



## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

صفحه‌های ۴۶۳-۴۷۶

### تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی

وجیهه نیکوفرد<sup>۱</sup>، اکبر یعقوبفر<sup>۲\*</sup>، شهاب قاضی هر سینی<sup>۳</sup>، علی اصغر ساکی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۲. استاد پژوهشی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۴. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۱۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۲۴

#### چکیده

تأثیر جیره با کیفیت متفاوت پروتئین و مکمل شده با اسیدهای آمینه کریستاله بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی در بافت روده و خصوصیات بستر، با استفاده از تعداد ۵۷۶ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس)، در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۴ با دو جیره آزمایشی (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و چهار سطح اسیدهای آمینه کریستاله (سطح نیاز توصیه‌شده)، بدون اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده، ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیاز) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، شش تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیاز (توصیه‌شده)، به جیره‌های حاوی کنجاله کلزا و گندم (منبع پروتئین با کیفیت پایین) سبب افزایش عملکرد ( $P < 0/0001$ )، تعداد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت ( $P < 0/001$ ) و کاهش تعداد لنفوسیت ( $P < 0/01$ ) شد. اثر اسیدهای آمینه کریستاله تأثیری بر فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز و فعالیت ویژه این آنزیم در ژرژنوم نداشت. همچنین، افزودن سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیاز (توصیه‌شده) اسیدهای آمینه کریستاله در جیره با کیفیت پایین، ماده خشک، نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی بستر را به صورت معنی‌دار تحت تأثیر قرار نداد. با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح بالاتر از نیاز پرنده به خصوص در جیره‌های غذایی با کیفیت بالا مانند (کنجاله سویا و ذرت) تأثیری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ندارد و قابل توصیه نمی‌باشد.

**کلیدواژه‌ها:** اسیدهای آمینه کریستاله، پاسخ ایمنی، جوجه گوشتی، خصوصیات بستر، فعالیت آنزیمی.

## مقدمه

میزان بالا و کیفیت مطلوب پروتئین و تعادل نسبی مطلوب اسیدهای آمینه از علل برتری کنجاله سویا نسبت به سایر منابع پروتئینی گیاهی است [۳]. کنجاله کلزا حاوی مقادیر زیادی فسفر به شکل اسید فایتیک است که استفاده از آن در جیره طیور به دلیل زیاد بودن فیبرخام و مواد ضدتغذیه‌ای همانند ترکیبات فنلی، گلوکوزینولات، اسید فایتیک و سیناپین محدود است [۹ و ۲۵]. قابلیت هضم اسیدهای آمینه کنجاله کلزا کمتر از کنجاله سویا هست که افزودن اسیدهای آمینه کریستاله به جیره‌های حاوی این منبع پروتئینی اثرات ناشی از کیفیت پایین پروتئین آن را بر عملکرد جوجه‌های گوشتی جبران می‌نماید [۳].

اسیدهای آمینه کریستاله نه تنها به لحاظ تغذیه‌ای و اقتصادی (به لحاظ هزینه تولید و افزایش هزینه خوراک)، بلکه از جنبه زیست‌محیطی نیز باعث کاهش نیتروژن دفعی در فضولات و آلودگی محیط زیست می‌گردند [۲۲]. با توجه به این فرض که قابلیت هضم اسیدهای آمینه کریستاله ۱۰۰ درصد است، در نتیجه برای سنتز پروتئین نیز به صورت ۱۰۰ درصد قابل استفاده هستند [۱۲ و ۱۳]. پروتئین‌های خوراک در روده باریک به صورت ترکیبی از پپتیدها (دی و تری‌پپتیدها) و مقادیر ناچیزی اسیدهای آمینه آزاد جذب می‌شوند که اهمیت پپتیدهای جذب‌شده بسیار بالا است. جذب اسیدهای آمینه به فرم پپتید، بیشتر و با یکنواختی بالاتری نسبت به اسیدهای آمینه به شکل کریستاله است، بنابراین، تفاوت‌ها در مکانیسم‌های جذب بین اسیدهای آمینه از منابع پروتئین‌های خوراک و کریستاله سبب تفاوت در متابولیسم آن‌ها می‌شود [۱۲ و ۱۳]. اسیدهای آمینه ذخیره‌شده به شکل کریستاله نسبت به اسیدهای آمینه به‌دست‌آمده از پروتئین‌های خوراک زودتر در انتروسیست‌ها

و به دنبال آن در خون ظاهر می‌شوند که این امر به دلیل تفاوت در سرعت هضم و جذب این دو شکل اسیدهای آمینه است [۱۲ و ۱۳].

تفاوت کیفیت منابع پروتئینی بر گوارش‌پذیری پروتئین، بر سرعت جذب اسیدهای آمینه در دستگاه گوارش مؤثر است [۱۴ و ۱۵]. مزیت مهم استفاده از اسیدهای آمینه قابل هضم در تنظیم جیره‌ها، امکان افزایش استفاده از اجزای 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 پرنده، می‌شود [۱۴ و ۱۵].

برای تقویت سیستم ایمنی، احتیاجات اسید آمینه‌ای علاوه بر نیازهای تولیدی پرنده باید در نظر گرفته شود. علاوه بر انتخاب ژنتیکی، عوامل غیرژنتیکی همانند غلظت اسیدهای آمینه در جیره‌های غذایی می‌توانند بیان ژن‌های مسؤل پاسخ‌های ایمنی را تغییر دهند [۶].

فعالیت آنزیمی در دستگاه گوارش تحت تأثیر نوع جیره (منابع پروتئین) و ترکیبات موجود در آن قرار می‌گیرد. ترکیبات ضدتغذیه‌ای در روده باعث افزایش فعالیت آنزیمی در سطح سلول‌های موکوسی می‌شود، اما افزایش این ترکیبات در محتویات هضمی به دلیل ممانعت از عمل آنزیم‌های روده یا سلول‌های موکوسی، بر هضم و جذب مواد مغذی در روده و در نهایت عملکرد رشد پرندگان تأثیر می‌گذارد [۸].

تفاوت در ساختار فیزیکوشیمیایی پروتئین کنجاله‌های سویا و کلزا و مواد ضدتغذیه‌ای این کنجاله‌ها موجب اختلاف در ارزش غذایی به‌ویژه تفاوت در کیفیت پروتئین آن‌ها شده است. به‌نظر می‌رسد که استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره با تأثیر بر توازن اسیدهای آمینه، می‌تواند عملکرد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار دهد. هدف از این پژوهش، بررسی اثر افزودن اسیدهای

## تولیدات دامی

تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی

بالاتر از سطح نیاز، ۸- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین + سطح ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز بودند. جیره‌های آزمایشی بر اساس جداول نیازمندی سویه راس ۳۰۸ در سه دوره پرورش شامل آغازین (۱۴-۱ روزگی)، رشد (۲۸-۱۵ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۹ روزگی) با استفاده از اسید آمینه قابل هضم تنظیم گردید (جدول ۱). برای تنظیم جیره‌های آزمایشی، پروفیل اسیدهای آمینه مواد آزمایشی با استفاده از دستگاه HPLC (مدل Young Lin SP930D، کره) اندازه‌گیری شد.

جهت ارزیابی پاسخ ایمنی (شمارش سلولی) در روز ۳۳ آزمایش یک قطعه جوجه (جنس نر) از هر تکرار (شش قطعه از هر تیمار) انتخاب و از ورید بال خونگیری به عمل آمد. بخشی از خون سریعاً جهت شمارش سلولی در لوله‌های هپارینه ریخته شد و با استفاده از روش رنگ‌آمیزی گیمسا گسترش‌های خونی تهیه و گلبول‌های سفید شمارش شدند. بخش دیگر خون جهت جداسازی سرم و پلاسما جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی مورد نظر، مورد استفاده قرار گرفت.

برای ارزیابی فعالیت آنزیمی در بافت ژژنوم روده در سن ۴۲ روزگی، یک قطعه پرنده (جنس نر) به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد (شش قطعه از هر تیمار) و حدود دو و نیم سانتی‌متر از قسمت میانی ژژنوم برداشته و به صورت طولی شکاف داده شد و با استفاده از بافر فسفات (pH=۷/۴) شستشو داده شد. نمونه‌ها برای اندازه‌گیری آزمایشات بیوشیمیایی در فویل آلومینیومی قرار گرفتند و در نیتروژن مایع فریز شدند. سپس در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایشات نگاه‌داری شدند. فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز با استفاده از روش توصیه شده [۱۷] اندازه‌گیری شد. غلظت پروتئین کل توسط کیت استاندارد شرکت پارس آزمون و بر اساس روش فتومتریک بیوره اندازه‌گیری و محاسبه شد.

آمینه کریستاله به جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ سیستم ایمنی، فعالیت آنزیمی در بافت روده و خصوصیات بستر در جوجه‌های گوشتی بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از تعداد ۵۷۶ قطعه جوجه‌گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس) با آرایش فاکتوریل ۲×۴ شامل دو نوع جیره آزمایشی (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و چهار سطح اسیدهای آمینه کریستاله (سطح نیاز (توصیه‌شده)، بدون اسیدهای آمینه کریستاله مکمل‌شده، ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیاز) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، شش تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد.

در این آزمایش از جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئین با کیفیت بالا و جیره بر پایه گندم و کنجاله کلزا به‌عنوان منبع پروتئین با کیفیت پایین استفاده شد، همچنین اسیدهای آمینه کریستاله مورد استفاده (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان) بودند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا + سطح نیاز (توصیه شده) اسیدهای آمینه کریستاله (کنترل مثبت)، ۲- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا + سطح بدون اسیدهای آمینه کریستاله (کنترل منفی)، ۳- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا + سطح ۱۰ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز، ۴- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا + سطح ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز، ۵- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین + سطح نیاز (توصیه‌شده) اسیدهای آمینه کریستاله، ۶- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین + سطح بدون اسیدهای آمینه کریستاله، ۷- جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین + سطح ۱۰ درصد اسیدهای آمینه کریستاله

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی پایه در سه دوره پرورش

اجزای جیره‌های غذایی	آغازین (۱-۱۴ روزگی)		رشد (۱۵-۲۸ روزگی)		پایانی (۲۹-۴۲ روزگی)	
	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۱	جیره ۲
ذرت	۵۳/۴۱	۴۸/۶۴	۵۷/۲۹	۴۸/۷۴	۶۴/۶۵	۵۱/۲۴
کنجاله سویا (۴۴ درصد)	۴۰/۰۹	۱۹/۴۵	۳۶/۴۰	۱۰	۲۹/۴۳	-
گندم	-	۵	-	۸	-	۱۰
کنجاله کلزا	-	۲۰	-	۲۶/۱۶	-	۳۱/۴۴
روغن سویا	۲/۰۸	۲/۴۶	۲/۲۵	۳/۰۶	۱/۸۹	۳/۴۷
سنگ آهک	۱/۲۴	۱/۰۷	۱/۱۷	۰/۹۴	۱/۲۰	۰/۹۱
دی کلسیم فسفات	۱/۹۴	۱/۸۸	۱/۷۴	۱/۶۵	۱/۶۷	۱/۵۵
نمک طعام	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
بیکربنات سدیم	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
مکمل ویتامینه <sup>۱</sup>	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی <sup>۲</sup>	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی ال-متیونین	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۲۲
ال-لیزین	۰/۱	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۲۰
ال-ترئونین	۰/۰۶	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۲
ال-تریپتوفان	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۸
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیبات شیمیایی (محاسبه شده):						
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۵۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
پروتئین خام (%)	۲۲	۲۲	۲۲	۲۰/۵	۱۸/۵	۱۸/۵
متیونین قابل هضم (%)	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۴۷
متیونین+سیستئین قابل هضم (%)	۰/۹	۰/۹	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۷۸	۰/۷۸
لیزین قابل هضم (%)	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۱۵	۱/۱۵	۱	۱
ترئونین قابل هضم (%)	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۶۸	۰/۶۸
تریپتوفان قابل هضم (%)	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۳
کلسیم (%)	۱	۱	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹	۰/۹
سدیم (%)	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
کلر (%)	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۴۲
تعادل کاتیون-آنیون (میلی اکی والان بر کیلوگرم)	۲۵۳	۲۵۵	۲۵۰	۲۴۰	۲۴۱	۲۲۷

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

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی

(جدول ۲). همچنین سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز (توصیه‌شده) مصرف خوراک، وزن بدن ( $P < 0/0001$ ) و ضریب تبدیل ( $P < 0/01$ ) بیشتری داشتند (جدول ۲). بنابر نتایج اثرات متقابل، جیره‌های غذایی با کیفیت بالا مکمل‌شده با سطح نیاز و سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز در کل دوره مصرف خوراک و وزن بدن ( $P < 0/0001$ ) بیشتر و ضریب تبدیل ( $P < 0/0001$ ) کمتری داشتند (جدول ۲). نتایج اثرات متقابل نشان می‌دهد سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیاز اسیدهای آمینه کریستاله مکمل‌شده در جیره با کیفیت پایین نسبت به سطح نیاز در کل دوره مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل بیشتری داشتند.

کاهش مصرف خوراک و وزن بدن جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره غذایی حاوی کنجاله کلزا ممکن است به‌خاطر وجود ترکیبات فنلی و سطوح بالای گوگرد موجود در گلوکوزینولات‌های کنجاله کلزا و همچنین عدم خوش‌خوراکی آن باشد، این ترکیبات به‌عنوان ترکیبات ضدتغذیه‌ای موجود در کنجاله کلزا باعث کاهش کیفیت پروتئین می‌گردد [۲ و ۵]. علاوه بر آن، فیتات موجود در کنجاله کلزا و گندم (منبع پروتئینی با کیفیت پایین) 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 در جوجه‌های گوشتی می‌شوند [۲، ۵، ۹ و ۲۵]. گزارش شده است که کاهش وزن بدن در جیره‌های حاوی سطوح بالای کنجاله کلزا می‌تواند ناشی از عدم تعادل لیزین-آرژنین باشد [۲ و ۵].

خصوصیات بستر نظیر pH، رطوبت، درصد نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی، در سن ۴۲ روزگی، با نمونه‌برداری تصادفی از شش نقطه مختلف بستر در هر پن بررسی شد. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در کیسه فریزر ریخته و برای تعیین صفات مورد نظر به آزمایشگاه انتقال داده شدند. برای اندازه‌گیری pH، ۱۰ گرم نمونه بستر در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. پس از ۳۰ دقیقه میزان pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر (مدل Metrohm ۷۴۷، آلمان) اندازه‌گیری شد. رطوبت، محتوای نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی بستر، به‌کمک روش‌های متداول [۱۱] اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) [۲۴] و رویه GLM برای مدل آماری (رابطه ۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه:  $Y_{ijk}$ ، مقدار مشاهده مربوط به سطح  $i$ ام فاکتور  $A$  و سطح  $j$ ام فاکتور  $B$  در تکرار  $k$ ؛  $\mu$ ، اثر میانگین؛  $A_i$ ، اثر سطح  $i$ ام فاکتور  $A$  (نوع جیره بر حسب کیفیت پروتئین)؛  $B_j$ ، اثر سطح  $j$ ام فاکتور  $B$  (سطح اسید آمینه کریستاله)؛  $AB_{ij}$ ، بر هم کنش دو فاکتور  $A$  و  $B$  (نوع جیره  $\times$  سطح اسید آمینه کریستاله) و  $e_{ijk}$ ، اشتباه آزمایشی است.

## نتایج و بحث

اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره (یک تا ۴۲ روزگی) در جدول ۲ آورده شده است. پرنده‌گانی که با جیره با کیفیت بالای پروتئین تغذیه شدند مصرف خوراک و وزن بدن بیشتر و ضریب تبدیل کمتری داشتند ( $P < 0/0001$ )

## تولیدات دامی

بیشتر بود که احتمالاً به علت در دسترس بودن سریع تر اسیدهای آمینه کریستاله است. نتایج گزارش شده است که در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح پایین پروتئین عملکرد رشد و صفات لاشه کاهش می‌یابد [۱۲، ۱۳، ۱۹ و ۲۰] که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

نتایج حاصل از این آزمایش در خصوص صفات مربوط به عملکرد با نتایج برخی محققین همخوانی داشت [۲، ۴ و ۵]. در کل دوره میزان خوراک مصرفی و وزن بدن جوجه‌های گوشتی در جیره غذایی با کیفیت پایین مکمل شده با سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله نسبت به سطح نیاز (توصیه شده)

جدول ۲. اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره (یک تا ۴۲ روزگی)

اثرات اصلی	خوراک مصرفی (گرم)	وزن بدن (گرم)	ضریب تبدیل
نوع جیره			
جیره ۱	۳۶۶۶/۵۸ <sup>a</sup>	۲۱۹۸/۳۵ <sup>a</sup>	۱/۶۶ <sup>b</sup>
جیره ۲	۳۴۷۶/۷۷ <sup>b</sup>	۲۰۲۵/۰۷ <sup>b</sup>	۱/۷۱ <sup>a</sup>
P-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
SEM	۱۷/۴۷	۳/۰۵	۰/۰۰۶
سطح اسیدهای آمینه کریستاله*			
نیاز (توصیه شده) اسیدهای آمینه کریستاله	۳۶۲۷/۸۸ <sup>b</sup>	۲۱۴۷/۷۱ <sup>b</sup>	۱/۶۹ <sup>ab</sup>
سطح بدون اسیدهای آمینه کریستاله	۳۱۱۶/۲۸ <sup>c</sup>	۱۸۶۹/۶۵ <sup>c</sup>	۱/۶۶ <sup>b</sup>
سطح ۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۷۷۷/۶۱ <sup>a</sup>	۲۲۲۵/۰۷ <sup>a</sup>	۱/۷۰ <sup>a</sup>
سطح ۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۷۶۴/۹۳ <sup>a</sup>	۲۲۰۴/۴۰ <sup>a</sup>	۱/۷۱ <sup>a</sup>
P-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸
SEM	۲۴/۷۲	۱۳/۷۰	۰/۰۰۸
اثرات متقابل			
نوع جیره × سطح اسید آمینه کریستاله			
جیره ۱ × نیاز (توصیه شده) (کنترل مثبت)	۳۸۴۷/۰۹ <sup>a</sup>	۲۲۹۵/۸۳ <sup>a</sup>	۱/۶۷ <sup>bc</sup>
جیره ۱ × بدون اسیدهای آمینه کریستاله (کنترل منفی)	۳۲۰۹/۴۴ <sup>d</sup>	۱۹۲۱/۵۲ <sup>d</sup>	۱/۶۷ <sup>bc</sup>
جیره ۱ × ۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۷۹۷/۲۹ <sup>ab</sup>	۲۳۰۳/۴۷ <sup>a</sup>	۱/۶۵ <sup>c</sup>
جیره ۱ × ۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۸۱۲/۵۰ <sup>ab</sup>	۲۲۷۲/۵۵ <sup>a</sup>	۱/۶۷ <sup>bc</sup>
جیره ۲ × نیاز (توصیه شده)	۳۴۰۸/۶۸ <sup>c</sup>	۱۹۹۹/۵۸ <sup>c</sup>	۱/۷۰ <sup>b</sup>
جیره ۲ × بدون اسیدهای آمینه کریستاله	۳۰۲۳/۱۲ <sup>e</sup>	۱۸۱۷/۷۷ <sup>e</sup>	۱/۶۶ <sup>c</sup>
جیره ۲ × ۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۷۵۷/۹۱ <sup>ab</sup>	۲۱۴۶/۶۶ <sup>b</sup>	۱/۷۵ <sup>a</sup>
جیره ۲ × ۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۷۱۷/۳۶ <sup>b</sup>	۲۱۳۶/۲۵ <sup>b</sup>	۱/۷۴ <sup>a</sup>
P-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷
SEM	۳۴/۹۵	۱۹/۳۸	۰/۰۱۲

a-e: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

(۱) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا)، (۲) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا).  
\*: اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان).

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی

تیمارهای آزمایشی بالاترین تعداد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لئوسیت و کمترین تعداد لئوسیت را دارا است، پرنده‌گانی که با جیره با کیفیت بالا و سطح نیاز اسیدهای آمینه کریستاله تغذیه شدند تعداد هتروفیل ( $P < 0/001$ ) و نسبت هتروفیل به لئوسیت ( $P < 0/001$ ) بیشتر و تعداد لئوسیت ( $P < 0/01$ ) کمتری داشتند (جدول ۳). همین‌طور مکمل کردن جیره غذایی با کیفیت پایین با سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز نسبت به سطح نیاز سبب افزایش تعداد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لئوسیت و کاهش تعداد لئوسیت شد. جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا (کنجاله سویا) نسبت به جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین (کنجاله کلزا و گندم) به دلیل کیفیت بالای منبع پروتئین و غلظت اسیدهای آمینه آن بر پاسخ ایمنی به صورت معنی‌داری تأثیر داشت.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سطح بدون اسیدهای آمینه کریستاله پاسخ ایمنی سلولی ضعیف‌تری در مقایسه با سطح نیاز و سطوح بالاتر از نیاز ایجاد می‌کند که با نتایج برخی محققان همخوانی داشت [۶ و ۲۳]. لئوسیت‌ها تنها سلول‌هایی در بدن هستند که قادر به شناسایی و تفکیک شاخص‌های آنتی‌ژنیک می‌باشند و با گیرنده‌های خاصی که بر سطح خود دارند، به‌طور اختصاصی عمل می‌کنند. هتروفیل‌ها تمایل به بیگانه‌خواری داشته و اولین مرحله از واکنش‌های التهابی را شروع می‌کنند و در دفاع بدن بر علیه بیماری‌های عفونی نقش مهمی دارند [۶]. گزارش شده‌است که تعداد هتروفیل‌ها و لئوسیت‌ها بیشتر در شرایطی مانند تنش، بیماری و برخی داروها تغییر می‌کنند، همچنین نسبت H/L شاخص کارآمدی برای نشان دادن تنش و بررسی فیزیولوژیک تنش در طیور است [۶].

اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله و اثر متقابل آن‌ها بر پاسخ ایمنی سلولی در جدول ۳ آورده شده است. بالاترین میزان هتروفیل و نسبت هتروفیل به لئوسیت متعلق به جیره دارای منبع پروتئینی با کیفیت بالا (کنجاله سویا) و پایین‌ترین آن مربوط به جیره دارای منبع پروتئینی با کیفیت پایین (کنجاله کلزا و گندم) است (جدول ۳). در مورد لئوسیت بالاترین میزان آن مربوط به جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت پایین و پایین‌ترین آن مربوط به جیره دارای منبع پروتئین با کیفیت بالاست (جدول ۳). اثر سطوح اسیدهای آمینه کریستاله نشان داد، بالاترین میزان هتروفیل و نسبت هتروفیل به لئوسیت متعلق به سطح نیاز (توصیه‌شده) و پایین‌ترین آن مربوط به سطح بدون اسیدهای آمینه کریستاله است (جدول ۳).

پرنده‌گانی که با جیره با کیفیت بالای پروتئین تغذیه شدند، تعداد هتروفیل ( $P < 0/001$ ) و نسبت هتروفیل به لئوسیت ( $P < 0/001$ ) بیشتر و تعداد لئوسیت ( $P = 0/001$ ) و ائوزینوفیل ( $P < 0/0001$ ) کمتری داشتند (جدول ۳). از طرفی استفاده از سطوح نیاز و ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز، تعداد هتروفیل ( $P = 0/058$ ) و نسبت هتروفیل به لئوسیت ( $P = 0/074$ ) متمایل به معنی‌داری و تعداد مونوسیت ( $P < 0/01$ ) بیشتری داشتند (جدول ۳). همچنین این مشاهدات گویای این موضوع است که سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله بالاتر از سطح نیاز نسبت به سطح نیاز باعث کاهش تعداد هتروفیل و نسبت هتروفیل به لئوسیت شد.

در اثرات متقابل بین جیره‌های غذایی حاوی منابع پروتئین با کیفیت متفاوت و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله، تیمار ۱ (جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا و سطح نیاز) (کنترل مثبت) نسبت به تمامی

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

جدول ۳. اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله بر انواع گلوبول‌های سفید خون

اثرات اصلی	هتروفیل (درصد)	لنفوسیت (درصد)	مونوسیت (درصد)	اثرزینوفیل (درصد)	بازوفیل (درصد)	لنفوسیت/هتروفیل
نوع جیره						
جیره ۱	۳۲/۹۵ <sup>a</sup>	۶۲/۰۴ <sup>b</sup>	۲/۰۰	۱/۰۸ <sup>b</sup>	۰/۲۹	۰/۵۴ <sup>a</sup>
جیره ۲	۲۵/۹۱ <sup>b</sup>	۶۸/۳۷ <sup>a</sup>	۱/۹۵	۳/۲۹ <sup>a</sup>	۰/۴۵	۰/۳۹ <sup>b</sup>
P-value	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۳۰	۰/۰۰۰۴
SEM	۱/۱۴	۱/۲۶	۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۱۱	۰/۰۲۷
سطح اسیدهای آمینه کریستاله*						
نیاز (توصیه شده) اسیدهای آمینه کریستاله	۳۱/۳۳	۶۴/۵۸	۲/۰۰ <sup>ab</sup>	۱/۸۳ <sup>b</sup>	۰/۳۳	۰/۵۲
بدون اسیدهای آمینه کریستاله	۲۵/۶۶	۶۸/۳۳	۱/۰۰ <sup>b</sup>	۱/۴۱ <sup>b</sup>	۰/۲۵	۰/۳۸
۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۱/۲۵	۶۷/۳۳	۱/۹۱ <sup>ab</sup>	۱/۵۸ <sup>b</sup>	۰/۴۱	۰/۵۰
۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۲۹/۵۰	۶۳/۰۸	۳/۰۰ <sup>a</sup>	۳/۹۱ <sup>a</sup>	۰/۵۰	۰/۴۷
P-value	۰/۰۵۸	۰/۲۱	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۰۷	۰/۷۱	۰/۰۷۴
SEM	۱/۶۱	۱/۷۸	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۱۶	۰/۰۳۸
اثرات متقابل						
نوع جیره × سطح اسید آمینه کریستاله						
جیره ۱ × نیاز (توصیه شده) (کنترل مثبت)	۴۰/۳۳ <sup>a</sup>	۵۷/۵۰ <sup>c</sup>	۱/۸۳	۰/۵۰	۰/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۷۲ <sup>a</sup>
جیره ۱ × بدون اسیدهای آمینه کریستاله (کنترل منفی)	۲۷/۸۳ <sup>cd</sup>	۶۵/۰۰ <sup>abc</sup>	۰/۸۳	۰/۰۰	۰/۱۶ <sup>c</sup>	۰/۴۳ <sup>bc</sup>
جیره ۱ × ۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۵/۶۶ <sup>ab</sup>	۶۱/۳۳ <sup>bc</sup>	۲/۱۶	۰/۸۳	۰/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۵۸ <sup>ab</sup>
جیره ۱ × ۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۲۸/۰۰ <sup>cd</sup>	۶۴/۳۳ <sup>abc</sup>	۳/۱۶	۳/۰۰	۱/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۴۳ <sup>bc</sup>
جیره ۲ × نیاز (توصیه شده)	۲۳/۳۳ <sup>d</sup>	۷۱/۶۶ <sup>a</sup>	۲/۱۶	۳/۱۶	۰/۶۶ <sup>abc</sup>	۰/۳۲ <sup>c</sup>
جیره ۲ × بدون اسیدهای آمینه کریستاله	۲۲/۳۳ <sup>d</sup>	۷۲/۳۳ <sup>a</sup>	۱/۱۶	۲/۸۳	۰/۳۳ <sup>abc</sup>	۰/۳۱ <sup>c</sup>
جیره ۲ × ۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۲۶/۸۳ <sup>cd</sup>	۶۸/۳۳ <sup>ab</sup>	۱/۶۶	۲/۳۳	۰/۸۳ <sup>ab</sup>	۰/۴۱ <sup>bc</sup>
جیره ۲ × ۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۳۱/۱۶ <sup>bc</sup>	۶۱/۱۶ <sup>bc</sup>	۲/۸۳	۴/۸۳	۰/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۵۲ <sup>b</sup>
P-value	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۹۳	۰/۷۹	۰/۶۶	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۷
SEM	۲/۲۸	۲/۵۲	۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۲۲	۰/۰۵۵

a-d: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

(۱) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا)، (۲) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا).

\*: اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان).

جیره با کیفیت پایین پروتئین (کنجاله کلزا و گندم) تغذیه شدند، فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز و فعالیت ویژه آن در ژرژنوم افزایش یافت (جدول ۴). سطح فاقد اسیدهای آمینه کریستاله بیشترین فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز و فعالیت ویژه

اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنزیم و فعالیت ویژه آنزیم (آمینوپپتیداز) در بافت روده باریک (ژرژنوم) در جدول ۴ آورده شده است. در پرنده‌گانی که با

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷



تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی

افزایش فعالیت آنزیم روده‌ای می‌شود [۱۰]. فعالیت بسیاری از آنزیم‌های هضمی روده‌ای ممکن است از طریق متصل شدن آنزیم با ترکیبات ضدتغذیه‌ای و یا از طریق محدودیت فیزیکی دسترسی آنزیم به سوبسترا، کاهش یابد [۱۰]. دیگر محققان گزارش کردند که استفاده از کنجاله کلزا و همچنین سایر کنجاله‌ها در طیور، به‌خصوص جوجه‌های گوشتی موجب افزایش فعالیت آنزیمی آمینوپپتیداز روده گردید که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت [۷ و ۱۸]. فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز و بیان پروتئین آن از ابتدا به سمت انتهای روده باریک در جوجه گوشتی افزایش یافته و بنابراین فعالیت این آنزیم در ژرژنوم بیشتر از دژنوم می‌باشد [۱۷].

آنرا موجب شد (جدول ۴). جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله بر فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز و فعالیت ویژه آن در ژرژنوم هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). همچنین اثرات متقابل بین جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده نیز بر فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز و فعالیت ویژه آن در ژرژنوم تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۴). ترکیبات ضدتغذیه‌ای موجود در کنجاله کلزا به‌عنوان منبع پروتئینی با کیفیت پایین، ضخامت لایه‌های موکوس روده را افزایش می‌دهد و به‌عنوان سد، از تماس بین آنزیم‌های هضمی و سوبسترا ممانعت می‌کند و موجب

جدول ۴. اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله بر فعالیت آنزیم و فعالیت ویژه آنزیم (آمینوپپتیداز) در بافت روده باریک (ژرژنوم)

اثرات اصلی	فعالیت آنزیم (واحد به ازای میلی‌گرم بافت روده)	فعالیت ویژه آنزیم (واحد به ازای میلی‌گرم پروتئین بافت روده)
نوع جیره	۸/۸۰	۱/۳۶
جیره ۲	۹/۰۳	۱/۴۵
P-value	۰/۸۵	۰/۷۲
SEM	۰/۸۵	۰/۱۷
سطح اسیدهای آمینه کریستاله*		
نیاز (توصیه شده) اسیدهای آمینه کریستاله	۷/۸۵	۱/۱۱
بدون اسیدهای آمینه کریستاله	۱۱/۰۲	۱/۷۴
۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۷/۴۶	۱/۳۲
۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۹/۳۳	۱/۴۳
P-value	۰/۱۸	۰/۳۷
SEM	۱/۲۰	۰/۲۴
اثرات متقابل		
نوع جیره × سطح اسید آمینه کریستاله	۰/۱۶	۰/۱۲
P-value	۱/۷۰	۰/۳۴
SEM		

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا)، ۲) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا).  
\*: اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان).

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

جدول ۵. اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله بر خصوصیات بستر

اثرات اصلی	ماده خشک (درصد)	نیتروژن (درصد)	نیتروژن آمونیاکی (mg/100ml)	pH
نوع جیره				
جیره ۱	۸۹/۷۱ <sup>a</sup>	۲/۵۳ <sup>a</sup>	۳۶/۹۹ <sup>b</sup>	۷/۱۲
جیره ۲	۸۷/۰۹ <sup>b</sup>	۲/۳۴ <sup>b</sup>	۵۹/۳۲ <sup>a</sup>	۶/۹۳
P-value	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۹۷	<۰/۰۰۰۱	۰/۵۰
SEM	۰/۵۲	۰/۰۴۷	۱/۵۶	۰/۱۹
سطح اسیدهای آمینه کریستاله*				
نیاز (توصیه شده) اسیدهای آمینه کریستاله	۸۹/۰۰	۲/۳۷ <sup>bc</sup>	۴۸/۰۶	۶/۷۵
بدون اسیدهای آمینه کریستاله	۸۹/۳۵	۲/۲۵ <sup>c</sup>	۴۳/۱۲	۷/۵۰
۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۸۸/۳۱	۲/۵۰ <sup>ab</sup>	۴۹/۳۳	۶/۸۷
۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۸۶/۹۴	۲/۶۲ <sup>a</sup>	۵۲/۱۱	۷/۰۰
P-value	۰/۱۲	۰/۰۰۵۲	۰/۰۵۵	۰/۲۶
SEM	۰/۷۳	۰/۰۶۷	۲/۲۰	۰/۲۷
اثرات متقابل				
نوع جیره × سطح اسید آمینه کریستاله				
جیره ۱ × نیاز (توصیه شده) (کنترل مثبت)	۹۰/۶۲	۲/۴۷	۳۷/۸۹	۷/۵۰ <sup>ab</sup>
جیره ۱ × بدون اسیدهای آمینه کریستاله (کنترل منفی)	۹۰/۶۹	۲/۳۶	۳۲/۹۵	۶/۷۵ <sup>bc</sup>
جیره ۱ × ۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۸۹/۴۹	۲/۵۹	۴۰/۶۱	۷/۰۰ <sup>bc</sup>
جیره ۱ × ۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۸۸/۰۴	۲/۷۱	۳۶/۵۱	۷/۲۵ <sup>abc</sup>
جیره ۲ × نیاز (توصیه شده)	۸۸/۰۱	۲/۲۷	۵۸/۰۵	۶/۷۵ <sup>bc</sup>
جیره ۲ × بدون اسیدهای آمینه کریستاله	۸۸/۱۳	۲/۱۵	۵۳/۲۸	۸/۲۵ <sup>a</sup>
جیره ۲ × ۱۰ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۸۷/۳۷	۲/۴۱	۵۸/۲۳	۶/۰۰ <sup>c</sup>
جیره ۲ × ۱۵ درصد بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه کریستاله	۸۵/۸۴	۲/۵۳	۶۷/۷۱	۶/۷۵ <sup>bc</sup>
P-value	۰/۹۶	۰/۹۹	۰/۱۵	۰/۰۰۷۴
SEM	۱/۰۴	۰/۰۹۵	۳/۱۲	۰/۳۹

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

(۱) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت بالا (ذرت-کنجاله سویا)، (۲) جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین (گندم-کنجاله کلزا).

\*: اسیدهای آمینه کریستاله (دی‌ال-متیونین، ال-لیزین، ال-ترئونین و ال-تریپتوفان).

سویا) تغذیه شدند، ماده خشک و نیتروژن بستر ( $P < 0.01$ ) بیشتر و نیتروژن آمونیاکی بستر ( $P < 0.0001$ ) کمتری داشتند، اما pH بستر اثر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). همچنین استفاده از سطوح مختلف اسیدهای

اثرات نوع جیره (کیفیت بالا و پایین پروتئین) و سطح اسیدهای آمینه کریستاله و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ آورده شده است. پرنده‌گانی که با جیره با کیفیت بالای پروتئین (کنجاله

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی و خصوصیات بستر جوجه‌های گوشتی

می‌گردد که به نوبه خود افزایش چسبندگی محیط روده را باعث می‌شوند. این عمل راندمان جذب مواد غذایی از روده را کاهش داده و موجب دفع آب و افزایش رطوبت بستر می‌شود [۱]. در تحقیقی عنوان شد که با افزایش سطح اسیدهای آمینه کریستاله (متیونین + سیستئین) در جیره، در سن ۴۲ روزگی رطوبت بستر به صورت معنی‌داری افزایش یافت اما تفاوت معنی‌داری بر نیتروژن و آمونیاک ایجاد نشد، در تحقیق حاضر افزودن اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیاز به جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین سبب بروز تفاوت معنی‌دار بر میزان ماده خشک، نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی بستر نشد که کاهش خطی مقدار ماده خشک و افزایش خطی نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی را در پی داشت که با نتایج این محققین مطابقت داشت [۱۶].

میزان نیتروژن بستر و نیتروژن آمونیاکی با میزان و کیفیت پروتئین ارتباط دارد، به طوری که با کاهش کیفیت پروتئین، میزان نیتروژن بستر کاهش و افزودن اسیدهای آمینه کریستاله باعث افزایش مقادیر نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی در بستر شد. آمونیاک در واقع بخش کوچکی از نیتروژن دفعی کل است، اما وقتی جیره از نظر پروتئین کمبود دارد، انتقال معنی‌داری از اسید اوریک به آمونیاک دیده می‌شود. در آزمایش حاضر، با کاهش کیفیت پروتئین میزان نیتروژن بستر کاهش و نیتروژن آمونیاکی افزایش یافت، در حالی که مکمل کردن جیره حاوی منبع پروتئین با کیفیت پایین با سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله نسبت به سطح نیاز باعث افزایش به لحاظ عددی در میزان نیتروژن بستر شد که با نتایج برخی محققین همخوانی داشت [۲۱]. به دلیل کاهش کیفیت پروتئین به خصوص کمبود اسید آمینه گلایسین که ضروری در تولید اسید اوریک است، میزان نیتروژن دفعی و در پی آن سنتز اسید اوریک کاهش و تولید آمونیاک افزایش یافت.

آمینو کریستاله بر نیتروژن ( $P < 0/01$ ) اثر معنی‌دار و بر نیتروژن آمونیاکی در بستر ( $P = 0/055$ ) اثر نزدیک به معنی‌دار داشت ولی بر ماده خشک و pH بستر تأثیر معنی‌داری نشان نداد، سطح ۱۵ درصد اسیدهای آمینه کریستاله نسبت به سایر سطوح افزایش معنی‌داری بر نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی در بستر دارد (جدول ۵). اثرات متقابل بین جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده بر ماده خشک، نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی در بستر تأثیر معنی‌دار نداشت، اما باعث بروز اثر معنی‌داری ( $P < 0/01$ ) بر pH بستر شد (جدول ۵). نتایج اثرات متقابل بین جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین و سطوح مختلف اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده نشان می‌دهد که سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد بالاتر از سطح نیاز اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره با کیفیت پایین نسبت به سطح نیاز (توصیه شده) به لحاظ مقدار ماده خشک، نیتروژن و نیتروژن آمونیاکی در بستر معنی‌دار نبود.

رطوبت بستر با جیره حاوی کنجاله سویا نسبت به جیره حاوی کنجاله کلزا کمتر است که به کیفیت بهتر پروتئین کنجاله سویا نسبت به کنجاله کلزا و قابلیت هضم بیشتر آن نسبت داده می‌شود که نتایج آزمایش حاضر را تأیید می‌نماید [۳]. کنجاله کلزا دارای گوگرد بالایی است و ۸۰ درصد این گوگرد، به صورت آزاد وجود دارد. به نظر می‌رسد مقادیری از گوگرد دفعی توسط فضولات، در بستر توسط باکتری تیو باسیلوس با هیدروژن آمونیاک، پیوند برقرار کرده و سولفات آمونیوم تولید می‌کند، در نتیجه ساختمان آمونیاک را تخریب کرده و از بالا رفتن pH بستر به وسیله این ماده جلوگیری می‌کند [۱].

ترکیبات ضد تغذیه‌ای بر پوشش گلابکوکالیکس برجستگی‌های شانه مانند سلول‌های اپیتلیال روده اثر کرده و سبب غلیظ شدن لایه‌های آب غشای مخاطی روده

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷

۶. فخرائی ج، لطف الهیان ه، شیوازاد م، چمنی م (۱۳۹۰) تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه لیزین در جیره غذایی مرغ‌های مادر گوشتی آراین بر روی سیستم ایمنی و برخی صفات بیوشیمیایی خون. نشریه دامپزشکی (پژوهش و سازندگی). ۹۰: ۵۷-۴۸.

۷. کریم‌زاده ص (۱۳۹۰) کنجاله کلزا در جیره مرغان تخم‌گذار. مجله چکاوک. ۱۲(۳): ۲۸-۲۳.

۸. کلانتر م، یعقوبفر ا و خواجه‌لی ف (۱۳۹۴) تأثیر جو و آنزیم بر عملکرد، لاشه، فعالیت آنزیمی و فراسنجه‌های گوارشی جوجه‌های گوشتی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. ۷(۴): ۴۶۵-۴۵۶.

۹. گلستانی میلانلوگ، 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. ۱۳(۲): ۱۰-۱.

۱۰. میرزایی س، زاغری م، امین زاده س و شیوازاد م (۱۳۹۲) اثر سطوح پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بر فعالیت آنزیم‌های روده‌ای و عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار. مجله پژوهش‌های سلولی و مولکولی (مجله زیست‌شناسی ایران). ۲۶(۴): ۵۷۱-۵۶۲.

11. AOAC (2005) Association Official Methods of Analysis. 18<sup>th</sup> ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.

12. 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.

13. Bregendahl K, Sell JL and Zimmerman DR (2002) Effects of low crude-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. Poultry Science 81: 1156-1167.

14. Bryden WL 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.

بر اساس نتایج این مطالعه، استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در سطوح بالاتر از نیاز پرنده به‌خصوص در جیره‌های غذایی با کیفیت بالا مانند (کنجاله سویا و ذرت) تأثیری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ندارد و قابل توصیه نمی‌باشد.

## منابع

۱. چگینی ع (۱۳۸۴) بررسی تأثیر آنزیم بتاماناز (همی سل) بر عملکرد، رطوبت و pH بستر جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌هایی بر پایه کنجاله‌های سویا و کلزا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.

۲. 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. ۳(۶): ۳۹-۲۷.

۳. ساکی ع ا، عباسی نژاد م، سالاری ج و کاظمی فرد م (۱۳۹۱) تعیین قابلیت هضم پروتئین و ماده خشک جیره‌های حاوی سه کنجاله گیاهی به‌روش آزمایشگاهی و بررسی اثرات استفاده از آن‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). ۹۶: ۵۰-۴۲.

۴. 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. ۲۲(۲): ۱۴۵-۱۳۱.

۵. صحرایی م، قنبری ا، کرمی ر، لطف الهیان ه، یعقوبفر ا، شکوری د و ابرغانی ا (۱۳۹۶) ارزیابی استفاده از مولتی‌آنزیم 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). ۱۱۵: ۴۵-۳۷.

## تولیدات دامی

تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه کریستاله در جیره‌های با کیفیت متفاوت پروتئین بر عملکرد، پاسخ ایمنی، فعالیت آنزیمی و خصوصیات بستر  
جوجه‌های گوشتی

15. Bryden WL, Li X, Ravindran G, Hew LI 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.
16. Carvalho GB, Santos Neto LD, Martins JMS, Pereira NM, Falleiros MB, Arnhold E and Café MB (2018) Litter quality of broiler fed with to different levels of sulfur amino acid. *Journal Animal Behavior Biometeorol* 6: 21-28.
17. Gal-Garber O and Uni Z (2000) Chicken intestinal aminopeptidase: partial sequence of the gene expression and activity. *Poultry Science* 79: 41-45.
18. Ghiasi J, Ramin SD, Ghorbai A, Gharachorlu AA, Behesti R, Fani A and Zakeri A (2011) Effect of canola oil on mucosal leucine aminopeptidase activity enzymes in small intestine of turkey chicks. *Journal of American Science P*: 7-11.
19. Kamran Z, Sarwar M, Nisa M, Nadeem MA, Ahmad S, Mushtaq T, Ahmad T and Shahzad MA (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.
20. Kanduari AB, Gaikwad NZ, Mugale VZ, Maini Sh and Ravikanth K (2012) Comparative efficacy of supplementation of phyto concentrate herbal preparation and synthetic amino acid on broiler performance. *Veterinary World Journal* 4(9): 413-416.
21. Namroud NF, Shivazad M and Zaghari M (2008) Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Science* 87: 2250-2258.
22. Nonis MK and Gous RM (2006) Utilization of the synthetic amino acids by broiler breeder hens. *South African Journal of Animal Science* 36(2): 126-134.
23. Rubin LL, Canal CW, Ribeiro ALM, Kessler A, Silva L, Trevizan L, Viola T, Raber M, Goncalves TA and Kras R (2007) Effects of methionine and arginine dietary levels on the immunity of broiler chickens submitted to immunological stimuli. *Brazilian Journal of Poultry Science* 9: 241-247.
24. SAS Institute (2004) SAS User's Guide. Statistical Analytical System. Carry, NC, SAS Institute Inc.
25. Sharifi SD, Golestani G, Yaghobfar A, Khadem A and Pashazanussi H (2013) Effects of supplementing a multienzyme to broiler diets containing a high level of wheat or canola meal on intestinal morphology and performance of chicks. *Journal of Applied Poultry Research* 22: 671-679.



## Animal Production

(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 20 ■ No. 3 ■ Autumn 2018

### Effect of using crystalline amino acids in diets with different protein quality on performance, immune response, enzymatic activity and litter characteristics of broiler chickens

Vajiheh Nikoofard<sup>1</sup>, Akbar Yaghobfar<sup>2\*</sup>, Shahab Ghazi Harsini<sup>3</sup>, Ali Asghar Saki<sup>4</sup>

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

Received: May 14, 2018

Accepted: August 5, 2018

#### Abstract

The effect of diet with different protein quality and supplemented with crystalline amino acids on performance, immune response, enzyme activity in the intestinal tissue and litter characteristics, using 576 Ross 308 (mixed sex) broiler chickens, in a  $2 \times 4$  factorial experiment with two experimental diets (high and low protein quality) and four levels of crystalline amino acids (recommended levels, without supplemented crystalline amino acids, 10 and 15% higher than the recommended levels) in a completely randomized design with eight treatments, six replicates and 12 chicks per replicate was investigated. The results of this study showed that, adding crystalline amino acids at levels of 10 and 15% higher than the recommended level to diets containing canola meal and wheat (as low quality protein source) caused an increase in performance ( $P < 0.0001$ ), the number of heterophile and heterophile to lymphocyte ratio ( $P < 0.001$ ) and decreased the number of lymphocyte ( $P < 0.01$ ). The treatments with crystalline amino acids hadn't significant effect on the enzyme activity aminopeptidase and specific activity of the enzyme in jejunum. Also, adding crystalline amino acids at levels of 10 and 15% higher than the recommended level in a low-quality diet were not significantly affected dry matter, nitrogen and ammonia nitrogen in the litter. According to these results, the use of crystalline amino acids higher than the recommended levels in the diets with high quality (as maize-soybean meal) has no effect on the performance of broiler chickens and is not recommended.

**Keywords:** Broiler Chicken, Crystalline Amino Acids, Enzymatic Activity, Immune Response, Litter Characteristics.