نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

تأثیر سطوح مختلف اسیدآمینه‌های شاخه‌دار (ال–والین، ال–لوسین و ال–ایزولوسین) در جیره‌های کم پروتئین بر روی صفات عملکردی، خصوصیات لاشه و سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی

The effect of different levels of branched-chain amino acids (L-valine, L-leucine and L-isoleucine) in low protein diets on performance, carcass characteristics and immune system in broilers

10.22092/ASJ.2024.365937.2396 شناسه دیجیتال (DOI)

نویسنده اول

شهریار خلیل زاده؛ دانشجوی دکتری تخصصی تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران،

Shahriyar Khalilzadeh: PhD student in Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Karaj Branch, Alborz, Iran.

ایمیل: 1980shahriyar@gmail.com

شماره تماس: ۰۹۱۲۱۶۷۷۱۸۷

نویسنده دوم

ابوالفضل زارعی؛ نویسنده مسئول، استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران،

Abolfazl Zarei: Corresponding Author, Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Karaj Branch, Alborz, Iran.

ایمیل: a-zarei@kiau.ac.ir

شماره تماس: ۰۹۱۲۲۶۰۶۷۲۱

نویسنده سوم

نیما ایلا؛ استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران،

Nima Eila: Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Karaj Branch, Alborz, Iran.

ایمیل: nima.eila@kiau.ac.ir :

شماره تماس: ۰۹۱۲۳۹۴۲۷۴۸

تأثیر سطوح مختلف اسیدآمینه‌های شاخه‌دار (ال-والین، ال-لوسین و ال-ایزولوسین) در جیره‌های کم پروتئین بر صفات عملکردی، خصوصیات لاشه و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تأثیر سطوح مختلف اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ال-والین، ال-لوسین و ال-ایزولوسین در جیره‌های کم پروتئین بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و سلول‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام شد. در این آزمایش از ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ (تعداد مساوی نر و ماده) با میانگین وزن یک روزگی ۰/۴۷±۴۲/۷۵ گرم در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل ۳×۲ با ۶ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. جیره‌های آزمایشی شامل سه سطح اسیدآمینه‌های شاخه‌دار (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد بالاتر از جدول احتیاجات سویه و دو سطح پروتئین خام (در حد نیاز و ۱۰ درصد کمتر از آن) بودند. اثرات متقابل پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار نشان داد که افزودن ۲۰ درصد اسیدهای آمینه شاخه‌دار بیشتر از نیاز سویه و با سطح پروتئین در حد نیاز سویه باعث بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با جیره کم پروتئین به‌علاوه اسیدهای آمینه در حد نیاز سویه می‌شود. همچنین تغذیه جیره کم پروتئین با ۲۰ درصد مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بالاتر از حد نیاز سویه، قادر به جبران کاهش افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با جیره شاهد بود. اثرات اصلی سطح اسیدآمینه نشان داد که استفاده از سطح ۲۰ درصد اسیدآمینه‌های شاخه‌دار بالاتر از نیاز در جیره باعث افزایش درصد لاشه و ران نسبت به سطح احتیاجات سویه شد ($P<0/05$). به طور کلی، در شرایط آزمایش حاضر، افزودن اسیدهای آمینه شاخه‌دار تأثیر مثبتی در بهبود خصوصیات لاشه، سلول‌های خونی و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی داشت.

واژه‌های کلیدی: افزایش وزن بدن، پروتئین خام، جوجه گوشتی، لاشه، لنفوسیت

مقدمه

در جوجه‌های گوشتی رشد، مصرف خوراک و در نتیجه ضریب تبدیل خوراک ایده‌آل به پروتئین خام جیره و ترکیب مناسب اسیدهای آمینه نیاز دارد. منابع پروتئینی در جیره غذایی طیور جزو گرانترین اقلام خوراکی هستند. بنابراین، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها برای تولید کارآمد جوجه‌های گوشتی، کمبود اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری است که منجر به تأخیر در توسعه دستگاه گوارش (روده) و تکثیر سلول‌های عضلانی مرتبط با تأمین اولیه پروتئین می‌شود (Kamran و همکاران، ۲۰۰۸). با این حال، تمایل کاهش محتوای پروتئین خام در جیره

جوجه‌های گوشتی وجود دارد (Widyaratne و Drew، ۲۰۱۱). همچنین انتظار می‌رود که یک جیره کم پروتئین باعث کاهش مصرف آب اضافی در پرندگان شود (Shepherd و Fairchild، ۲۰۱۰). با این حال، کاهش پروتئین خام جیره‌ها باید تنها پس از در نظر گرفتن حداقل نیازهای اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری انجام شود. لازم به ذکر است که اسیدهای آمینه غیرضروری نیز مهم هستند و سطوح پایین این اسیدهای آمینه در جیره همراه با تولید ناکافی آن در بدن پرنده می‌تواند بر عملکرد رشد و عملکرد فیزیولوژیکی تأثیر گذار باشد (Hou و همکاران، ۲۰۱۵).

اسیدهای آمینه شاخه‌دار (لوسین، ایزولوسین و والین) در دسته اسیدهای آمینه ضروری قرار می‌گیرند (Adeva-Andany و همکاران، ۲۰۱۷). مکمل کردن اسیدهای آمینه شاخه‌دار تجاری ممکن است اجازه کاهش سطح پروتئین خام جیره را بدهند (Allameh و Toghyani، ۲۰۱۹)، زیرا لوسین، ایزولوسین و والین فقط سه مورد از ۹ اسید آمینه ضروری برای طیور نیستند، بلکه اسیدهای آمینه پروتئین‌زا هستند که سنتز پروتئین در انواع بافت ها را تنظیم می‌کنند (Brosnan و Brosnan، ۲۰۰۶). بنابراین، مکمل‌های اسیدهای آمینه شاخه‌دار ممکن است رشد روده و تکثیر سلول‌های عضلانی را در مراحل اولیه رشد بهبود بخشند و در عین حال بر برخی مشکلات مانند هزینه تولید و آلودگی‌های زیست محیطی مرتبط با تغذیه پروتئین خام غلبه کنند (Laudadio و همکاران، ۲۰۱۲). برخلاف سایر اسیدهای آمینه شاخه‌دار، والین یک اسید آمینه محدود کننده در جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا است و در پاسخ به لوسین اضافه شده در جیره، نسبت به ایزولوسین در برابر تضاد و تخریب آنزیمی حساس‌تر است. بنابراین، والین اغلب باید در جیره کم پروتئین تکمیل شود (Nascimento و همکاران، ۲۰۱۶). اسیدهای آمینه شاخه‌دار از نظر ساختاری مشابه هستند و ابتدا توسط آمینوترانسفرازهای شاخه‌دار و سپس توسط کمپلکس آلفا-کتو اسید دهیدروژناز با زنجیره شاخه‌ای تجزیه می‌شوند که باعث کاتابولیسم برگشت ناپذیر به ترکیبات کوآنزیم A می‌شوند (Brosnan وBrosnan ، ۲۰۰۶). تحریک این فعالیت آنزیمی توسط یکی از اسیدهای آمینه شاخه‌دار (اغلب لوسین) منجر به کاتابولیسم سایر اسیدهای آمینه شاخه‌دار می‌شود. بنابراین سطح اضافی یکی از اسیدهای آمینه شاخه‌دار می‌تواند منجر به تخریب و کمبود سایر اسیدهای آمینه شاخه‌دار در غلظت‌های پایین‌تر شود. Allen و Baker (۱۹۷۲) مشاهده کردند که سطوح اضافی لوسین و به میزان کمتر ایزولوسین، رشد جوجه‌ها و استفاده از سایر اسیدهای آمینه شاخه‌دار را مختل می‌کند، در حالی که والین اضافی تأثیری بر استفاده از لوسین یا ایزولوسین ندارد.

اثرات مواد مغذی برون‌زا بر عملکرد و رشد روده در جوجه‌های گوشتی ممکن است در مراحل اولیه رشد به طور موثرتری مورد بررسی قرار گیرد (Brosnan و Brosnan، ۲۰۰۶). بنابراین، در دوره اولیه رشد جوجه‌های گوشتی، جیره‌های کم پروتئینی که به آن‌ها اسیدهای آمینه شاخه‌دار به طور منفرد یا ترکیبی افزوده شد، موضوع مطالعات گسترده‌ای بوده است (Allameh و Toghyani، ۲۰۱۹؛ Ospina-Rojas و همکاران، ۲۰۱۷). با این حال، بین یافته-

های این مطالعات اختلاف نظر وجود دارد. از آنجا که فعل و انفعالاتی بین اسیدهای آمینه شاخه‌دار وجود دارد، افزایش لوسین اضافی باعث افزایش کاتابولیسم سه اسید آمینه شاخه‌دار می‌شود و در صورت کمبود والین و ایزولوسین، محتوای بالای لوسین در جیره ممکن است باعث افزایش نیاز به والین و ایزولوسین شود (Miranda و همکاران، ۲۰۱۵). اگرچه تغذیه با جیره‌های کم پروتئین با افزودن اسیدهای آمینه شاخه‌دار کریستالی (به ویژه والین و ایزولوسین) در جیره جوجه‌های گوشتی اهمیت بیشتری پیدا کرده است (Kop-Bozbay و همکاران، ۲۰۲۱)، پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطوح بالای هر سه اسید آمینه شاخه‌دار به خوبی بررسی نشده است. داده‌های Ospina-Rojas و همکاران (۲۰۱۷، ۲۰۱۹) نشان داده است که واکنش بیشتری به والین و لوسین جیره در مراحل پایانی (۲۱ تا ۴۲ روز) نسبت به مراحل اولیه رشد (۱ تا ۲۱ روز) مشاهده می‌شود. این نتایج با استفاده از سطوح بالایی از والین و لوسین (۱/۹۶ درصد لوسین و ۱/۲۰ درصد والین) به‌دست آمدند که فراتر از موارد مشاهده شده در عمل است. لذا پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف اسیدآمینه‌های شاخه‌دار (ال-والین، ال-لوسین و ال-ایزولوسین) در جیره‌های کم پروتئین بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و پاسخ سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق از ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی نر و ماده یک روزه سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزن یک روزگی ۰/۴۷±۴۲/۷۵ گرم استفاده شد. این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل ۳×۲ با ۶ تیمار و ۴ تکرار در هر تیمار اجرا شد و در هر تکرار (قفس) ۲۰ قطعه جوجه به طور تصادفی (۱۰ قطعه جنس نر و ۱۰ قطعه جنس ماده) قرار داده شد. تیمارهای آزمایشی بر پایه ذرت-کنجاله سویا و شامل ۱) جیره با سطوح پروتئین و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار مطابق نیاز سویه، ۲) جیره با پروتئین در نیاز سویه و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ۱۰ درصد بالاتر از نیاز، ۳) جیره با پروتئین در حد نیاز و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ۲۰ درصد بالاتر از احتیاجات، ۴) جیره با پروتئین ۱۰ درصد کمتر از نیاز و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار مطابق احتیاجات، ۵) جیره با پروتئین ۱۰ درصد کمتر از نیاز و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ۱۰ درصد بالاتر از احتیاجات و ۶) جیره با پروتئین ۱۰ درصد کمتر از احتیاجات و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ۲۰ درصد بالاتر از احتیاجات بودند. جیره‌ها بر اساس جداول احتیاجات غذایی سویه راس ۳۰۸ سال ۲۰۱۹ تنظیم و توسط نرم‌افزار جیره نویسی UFFDA فرموله شدند. جیره‌های تنظیم شده مورد استفاده در دوره‌های آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) در جدول ۱ ارائه شده است. اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در سطح ۱۰ و ۲۰ درصد به‌صورت سرک به جیره‌های پایه با نیاز پروتئینی در حد احتیاجات و کم‌پروتئین اضافه شدند. در کل دوره پرورش خوراک و آب به‌صورت آزاد در اختیار پرندگان قرار گرفت.

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

برنامه‌های مدیریت پرورش شامل نور، تهویه، دما، تراکم و بستر برای همه تیمارها یکسان و طبق استاندارد توصیه شده اجراء شدند.

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در دوره‌های مختلف آزمایش

	آغازین (۱-۱۰ روزگی)		رشد (۱۱-۲۴ روزگی)		پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)	
اقلام جیره	احتیاجات سویه	کم‌پروتئین	حتیاجات سویه	کم‌پروتئین	احتیاجات سویه	کم‌پروتئین
دانه ذرت	۶۰/۶۲	۶۳/۸۵	۵۵/۱۵	۶۰/۰۰	۶۰/۳۳	۶۵/۳۷
کنجاله سویا	۲۷/۵۸	۲۶/۸۱	۳۶/۷۳	۳۲/۶۸	۳۱/۲۶	۲۷/۰۴
گلوتن ذرت	۶/۸۹	۴/۳۳	–	–	–	–
روغن سویا	–	–	۴/۰۰	۳/۱۷	۴/۵۴	۳/۶۷
کربنات کلسیم	۱/۷۰	۱/۷۰	۱/۵۳	۱/۵۴	۱/۴۰	۱/۴۲
دی کلسیم فسفات	۱/۵۱	۱/۵۲	۱/۲۹	۱/۳۲	۱/۱۶	۱/۱۹۷
نمک	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل معدنی ویتامینی[1]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
جوش شیرین	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷
ال لیزین	۰/۴۶	۰/۳۸	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۱۴
ال متیونین	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۲۰
ال ترئونین	۰/۰۷	۰/۱۱	–	۰/۰۲	–	۰/۰۲
ال والین	–	–	۰/۰۰۲	–	–	–
ال ایزولوسین	۰/۰۱	۰/۰۱	–	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳
ال آرژنین	۰/۱۰	۰/۱۶	–	–	–	–
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیبات شیمیایی						
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰
پروتئین خام (٪)	۲۲/۲۳	۲۰/۰۱	۲۱/۱۵	۱۹/۷۵	۱۹/۲۰	۱۷/۷۵
کلسیم (٪)	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۸۶
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۳۹
لیزین قابل هضم (٪)	۱/۳۴	۱/۲۴	۱/۲۹	۱/۱۳	۱/۱۷	۱/۰۱
متیونین قابل هضم (٪)	۰/۵۰	۰/۵۸	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۴۷	۰/۴۹
متیونین+سیستئین قابل هضم (٪)	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۷۹
ترئونین قابل هضم (٪)	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۷۱	۰/۶۸
آرژنین قابل هضم (٪)	۱/۳۲	۱/۳۲	۱/۳۶	۱/۲۵	۱/۲۱	۱/۱
والین قابل هضم (٪)	۱/۰۱	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۲
لوسین قابل هضم (٪)	۲/۲۳	۱/۱۸	۱/۸۰	۱/۷۱	۱/۶۶	۱/۵۷
ایزولوسین قابل هضم (٪)	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۷۵

[1] منابع ویتامینی در هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A (رتینیل استات) ، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3 (کلسیفرول) ، ۱۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۱ میلی‌گرم؛ ویتامین K_3 (منادیون دی متیل پیریمیدینول)، ۲ میلی‌گرم؛ تیامین (تیامین مونونیترات) ، ۱/۶ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۶ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۰ میلی‌گرم؛ پانتوتنات کلسیم ، ۱۵ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۲ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۲۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۲۰ میلی‌گرم؛ کولین (کولین

کلرید)، ۵۰۰ میلی‌گرم. منابع معدنی به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: منگنز (اکسید منگنز)، ۶۰ میلی‌گرم؛ روی (سولفات روی)، ۶۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۵۰ میلی‌گرم؛ مس (سولفات کاپریک)، ۱۰ میلی‌گرم ؛ ید (یدید پتاسیم) ، ۱ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنیت سدیم) ، ۰/۳۰ میلی‌گرم.

به منظور بررسی صفات عملکردی، خوراک مصرفی به صورت روزانه پس از وزن شدن در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. برای محاسبه میزان خوراک مصرفی هر تکرار مقدار خوراک باقیمانده در پایان هر مرحله پرورشی از کل خوراک داده شده در طول دوره کسر می‌شد. برای محاسبه افزایش وزن هر تکرار در هر دوره زمانی، اختلاف وزن انتها و ابتدای دوره پرورش تعیین شد. در روزهای یک، ۱۰، ۲۴ و ۴۲ نیز همه جوجه‌های هر واحد آزمایشی به صورت جمعی وزن‌کشی شدند. ضریب تبدیل خورک در دوره‌های زمانی مختلف (دوره‌های آغازین، رشد و پایانی) محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم میانگین خوراک مصرفی بر میانگین افزایش وزن جوجه‌ها برای هر دوره محاسبه شد. در طول آزمایش، روزانه و قبل از تخصیص خوراک به هر واحد آزمایشی، تعداد تلفات در برگه‌های هر واحد آزمایشی ثبت و وزن تلفات آن روز یادداشت شد. از میزان تلفات روزانه در تعیین روز مرغ هر واحد آزمایشی استفاده شد (Awad و همکاران، ۲۰۰۹).

جهت بررسی ویژگی‌های قطعات لاشه، در پایان آزمایش (۴۲ روزگی)، ۲ پرنده از هر تکرار (۸ پرنده در هر تیمار) با وزن بدن نزدیک به میانگین وزن تکرار انتخاب شدند و پس از ۴ ساعت گرسنگی، دوباره وزن کشی شده و به روش بریدن گردن کشتار شدند. پس از باز کردن شکم، کبد، صفرا، سنگدان، طحال، پانکراس و روده‌ها جدا و وزن آنها اندازه‌گیری شد. همچنین وزن سینه، ران و چربی محوطه شکمی توزین شدند. پس از توزین و اندازه‌گیری هر کدام از صفات، جهت محاسبه وزن نسبی آنها، وزن هر یک از آنها بر وزن زنده جوجه‌ها تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد. در روز ۴۲ آزمایش، ۲ پرنده نر از هر تکرار انتخاب و از طریق سیاهرگ بال خونگیری انجام گرفت. نمونه‌های خون در لوله آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد خون (هپارین)، به منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های هماتولوژی (هتروفیل و لنفوسیت) به آزمایشگاه فرستاده شد. نمونه خون جوجه‌ها به روش گیمسا رنگ آمیزی شد و تعداد هتروفیل و لنفوسیت شمارش شد.

تجزیه داده‌ها بوسیله نرم افزار آماری SAS با استفاده از رویه Mixed در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. بررسی معنی‌دار بودن اختلافات بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون مقایسه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. مدل آماری مورد استفاده در آزمایش به صورت زیر بود:

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

Y_{ijk} =مقدار هر مشاهده، μ =میانگین مشاهدات، A_i =اثر سطح پروتئین، B_j =اثر اسیدآمینه، AB_{ij} =اثر متقابل بین پروتئین و اسیدآمینه و e_{ijk} =اثر باقیمانده (اشتباه آزمایشی) را نشان می‌دهد.

نتایج

عملکرد

جدول ۲ اثر سطوح مختلف پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره را بر مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک پرندگان در طول دوره های مختلف پرورش نشان می‌دهد. مصرف خوراک تحت تاثیر سطح پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار در دوره آغازین، رشد و پایانی قرار نگرفت (P>۰/۰۵) اما افزودن بالاترین سطح اسیدهای آمینه شاخه‌دار (۲۰٪) باعث بهبود افزایش وزن بدن در طول دوره رشد و در کل دوره آزمایشی نسبت به سایر سطوح شد (P<۰/۰۵). جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد پروتئین خام کمتر، افزایش وزن بدن کمتری در دوره پایانی داشتند. سطح پروتئین خام تأثیری بر ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف پرورشی نداشت (P>۰/۰۵) اما افزودن۲۰٪ اسیدهای آمینه شاخه‌دار بالاتر از احتیاجات، باعث کاهش ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با سطوح پایین‌تر در دوره رشد و کل دوره شد (P<۰/۰۵). اثرات متقابل پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار نشان داد که افزودن ۲۰ درصدی اسیدهای آمینه شاخه‌دار بالاتر از احتیاجات سویه در جیره با پروتئین در حد احتیاجات سویه راس، باعث بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با جیره کم پروتئین با اسیدهای آمینه شاخه‌دار در سطح احتیاجات سویه راس می شود. لازم به ذکر است که سطح ۲۰ درصد اسیدهای آمینه شاخه‌دار قادر به جبران کاهش پروتئین جیره بود و افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک مشابه تیمار با پروتئین در حد احتیاجات سویه راس بود.

خصوصیات لاشه

جدول ۳ تأثیر سطوح مختلف پروتئین خام و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در جیره را بر خصوصیات لاشه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که درصد لاشه و ران تحت تأثیر سطوح اسیدآمینه‌های شاخه‌دار قرار می‌گیرد و استفاده از ۲۰ درصد مکمل اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در جیره باعث افزایش درصد لاشه و ران نسبت به سطح استاندارد شد (P<۰/۰۵).

اثرات متقابل نشان داد که استفاده از ۲۰ درصد اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره استاندارد باعث بهبود بازده لاشه در مقایسه با جیره کم پروتئین با اسیدهای آمینه استاندارد می‌شود (P<۰/۰۵).

نسخه پیش از انتشار

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار، و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

اثرات	مصرف خوراک (گرم در روز)				افزایش وزن بدن (گرم در روز)				ضریب تبدیل خوراک			
	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی
اثر سطح پروتئین خام												
احتیاجات سویه	۱۷/۱۵	۸۷/۷۵	۱۳۵/۱۰	۹۱/۲۳	۱۵/۸۰	۶۳/۳۷	۷۴/۶۲^{a}	۵۶/۸۷	۱/۰۸	۱/۳۹	۱/۸۰	۱/۶۰
۱۰درصد کمتر ازا حتیاجات سویه	۱۶/۳۳	۸۸/۳۰	۱۳۳/۸۵	۹۰/۶۸	۱۵/۰۱	۶۴/۲۷	۷۰/۶۷^{b}	۵۵/۲۹	۱/۰۹	۱/۳۸	۱/۹۱	۱/۶۴
SEM	۰/۵۵	۱/۱۰	۲/۵۴	۱/۱۷	۰/۸۲	۱/۱۳	۲/۴۱	۱/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۲
P-value	۰/۳۰	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۵۰	۰/۵۸	۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۲۲	۰/۳۷
اثر سطح اسیدآمینه‌های شاخه‌دار												
صفر درصد	۱۷/۰۳	۸۹/۱۲	۱۳۴/۰۰	۹۱/۱۹	۱۶/۷۶	۶۰/۲۹^{b}	۷۰/۷۹	۵۴/۴۳^{b}	۱/۰۲	۱/۴۸^{a}	۱/۹۰	۱/۶۷^{a}
۱۰ درصد بیشتر	۱۷/۲۵	۸۷/۴۱	۱۳۶/۱۱	۹۱/۵۸	۱۵/۱۳	۶۱/۳۳^{b}	۷۲/۴۵	۵۵/۱۰^{b}	۱/۱۴	۱/۴۲^{a}	۱/۸۹	۱/۶۶^{a}
۲۰ درصد بیشتر	۱۵/۹۵	۸۷/۵۴	۱۳۳/۳۱	۹۰/۱۱	۱۴/۳۳	۶۹/۸۵^{a}	۷۴/۷۰	۵۸/۷۲^{a}	۱/۱۱	۱/۲۵^{b}	۱/۷۹	۱/۵۳^{b}
SEM	۰/۶۷	۱/۳۵	۳/۱۱	۱/۴۳	۱/۰۱	۱/۳۹	۲/۹۵	۱/۴۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۳
P-value	۰/۳۶	۰/۶۱	۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۳۳	۰/۰۰۱	۰/۴۰	۰/۰۱
اثرات متقابل سطح پروتئین و اسیدآمینه												
پروتئین و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۱۶/۶۲	۸۷/۱۲	۱۳۳/۹۷	۹۰/۴۱	۱۷/۴۰	۶۰/۱۷^{b}	۷۴/۱۸^{ab}	۵۵/۹۹^{ab}	۰/۹۵	۱/۴۴^{ab}	۱/۸۱^{b}	۱/۶۱^{ab}
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۱۰درصد بیشتر	۱۸/۱۵	۸۸/۶۰	۱۳۷/۷۳	۹۲/۸۸	۱۶/۳۰	۵۹/۵۱^{b}	۷۰/۹۸^{ab}	۵۴/۰۹^{ab}	۱/۱۱	۱/۴۹^{a}	۱/۹۵^{ab}	۱/۷۱^{ab}
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۲۰ درصد بیشتر	۱۶/۷۰	۸۷/۵۱	۱۳۳/۶۱	۹۰/۴۱	۱۳/۹۲	۷۰/۴۲^{a}	۷۸/۷۲^{a}	۶۰/۵۳^{a}	۱/۱۹	۱/۲۴^{b}	۱/۶۹^{b}	۱/۴۹^{b}
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۱۷/۴۵	۹۱/۱۲	۱۳۴/۰۴	۹۱/۹۷	۱۶/۱۲	۶۰/۴۱^{b}	۶۷/۴۰^{b}	۵۲/۸۶^{b}	۱/۱۰	۱/۵۱^{a}	۲/۰۰^{a}	۱/۷۳^{a}
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه ۱۰ درصد بیشتر از حد احتیاجات	۱۶/۳۵	۸۶/۲۱	۱۳۴/۵۰	۹۰/۲۷	۱۴/۱۷	۶۳/۱۴^{ab}	۷۳/۹۱^{ab}	۵۶/۱۰^{ab}	۱/۱۵	۱/۳۶^{b}	۱/۸۳^{b}	۱/۶۰^{ab}
پروتئین ۱۰ درصدکمتر و اسیدآمینه ۲۰درصد بیشتر از حد احتیاجات	۱۵/۲۰	۸۷/۵۷	۱۳۳/۰۱	۸۹/۸۱	۱۴/۷۵	۶۹/۲۸^{a}	۶۹/۷۰^{ab}	۵۶/۹۰^{ab}	۱/۰۳	۱/۲۶^{b}	۱/۹۰^{ab}	۱/۵۶^{b}
SEM	۰/۹۵	۱/۹۱	۴/۴۰	۲/۰۲	۱/۴۳	۱/۹۷	۴/۱۷	۲/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴
P-value	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۹۲	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲۴	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۴

[b,a]: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵). SEM: میانگین استاندارد خطا

نسخه پیش از انتشار

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

جدول ۳-تاثیر سطوح مختلف پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار، و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات لاشه (درصد از وزن زنده) در جوجه‌های گوشتی

اثرات	لاشه	سینه	ران	چربی حفره بطنی
اثر سطح پروتئین خام				
احتیاجات سویه	۶۹/۱۰	۲۴/۷۰	۲۲/۸۷	۱/۲۶
۱۰درصد کمتر ازا حتیاجات سویه	۶۷/۸۰	۲۴/۷۱	۲۲/۱۸	۱/۰۷
SEM	۰/۵۳	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۳
P-value	۰/۱۰	۰/۹۷	۰/۰۷	۰/۴۴
اثر سطح اسیدآمینه‌های شاخه‌دار				
صفر درصد	۶۶/۸۲^{b}	۲۴/۵۷	۲۱/۷۵ ^{b}	۱/۱۰
۱۰ درصد بیشتر	۶۸/۴۶^{ab}	۲۴/۵۷	۲۲/۶۲ ^{ab}	۱/۱۴
۲۰ درصد بیشتر	۷۰/۰۷^{a}	۲۴/۹۷	۲۳/۲۲ ^{a}	۱/۲۶
SEM	۰/۶۵	۲/۳۵	۰/۳۱	۰/۲۸
P-value	۰/۰۰۹	۰/۶۶	۰/۰۱	۰/۸۴
اثرات متقابل سطح پروتئین و اسیدآمینه				
پروتئین و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۶۷/۱۴^{ab}	۲۴/۱۵	۲۲/۰۲	۱/۲۷
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۱۰درصد بیشتر	۶۸/۹۲^{ab}	۲۴/۷۱	۲۲/۷۹	۱/۲۹
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۲۰ درصد بیشتر	۷۱/۲۶^{a}	۲۵/۲۳	۲۳/۸۱	۱/۲۴
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۶۶/۵۰^{b}	۲۴/۹۹	۲۱/۴۸	۰/۹۴
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه ۱۰ درصد بیشتر از حد احتیاجات	۶۸/۰۱^{ab}	۲۴/۴۳	۲۲/۴۵	۱/۰۰
پروتئین ۱۰ درصدکمتر و اسیدآمینه ۲۰درصد بیشتر از حد احتیاجات	۶۸/۸۹^{ab}	۲۴/۷۱	۲۲/۶۳	۱/۲۸
SEM	۰/۹۲	۰/۵۰	۰/۴۴	۰/۵۶
P-value	۰/۰۱	۰/۳۷	۰/۶۲	۰/۱۳

^{b,a}: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

SEM: میانگین استاندارد خطا

تأثیر استفاده از سطوح مختلف اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره استاندارد یا کم پروتئین بر وزن اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ گزارش شده است. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که وزن نسبی اندام‌های داخلی تحت تأثیر پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار، و اثر متقابل آنها قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

جدول ۴-تاثیر سطوح مختلف پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار، و اثر متقابل آنها بر وزن اندام‌های داخلی (درصد از وزن زنده) در جوجه‌های گوشتی

اثرات	سنگدان	طحال	روده کوچک	روده بزرگ	کبد و صفرا	پانکراس
اثر سطح پروتئین خام						
احتیاجات سویه	۲/۱۶	۰/۱۸	۴/۶۳	۰/۵۶	۳/۰۰	۰/۱۵
۱۰درصد کمتر ازا حتیاجات سویه	۲/۰۰	۰/۱۰	۴/۷۷	۰/۵۲	۳/۱۶	۰/۱۵
SEM	۰/۱۵	۰/۰۰۶	۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۰۰۴
P-value	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۵۷	۰/۱۹	۰/۵۲	۰/۶۷
اثر سطح اسیدآمینه‌های شاخه‌دار						
صفر درصد	۲/۱۶	۰/۱۰	۴/۸۵	۰/۵۵	۲/۹۱	۰/۱۵
۱۰ درصد بیشتر	۲/۱۲	۰/۲۳	۴/۶۴	۰/۵۳	۳/۲۱	۰/۱۵
۲۰ درصد بیشتر	۱/۹۵	۰/۰۹	۴/۶۱	۰/۵۵	۳/۱۳	۰/۱۴
SEM	۰/۱۸	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۰۰۵
P-value	۰/۷۰	۰/۳۹	۰/۶۹	۰/۸۹	۰/۶۱	۰/۳۶
اثرات متقابل سطح پروتئین و اسیدآمینه						
پروتئین و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۲/۲۲	۰/۱۰	۴/۷۹	۰/۵۶	۲/۶۹	۰/۱۵
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۱۰درصد بیشتر	۲/۱۳	۰/۳۴	۴/۸۱	۰/۵۹	۳/۲۹	۰/۱۵
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۲۰ درصد بیشتر	۲/۱۴	۰/۰۹	۴/۲۹	۰/۵۳	۳/۰۳	۰/۱۴
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۲/۱۰	۰/۱۰	۴/۹۱	۰/۵۴	۳/۱۴	۰/۱۵
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه ۱۰ درصد بیشتر از حد احتیاجات	۲/۱۲	۰/۱۱	۴/۴۷	۰/۴۷	۳/۱۳	۰/۱۴
پروتئین ۱۰ درصدکمتر و اسیدآمینه ۲۰درصد بیشتر از حد احتیاجات	۲/۷۷	۰/۱۰	۴/۹۴	۰/۵۶	۳/۲۲	۰/۱۵
SEM	۰/۲۶	۰/۰۰۱	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۰۰۸
P-value	۰/۷۸	۰/۴۵	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۶۱	۰/۵۷

[b,a]: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

SEM: میانگین استاندارد خطا

سیستم ایمنی

جدول ۵ اثر استفاده از سطوح مختلف اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره استاندارد یا کم‌پروتئین را بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، درصد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت تحت تأثیر اثر متقابل سطح پروتئین خام و اسیدهای آمینه شاخه‌دار قرار گرفت و استفاده از سطح ۲۰ درصد اسیدهای آمینه شاخه‌دار بالاتر از احتیاجات سویه راس با درصد پروتئین در سطح احتیاجات باعث افزایش درصد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در مقایسه با جیره کم پروتئین با اسیدهای آمینه شاخه‌دار در سطح احتیاجات شد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۵-تاثیر تیمارهای آزمایشی بر سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی

اثرات	هتروفیل (٪)	لنفوسیت (٪)	نسبت هتروفیل به لنفوسیت
اثر سطح پروتئین خام			
احتیاجات سویه	۲۸/۲۲	۶۷/۲۳	۰/۴۲
۱۰درصد کمتر ازا حتیاجات سویه	۲۷/۱۲	۶۸/۰۹	۰/۳۹
SEM	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۰۱
P-value	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۷
اثر سطح اسیدآمینه‌های شاخه‌دار			
صفر درصد	۲۷/۱۶	۶۷/۹۲	۰/۴۰
۱۰ درصد بیشتر	۲۷/۹۹	۶۷/۲۵	۰/۴۲
۲۰ درصد بیشتر	۲۷/۸۷	۶۷/۵۰	۰/۴۱
SEM	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۰۱
P-value	۰/۶۸	۰/۸۷	۰/۷۳
اثرات متقابل سطح پروتئین و اسیدآمینه			
پروتئین و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۲۸/۱۳^{ab}	۶۶/۸۲	۰/۴۳^{a}
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۱۰درصد بیشتر	۲۸/۰۹^{ab}	۶۷/۲۹	۰/۴۲^{ab}
پروتئین در حد احتیاجات و اسیدآمینه ۲۰ درصد بیشتر	۲۸/۴۶^{a}	۶۷/۱۱	۰/۴۳^{a}
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه در حد احتیاجات	۲۶/۱۹^{b}	۶۹/۰۳	۰/۳۶^{b}
پروتئین ۱۰ درصد کمتر و اسیدآمینه ۱۰ درصد بیشتر از حد احتیاجات	۲۷/۸۹^{ab}	۶۷/۲۰	۰/۴۲^{ab}
پروتئین ۱۰ درصدکمتر و اسیدآمینه ۲۰درصد بیشتر از حد احتیاجات	۲۷/۲۹^{ab}	۶۷/۸۹	۰/۴۰^{ab}
SEM	۰/۸۳	۰/۶۱	۰/۰۲
P-value	۰/۰۳	۰/۸۷	۰/۷۵

^{b,a}: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

SEM: میانگین استاندارد خطا

بحث

مطالعه حاضر نشان داد که کاهش ۱۰ درصد سطح پروتئین خام بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تأثیری نداشت، اما می‌تواند افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک را در طول دوره پرورش تضعیف کند. در طول دوره آزمایشی، جوجه‌های گوشتی که با جیره پایه حاوی ۲۰ درصد اسیدآمینه‌های شاخه‌دار بیشتر تغذیه شدند، افزایش وزن بدن بیشتری داشتند و ضریب تبدیل خوراک را در مقایسه با گروه کنترل بهبود بخشیدند، که نشان می‌دهد جیره‌غذایی حاوی اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ممکن است باعث بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی شود. گزارش شده است که پروفایل اسیدهای آمینه شاخه‌دار جیره به دلیل رقابت آنتاگونیستی بین لوسین و والین (Norouzian و همکاران، ۲۰۱۸) یا بین کل اسیدهای آمینه شاخه‌دار (Ospina-Rojas و همکاران، ۲۰۱۹) می‌تواند به عنوان یک عامل تأثیرگذار بر عملکرد جوجه‌های گوشتی باشد. همچنین بنا به برخی از پژوهش‌ها رقابت بین این اسیدهای آمینه شاخه‌دار می‌تواند منجر به افزایش نیاز به والین در خوراک مصرفی جوجه‌ها شود (Ospina-Rojas و همکاران، ۲۰۱۹). با این حال پژوهشگران در سال ۲۰۲۱ با مکمل کردن نسبت‌های مختلف لوسین، والین و ایزولوسین در سه سطح گزارش کردند که این اسیدهای آمینه شاخه‌دار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی پرورش یافته در شرایط تنش گرمایی از سن ۱۴ تا ۴۲ روزگی نداشتند (Kop-Bozbay و همکاران، ۲۰۲۱). در مقابل و موافق با نتایج آزمایش حاضر، گزارش شده است که افزودن ۱۰ درصد والین اضافی در جیره با ۲ درصد پروتئین خام کمتر از سطح توصیه شده باعث افزایش بیشتر وزن بدن در دوره رشد شد (پارسایی مهر و همکاران، ۱۴۰۱). در پژوهشی دیگر صادق‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) گزارش کردند که سطح ۱۴۰ درصد اسیدآمینه لوسین در مقایسه با سطح ۱۰۰ درصد باعث بهبود وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی شد. رشد و نمو روده جوجه‌های گوشتی نیز تحت تأثیر مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار قرار می‌گیرد (Moura و همکاران، ۲۰۱۷) که می‌تواند توضیح دهنده اثرات مثبت این دسته از اسیدهای آمینه بر عملکرد جوجه‌های گوشتی از طریق تأثیرگذاری بر روده و بهبود مورفولوژی روده باشد. بنابراین، همانطور که توسط Liu و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شده است، استفاده از اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره‌های کم پروتئین تأثیر مفیدی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی دارد. این یافته‌ها نشان داد که سطح پروتئین خام احتمالاً چندان مهم نیست و پروفایل اسیدهای آمینه شاخه‌دار به دلیل تأثیر متضاد بین لوسین و والین در جیره (Ospina-Rojas و همکاران، ۲۰۱۷) یا تضاد بین اسیدهای آمینه شاخه-دار، عامل مهم‌تری است (Pereira و همکاران، ۲۰۱۸). با این حال، این نتایج با برخی از مطالعات قبلی (Kop-Bozbay و همکاران، ۲۰۲۱) که در آن عملکرد جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار قرار نگرفت، مخالف است. تفاوت بین مطالعات قبلی و مطالعه حاضر ممکن است به این واقعیت مرتبط باشد که روابط

بین اسیدهای آمینه شاخه‌دار و نسبت اسیدهای آمینه مانند والین و ایزولوسین به لیزین برای حداکثر عملکرد متفاوت است (Agostini و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین این اختلافات ممکن است به دلیل نژاد و سن پرندگان آزمایشی، نسبت و کیفیت مواد تشکیل دهنده جیره یا شرایط محیطی (تنش گرمایی) باشد (Allameh و Toghyani، ۲۰۱۹؛ Potença و همکاران، ۲۰۱۵).

نیاز مواد مغذی جوجه‌های گوشتی به طور مستمر با انتشار سویه‌های جدید و با تغییر در برنامه‌های تغذیه به‌روز می-شود (Aviagen، ۲۰۲۱؛ Cobb-Vantress ، ۲۰۲۰c)، در حالی که دستورالعمل‌های NRC (۱۹۹۴) برای اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر اساس حداقل نیازهای پروتئین خام پرندگان بیان شده است. با این حال، یک نسبت مناسب از اسیدهای آمینه شاخه‌دار برای استفاده ایده‌آل مورد نیاز است، در غیر این صورت اسیدهای آمینه شاخه‌دار بیش از اسیدهای آمینه محدود کننده، دچار فرآیند آمین‌زدایی می‌شوند و برای تامین انرژی به‌جای سنتز پروتئین استفاده می‌شوند. Chen و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که افزایش لوسین از ۱/۸۸ به ۲/۷۳ درصد جیره با غلظت ثابت ایزولوسین و والین، افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی را تا ۴۵ درصد افزایش داد و مصرف خوراک و کارایی خوراک را نیز بهبود بخشید. گنجاندن بیشتر مواد خوراکی حاوی والین ضروری است، زیرا جیره با کمبود والین می‌تواند منجر به اختلال در عملکرد رشد همراه با ناهنجاری در پرها و پاهای مرغ شود (Amirdahri و همکاران، ۲۰۲۰). از این رو، والین را می‌توان به عنوان چهارمین اسیدآمینه محدود کننده در جوجه‌های تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا در نظر گرفت (Berres و همکاران، ۲۰۱۰). در پژوهشی دیگر Corzo و همکاران (۲۰۰۸) ایزولوسین را از ۰/۷۱ به ۰/۵۸ درصد در جوجه‌های گوشتی از روز ۳۵ تا ۵۴ کاهش داد، افزایش وزن بدن آنها ۵ درصد کاهش یافت و ضریب تبدیل خوراک ۶ درصد افزایش یافت. افزایش گنجاندن ایزولوسین از ۰/۵۸ به ۰/۶۶ درصد در این مطالعه عملکرد ضعیف را جبران کرد، اما افزودن آرژنین به جیره کم ایزولوسین، افت عملکرد را جبران نکرد. بنابراین، نویسندگان به این نتیجه رسیدند که گنجاندن ایزولوسین بالاتر از سطح حاشیه در یک جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا ضروری است.

موافق با نتایج ما محققین گزارش کردند که ایزولوسین باعث افزایش درصد عضله سینه و ران و مکمل ترکیبی ایزولوسین و والین باعث کاهش چربی حفره شکمی شد (Kim و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین مشخص شده است که عملکرد گوشت سینه در جوجه‌های گوشتی نر راس × هابارد در پاسخ به جیره با کمبود ایزولوسین کاهش می‌یابد (Kidd و همکاران، ۲۰۰۰)، که نشان می‌دهد ایزولوسین برای بهبود ترکیب بدن و عملکرد گوشت عضلات سینه و ران در جوجه‌های گوشتی مهم است. بنابراین، سطوح گنجاندن مناسب و نسبت‌های ایده‌آل ایزولوسین به سایر

اسیدهای آمینه، به‌ویژه اسیدهای آمینه شاخه‌دار و لیزین، برای عملکرد بهتر و بازدهی بالای گوشت سینه حتی پس از برآورده شدن الزامات اسیدهای آمینه محدود کننده اصلی مورد نیاز است. الزامات والین و ایزولوسین نیز به یکدیگر وابسته هستند اما سطوح بهینه آن‌ها بیشتر تحت تأثیر غلظت لوسین در جیره است. در میان اسیدهای آمینه شاخه‌دار، لوسین به ویژه برای تحریک سنتز پروتئین شناخته شده است (Bai و همکاران، ۲۰۱۵)، اما لوسین اضافی می‌تواند غلظت ایزولوسین و والین پلاسما را کاهش دهد، بنابراین مقدار بهینه لوسین در جیره باید رعایت شود و بر اساس انواع مواد مورد استفاده در خوراک تعیین شود. در مطالعه‌ای که توسط Erwan و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد، افزودن ۰/۵ درصد لوسین در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش ۹ درصدی وزن لاشه شد.

در رابطه با سیستم ایمنی مطالعه حاضر نشان داد که افزودن ۲۰ درصدی اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره‌های با پروتئین در سطح احتیاجات سویه باعث افزایش درصد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در مقایسه با تیمار کم پروتئین با اسیدآمینه در سطح احتیاجات شد. پارسایی‌مهر و همکاران (۱۴۰۰) گزارش کردند که افزودن ۲۰ درصد اسیدآمینه والین در جیره‌های کم‌پروتئین تأثیر معنی‌داری بر لکوسیت‌های خون نشان نداد اما به طور معنی‌داری باعث افزایش ایمنی هومورال گردید. علی‌رغم پذیرش نقش مهم اسیدهای آمینه شاخه‌دار در تعدیل ایمنی، مکانیسم خاصی برای تعامل آن در مطالعات شرح داده نشده است. انتظار می‌رود که اثرات مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار باعث واکنش‌های مشابهی در طیور شود که در خوک‌ها یا موش‌ها مشاهده شد (Wesney و Tannock، ۱۹۷۹؛ Zhang و همکاران، ۲۰۱۸). با این وجود، مطالعات بیشتر برای تعیین اثرات اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر پارامترهای سلامت طیور ضروری است، زیرا تفاوت‌های ذاتی در ایمنی طیور و خوک‌ها و سایر گونه‌های تک معده وجود دارد. در بین اسیدهای آمینه شاخه‌دار، عمدتا والین باعث تحریک لنفوژنز لنفوسیت‌ها و همچنین افزایش سلول‌های کشنده طبیعی در کبد می‌شود (Monirujjaman و Ferdouse، ۲۰۱۴). در طی مطالعات آزمایشگاهی مشخص شده است که اسیدهای آمینه شاخه‌دار در پروتئین‌هایی که برای سنتز RNA و DNA استفاده می‌شوند، ترکیب می‌شوند و برای عملکردهای سلولی توسط سلول‌های ایمنی اکسید می‌شوند (Calder، ۲۰۰۶). این گزارش‌ها از این واقعیت حمایت می‌کنند که اسیدهای آمینه شاخه‌دار دارای اثرات آنابولیک و تعدیل کننده ایمنی هستند. علاوه بر این، مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار در یک جیره کم پروتئین (۱۷ درصد) باعث کاهش اوره پلاسما و تعداد لنفوسیت-های داخل اپیتلیال و افزایش ارتفاع پرز در دئودنوم و ایمونوگلوبولین A شد (Ren و همکاران، ۲۰۱۵). افزایش سطح لنفوسیت‌های داخل اپیتلیال ممکن است در عملکرد طبیعی مطلوب نباشد زیرا نشان دهنده التهاب مداوم در مخاط است (Cheroutre و همکاران، ۲۰۱۱). هنگامی که والین از ۶/۴ به ۸/۶۵ گرم در کیلوگرم جیره افزایش

یافت، Thornton و همکاران (۲۰۰۶) هیچ تغییری در اندام‌های ایمنی یا تیتر آنتی‌بادی جوجه‌های گوشتی پیدا نکردند و به این نتیجه رسیدند که کمبود والین ایمنی را به خطر نمی‌اندازد زیرا نیاز به ایمنی ممکن است کمتر از نیازهای رشد پرنده باشد. این نتایج نشان می‌دهد که والین برای رشد و عملکردهای فیزیولوژیکی ضروری است. اما نسبت آن به سایر اسیدهای آمینه، به ویژه سایر اسیدهای آمینه شاخه‌دار، برای پاسخ بهینه بسیار مهم است. به طور کلی، در دسترس بودن کافی اسیدهای آمینه برای سنتز مولکول‌های سیتوتوکسیک، پلی پپتیدها، ایمونوگلوبولین‌ها، سیتوکین‌ها و عملکرد سیستم ایمنی ضروری است (Calder، ۲۰۰۶). همچنین تامین اسیدهای آمینه شاخه‌دار برای سلول‌های ایمنی لازم است تا اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌های خود را سنتز کنند و همچنین منبعی برای سلول‌های در حال تقسیم فراهم کنند (Zhou و همکاران، ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری نهایی

به طورکلی در مطالعه حاضر افزودن ۲۰ درصدی اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره‌های کم پروتئین توانست عملکرد جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشد. همچنین، تغذیه با جیره‌های کم پروتئین سیستم ایمنی را تضعیف کرد. با این حال، مشخص شد که مکمل کردن اسیدهای آمینه شاخه‌دار در بهبود خصوصیات لاشه و عملکرد جیره‌های کم پروتئین حیاتی است.

منابع

پارسایی مهر، خ.، دانشیار، م.، فرهومند، پ.، جانمحمدی، ح.، علیایی، م. و جوانمرد، آ. (۱۴۰۱). تأثیر افزودن سطوح مختلف اسیدآمینه والین در جیره‌های غذایی کم پروتئین بر عملکرد، شاخص‌های بیوشیمیایی خون و خصوصیات استخوان جوجه‌های گوشتی سویه راس-۳۰۸ در دوره رشد. *پژوهش‌های تولیدات دامی*، ۱۳(۳۷)، ۳۲-۳۹.

پارسایی مهر، خ.، دانشیار، م.، فرهومند، پ.، جانمحمدی، ح، و علیایی، م، (۱۴۰۰). تأثیر مقادیر مختلف اسیدآمینه والین در جیره‌های کم‌پروتئین، بر ایمنی سلولی و هومورال جوجه‌های گوشتی. *آسیب‌شناسی درمانگاهی دامپزشکی*، ۱۵(۵۸)، ۱۲۹-۱۴۱.

صادق زاده، س.، دانشیار م.، فرهومند، پ.، یزدیان، م، و هاشمی، س. م. (۱۴۰۰). اثر سطوح مختلف اسید آمینه لوسین بر عملکرد، خصوصیات وکیفیت لاشه و بیان ژن‌های IGF-1 و انسولین در جوجه‌های گوشتی. *مجله تحقیقات دامپزشکی*، ۷۶(۳)، ۳۵۹-۳۷۱.

Adeva-Andany, M. M., López-Maside, L., Donapetry-García, C., Fernández-Fernández, C. and Sixto-Leal, C. (2017). Enzymes involved in branched-chain amino acid metabolism in humans. *Amino acids,* 49(6), 1005-1028.

Agostini, P. S., Santos, R. R., Khan, D. R., Siebert, D. and Van der Aar, P. (2019). The optimum valine: lysine ratios on performance and carcass traits of male broilers based on different regression approaches. *Poultry science,* 98(3), 1310-1320.

Allameh, S. and Toghyani, M. (2019). Effect of dietary valine supplementation to low protein diets on performance, intestinal morphology and immune responses in broiler chickens. *Livestock Science,* 229, 137-144.

Allen, N. K. and Baker, D. H. (1972). Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. *Poultry Science,* 51(4), 1292-1298.

Amirdahri, S., Janmohammadi, H., Taghizadeh, A., Lambert, W., Soumeh, E. A. and Oliayi, M. (2020). Valine requirement of female Cobb broilers from 8 to 21 days of age. *Journal of applied poultry research,* 29(4), 775-785.

Awad, W., Ghareeb, K. and Böhm, J. (2008). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing Enterococcus faecium and oligosaccharides. *International Journal of Molecular Sciences,* 9(11), 2205-2216.

Aviagen (2021). Ross 308 and 708 parent stock nutrition specifications guide. https://en.aviagen.com/brands/ross/. Accessed Aug. 2021.

Bai, J., Greene, E., Li, W., Kidd, M. T. and Dridi, S. (2015). Branched-chain amino acids modulate the expression of hepatic fatty acid metabolism-related genes in female broiler chickens. *Molecular nutrition & food research,* 59(6), 1171-1181.

Berres, J., Vieira, S. L., Dozier Iii, W. A., Cortês, M. E. M., De Barros, R., Nogueira, E. T. and Kutschenko, M. (2010). Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. *Journal of Applied Poultry Research,* 19(1), 68-79.

Brosnan, J. T. and Brosnan, M. E. (2006). Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. *The Journal of nutrition,* 136(1), 207S-211S.

Calder, P. C. (2006). Branched-chain amino acids and immunity. *The Journal of nutrition,* 136(1), 288S-293S.

Chen, X., Zhang, Q. and Applegate, T. J. (2016). Impact of dietary branched chain amino acids concentration on broiler chicks during aflatoxicosis. *Poultry science,* 95(6), 1281-1289.

Cheroutre, H., Lambolez, F. and Mucida, D. (2011). The light and dark sides of intestinal intraepithelial lymphocytes. *Nature Reviews Immunology,* 11(7), 445-456.

Cobb-Vantress (2020c). Cobb 700 broiler performance and nutrition supplement guide. https://www.cobb-vantress.com/en_US/prod ucts. Accessed Aug. 2021

Corzo, A., Dozier, W. I., Kidd, M. T. and Hoehler, D. (2008). Impact of dietary isoleucine status on heavy-broiler production. *International Journal of Poultry Science,* 7 (6), 526-529

Erwan, E., Alimon, A. R., Sazili, A. Q. and Yaakub, H. (2008). Effect of varying levels of leucine and energy on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science,* 7, 696-699.

Hou, Y., Yin, Y. and Wu, G. (2015). Dietary essentiality of "nutritionally non-essential amino acids" for animals and humans. *Experimental Biology and Medicine,* 240(8), 997-1007.

Kaab, H., Bain, M. M. and Eckersall, P. D. (2018). Acute phase proteins and stress markers in the immediate response to a combined vaccination against Newcastle disease and infectious bronchitis viruses in specific pathogen free (SPF) layer chicks. *Poultry science,* 97(2), 463-469.

Kamran, Z., Sarwar, M., Mahr-un-Nisa, Nadeem, M. A., Mushtaq, T., Ahmed, T. and Mushtaq, M. M. H. (2008). Effect of low levels of dietary protein on growth, protein utilisation and body composition of broiler chicks from one to twenty-six days of age. *Avian Biology Research,* 1(1), 19-25.

Kidd, M. T., Kerr, B. J., Allard, J. P., Rao, S. K. and Halley, J. T. (2000). Limiting amino acid responses in commercial broilers. *Journal of Applied Poultry Research,* 9(2), 223-233.

Kim, W. K., Singh, A. K., Wang, J. and Applegate, T. (2022). Functional role of branched chain amino acids in poultry: a review. *Poultry science,* 101(5), 101715.

Kop-Bozbay, C., Akdag, A., Atan, H. and Ocak, N. (2021). Response of broilers to supplementation of branched-chain amino acids blends with different valine contents in the starter period under summer conditions. *Animal bioscience,* 34(2), 295.

Laudadio, V., Dambrosio, A., Normanno, G., Khan, R. U., Naz, S., Rowghani, E. and Tufarelli, V. (2012). Effect of reducing dietary protein level on performance responses and some microbiological aspects of broiler chickens under summer environmental conditions. *Avian Biology Research,* 5(2), 88-92.

Liu, Q. W., Feng, J. H., Chao, Z., Chen, Y., Wei, L. M., Wang, F. and Zhang, M. H. (2016). The influences of ambient temperature and crude protein levels on performance and serum biochemical parameters in broilers. *Journal of animal physiology and animal nutrition,* 100(2), 301-308.

Miranda, D. J. A., Vieira, S. L., Favero, A., Angel, C. R., Stefanello, C. and Nogueira, E. T. (2015). Performance and meat production of broiler chickens fed diets formulated at different crude protein levels supplemented or not with L-valine and L-isoleucine. *Animal Feed Science and Technology,* 206, 39-47.

Monirujjaman, M. D. and Ferdouse, A. (2014). Metabolic and physiological roles of branched-chain amino acids. *Advances in Molecular Biology,* 2014.

Moura, C. S., Lollo, P. C. B., Morato, P. N., Risso, E. M. and Amaya-Farfan, J. (2017). Modulatory effects of arginine, glutamine and branched-chain amino acids on heat shock proteins, immunity and antioxidant response in exercised rats. *Food & function,* 8(9), 3228-3238.

Nascimento, G. R., Murakami, A. E., Ospina-Rojas, I. C., Diaz-Vargas, M., Picoli, K. P. and Garcia, R. G. (2016). Digestible valine requirements in low-protein diets for broilers chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science,* 18, 381-386.

NRC (1994). National Research Council, & Subcommittee on Poultry Nutrition. Nutrient requirements of poultry: 1994. National Academies Press.

Ospina-Rojas, I. C., Murakami, A. E., do Amaral Duarte, C. R., Pozza, P. C., Rossi, R. M. and Gasparino, E. (2019). Performance, diameter of muscle fibers, and gene expression of mechanistic target of rapamycin in pectoralis major muscle of broilers supplemented with leucine and valine. *Canadian journal of animal science,* 99(1), 168-178.

Ospina-Rojas, I. C., Murakami, A. E., Duarte, C. R. A., Nascimento, G. R., Garcia, E. R. M., Sakamoto, M. I. and Nunes, R. V. (2017). Leucine and valine supplementation of low-protein diets for broiler chickens from 21 to 42 days of age. *Poultry Science,* 96(4), 914-922.

Potenca, A., Murakami, A. E., Ospina-Rojas, I. C. and Muller Fernandes, J. I. (2015). Digestible valine-to-lysine ratio in diets for broiler chickens. *Revista mexicana de ciencias pecuarias,* 6(1), 25-37.

Ren, M., Zhang, S. H., Zeng, X. F., Liu, H. and Qiao, S. Y. (2015). Branched-chain amino acids are beneficial to maintain growth performance and intestinal immune-related function in weaned piglets fed protein restricted diet. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,* 28(12), 1742.

Shepherd, E. M. and Fairchild, B. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry science,* 89(10), 2043-2051.

Thornton, S. A., Corzo, A., Pharr, G. T., Dozier Iii, W. A., Miles, D. M. and Kidd, M. T. (2006). Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. *British Poultry Science,* 47(2), 190-199.

Wesney, E. and Tannock, G. W. (1979). Association of rat, pig, and fowl biotypes of lactobacilli with the stomach of gnotobiotic mice. *Microbial ecology,* 5, 35-42.

Widyaratne, G. P. and Drew, M. D. (2011). Effects of protein level and digestibility on the growth and carcass characteristics of broiler chickens1. *Poultry Science,* 90(3), 595-603.

Zhang, C., Jiao, S., Wang, Z. A. and Du, Y. (2018). Exploring effects of chitosan oligosaccharides on mice gut microbiota in in vitro fermentation and animal model. *Frontiers in microbiology,* 9, 405196.

Zhou, H., Yu, B., Gao, J., Htoo, J. K. and Chen, D. (2018). Regulation of intestinal health by branched-chain amino acids. *Animal Science Journal,* 89(1), 3-11.

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

The effect of different levels of branched-chain amino acids (L-valine, L-leucine and L-isoleucine) in low protein diets on performance, carcass characteristics and immune system in broilers

Abstract

The present study was conducted with the aim of the effect of different levels of branched chain amino acids (BCAA) L-valine, L-leucine and L-isoleucine in low protein diets on growth performance, carcass characteristics and blood cells of broiler chickens. In this experiment, out of 480 one-day-old broiler chickens of Ross 308 strain (equal number of males and females) with an average one-day weight of 42.75±0.47 g, it was conducted in a completely randomized design with a 2x3 factorial experiment with 6 treatments and 4 replications. The experimental diets included three levels of BCAA (0, 10 and 20% higher than the table of the strain's requirements) and two levels of crude protein (at the required level and 10% less than that). The mutual effects of crude protein and BCAA showed that adding 20% of BCAA more than the requirement of the strain and with the level of protein at the level of the requirement of the strain improves body weight gain and feed conversion ratio compared to the low protein diet plus BCAA at the level of the requirement of the strain. Also, feeding a low-protein diet with 20% BCAA supplement above the required level of the strain was able to compensate for the decrease in body weight gain and improve the feed conversion ratio compared to the control diet. The main effects of BCAA level showed that the use of 20% BCAA level above the requirement in the diet increased the percentage of carcass and thigh compared to the level of the strain's requirements ($P<0.05$). In general, in the conditions of the present experiment, the addition of BCAA had a positive effect on improving carcass characteristics, blood cells and growth performance of broiler chickens.

Key words: Body weight gain, Crude protein, Broiler, Carcass, Lymphocyte