



توليدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

صفحه‌های ۱۴۲-۱۲۹

اثر افزودن آنزیم و جیره‌نویسی به‌روش آمینواسیدهای کل و گوارش‌پذیر بر عملکرد، گوارش‌پذیری مواد غذایی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم

محمد رضا رضوانی^{۱*}، راضیه ایران‌پرست^۲

۱. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۲. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۰۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۰۶

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر نوع آنزیم و روش جیره‌نویسی بر عملکرد تولید، گوارش‌پذیری مواد مغذی و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی انجام شد. در این آزمایش از ۲۵۶ قطعه جوجه گوشتی مخلوط جنس نر و ماده سویه تجاری راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ با دو شیوه جیره‌نویسی (بر پایه آمینواسید کل و آمینواسید گوارش‌پذیر)، دو سطح آنزیم‌های ناتوزایم پلاس (صفر و ۰/۰۳۵ درصد) و دو سطح مولتی بهزیم (صفر و ۰/۰۲ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی، با هشت تیمار و چهار تکرار استفاده شد. جیره‌نویسی آمینواسید کل نسبت به جیره‌نویسی آمینواسید گوارش‌پذیر، به‌طور معنی‌داری میانگین افزایش وزن روزانه را افزایش، ضریب تبدیل خوراک را در هر سه دوره رشد، پایانی و کل دوره و میزان مصرف غذای روزانه را در دوره‌های پایانی و کل دوره کاهش داد ($P \leq 0.05$). جیره‌نویسی بر پایه آمینواسید کل سبب افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک، درصد لاشه، طول روده و کاهش گوارش‌پذیری چربی شد ($P \leq 0.05$). ناتوزایم پلاس سبب افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام، چربی و کاهش جمعیت باکتری اشرشیا کلای در روده کور شد ($P \leq 0.05$). مولتی بهزیم میانگین افزایش وزن روزانه در دوره رشد، ضریب تبدیل غذا در دوره پایانی و کل دوره، گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام را به‌طور معنی‌داری افزایش داد ($P \leq 0.05$). براساس نتایج حاصل، مولتی بهزیم قابل رقابت و جایگزینی با آنزیم ناتوزایم پلاس می‌باشد و علاوه بر این استفاده هم‌زمان آنزیم در جیره‌های دارای آمینو اسید گوارش‌پذیر و کم پروتئین می‌تواند اثر نامطلوب استفاده از جیره‌های کم پروتئین را بهبود دهد.

کلیدواژه‌ها: آنزیم، آمینو اسید گوارش‌پذیر و کل، جوجه گوشتی، جمعیت میکروبی، عملکرد، گوارش‌پذیری.

The effect of adding two enzyme preparations and ration formulation using total and digestible amino acid on performance, nutrient digestibility and intestinal microflora in broilers

Mohammad Reza Rezvani^{1*}, Raziieh Iranparast²

1. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

2. Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Received: November 27, 2018

Accepted: October 31, 2019

Abstract

The aim of this research was to study the effect of adding enzyme preparations and ration formulation on performance, nutrient digestibility and intestinal microflora of broilers. Two hundred and fifty six day-old male and female broiler chicks of Ross 308 strain were used in a 2×2×2 factorial experiment consisting of two methods of diet formulation (total and digestible amino acid), two levels of Natuzyme Plus (0 and 0.035%) and two levels of Multi-behzyme (0 and 0.02%) as additives. The factors were arranged as a completely randomized design with eight treatments and four replications. Diet formulation based on total amino acids improved the average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) during the grower and finisher and total periods, but decreased daily feed intake during the finisher and total periods ($P \leq 0.05$). It also increased dry matter digestibility, dressing percentage and intestinal length, but it decreased fat digestibility ($P \leq 0.05$). Natuzyme Plus increased dry matter, crude protein and fat digestibility and decreased the number of *E. coli* in the cecum ($P \leq 0.05$). Multi-behzyme improved ADG during the grower period, FCR during the finisher period and total period and it increased dry matter, crude protein and crude fat digestibility ($P \leq 0.05$). It was concluded that Multi-behzyme could be replaced with Natuzyme Plus, and its inclusion in the diets formulated by digestible amino acid and low protein content can improve the negative outcome of low level protein diets.

Keywords: Broiler, digestibility, enzyme, microflora, performance, total and digestible amino acid.

مقدمه

در بسیاری از کشورها گندم‌های علوفه‌ای به‌عنوان منبع تأمین‌کننده انرژی در جیره جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۶]. گندم در مقایسه با ذرت انرژی کم‌تری دارد ولی میزان پروتئین و غلظت بسیاری از آمینواسیدهای آن مثل لیزین، متیونین، آرژینین، فنیل‌آلانین و تریپتوفان بیش‌تر است [۱۷]. کم‌بودن انرژی قابل متابولیسم گندم به‌دلیل زیادبودن پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در آن به‌ویژه آرابینوزایلان‌ها است [۱ و ۶]. پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول با افزایش گرانروی مواد گوارشی در دستگاه گوارش، افزایش رشد میکروبی و افزایش دفع آب سبب کاهش گوارش‌پذیری مواد غذایی و عملکرد پرندگان می‌شوند. تجزیه آرابینوزایلان که اصلی‌ترین پلی‌ساکارید غیر نشاسته‌ای در گندم می‌باشد، منجر به کاهش گرانروی مواد گوارشی در دستگاه گوارش و کاهش گوارش‌پذیری مواد غذایی می‌شود [۲ و ۲۰].

بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از غذای پرندگان را آمینواسیدها تشکیل می‌دهند که ۴۰ تا ۴۵ درصد از هزینه غذا را به‌خود اختصاص می‌دهند. کمبود هر آمینواسید ضروری می‌تواند زیان اقتصادی فراوانی به فرآیند تولید وارد کند [۲۸]. به‌منظور دستیابی به بیشینه رشد در هر سنی، جیره‌های غذایی باید بر پایه آمینواسید گوارش‌پذیر و معادل ۹۵ درصد حجم آمینواسید کل پیشنهادشده توسط انجمن پژوهش ملی (NRC, 1994) تنظیم شوند [۱۸]. میزان استفاده از آمینواسید در بدن به دو عامل، گوارش‌پذیری (هیدرولیز پروتئین و جذب فرآورده‌های حاصل) و میزان ابقای آمینواسیدهای جذب‌شده بستگی دارد. از آنجایی‌که شماری از آمینواسیدها غیرقابل گوارش هستند تنظیم جیره باید بر پایه آمینواسیدهای گوارش‌پذیر صورت گیرد تا انطباق بیش‌تری با احتیاجات واقعی پرنده

داشته باشد. هنگام استفاده از مواد غذایی غیرمعمول به‌جای ذرت در جیره‌های غذایی پرندگان به‌دلیل متفاوت‌بودن گوارش‌پذیری آمینواسیدهای آن‌ها با یکدیگر، نیاز پرندگان به آمینواسیدها تأمین نخواهد شد و به‌دنبال آن عملکرد پرندگان کاهش خواهد یافت و به‌همین دلیل تخمین نیازهای آمینواسید گوارش‌پذیر و مقدار آن‌ها در مواد غذایی موردتوجه پژوهش‌گران قرار گرفته و استانداردهای آن تهیه و اجرایی شده است [۳].

با استفاده از جیره‌های تنظیم‌شده به‌صورت آمینواسیدهای گوارش‌پذیر (جیره‌های گوارش‌پذیر)، امکان کاهش سطح پروتئین جیره‌ها مقدور است که ضمن کاهش قیمت جیره با دفع کم‌تر نیتروژن آلودگی‌های زیست‌محیطی صنعت پرورش پرندگان را نیز کاهش می‌دهد. یکی از دلایل استفاده از جیره‌های گوارش‌پذیر کاهش پروتئین جیره به‌منظور کاهش دفع نیتروژن و کاهش آلودگی محیط زیست و بهبود ارزش اقتصادی جیره‌ها است. اما اغلب جیره‌هایی که براساس آمینواسید کل تنظیم شده‌اند دارای حاشیه اطمینان بالایی هستند تا از این طریق بتوان تغییر و تنوع موجود در میزان مواد غذایی و عملکرد دام را به حد مطلوب رساند [۷، ۱۰، ۱۲ و ۲۳]. افزودن آنزیم‌هایی با منشأ خارجی به جیره‌های حاوی گندم باعث کاهش گرانروی محتویات روده باریک، بهبود افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، گوارش‌پذیری ظاهری پروتئین و انرژی متابولیسمی ظاهری و کاهش رطوبت بستر و مدفوع در جوجه‌های گوشتی شد [۴ و ۲۹]. آنزیم‌ها هم‌چنین تعداد باکتری‌ها را با افزایش نرخ گوارش و محدودکردن مقادیر سوبسترای در دسترس آن‌ها کاهش می‌دهند [۵]. پژوهش‌گران ایرانی اقدام به تولید نمونه مشابه آنزیم ناتوزایم پلاس با نام مولتی بهزیم کرده‌اند که حاوی پروتاز، پپتیداز، آلفا و بتا آمیلاز، سیکلو دکسترین گلیکوزیل ترانسفراز، گلوکاناز، سلولاز، پکتیناز، زایلاناز،

اثر افزودن آنزیم و جیره‌نویسی به روش آمینواسیدهای کل و گوارش‌پذیر بر عملکرد، گوارش‌پذیری مواد غذایی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم

۳۰۲۵ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی و ۲۳/۵ درصد پروتئین) تهیه‌شده از کارخانه راد-آرد-پارس شیراز تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی برای دوره رشد (۱۱ تا ۲۵ روزگی، دارای ۳۰ درصد گندم) و دوره پایانی (۲۶ تا ۴۲ روزگی، دارای ۵۰ درصد گندم) براساس تأمین نیاز مواد مغذی توصیه‌شده سویه راس، و به‌کمک نرم‌افزار UFFDA تنظیم شدند جدول (۱). مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه به‌طور هفتگی (بعد از سن ۱۰ روزگی) ثبت و ضریب تبدیل محاسبه شد. برای اندازه‌گیری قابلیت هضم مواد مغذی، اکسید کروم III (Cr_2O_3) محصول شرکت مرک (Merck) آلمان به‌عنوان نشانگر غیرقابل هضم و جذب، در سه روز آخر دوره پرورش به میزان ۰/۲ درصد به تمامی جیره‌ها اضافه شد. پرندگان در ۴۲ روزگی کشتار و گوارش‌پذیری مواد مغذی با جمع‌آوری مواد هضمی از ایلئوم اندازه‌گیری شد در پایان دوره (۴۲ روزگی) یک پرندۀ از هر واحد آزمایشی، برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های لاشه شامل وزن قلب، کبد، چینه دان، معده، سنگدان، طحال، بورس فابرسیوس، پانکراس، چربی شکمی، کیسه صفرا و وزن لاشه (بدون امعا و احشا) کشتار شد و شاخص‌ها براساس درصدی از وزن زنده پرندۀ محاسبه شدند. هم‌چنین در روز کشتار، وزن خالی و طول روده (فاصله‌ی یک سانتی‌متر مانده به زائده‌ی مکل تا دو سانتی‌متر قبل از ایلئوسکال) همه پرندۀها اندازه‌گیری شد... برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری مواد مغذی، محتویات ایلئوم در فاصله‌ی یک سانتی‌متر مانده به زائده‌ی مکل تا دو سانتی‌متر قبل از روده‌های کور جمع‌آوری و منجمد شدند. برای بررسی فلور میکروبی، محتویات روده کور پرندۀهای کشتار‌شده در پایان دوره جمع‌آوری شدند و تا زمان شمارش، منجمد شدند. برای اندازه‌گیری نشانگر، در نمونه‌های غذا و ایلئوم، از دستگاه جذب اتمی (Shimadzu, Model AA 670) با طول موج ۳۸۵ نانومتر استفاده شد [۳۲].

فیتاز و لیپاز می‌باشد. هدف این پژوهش بررسی اثر افزودن مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس به جیره‌های حاوی گندم که براساس روش جیره‌نویسی بر پایه آمینواسید کل و گوارش‌پذیر تنظیم شده بودند بر عملکرد تولید، گوارش‌پذیری مواد مغذی و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۲۵۶ جوجه یک روزه مخلوط جنس نر و ماده سویه راس در یک آزمایش فاکتوریل $2 \times 2 \times 2$ با دو روش جیره‌نویسی (بر پایه آمینو اسید کل و گوارش‌پذیر)، دو سطح ناتوزایم پلاس (صفر و ۰/۳۵ درصد)، و دو سطح مولتی بهزیم (صفر و ۰/۰۲ درصد) بر پایه طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار و هشت پرندۀ در هر تکرار استفاده شدند. جوجه‌ها در ۱۰ روز اول، با جیره یکسان تغذیه شدند و در پایان روز دهم، وزن شدند و به‌طور تصادفی در ۳۲ جایگاه آزمایشی توزیع شدند. در این آزمایش از آنزیم‌های ناتوزایم پلاس ساخت کشور استرالیا (دارای آلفا آمیلاز، بتا گلوکاناز، سلولاز، پکتیناز، پروتئاز و زایلاناز) و مولتی بهزیم ساخت کشور ایران (دارای پروتئاز، پپتیداز، آلفا و بتا آمیلاز، سیکلو دکسترین گلیکوزیل ترانسفراز، گلوکاناز، سلولاز، پکتیناز، زایلاناز، فیتاز و لیپاز) استفاده شد.

غلظت انرژی و پروتئین جیره‌ها برای همه جیره‌های آزمایشی و در درون هر روش جیره‌نویسی براساس آمینواسید کل و گوارش‌پذیر در هر مرحله یکسان بود، اما میزان پروتئین جیره‌های گوارش‌پذیر بنا بر توصیه جداول احتیاجات این سویه حدود دو درصد کم‌تر توصیه شده بود. مصرف آب و خوراک به شیوه آزاد و شرایط محیطی برای تمام گروه‌ها یکسان بود. تمامی پرندگان در دوره آغازین (یک تا ۱۰ روزگی) با یک جیره یکسان تجاری (حاوی

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

جدول ۱. ترکیب جیره‌های دوره رشد (۱۱ تا ۲۵ روزگی) و پایانی (۲۶ تا ۴۲ روزگی) بر پایه‌ی ذرت، سویا و گندم (درصد)

اجزای جیره	آمینواسید کل		آمینواسید گوارش پذیر	
	رشد	پایانی	رشد	پایانی
ذرت	۲۹/۱۱	۱۱/۳۲	۳۳/۲۸	۱۶/۳۷
گندم	۳۰/۰۰	۵۰/۰۰	۳۰/۰۰	۵۰/۰۰
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۱/۱۹	۲۹/۴۸	۲۹/۴۶	۲۵/۰۳
روغن سویا	۳/۳۹	۵/۶۱	۳/۰۸	۴/۷۳
کربنات کلسیم	۱/۰۵	۱/۰۰	۱/۰۶	۱/۰۱
دی کلسیم فسفات	۱/۵۸	۱/۴۸	۱/۵۹	۱/۵۲
نمک طعام	۰/۴۲	۰/۳۴	۰/۴۱	۰/۳۴
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
مکمل مواد معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
DL-متیونین	۰/۲۹	۰/۲	۰/۲۶	۰/۱۹
L-لیزین	۰/۲۴	۰/۰۷	۰/۲۳	۰/۰۸
L-ترئونین	۰/۰۷	۰	۰/۱۳	۰
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

مواد غذایی محاسبه شده در جیره

انرژی متابولیسمی (کیلوکالری در کیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۰۰۰	۳۱۰۰
پروتئین (درصد)	۲۲/۰۰	۱۹/۸۶	۱۹/۶۸	۱۸/۵۱
کلسیم (درصد)	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۸۶	۰/۸۲
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۱
سدیم (درصد)	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۷
آرژنین (درصد)	۱/۲۱	۱/۱۶	۱/۰۹	۰/۹۶
لیزین (درصد)	۱/۷۸	۱/۰۳	۱/۰۵	۰/۹۱
ایزولوسین (درصد)	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۷۲	۰/۶۵
متیونین (درصد)	۰/۵۷	۰/۴۷	۰/۵۲	۰/۴۴
متیونین + سیستین (درصد)	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۷۱
ترفونین (درصد)	۰/۷۹	۰/۷	۰/۷۳	۰/۶۱
تریپتوفان (درصد)	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۱

۱ و ۲. هر گرم مکمل ویتامینی و معدنی دارای: ویتامین A، ۷۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D3، ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K، ۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ۱۲/۵ میکروگرم؛ فولیک اسید، ۰/۵ میلی‌گرم؛ پانتوتینیک، ۸ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۱/۸ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۵/۳ میلی‌گرم؛ تیامین، ۲ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۲۴ میلی‌گرم؛ کولین، ۳۵۰ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۳۰ میلی‌گرم؛ روی، ۵۰ میلی‌گرم؛ منگنز، ۸۰ میلی‌گرم.

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

اثر افزودن آنزیم و جیره‌نویسی به‌روش آمینواسیدهای کل و گوارش‌پذیر بر عملکرد، گوارش‌پذیری مواد غذایی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم

ممکن است به‌دلیل بیش‌تر بودن پروتئین در این نوع جیره‌ها در حدود دو درصد در مقایسه با جیره‌های تنظیم‌شده بر پایه‌ی آمینواسید گوارش‌پذیر باشد. نتایج حاضر با یافته‌های بعضی پیژوهش‌گران دیگر هم‌خوانی نداشت [۲۲]. جیره‌نویسی براساس آمینواسید کل در هر سه دوره رشد، پایانی و کل دوره سبب بهبود ضریب تبدیل غذا شد (جدول ۴، $P \leq 0/05$). پیژوهش‌گران دیگری با استفاده از مواد غذایی متنوع تفاوتی بین دو روش جیره‌نویسی مشاهده نکردند و گزارش دادند که احتمالاً جیره‌نویسی براساس ضرایب گوارش‌پذیر هنگامی سودمند است که از منابع پروتئین کم کیفیت به مقدار زیاد استفاده شود، [۹]. هم‌چنین گزارش شده است که استفاده از آمینواسید گوارش‌پذیر در جیره‌نویسی تمامی مشکلات مربوط به استفاده از مقادیر زیاد مواد پروتئینی کم کیفیت، نظیر پودر پر را برطرف نمی‌کند [۱۱]. گندم، یک ماده خوراکی با میزان آمینواسید و پروتئین بسیار متغیر است، برای برنامه‌ریزی دقیق و جیره‌نویسی براساس آمینواسید گوارش‌پذیر باید فایلی از آمینواسیدهای گوارش‌پذیر گندم موجود باشد، ولی آمینواسیدهای گوارش‌پذیر گندم مورد استفاده در این آزمایش اندازه‌گیری نشده است و تنها از ضرایب هضمی گندم موجود در جداول احتیاجات مواد غذایی طیور استفاده شده است [۱۷]، بنابراین ممکن است گندم استفاده‌شده در این آزمایش دارای آمینواسیدهایی با گوارش‌پذیری زیادی بوده باشد درحالی‌که زمانی جیره‌نویسی براساس آمینواسید گوارش‌پذیر سبب بهبود صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی می‌شود که ترکیبی از مواد غذایی کم کیفیت در جیره وجود داشته باشد [۲۳]، به‌همین دلیل استفاده از جیره‌های گوارش‌پذیر اثر مطلوبی بر عملکرد نداشته است. در پیژوهش حاضر با در نظر گرفتن ضرایب هضم برگرفته از مرجع جدول احتیاجات غذایی طیور برای تمامی غذاهای مورد استفاده

از رابطه (۱) برای محاسبه گوارش‌پذیری پروتئین، چربی و ماده خشک استفاده شد [۲۵].

$$\text{رابطه (۱)} = \text{درصد گوارش‌پذیری مواد مغذی} \times (100 - (\text{ماده مغذی در جیره} / \text{ماده مغذی در ایلنوم}) \times (\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ایلنوم} / \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ جیره})) - 100$$

از محیط کشت MRS برای شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک و محیط کشت مک‌کانکی برای شمارش باکتری /شرشیاکلامی استفاده شد [۲۱]. در پایان آزمایش، داده‌ها با رویه مدل خطی عمومی (GLM) نرم‌افزار SAS-9.4 (SAS, 2004) برای مدل ۲ تجزیه و میانگین‌ها به‌کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند [۲۴]. وزن پرندگان در ۱۰ روزگی به‌عنوان کوواریت برای نتایج عملکردی در نظر گرفته شد.

$$\text{رابطه (۲)} \quad y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + A_i B_j + A_i C_k + B_j C_k + A_i B_j C_k + \beta(w_{11} - \bar{w}) + E_{ijk}$$

که در این مدل، y_{ijk} ، مشاهدات مربوط به هر یک از صفات مورد بررسی؛ μ ، میانگین جامعه؛ A_i ، اثر i امین سطح ناتوزایم پلاس؛ B_j ، اثر j امین سطح مولتی بهزیم؛ C_k ، اثر k امین نوع جیره؛ $A_i B_j$ ، برهم‌کنش دو نوع آنزیم؛ $A_i C_k$ ، بر هم‌کنش ناتوزایم پلاس و نوع جیره؛ $B_j C_k$ ، برهم‌کنش مولتی بهزیم و نوع جیره؛ $A_i B_j C_k$ ، برهم‌کنش دو نوع آنزیم و نوع جیره؛ β ، ضریب کوواریت؛ w_{11} ، وزن ۱۱ روزگی؛ \bar{w} ، میانگین وزن ۱۱ روزگی؛ E_{ijk} ، اثر خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد پرندگان در جدول‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است. روش جیره‌نویسی بر پایه آمینواسید کل نسبت به آمینواسید گوارش‌پذیر افزایش وزن روزانه را در هر سه دوره رشد، پایانی و کل دوره به‌طور معنی‌داری بهبود داد (جدول ۲، $P \leq 0/05$)؛ این امر

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

تفاوت در ضریب تبدیل می‌تواند ناشی از نوع و مقدار آنزیم‌های موجود در این دو محصول آنزیمی باشد.

افزودن ناتوزایم پلاس در دوره رشد، پایانی و کل دوره بر افزایش وزن روزانه، مصرف غذای روزانه و ضریب تبدیل غذا نسبت به تیمار فاقد آنزیم معنی‌دار نبود. اما مولتی بهزیم سبب بهبود معنی‌دار افزایش وزن روزانه در دوره رشد و بهبود ضریب تبدیل غذا در دوره پایانی و کل دوره نسبت به جیره فاقد آنزیم شد (جدول ۲، $P \leq 0/05$). اثر اصلی مولتی بهزیم بر بهبود افزایش وزن روزانه فقط در دوره رشد معنی‌دار بود (جدول ۲، $P \leq 0/05$). علت آن را می‌توان کم‌تر بودن توانایی پرندگان در تولید آنزیم در سنین پایین‌تر دانست بنابراین با افزودن آنزیم با منشأ خارجی در دوره رشد، افزایش وزن روزانه بهبود یافت، اما در ادامه این اثر مشاهده نشد. از طرفی دیگر وجود ترکیبات آنزیمی موجود در مولتی بهزیم و یا وجود بتونیت و زئولیت موجود در آن را با توجه به گزارش‌های موجود در بهبود عملکرد در جیره‌های حاوی بتونیت [۱۹ و ۱۴] از دلایل افزایش وزن بیش‌تر جیره‌های دارای مولتی بهزیم در مقایسه با ناتوزایم پلاس دانست. اثر اصلی مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس بر مصرف غذای روزانه اثری نداشت؛ که با یافته‌های بعضی پژوهش‌گران در مورد ناتوزایم پلاس هماهنگ [۲۶]، اما با یافته‌های دیگر پژوهش‌گران مخالف است [۲۷]. با توجه به برهم‌کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس، استفاده از مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس در مقایسه با جیره شاهد سبب کاهش مصرف غذای روزانه شد اما تنها مولتی بهزیم آن را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۳، $P \leq 0/05$).

برهم‌کنش روش جیره‌نویسی و ناتوزایم پلاس در کل دوره ($P \leq 0/05$) و برهم‌کنش روش جیره‌نویسی، مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس در دوره‌های رشد و پایانی بر

میزان اسیدهای آمینه گوارش‌پذیر در نظر گرفته‌شده و بر مبنای آن جیره‌ها تنظیم شده است. حال اگر در عمل این جیره‌های گوارش‌پذیر جواب نداده است می‌تواند ناشی از دقیق‌نبودن این ضرایب هضمی در مورد نوع گندم مورد استفاده باشد، که با آزادسازی اسیدهای آمینه بیش‌تر در جیره‌های دارای آنزیم این نقص تا حدودی برطرف شده است. جیره‌نویسی براساس آمینواسید گوارش‌پذیر در دوره پایانی و کل دوره سبب افزایش مصرف غذای روزانه شد (جدول ۲، $P \leq 0/05$). علت را می‌توان کمبود یک یا چند آمینواسید در جیره‌نویسی براساس آمینواسید گوارش‌پذیر دانست، در نتیجه پرندگان برای این‌که بتوانند نیاز آمینواسید را جبران کنند غذای بیش‌تری مصرف کردند. البته تراکم میزان انرژی موجود در جیره‌های غذایی می‌تواند عامل اصلی در تفاوت میزان خوراک دریافتی پرندگان باشد، اما در آزمایش حاضر جیره‌ها از نظر انرژی دریافتی یکسان بوده‌اند. آزمایش‌ها نشان دادند که سطح سایر مواد مغذی از جمله اسیدهای آمینه بر مصرف خوراک مؤثر هستند. به‌طوری‌که در مقادیر کم این مواد مغذی در شرایطی که انرژی جیره‌ها یکسان بوده است در جیره‌های کم تراکم‌تر از نظر اسید آمینه مصرف خوراک افزایش داشته است [۳].

ناتوزایم پلاس اثری بر ضریب تبدیل در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره نداشت اما مولتی بهزیم به‌علت بهبود بهتر افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک، سبب بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل در دوره پایانی و کل دوره شد (جدول ۲، $P \leq 0/05$). در خصوص تأثیر آنزیم در جیره‌های حاوی سطوح مختلف گندم گزارش‌های متفاوتی ارائه شده است که ممکن است مربوط به تفاوت در مقدار آرابینوزایلان‌های گندم و وجود رابطه عکس بین پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای گندم و مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری آن باشد [۲]. در آزمایش حاضر

اثر افزودن آنزیم و جیره‌نویسی به‌روش آمینواسیدهای کل و گوارش‌پذیر بر عملکرد، گوارش‌پذیری مواد غذایی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم

در دوره‌های رشد و پایدانی، آنزیم در جیره‌های بر پایه آمینواسید کل نسبت به گوارش‌پذیر تأثیر بهتری داشته است. بهترین ضریب تبدیل غذا برای گروهی بوده که آنزیم را در جیره‌های بر پایه آمینواسید کل دریافت کرده است؛ احتمالاً چون این گروه افزایش وزن بهتری داشته‌اند، ضریب تبدیل غذا بهتر بوده است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از جیره‌های گوارش‌پذیر میزان پروتئین خام جیره را کاهش داده و باعث عملکرد بدتر در پرندگان شده است ولی استفاده از آنزیم سبب بهبود ضریب تبدیل غذا در حد جیره کنترل شده است. در نتیجه با استفاده هم‌زمان جیره‌های گوارش‌پذیر و آنزیم می‌توان ضمن کاهش آلودگی محیطی و قیمت غذا، عملکرد را هم بهبود داد. روش جیره‌نویسی بر پایه آمینواسید کل در مقایسه با روش گوارش‌پذیر به‌طور معنی‌داری سبب کاهش میانگین وزن نسبی کبد و افزایش درصد لاشه و طول روده شد (جدول ۵، $P \leq 0/05$). برهم‌کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس بر طول روده معنی‌دار بود (جدول ۵؛ $P \leq 0/05$). وزن نسبی لاشه و طول روده جوجه‌هایی که براساس آمینواسید کل تغذیه شده بودند نسبت به آمینواسید گوارش‌پذیر بیش‌تر بود، درحالی‌که میانگین وزن نسبی کبد در جیره‌های گوارش‌پذیر بیش‌تر بود. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که نوع جیره‌نویسی براساس کل یا گوارش‌پذیر بر وزن لاشه، درصد ران و کبد جوجه‌های گوشتی تأثیری نداشت [۱۶ و ۲۳]. در آزمایش حاضر برخلاف آزمایش‌های ذکرشده قبلی به‌دلیل بهتر بودن عملکرد در جیره‌های تهیه‌شده بر پایه آمینواسید کل در مقایسه با آمینواسید گوارش‌پذیر نتایج فراسنجه‌های لاشه با آزمایش‌های قبلی متفاوت بوده است. اثر اصلی ناتوزایم پلاس بر فراسنجه‌های لاشه جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود؛ که با یافته‌های پژوهش‌گرانی دیگر در سال ۲۰۱۴ مطابقت دارد

افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی، معنی‌دار بود (جدول ۳، $P \leq 0/05$). برهم‌کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم بر غذای مصرفی روزانه جوجه‌های گوشتی، در دوره رشد معنی‌دار بود (جدول ۴، $P \leq 0/05$). برهم‌کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم بر ضریب تبدیل غذای جوجه‌های گوشتی، در کل دوره و برهم‌کنش روش جیره‌نویسی، مولتی بهزیم و ناتوزایم بر ضریب تبدیل غذای جوجه‌های گوشتی، در دوره‌های رشد و پایدانی معنی‌دار بود (جدول ۴، $P \leq 0/05$). با توجه به برهم‌کنش روش جیره‌نویسی و ناتوزایم پلاس بر افزایش وزن روزانه در کل دوره، در هنگام استفاده از آنزیم ناتوزایم پلاس جیره‌های متعادل‌شده بر مبنای آمینواسید کل عملکرد بهتری در مقایسه با جیره‌های تنظیم‌شده با آمینواسید گوارش‌پذیر را داشتند. هم‌چنین در برهم‌کنش روش جیره‌نویسی، ناتوزایم و مولتی بهزیم بر افزایش وزن روزانه در دوره‌های رشد و پایدانی، بهترین عملکرد در جیره‌های بر پایه آمینواسید کل حاوی آنزیم به‌دست آمد. از آن‌جاکه افزودن آنزیم به جیره‌های حاوی گندم سبب کاهش گرانروی محتویات گوارشی و افزایش گوارش‌پذیری و جذب مواد غذایی می‌شود [۱۳] پس می‌توان انتظار داشت با کاربرد آنزیم روند افزایش وزن پرند با مصرف جیره بر پایه گندم بهبود یابد، اما ممکن است به‌دلیل ناکافی بودن آزادسازی مواد غذایی و کمبود پروتئین و بعضی آمینواسیدها در جیره‌نویسی براساس آمینواسید گوارش‌پذیر، آنزیم اثر کم‌تری را در این نوع جیره‌ها داشته است. با توجه به برهم‌کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس بر ضریب تبدیل غذا در کل دوره، مولتی بهزیم نسبت به ناتوزایم پلاس باعث بهبود ضریب تبدیل غذا در مقایسه با جیره شاهد شد. این با فرض آزمایش مبنی بر این‌که مولتی بهزیم قابل رقابت و جایگزینی با ناتوزایم پلاس است مطابقت دارد. در برهم‌کنش روش جیره‌نویسی، ناتوزایم و مولتی بهزیم بر ضریب تبدیل غذا

افزایش طول ماهیچه‌های جدار روده یک سازوکار سازشی از سوی پرنده می‌باشد تا به این نحو بتواند این ترکیبات گرانروی را در طول روده به حرکت درآورد. پس می‌توان گفت با استفاده از آنزیم، اثرات مضر پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و طول روده کاهش یافته است.

پژوهش‌گر دیگری در سال ۲۰۰۳ مشاهده نمود که طول روده پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های دارای گندم به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از پرندگان شاهد است [۳۴]. برخلاف این نتایج، پژوهش‌گران دیگر در سال ۲۰۰۴ مشاهده نمودند که دانه کامل گندم تأثیری بر وزن یا طول نسبی روده کوچک نداشت [۳۳].

[۸] و این می‌تواند با بی‌تأثیر بودن اثر اصلی تیمار ناتوزایم پلاس بر عملکرد پرندگان همسو باشد. برهم‌کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس نشان داد که استفاده از آنزیم ناتوزایم به تنهایی نسبت به جیره شاهد سبب کاهش معنی‌دار طول روده شد (جدول ۵، $P \leq 0/05$). استفاده از مواد غذایی حاوی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای باعث افزایش گرانروی در روده کوچک می‌شود. این ترکیبات با اتساع به دیواره روده باعث وارد آمدن فشار زیادی به دیواره روده و لایه‌های عضلانی آن می‌شوند، که باعث افزایش طول سارکومرها و در نتیجه میوفیبریل‌های لایه ماهیچه‌ای شده تا با فشار وارده مقابله کند. هم‌چنین

جدول ۲. اثر اصلی جیره‌های آزمایشی بر مصرف غذای روزانه (گرم)، افزایش وزن روزانه (گرم) و ضریب تبدیل در دوره رشد (۱۱ تا ۲۵ روزگی)، دوره پایانی (۲۶ تا ۳۹ روزگی) و کل دوره (۱۱ تا ۳۹ روزگی)

آثار اصلی	دوره رشد			دوره پایانی			کل دوره		
	مصرف غذا	افزایش وزن	ضریب تبدیل	مصرف غذا	افزایش وزن	ضریب تبدیل	مصرف غذا	افزایش وزن	ضریب تبدیل
جیره کل	۷۵/۰	۵۵/۲ ^a	۱/۴ ^b	۱۶۲/۴ ^b	۹۰/۸ ^a	۱/۸ ^b	۱۱۹/۴ ^b	۷۳/۵ ^a	۱/۶ ^b
گوارش‌پذیر	۷۴/۸	۵۱/۳ ^b	۱/۵ ^a	۱۷۰/۴ ^a	۸۳/۵ ^b	۲/۰ ^a	۱۲۳/۹ ^a	۶۸/۳ ^b	۱/۸ ^a
P-value	۰/۷۷۶	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
SEM	۰/۵۸	۰/۵۰	۰/۰۱	۱/۷۷	۱/۵۳	۰/۰۴	۱/۳۲	۰/۷۸	۰/۰۱
ناتوزایم پلاس (درصد)									
۰	۷۴/۷	۵۳/۲	۱/۴	۱۶۵/۳	۸۶/۸	۱/۹	۱۲۰/۷	۷۰/۴	۱/۷
۰/۰۳۵	۷۵/۱	۵۳/۴	۱/۴	۱۶۷/۶	۸۷/۵	۱/۹	۱۲۲/۶	۷۱/۴	۱/۷
P-value	۰/۶۷۱	۰/۷۸۵	۰/۷۰۱	۰/۳۷۲	۰/۷۴۲	۰/۷۲۶	۰/۳۲۱	۰/۴۱۵	۰/۷۰۵
SEM	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۰۱	۱/۷۵	۱/۵۱	۰/۰۳	۱/۳۷	۰/۸۰	۰/۰۲
مولتی بهزیم (درصد)									
۰/۰۲	۷۴/۴	۵۲/۵ ^b	۱/۴	۱۶۴/۴	۸۵/۳	۱/۹ ^a	۱۱۹/۴	۶۸/۹	۱/۸ ^a
۰/۰۲	۷۵/۰	۵۴/۱ ^a	۱/۳	۱۶۸/۴	۸۹/۰	۱/۸ ^b	۱۲۱/۷	۷۱/۵	۱/۷ ^b
P-value	۰/۱۸۱	۰/۰۴	۰/۳۲۶	۰/۱۲۵	۰/۰۹	۰/۰۲۱	۰/۱۰۶	۰/۶۱	۰/۰۳۷
SEM	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۰۱	۱/۷۶	۱/۴۹	۰/۰۵	۱/۴۳	۰/۸۲	۰/۰۱

a-c: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P \leq 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

اثر افزودن آنزیم و جیره نویسی به روش آمینواسیدهای کل و گوارش پذیر بر عملکرد، گوارش پذیری مواد غذایی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه گندم

جدول ۳. برهم کنش روش جیره نویسی و ناتوزایم پلاس و برهم کنش روش جیره نویسی، مولتی بهزیم (درصد) و ناتوزایم پلاس بر گرم افزایش وزن روزانه دوره رشد (۱۱ تا ۲۵ روزگی)، دوره پایانی (۲۶ تا ۳۹ روزگی) و کل دوره (۱۱ تا ۳۹ روزگی)

کل دوره	دوره پایانی	دوره رشد	ناتوزایم پلاس (درصد)	مولتی بهزیم (درصد)	جیره
۷۱/۸ ^{ab}	۸۹/۷	۵۳/۷	۰		آمینواسید کل
۷۵/۳ ^a	۹۱/۸	۵۶/۸	۰/۰۳۵		آمینواسید کل
۶۹/۱ ^b	۸۳/۸	۵۲/۷	۰		آمینواسید گوارش پذیر
۶۷/۵ ^b	۸۳/۱	۴۹/۹	۰/۰۳۵		آمینواسید گوارش پذیر
۰/۰۳۳	۰/۰۹۵	۰/۰۸۵			P-value
۱/۱۳	۴/۰۱	۱/۰۹			SEM
۷۱/۲	۸۷/۳ ^{ab}	۵۵/۱ ^{ac}	۰	۰	آمینواسید کل
۷۵/۰	۹۲/۹ ^a	۵۷/۱ ^a	۰/۰۳۵	۰	آمینواسید کل
۷۲/۲	۹۲/۲ ^{ab}	۵۲/۳ ^{abc}	۰	۰/۰۲	آمینواسید کل
۷۳/۶	۹۰/۸ ^{ab}	۵۶/۵ ^a	۰/۰۳۵	۰/۰۲	آمینواسید کل
۶۷/۱	۸۳/۹ ^{ab}	۵۰/۳ ^{bc}	۰	۰	آمینواسید گوارش پذیر
۶۵/۴	۷۷/۱ ^b	۵۳/۸ ^{abc}	۰/۰۳۵	۰	آمینواسید گوارش پذیر
۶۹/۴	۸۳/۷ ^{ab}	۵۵/۱ ^{abc}	۰	۰/۰۲	آمینواسید گوارش پذیر
۶.۶۷	۸۹/۲ ^{ab}	۴۶/۱ ^c	۰/۰۳۵	۰/۰۲	آمینواسید گوارش پذیر
۰/۰۸۵	۰/۰۳۵	<۰/۰۰۰۱			P-value
۲/۰۶	۳/۰۸	۱/۰۵			SEM

a-c: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی دار است ($P \leq 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

جدول ۴. اثر برهم کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس بر گرم مصرف غذای روزانه در دوره رشد، ضریب تبدیل در کل دوره و برهم کنش روش جیره نویسی، مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس بر ضریب تبدیل

ضریب تبدیل در کل دوره	مصرف خوراک روزانه دوره رشد	ناتوزایم (درصد)	مولتی بهزیم (درصد)	جیره
۱/۸ ^a	۷۶/۵ ^a	۰	۰	آمینواسید کل
۱/۷ ^{ab}	۷۴/۴ ^{ab}	۰/۰۳۵	۰	آمینواسید کل
۱/۶ ^b	۷۳/۰ ^b	۰	۰/۰۲	آمینواسید کل
۱/۷ ^{ab}	۷۵/۸ ^{ab}	۰/۰۳۵	۰/۰۲	آمینواسید کل
۰/۰۴۳	۰/۰۱۴			P-value
۰/۰۳	۰/۸۴			SEM
ضریب تبدیل دوره پایانی	ضریب تبدیل دوره رشد	ناتوزایم پلاس	مولتی بهزیم	جیره
۱/۹ ^{abc}	۱/۳ ^c	۰	۰	آمینواسید کل
۱/۸ ^{bc}	۱/۳ ^c	۰/۰۳۵	۰	آمینواسید کل
۱/۷ ^c	۱/۴ ^{bc}	۰	۰/۰۲	آمینواسید کل
۱/۸ ^{bc}	۱/۳ ^c	۰/۰۳۵	۰/۰۲	آمینواسید کل
۲/۳ ^a	۱/۵ ^{ab}	۰	۰	آمینواسید گوارش پذیر
۲/۱ ^{ab}	۱/۴ ^c	۰/۰۳۵	۰	آمینواسید گوارش پذیر
۱/۹ ^{abc}	۱/۳ ^c	۰	۰/۰۲	آمینواسید گوارش پذیر
۱/۹ ^{abc}	۱/۶ ^a	۰/۰۳۵	۰/۰۲	آمینواسید گوارش پذیر
۰/۰۲۷	<۰/۰۰۰۱			P-value
۰/۰۷	۰/۰۳			SEM

a-c: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی دار است ($P \leq 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

جدول ۵. اثر روش جیره نویسی بر فراسنجه های لاشه جوجه های گوشتی و برهم کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس بر طول روده

روش جیره نویسی	مولتی بهزیم (درصد)	ناتوزایم (درصد)	بازده لاشه (درصد)	وزن نسبی کبد (درصد)	طول روده (سانتی متر)
جیره					
آمینواسید کل			۶۵/۱ ^a	۱/۹ ^b	۵۳/۳ ^a
آمینواسید گوارش پذیر			۵۸/۹ ^b	۲/۳ ^a	۴۹/۷ ^b
P-value	۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	۰/۰۴۲	۰/۰۰۷	۱/۱۸
SEM			۱/۷۴		
	۰	۰			۵۴/۷ ^a
	۰	۰/۰۳۵			۴۸/۸ ^b
	۰/۰۲	۰			۵۰/۷ ^a
	۰/۰۲	۰/۰۳۵			۵۱/۸ ^a
P-value					۰/۰۴۸
SEM					۱/۶۶

a-c: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی دار است ($P \leq 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

آمینواسید کل همراه با مولتی بهزیم به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد بهتر بود ($P \leq 0/05$).

جیره نویسی بر اساس آمینواسید گوارش پذیر نسبت به کل، گوارش پذیری ماده خشک را افزایش و گوارش پذیری چربی را کاهش داد ($P \leq 0/05$)، اما اثری بر گوارش پذیری پروتئین خام نداشت. ناتوزایم پلاس بر گوارش پذیری ماده خشک، پروتئین خام و چربی را در مقایسه با جیره کنترل افزایش داد ($P \leq 0/05$). روند تأثیر مولتی بهزیم بر بهبود گوارش پذیری ماده خشک و چربی معنی دار بود ($P \leq 0/05$). هم چنین با توجه به برهم کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس، می توان گفت که هر دو آنزیم سبب بهبود گوارش پذیری پروتئین خام و چربی در مقایسه با جیره کنترل شدند. علت آن را می توان شکستن پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای با آنزیم های تجاری و کاهش گرانروی محتویات روده و افزایش گوارش پذیری مواد غذایی دانست [۳]. به طور کلی، پلی ساکاریدهای

اثر جیره های آزمایشی بر گوارش پذیری مواد غذایی در جدول (۶) نشان داده شده است. جیره نویسی بر پایه آمینواسید گوارش پذیر، گوارش پذیری ماده خشک را افزایش و گوارش پذیری چربی را کاهش داد ($P \leq 0/05$). اما اثری بر گوارش پذیری پروتئین خام نداشت. اثر اصلی ناتوزایم پلاس بر بهبود گوارش پذیری ماده خشک، پروتئین خام و چربی معنی دار بود ($P \leq 0/05$) و اثر اصلی مولتی بهزیم و روش جیره نویسی سبب بهبود گوارش پذیری ماده خشک و چربی خام شد ($P \leq 0/05$). این تفاوت در گوارش پذیری مواد مغذی می تواند ناشی از نوع و مقدار آنزیم های موجود در این دو محصول آنزیمی باشد. تأثیر برهم کنش مولتی بهزیم و ناتوزایم پلاس و برهم کنش روش جیره نویسی و مولتی بهزیم بر گوارش پذیری پروتئین خام و چربی معنی دار بود ($P \leq 0/05$). نکته قابل توجه این است که گوارش پذیری پروتئین خام و چربی خام در جیره نویسی بر اساس

اثر افزودن آنزیم و جیره نویسی به روش آمینواسیدهای کل و گوارش پذیر بر عملکرد، گوارش پذیری مواد غذایی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه گندم

غیرنشاسته ای سبب افزایش گرانروی محتویات گوارشی شده که منجر به کاهش فعالیت آنزیم های گوارشی و محدود کردن اثرات متقابل بین آنها با سطح موکوسی می شود و در نهایت سبب کاهش گوارش پذیری نشاسته، پروتئین و چربی می شود [۳]، به همین دلیل استفاده از آنزیم سبب بهبود گوارش پذیری مواد غذایی شد.

جدول ۶. اثر اصلی روش جیره نویسی، مولتی بهزیم (درصد) و ناتوزایم پلاس (درصد) و برهم کنش مولتی بهزیم (درصد) و ناتوزایم پلاس (درصد) بر درصد گوارش پذیری مواد غذایی

تیمارها	ماده خشک	پروتئین	چربی
جیره			
آمینواسید کل	۵۴/۹ ^b	۷۱/۴	۷۰/۹ ^a
آمینواسید گوارش پذیر	۶۰/۸ ^a	۷۱/۲	۶۵/۶ ^b
P-value	۰/۰۲۱	۰/۹۱۳	۰/۰۳
SEM	۱/۶۵	۱/۲۷	۱/۶۳
ناتوزایم پلاس			
.	۵۳/۱ ^a	۶۹/۱ ^b	۶۲/۷ ^b
۰/۰۳۵	۶۲/۶ ^b	۷۳/۴ ^a	۷۳/۸ ^a
P-value	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲۵	<۰/۰۰۰۱
SEM	۱/۶۷	۱/۳۰	۱/۶۰
مولتی بهزیم			
.	۵۴/۴ ^b	۷۰/۹	۶۴/۸ ^b
۰/۰۲	۶۱/۴ ^a	۷۱/۱	۷۱/۷ ^a
P-value	۰/۰۰۶	۰/۷۰۳	۰/۰۰۶
SEM	۱/۶۹	۱/۲۴	۱/۶۶
مولتی بهزیم	ناتوزایم	پروتئین	چربی
.	.	۶۶/۰ ^c	۴۹/۵ ^c
.	۰/۰۳۵	۷۵/۸ ^a	۸۰/۱ ^a
۰/۰۲	.	۷۲/۸ ^{ab}	۷۵/۸ ^{ab}
۰/۰۲	۰/۰۳۵	۷۱/۰ ^{ab}	۶۷/۵ ^{ab}
P-value		۰/۰۰۶	<۰/۰۰۰۱
SEM		۱/۷۹	۲/۳۱
روش جیره نویسی	مولتی بهزیم	پروتئین	چربی
آمینواسید کل	.	۶۵/۸ ^b	۵۷/۰ ^c
آمینواسید کل	۰/۰۲	۷۶/۹ ^a	۸۴/۸ ^a
آمینواسید گوارش پذیر	.	۷۶ ^a	۷۲/۵ ^b
آمینواسید گوارش پذیر	۰/۰۲	۶۶/۳ ^b	۵۸/۶ ^c
P-value		<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

a-c: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی دار است (P≤۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹

میکروبی روده را با افزایش زمان توقف غذا در روده باریک افزایش می‌دهد و سبب عملکرد ضعیف جوجه‌های گوشتی می‌شود. آنزیم‌ها با افزایش نرخ گوارش و محدود کردن مقادیر سوبسترای در دسترس باکتری‌های مضر دستگاه گوارش تعداد آن‌ها را کاهش می‌دهند [5].

جدول ۷. اثر اصلی ناتوزایم پلاس و اثر متقابل روش

جیره نویسی و مولتی بهزیم بر جمعیت <i>اشریشیا کلائی</i> روده کور	
تیمار	<i>اشریشیا کلائی</i> روده کور (CFU/mL)
ناتوزایم پلاس	۰
	۵/۱ ^a
	۴/۱ ^b
	۰/۰۰۴
	۰/۲۱
	P-value
	SEM
روش جیره نویسی	مولتی بهزیم
آمینواسید کل	۰
آمینواسید کل	۰/۰۲
آمینواسید گوارش پذیر	۰
آمینواسید گوارش پذیر	۰/۰۲
	P-value
	SEM

a-b: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی دار است ($P \leq 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

CFU: Colony Forming Unit

شاید بتوان گفت احتمالاً به دلیل وجود بنتونیت، مولتی بهزیم نسبت به ناتوزایم پلاس بهتر عمل کرده است. بنتونیت محافظ غشای روده است به طوری که به باکتری‌های پاتوژن چسبیده و آن‌ها را به صورت انتخابی دفع می‌کند [30].

بر اساس یافته‌های این پژوهش، مولتی بهزیم می‌تواند با بهبود گوارش پذیری ماده خشک و چربی خام، عملکرد

مولتی بهزیم در جیره نویسی بر پایه آمینواسید کل نسبت به جیره شاهد سبب افزایش معنی دار گوارش پذیری پروتئین و چربی شد ($P \leq 0.05$)، اما در جیره‌های بر پایه آمینواسید گوارش پذیر، گوارش پذیری پروتئین و چربی را به طور معنی داری کاهش داد ($P \leq 0.05$). ممکن است این اثر را بتوان ناشی از این دانست که در جیره‌های آمینواسید کل، میزان مواد غذایی بیش‌تری وارد دستگاه گوارش شده است پس میزان گوارش پذیری در جیره‌های آمینواسید کل نسبت به جیره‌های آمینواسید گوارش پذیر بهتر بوده است. مقادیر گوارش پذیری محاسبه شده در این آزمایش مقادیر گوارش پذیری ظاهری است و به دلیل کاهش سهم مواد اندوژن با افزایش سهم آمینواسید خورده شده مقدار گوارش پذیری ظاهری با افزایش دریافت آمینواسید افزایش می‌یابد [9]. هم‌چنین در جیره‌های گوارش پذیر آزادسازی مواد غذایی از قبل انجام شده و آنزیم اثری نداشته است. در این پژوهش، جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیل و *اشریشیا کلائی* در روده کور و ایلئوم بررسی شد (جدول ۷). ناتوزایم پلاس در روده کور به طور معنی داری سبب کاهش جمعیت باکتری *اشریشیا کلائی* شد ($P \leq 0.05$). در برهم‌کنش روش جیره نویسی و مولتی بهزیم، افزودن مولتی بهزیم در هر دو روش جیره نویسی در کاهش جمعیت *اشریشیا کلائی* مؤثر بوده است ($P \leq 0.05$). اثر روش جیره نویسی و مولتی بهزیم بر جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیل و *اشریشیا کلائی* ایلئوم و روده کور معنی دار نبود. اثر ناتوزایم پلاس بر *اشریشیا کلائی* فقط در روده کور معنی دار بود (جدول ۷، $P \leq 0.05$). این یافته‌ها با یافته‌های Luo et al. (2009) که گزارش کردند آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم بر شمارش لاکتوباسیل و *اشریشیا کلائی* در ایلئوم و روده کور مؤثر نبود، هماهنگ است [15]. در جیره‌های بر پایه آمینواسید کل و گوارش پذیر مولتی بهزیم سبب کاهش *اشریشیا کلائی* در روده کور شد ($P \leq 0.05$). حضور پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای فعالیت

اثر افزودن آنزیم و جیره‌نویسی به‌روش آمینواسیدهای کل و گوارش‌پذیر بر عملکرد، گوارش‌پذیری مواد غذایی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم

- 14: 195-203.
8. Emadinia A, Toghiani M, Gheisari AA, Tabeidian SA, Ale-Saheb Fosoul SS and Mohammadrezaei M (2014) Effect of wet feeding and enzyme supplementation on performance and immune responses of broiler chicks. *Journal of Applied Animal Research* 42: 32-37.
 9. Farrell DJ, Mannion PF, and Perez-Maldonado RA (1999) A comparison of total and digestible amino acids in diets for broilers and layers. *Animal Feed Science and Technology* 82: 131-142.
 10. Han Y, and Baker DH (1994) Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six week post hatching. *Poultry Science* 73: 1739-1745.
 11. Jiang Q, Motl MA, Fritts CA, and Waldroup PW (2000) Formulation on basis of digestible amino acids does not overcome all problems associated with use of high levels of feather meal. *Poultry Science* 81: 127-128.
 12. Leeson S, and Summers JD (2000) *Broiler Breeder Production*. Nattigham University Press, Guelph, Ontario, Canada, pp.178-199.
 13. Li WF, Sun JY and Xu ZR (2004) Effects of NSP degrading enzyme on in vitro digestion of barley. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 17: 122-126.
 14. Lotfollahian H, Shariatmadari F, Shivazad M, and Mirhadi A (2004) Study on the effects of two kinds of natural zeolite in diets on blood biochemical parameters, relative weight of body organs and broilers performance, *Pajouhesh and Sazandegi* 17: 18-34.
 15. Luo D, Yanga F, Yang X, Yao J, Shi B, and Zhou Z (2009) Effects of xylanase on performance, blood parameters, intestinal morphology, microflora and digestive enzyme activities of broilers fed wheat-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 22: 1288-1295.
 16. Nasr J, and Kheiri F (2012) Effects of lysine levels of diets formulated based on total or digestible amino acids on broiler carcass composition. *Brazilian Journal Poultry Science* 14: 233-304.
 17. NRC (1994) *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th edition, National Research Council, National Academy Press, Washington, DC, USA.
 18. Park W (2001) Present status of the use of digestible amino acid values in formulation of broiler diets. *American Society of Agronomy, Technical Bulletin* 46: 1-18.

جوجه‌های گوشتی را بهبود دهد و به‌دلیل داشتن عملکرد تولیدی برابر با جیره‌های دارای ناتوزیم پلاس به‌خصوص ضریب تبدیل غذایی یکسان در کل دوره، می‌تواند جایگزین ناتوزیم پلاس شود. افزودن آنزیم به جیره‌های بر پایه آمینواسید گوارش‌پذیر کم‌پروتئین، اثر منفی کمبود پروتئین بر عملکرد پرنده را از بین می‌برد و با بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی و جمعیت میکروبی مفید روده، سبب بهبود عملکرد می‌شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Annison G (1991) Relationship between the levels of soluble NSPs and the apparent metabolizable energy of wheat assayed in broiler chickens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 39: 1252-1256.
2. Annison G, and Choct M (1991) Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. *World's Poultry Science Journal* 47: 222-242.
3. Basavanta Kumar C, Gloridoss RG, Singh KC, Prabhu TM, and Suresh BN (2016) Performance of broiler chickens fed low protein, limiting amino acid supplemented diets formulated either on total or standardized ileal digestible amino acid basis. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 29: 1616-1624.
4. Bedford MR (1995) Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. *Animal Feed Science and Technology* 53: 145-155.
5. Bedford MR (2000) Exogenous enzymes in monogastric nutrition, their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology* 86: 1-13.
6. Choct M, and Annison G (1990) Anti-nutritive activity of wheat pentosans in broiler diets. *British Poultry Science* 31: 811-822.
7. Dari RL, Penz JR, Kessler AM, and Jos HC (2005) The use of digestible amino acid and ideal protein concept in feed formulation for broilers. *Journal of Applied Poultry Research*

19. Pasha TN, Foroog MV, Khattak FM, Jabbor MA, and Khan AD (2007) Effectiveness of sodium bentonite and two commercial products as aflatoxin adsorbents in diets for broilers chickens. *Animal Feed Science and Technology* 132: 103-110.
20. Pettersson D, Graham H, and Man PA (1991) The nutritive value for broiler chickens of pelleting and enzyme supplementation of a diet containing barley, wheat and rye. *Animal Feed Science and Technology* 33: 1-14.
21. Quinn PJ, Carter ME, Markey B, and Carter GR (1994). *Clinical veterinary microbiology*. 1st Edn, London, Wolfe Publishing. PP: 1-648.
22. Ranade AS, and Rajmane BV (1992) Effect of enzyme feed supplement on commercial broilers. *Proceedings of the 19th World Poultry Congress, Amsterdam, Netherlands WRSA 2: 485-487.*
23. Rostagno HS, Pupa JMR, and Pack M. (1995) Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acid. *Journal of Applied Poultry Research* 4: 293-299.
24. SAS, Institute. (2004) *SAS/STAT User's Guide, Statistics*. Release 9.1 SAS Institute Inc., Cary, NC.
25. Scott ML, Nesheim MC, and Yaung RG (1979) *Nutrition of the Chicken*, Ithaca, NY, pp.7-54.
26. Seifi S (2013) Commercial enzyme influence on broilers fed different levels of wheat. *Biotechnology in Animal Husbandry* 29: 337-344.
27. 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.
28. Sibbald IR (1987) Estimation of bioavailable amino acids in feeding stuffs for poultry and pigs. A review with emphasis on balance experiments. *Canadian Journal of Animal Science* 67: 221-300.
29. Steenfeldt S, Hammershoj M, Mullertz A, and Jensen JF (1998) Enzyme supplementation of wheat-based diets for broilers. Effect on apparent metabolisable energy content and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology* 75: 45-64.
30. Trekova M, Matlova L, Dvorska L, and Pavlik I (2004) Kaolin, bentonite, and zeolites as feed supplements for animal health advantages and risks. *Czech Veterinary Medicine* 49: 389-399.
31. UFFDA (1992) *User Friendly Feed Formulation*. University of Georgia, Georgia, USA.
32. Williams CH, David DJ, and Iismaa, O (1962) The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. *Journal of Agricultural Science* 59: 381-385.
33. Wu YB, Ravindran V, Thomas DG, Birties MJ, and Hendriks WH (2004) Influence of method of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. *British Journal of Nutrition* 45: 385-394.
34. Yasar S (2003) Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with a whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *International Journal of Poultry Science* 2: 75-82.