴۶/۴۹ ^d	۳۴۱/۹۱ ^d	سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه ^۴
۱/۷۰ ^a	۱/۴۴	۱/۱۵	۲۲۲۵/۰۷ ^a	۱۲۰۹/۵۸ ^a	۳۶۴/۱۷ ^a	۲۰۳۸/۸۲ ^a	۱۳۱۸/۲۳ ^a	۴۲۰/۵۵ ^a	سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی ^۵
۱/۷۱ ^a	۱/۴۳	۱/۱۱	۲۲۰۴/۴۰ ^a	۱۲۱۹/۴۴ ^a	۳۹۶/۰۸ ^a	۲۰۲۹/۵۸ ^a	۱۳۰۹/۷۶ ^a	۴۲۵/۵۹ ^a	سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی ^۶
۰/۰۰۰۸	۰/۳۸	۰/۱۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲۴	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	P-value
۰/۰۰۰۸	۰/۰۲۱	۰/۰۲۵	۱۳/۷۰	۲۴/۳۷	۱۳/۳۳	۱۴/۸۷	۱۴/۷۸	۴/۲۲	SEM
اثرات متقابل جیره‌های غذایی با سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله									
۱/۶۷ ^{bc}	۱/۳۹ ^d	۱/۱۱	۲۲۹۵/۸۳ ^a	۱۲۵۷/۲۲	۳۶۹/۵۸	۲۰۹۶/۷۴ ^a	۱۳۴۰/۰۰	۴۱۰/۳۴	جیره ۱ × سطح نیازمندی (کنترل مثبت)
۱/۶۷ ^{bc}	۱/۳۸ ^d	۱/۰۷	۱۹۲۱/۵۲ ^d	۱۰۸۷/۲۲	۳۲۰/۸۰	۱۷۰۴/۲۴ ^c	۱۱۶۱/۷۴	۳۴۳/۴۷	جیره ۱ × سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه (کنترل منفی)
۱/۶۵ ^c	۱/۳۹ ^d	۱/۱۴	۲۳۰۳/۴۷ ^a	۱۲۶۰/۸۳	۳۶۹/۸۶	۲۰۴۳/۷۵ ^{ad}	۱۳۳۳/۲۹	۴۲۱/۲۵	جیره ۱ × سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی
۱/۶۷ ^{bc}	۱/۴۶ ^{ad}	۱/۱۷	۲۲۷۲/۵۵ ^a	۱۲۱۰/۸۳	۳۶۱/۷۲	۲۰۴۷/۳۶ ^{ad}	۱۳۴۱/۳۲	۴۲۳/۸۲	جیره ۱ × سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی
۱/۷۰ ^d	۱/۴۹ ^a	۱/۱۵	۱۹۹۹/۵۸ ^c	۱۱۰۷/۳۶	۳۷۰/۷۶	۱۷۵۷/۲۲ ^c	۱۲۲۵/۹۰	۴۲۵/۵۵	جیره ۲ × سطح نیازمندی
۱/۶۶ ^c	۱/۴۱ ^{ad}	۱/۰۷	۱۸۱۷/۷۷ ^e	۱۰۴۳/۰۵	۳۱۸/۰۵	۱۵۵۱/۵۳ ^d	۱۱۳۱/۲۵	۳۴۰/۳۴	جیره ۲ × سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه
۱/۷۵ ^a	۱/۴۹ ^a	۱/۱۷	۲۱۴۶/۶۶ ^d	۱۱۵۸/۳۳	۳۵۸/۴۷	۲۰۳۳/۸۹ ^{ad}	۱۳۰۴/۱۷	۴۱۹/۸۶	جیره ۲ × سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی
۱/۷۴ ^a	۱/۴۱ ^{ad}	۱/۰۴	۲۱۳۶/۲۵ ^d	۱۲۲۸/۰۵	۴۳۰/۸۳	۲۰۱۱/۸۱ ^d	۱۲۷۸/۲۰	۴۲۷/۳۶	جیره ۲ × سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی
۰/۰۰۰۷	۰/۰۴۷	۰/۰۸۴	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۰	۰/۱۳	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۵	۰/۴۲	P-value
۰/۰۰۱۲	۰/۰۳	۰/۰۳۶	۱۹/۳۸	۳۴/۴۷	۱۸/۸۶	۲۱/۰۳	۲۰/۹۱	۵/۹۷	SEM

* میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) می‌باشند. ۱: جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا) ۲: جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا) ۳: سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله (دی-ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۴: سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه کریستاله (دی-ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۵: سطح ۱۰٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی-ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۶: سطح ۱۵٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی-ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان)

متفاوت بر وزن نسبی اجزای لاشه در ۴۲ روزگی (جدول ۵) نشان داد که استفاده از جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا و جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین بر بازده لاشه و اوزان نسبی (ران، قلب، پانکراس، بورس فابریسیوس و چربی محوطه بطنی) به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$)، گرچه جیره با کیفیت پایین باعث کاهش خطی بازده لاشه و تمایل به معنی‌داری ($P = 0/06$) و افزایش خطی وزن نسبی طحال و تمایل به معنی‌داری ($P = 0/08$) شد، اما جیره با کیفیت پروتئین بالا نسبت به جیره با کیفیت پایین موجب افزایش معنی‌داری بر وزن نسبی سینه ($P < 0/05$)، کاهش معنی‌داری بر وزن نسبی روده ($P < 0/01$)، کبد ($P < 0/01$)، سنگدان ($P < 0/05$) شد. همانطور که از مشاهدات برمی‌آید سطح نیازمندی و سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از نیازمندی نسبت به سطح صفر درصد اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده سبب افزایش بازده لاشه ($P < 0/01$) و وزن نسبی سینه ($P < 0/0001$)، کاهش خطی وزن نسبی روده ($P = 0/08$) و پانکراس ($P = 0/06$) و کاهش وزن نسبی بورس ($P < 0/01$) و چربی ($P < 0/05$) شد، در حالی که بین سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله اثری بر وزن نسبی (ران، قلب، کبد، سنگدان و طحال) وجود نداشت ($P > 0/05$)، اما همانطور که نتایج اثرات متقابل بین دو فاکتور (جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله) نشان می‌دهد بالاترین بازده لاشه مربوط به تیمار ۳ (دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا و سطح ۱۰ درصد بالاتر از سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله) با میانگین (۶۳/۰۹) است که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱ (کنترل مثبت) نداشت.

علاوه بر این مشاهدات در جدول اثرات متقابل بین دو فاکتور (جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله) گویای این موضوع هست که بالاترین میزان انرژی و پروتئین مصرفی مربوط به تیمار ۱ (کنترل مثبت) (دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا و سطح نیازمندی اسید آمینه کریستاله) با میانگین (۳۲۵۴/۶۴) و (۲۴۶/۹۰) و کمترین میزان انرژی و پروتئین مصرفی متعلق به تیمار ۶ (دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین و سطح صفر اسید آمینه کریستاله) با میانگین (۲۵۸۰/۳۹) و (۱۹۵/۷۵) است. از طرفی همانطور که نتایج اثرات متقابل نشان می‌دهد سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده با جیره با کیفیت پایین باعث افزایش معنی‌دار بر انرژی و پروتئین مصرفی شد، در حالی که کاهش در بازده انرژی و پروتئین نشان داد. به طور کلی، نتایج آزمایش حاضر از لحاظ نسبت بازده انرژی و پروتئین نشان داد که جیره با کیفیت پایین (کنجاله کلزا و گندم) به علت ارزش غذایی پایین‌تر، فیبر خام و تانن موجود در کنجاله کلزا که باعث کاهش گوارش‌پذیری پروتئین شده است، سبب کاهش معنی‌دار بازده انرژی و پروتئین شد که با نتایج مطالعه صورت گرفته توسط (Kamran و همکاران، ۲۰۰۸؛ یعقوبیفر و همکاران، ۱۳۹۳؛ ساکی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Jackson و همکاران، ۱۹۸۲) همخوانی داشت، اما با نتایج Cheng و همکاران (۱۹۹۷a) که گزارش کردند با کاهش سطح پروتئین میزان بازده پروتئین افزایش می‌یابد، مطابقت نداشت.

نتایج حاصل از بررسی سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت

جدول ۴- اثرات اصلی و متقابل جیره‌های غذایی با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده بر میانگین انرژی (کیلوکالری) و پروتئین مصرفی (گرم)، بازده انرژی (گرم/کیلوکالری) و پروتئین (گرم/گرم) در ۴۲ روزگی

اثرات اصلی	انرژی مصرفی	پروتئین مصرفی	بازده انرژی	بازده پروتئین
اثر جیره‌های غذایی				
جیره ۱	۳۰۹۰/۴۱ ^a	۲۳۴/۴۴ ^a	۱/۶۹ ^a	۱/۵۶ ^a
جیره ۲	۲۹۲۱/۹۰ ^b	۲۲۱/۶۶ ^b	۱/۶۵ ^b	۱/۵۲ ^b
P-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۱
SEM	۱۶/۲۳	۱/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۰۹
اثر سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله				
سطح نیازمندی اسیدهای آمینه ^۳	۳۰۵۹/۴۰ ^b	۲۳۲/۰۹ ^b	۱/۶۷	۱/۵۴
سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه ^۴	۲۶۸۳/۰۱ ^c	۲۰۳/۵۳ ^c	۱/۶۶	۱/۵۳
سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی ^۵	۳۱۳۰/۶۹ ^a	۲۳۷/۵۰ ^a	۱/۶۹	۱/۵۶
سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی ^۶	۳۱۵۱/۵۴ ^a	۲۳۹/۰۸ ^a	۱/۶۶	۱/۵۳
P-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۴۲	۰/۳۹
SEM	۲۲/۹۵	۱/۷۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳
اثرات متقابل جیره‌های غذایی با سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله				
جیره ۱ × سطح نیازمندی (کنترل مثبت)	۳۲۵۴/۶۴ ^a	۲۴۶/۹۰ ^a	۱/۶۸ ^{abc}	۱/۵۵ ^{abc}
جیره ۱ × سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه (کنترل منفی)	۲۷۸۵/۶۱ ^c	۲۱۱/۳۲ ^c	۱/۶۴ ^c	۱/۵۱ ^c
جیره ۱ × سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی	۳۱۵۷/۷۷ ^{ab}	۲۳۹/۵۵ ^{ab}	۱/۷۳ ^a	۱/۶۰ ^a
جیره ۱ × سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی	۳۱۶۳/۶۱ ^{ab}	۲۴۰/۰۰ ^{ab}	۱/۷۱ ^{ab}	۱/۵۷ ^{ab}
جیره ۲ × سطح نیازمندی	۲۸۶۴/۱۵ ^c	۲۱۷/۳۸ ^c	۱/۶۶ ^{bc}	۱/۵۳ ^{bc}
جیره ۲ × سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه	۲۵۸۰/۳۹ ^d	۱۹۵/۷۵ ^d	۱/۶۷ ^{abc}	۱/۵۴ ^{abc}
جیره ۲ × سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی	۳۱۰۳/۶۰ ^b	۲۳۵/۴۴ ^b	۱/۶۴ ^{bc}	۱/۵۲ ^{bc}
جیره ۲ × سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی	۳۱۳۹/۴۵ ^b	۲۳۸/۱۶ ^b	۱/۶۲ ^c	۱/۴۹ ^c
P-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۱
SEM	۰/۰۲	۲/۴۶	۰/۰۲	۰/۰۱۹

* میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) می‌باشند. ۱: جیره دارای منبع پرتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا) ۲: جیره دارای منبع پرتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا) ۳: سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-تریئونین و ال-تریپتوفان) ۴: سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-تریئونین و ال-تریپتوفان) ۵: سطح ۱۰٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-تریئونین و ال-تریپتوفان) ۶: سطح ۱۵٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-تریئونین و ال-تریپتوفان)

گوارش پذیری پایینی است، به لحاظ ماهیت فیزیکی و شیمیایی خود باعث افزایش ویسکوزیته شیره گوارشی و مهار نمودن تماس بین آنزیم‌های گوارشی و سوسترای آن‌ها و تغییر معنی‌دار بر عملکرد روده و ترشحات کبدی و در نهایت افزایش وزن این اندام‌ها گردید. افزایش وزن سنگدان ممکن است به علت افزایش فیبر و پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در کنجاله کلزا و در پی آن افزایش تحریکات مکانیکی و هایپرتروفی آن باشد. افزایش خطی ایجاد شده در وزن قلب در اثر استفاده از جیره با کیفیت پایین (کنجاله کلزا و گندم) در آزمایش حاضر ممکن است ناشی از گلوکوزینولات و اسید اروسیک موجود در کنجاله کلزا باشد که دو ماده مضر برای قلب هستند و باعث افزایش وزن این اندام می‌شوند. همچنین نتایج این تحقیق هیچ تأثیری در اثر افزودن سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله به جیره‌های حاوی منابع پروتئینی با کیفیت بالا و پایین بر وزن نسبی اجزای لاشه نشان نداد که با نتایج Bunchasak و همکاران (۱۹۹۶) و Namroud و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. از طرفی این محققین گزارش دادند که افزایش مقادیر اضافی اسیدهای آمینه کریستاله باعث کاهش جزئی در چربی محوطه بطنی شد، که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی داشت.

بنابر نتایج اثرات متقابل بین دو فاکتور (جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله) تیمارهای آزمایشی دارای جیره با کیفیت بالا مکمل شده با سطح نیازمندی و ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده نسبت به تیمارهای آزمایشی دارای جیره با کیفیت پایین و سطوح عنوان شده موجب افزایش معنی‌داری بر بازده لاشه ($P < 0.05$) شد و بر بقیه اجزای لاشه تأثیری نداشت ($P > 0.05$). در مجموع همانگونه که ذکر شد، نتایج آزمایش از لحاظ تجزیه لاشه نشان داد که جیره با کیفیت پایین (کنجاله کلزا و گندم) سبب افزایش وزن نسبی روده، کبد، سنگدان و کاهش وزن نسبی سینه شد که در تطابق با یافته‌های سایر مطالعات (داودی و همکاران، ۱۳۸۶؛ گلستانی میلانلو و همکاران، ۱۳۹۰؛ شکاری و همکاران، ۱۳۹۱؛ Oluyinka و Olayiwola، ۲۰۰۸؛ صحرائی و همکاران، ۱۳۹۶) بود. جیره حاوی کنجاله کلزا و گندم به دلیل کیفیت پایین پروتئین و گوارش پذیری کمتر اسیدهای آمینه کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا باعث کاهش رشد بافت عضلانی سینه و در عوض رشد بیشتر ران شده شده است، از طرفی وجود پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای علی‌الخصوص آرابینوزایلان و فیتات موجود در گندم به همراه مقادیر نسبتاً بالای فیبر موجود در کنجاله کلزا که دارای

جدول ۵- اثرات اصلی و متقابل جیره‌های غذایی با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده بر میانگین بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های گوارشی و اجزای لاشه (برحسب درصدی از وزن زنده) و وزن نسبی ران و سینه (بر حسب درصدی از وزن لاشه) در ۴۲ روزگی

اثرات اصلی	لاشه	سینه	ران	روده	قلب	کبد	سنگدان	طحال	پانکراس	بوس	چربی
اثر جیره‌های غذایی											
جیره ۱	۶۱/۳۳	۳۸/۴۵ ^a	۳۰/۰۰	۴/۷۶ ^d	۰/۴۱	۲/۰۳ ^d	۲/۷۹ ^d	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۱۷	۱/۳۸
جیره ۲	۵۹/۹۹	۳۶/۴۶ ^d	۳۰/۳۶	۵/۵۱ ^a	۰/۴۳	۲/۲۹ ^a	۳/۰۳ ^a	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۱۸	۱/۳۶
P-value	۰/۰۶	۰/۰۱۶	۰/۴۷	۰/۰۰۸۶	۰/۱۶	۰/۰۰۳۷	۰/۰۳۹	۰/۰۸	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۹۲
SEM	۰/۴۹	۰/۵۶	۰/۳۴	۰/۱۹	۰/۰۱۱	۰/۰۵	۰/۰۷۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۱۲
اثر سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله											
سطح نیازمندی اسیدهای آمینه ^۳	۶۱/۴۷ ^a	۳۹/۲۵ ^a	۳۰/۰۴	۴/۷۲ ^d	۰/۴۳	۲/۲۰	۲/۸۶	۰/۱۱	۰/۲۲ ^d	۰/۱۵ ^d	۱/۶۱ ^a
سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه ^۴	۵۸/۲۱ ^d	۳۳/۶۱ ^d	۳۱/۰۶	۵/۶۳ ^a	۰/۴۴	۲/۰۶	۲/۹۱	۰/۱۲	۰/۲۷ ^a	۰/۲۲ ^a	۱/۶۶ ^a
سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی ^۵	۶۱/۷۵ ^a	۳۹/۱۴ ^a	۲۹/۴۱	۴/۸۵ ^{ab}	۰/۴۲	۲/۱۹	۲/۹۳	۰/۱۱	۰/۲۵ ^{ad}	۰/۱۷ ^d	۰/۹۲ ^d
سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی ^۶	۶۱/۲۱ ^a	۳۷/۸۴ ^a	۳۰/۲۱	۵/۳۳ ^{ad}	۰/۴۱	۲/۱۹	۲/۹۴	۰/۱۰	۰/۲۵ ^{ad}	۰/۱۵ ^d	۱/۳۱ ^{ad}
P-value	۰/۰۰۲۶	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۹۶	۰/۶۳	۰/۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۱۳
SEM	۰/۶۹	۰/۷۹	۰/۴۹	۰/۲۷	۰/۰۱۶	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۱۶
اثرات متقابل جیره‌های غذایی با سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله											
جیره ۱ × سطح نیازمندی (کنترل مثبت)	۶۲/۹۰ ^a	۴۰/۰۲	۳۰/۰۱	۴/۲۶	۰/۴۴	۱/۹۵	۲/۸۲	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۱۲	۱/۵۵
جیره ۱ × سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه (کنترل منفی)	۵۶/۸۹ ^d	۳۴/۰۶	۳۱/۵۸	۵/۵۳	۰/۴۱	۲/۰۰	۲/۷۵	۰/۱۰	۰/۲۸	۰/۲۴	۱/۸۹
جیره ۱ × سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی	۶۳/۰۹ ^a	۳۹/۹۶	۲۸/۸۹	۴/۵۵	۰/۴۲	۲/۰۸	۲/۷۴	۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۷۱
جیره ۱ × سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی	۶۲/۴۵ ^{ad}	۳۹/۷۷	۲۹/۵۲	۴/۷۰	۰/۳۹	۲/۱۰	۲/۸۶	۰/۱۰	۰/۲۴	۰/۱۵	۱/۳۶
جیره ۲ × سطح نیازمندی	۶۰/۰۴ ^{ad}	۳۸/۴۷	۳۰/۰۷	۵/۱۸	۰/۴۳	۲/۴۴	۲/۹۰	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۱۸	۱/۷۶
جیره ۲ × سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه	۵۹/۵۳ ^{dc}	۳۳/۱۵	۳۰/۵۴	۵/۷۴	۰/۴۶	۲/۱۳	۳/۰۷	۰/۱۳	۰/۲۶	۰/۲۰	۱/۳۲
جیره ۲ × سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی	۶۰/۴۱ ^{ad}	۳۸/۳۱	۲۹/۹۲	۵/۱۵	۰/۴۲	۲/۳۰	۳/۱۳	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۱۶	۱/۱۳
جیره ۲ × سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی	۵۹/۹۸ ^{ad}	۳۵/۹۲	۳۰/۹۰	۵/۹۶	۰/۴۳۲	۲/۲۹	۳/۰۱	۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۱۵	۱/۲۵
P-value	۰/۰۲	۰/۵۹	۰/۳۲	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۴۴	۰/۱۹	۰/۲۰
SEM	۰/۹۸	۱/۱۲	۰/۶۹	۰/۳۸	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۱۱	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱	۰/۲۳

*میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) می‌باشند. ۱: جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا) ۲: جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا) ۳: سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۴: سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۵: سطح ۱۰٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۶: سطح ۱۵٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان)

Sharifi و همکاران (۲۰۱۳) و Chiang و همکاران (۲۰۱۰) تطابق داشت. نتایج تحقیق صورت گرفته توسط Soomro و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان داد که استفاده از دو جیره حاوی منابع پروتئینی متفاوت متوازن شده با اسیدهای آمینه قابل هضم نسبت به عدم توازن جیره از لحاظ اسید آمینه قابل هضم، سبب تفاوت معنی دار بر ارتفاع و پهنای پرز شد ولی بر عمق کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تفاوت معنی داری نشان نداد که از نظر پهنای پرز و عمق کریپت با آزمایش حاضر تطبیق داشت.

نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از جیره غذایی تنظیم شده بر اساس کنجاله سویا و سطح نیازمندی (کنترل مثبت) نسبت به تمامی تیمارهای آزمایشی باعث افزایش انرژی و پروتئین مصرفی، همچنین خوراک مصرفی و وزن بدن در دوره پایانی شد. افزودن اسیدهای آمینه کریستاله نیز در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی پرنده به جیره غذایی با کیفیت بالا (کنجاله سویا) نسبت به جیره کنترل مثبت منجر به افزایش خوراک مصرفی و وزن بدن در دوره آغازین، رشد و پایانی نشد. بنابراین استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح بالاتر از تأمین نیاز پرنده بخصوص در جیره‌های غذایی با کیفیت بالا مانند کنجاله سویا و ذرت از نظر عملکردی قابل توصیه نمی‌باشد. درحالی که نتایج نشان داد اضافه نمودن اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیازمندی به جیره غذایی حاوی کنجاله کلزا و گندم به عنوان منبع پروتئین با کیفیت پایین سبب افزایش انرژی و پروتئین مصرفی، کاهش بازده انرژی و پروتئین و افزایش مصرف خوراک و وزن بدن در دوره پایانی گردید. از طرفی در این تحقیق نتایج نشان داد که اثرات متقابل بین جیره‌های غذایی با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله نیز سبب بروز تفاوت معنی دار بر اجزای لاشه و صفات ریخت‌شناسی روده نشد.

نتایج اثرات سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئینی با کیفیت متفاوت بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی روده در ۴۲ روزگی (جدول ۶) نشان داده شده است. استفاده از جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا نسبت به جیره غذایی حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین باعث کاهش معنی داری بر پهنای پرز ($P < 0.05$) و ارتفاع پرز به عمق کریپت ($P < 0.05$) شد. اگرچه سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده هیچ گونه تأثیر معنی داری بر صفات مربوط به بافت‌شناسی روده ایجاد نمود. اثرات متقابل بین دو فاکتور (جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله) نیز سبب بروز تفاوت معنی دار بر صفات ریخت‌شناسی روده نشد. مطالعات مورفولوژیک نشان داده است که جذب مواد مغذی تحت تأثیر توازن یا عدم توازن اسیدهای آمینه در جیره‌های غذایی است (Song و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین تنوع منبع پروتئینی جیره، ریخت‌شناسی روده (ارتفاع پرز، پهنای پرز، عمق کریپت و غلظت موکوسی) را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Husveth و همکاران، ۲۰۱۵). از طرفی نشان داده شده است که دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی با عملکرد رشد و تولید مرتبط است (Soomro و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج آزمایش حاضر به لحاظ صفات ریخت‌شناسی روده (ژژنوم) نشان داد که جیره حاوی کنجاله کلزا و گندم به علت کیفیت پایین پروتئین و وجود فیبر و فیتات باعث کاهش هضم مواد مغذی از جمله پروتئین و باند شدن با اسیدهای آمینه و کاهش قابلیت دسترسی پروتئین شده، و در نتیجه سبب افزایش معنی دار پهنای پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت شد که با نتایج Mazhari و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت ولی با نتایج صحرائی و همکاران (۱۳۹۶) و Sharifi و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی نداشت. همچنین نتایج آزمایش حاضر عدم تفاوت معنی دار از نظر ارتفاع پرز و عمق کریپت بین دو جیره (دارای کیفیت پروتئینی متفاوت) را نشان داد که با نتایج

جدول ۶- اثرات اصلی و متقابل جیره‌های غذایی با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده بر میانگین صفات ریخت‌شناسی روده (میکرومتر)

ارتفاع پرز/عمق کریپت	پهنای پرز	عمق کریپت	ارتفاع پرز	اثرات اصلی
				اثر جیره‌های غذایی
۳/۲۰ ^b	۱۵۵/۱۲ ^b	۲۳۰/۰۸	۷۳۷/۳۳	جیره ۱
۳/۹۸ ^a	۱۹۷/۵۸ ^a	۲۰۵/۳۶	۷۸۹/۸۷	جیره ۲
۰/۰۳۹	۰/۰۲۳	۰/۱۳	۰/۵۲	P-value
۰/۲۴	۱۱/۹۸	۱۱/۰۰۴	۵۷/۳۵	SEM
				اثر سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله
۳/۷۳	۱۷۷/۶۴	۲۱۲/۷۷	۷۶۱/۵۰	سطح نیازمندی اسیدهای آمینه سویه راس ^۳ ۰۸
۳/۹۵	۱۵۱/۹۷	۱۹۴/۶۶	۷۴۹/۵۰	سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه ^۴
۳/۳۵	۱۷۵/۸۸	۲۳۰/۵۳	۷۶۴/۲۰	سطح ۱۰٪ بالاتر از نیازمندی سویه ^۵
۳/۳۴	۱۹۹/۹۰	۲۳۲/۹۲	۷۷۹/۲۰	سطح ۱۵٪ بالاتر از نیازمندی سویه ^۶
۰/۵۳	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۹۹	P-value
۰/۳۴	۱۶/۹۵	۱۵/۵۶	۸۱/۱۱	SEM
				اثرات متقابل
				جیره‌های غذایی × سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله
۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۹۰	P-value
۰/۴۹	۲۳/۹۷	۲۲/۰۸۸	۱۱۴/۷۱	SEM

* میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) می‌باشند. ۱: جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا) ۲: جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا) ۳: سطح نیازمندی اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۴: سطح صفر یا فاقد اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۵: سطح ۱۰٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) ۶: سطح ۱۵٪ اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از نیازمندی (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان)

منابع

- داودی، ج.، گلزار ادبی، ش.، حاجی اصغری، س. ی.، مقدم، غ. ع. و فرامرزی، ع. (۱۳۸۶). اثر سطوح مختلف کنجاله کلزای جایگزین سویا بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. مجله دانش نوین کشاورزی، سال سوم شماره ۶. ص ۲۷-۳۹.
- ساک، ع. ا.، عباسی‌نژاد، م.، سالاری، ج. و کاظمی فرد، م. (۱۳۹۱). تعیین قابلیت هضم پروتئین و ماده خشک جیره‌های حاوی سه کنجاله گیاهی به روش آزمایشگاهی و بررسی اثرات استفاده از آن‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی)، شماره ۹۶. ص ۵۰-۴۲.
- شکاری، م.، شهیر، م. ح. و عبدی قزلبچه، ع. ا. (۱۳۹۱). اثرات سطوح مختلف کنجاله کلزا در جیره‌های بر پایه ذرت یا گندم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی، جلد ۲۲، شماره ۲. ص ۱۴۵-۱۳۱.
- صحرائی، م.، قنبری، ا.، کرمی، ر.، لطف الهیان، ه.، یعقوبفر، ا.، شکوری، د. و ابرغانی، ا. (۱۳۹۶). ارزیابی استفاده از مولتی آنزیم در جیره‌های حاوی سطوح مختلف کنجاله کلزا و ضایعات بوجاری گندم بر عملکرد، کیفیت لاشه و قابلیت هضم مواد مغذی ایلئومی در جوجه‌های گوشتی. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۱۵. ص ۴۵-۳۷.
- گلستانی میلانلو، گ.، شریفی، س. د.، یعقوبفر، ا. و خادم، ع. ا. (۱۳۹۰). تأثیر استفاده از آنزیم ناتوزیم در جیره‌های حاوی گندم و کنجاله کلزا بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. مجله تولیدات دامی، دوره ۱۳، شماره ۲، ص ۱-۱۰.
- یعقوبفر، ا.، شریفی، س. د. و گلستانی میلانلو، گ. (۱۳۹۳). اثرات آنزیم ناتوزیم پلاس بر انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم پروتئین جیره‌های حاوی دانه گندم و کنجاله کلزا در
- جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های تولیدات دامی، سال پنجم، شماره ۱۰. ص ۶۸-۵۷.
- AOAC. (2005). Association Official Methods of Analysis. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Bregendahl, K. (2001). Effects of low crude-protein diets fortified with crystalline amino acids on growth performance and nitrogen retention of broiler chicks. Iowa State University. Retrospective Theses and Dissertations.
- Bryden, W. L. and Li, X. (2004). Utilisation of digestible amino acids by broilers. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). RIRDC Publication No 04/030. RIRDC Project No US-80A.
- Bryden, W. L., Li, X., Ravindran, G., Hew, L. I. and Ravindran, V. (2009) Ileal digestible amino acid values in feedstuffs for poultry. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). RIRDC Publication No 09/071. RIRDC Project No PRJ-002827.
- Bunchasak, C., Tanaka, K., Ohtani, S. and Collado, C. M. (1996). Effect of Met+Cys supplementation to low-protein diet on the growth performance and fat accumulation of broiler chicks at starter period. *Journal of Animal Science and Technology*. 67:956-966.
- Cheng, T. K., Hamre, M. L. and Coon, C. N. (1997a). Effect of environmental temperature, dietary protein, and energy levels on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*. 6:1-17.

- Chiang, G., Lu, W. Q., Piao, X. S., Hu, J. K., Gong, L. M. and Thacker, P. A. (2010). Effects of feeding solid-state fermented rapeseed meal on performance, nutrient digestibility, intestinal morphology of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 23(2): 263-271.
- Han, In. K. and Lee, J. H. (2000). The role of synthetic amino acids in monogastric animal production –Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 13(4): 543-560.
- Husveth, F., Pal, L., Galamb, E., Acs, K. C. and Bustyahazai, L. etal . (2015). Effects of whole wheat incorporated into pelleted diets on the growth performance and intestinal function of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 210: 144-151.
- Jackson, S., Summers, J. D. and Leeson, S. (1982) . Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. *Poultry Science*. 61:2224-2231.
- Kamran. Z., Sarwar, M., Nisa, M., Nadeem, M. A., Ahmad, S., Mushtaq, T., Ahmad, T. and Shahzad, M. A. (2008). Effect of lowering dietary protein with constant energy to protein ratio on growth, body composition and nutrient utilization of broiler chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 21(11): 1629–1634.
- Kanduari, A. B., Gaikwad, N. Z., Mugale, V. Z., Maini, Sh. and Ravikanth, K. (2012). Comparative efficacy of supplementation of phyto concentrates herbal preparation and synthetic amino acid on broiler performance. *Veterinary World Journal*. 4(9): 413-416.
- Kerr, B. J. (2006). Opportunities in utilizing crystalline amino acids in swine. *Advance in Pork Production*. 17: 245-254.
- Lemme, A., Rostagno, H. S., Petri, A. and Albino, L. F. (2005). Standardised ileal digestibility of crustalline amino acids. *World's Poultry Science Journal*. 462-464.
- Mazhari, M., Golian, A. and Kermanshahi, A. (2011). Effect of chemical composition and dietary enzyme supplementation on metabolisable energy of wheat screenings. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 24(3): 386-393.
- Namroud, N. F., Shivazad, M. and Zaghari, M. (2008). Effects of fortifying low crud protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Science*. 87: 2250-2258.
- Nonis, M. K. and Gous, R. M. (2006). Utilization of the synthetic amino acids by broiler breeder hens. *South African Journal of Animal Science*. 36(2): 126-134.
- Oluoyinka, A. O. and Olayiwola, A. (2008). Whole body nutrient accretion, growth performance and total tract nutrient retention responses of broilers to supplementation of Xylanase and Phytase individually or in combination in wheat- soybean meal based diets. *Poultry Science*. 45: 192-198.
- Salmon, R. E., Gardiner, E. E., Klein, K. K. and Larmond, E. (1981) .Effect of canola (low glucosinolate rapeseed) meal, protein and nutrient density on performance, carcass grade and meal yield of canola meal on quality of broiler. *Poultry Science*. 60: 519-528.
- SAS Institute. (2004). SAS User's Guide. Statistical Analytical System. Carry, NC, SAS Institute Inc.

