



اثر افزودن اسید بوتیریک، مولتی آنزیم و ترکیب آن‌ها به جیره بر عملکرد رشد، ریخت-
شناسی روده باریک و خاکستر استخوان *tarsometatarsus* و انگشتان پا در جوجه-
های گوشتی

شهگل رهبری^{۱*}، حمیدرضا طاهری^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲۷)

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تاثیر اسید بوتیریک، مولتی آنزیم و ترکیب آن‌ها بر عملکرد رشد، ریخت‌شناسی روده باریک و درصد خاکستر استخوان *tarsometatarsus* و انگشتان پا در جوجه‌های گوشتی بود. از ۴۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج گروه آزمایشی و شش تکرار و ۱۵ قطعه پرند در هر تکرار به مدت ۴۲ روز استفاده شد. گروه‌های آزمایشی شامل: T۱ (شاهد مثبت، T۲) شاهد منفی (کاهش ۵ درصدی انرژی، پروتئین و اسیدهای آمینه)، T۳ (شاهد منفی + مولتی آنزیم (ناتوزایم P)، T۴) شاهد منفی + اسید بوتیریک (Baby C4) و T۵ (شاهد منفی + مولتی آنزیم + اسید بوتیریک) بودند. افزایش وزن روزانه در تیمار T۱ بیشتر از سایر گروه‌ها بود ($P < 0.001$) و گروه‌های T۳، T۴ و T۵ افزایش وزن بالاتری نسبت به T۲ داشتند. ضریب تبدیل خوراک T۱ پایین‌تر از T۲ بود ($P < 0.05$) و سایر گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشتند. گروه آزمایشی T۴ نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی موجب افزایش وزن نسبی ایلئوم شد ($P < 0.05$). گروه‌های T۳ و T۴ افزایش طول پرز بالاتری نسبت به تیمار T۲ داشتند ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین گروه‌های T۳ و T۵ شاخص تولید بالاتری نسبت به T۲ داشتند ($P < 0.001$). سود تغذیه‌ای در تیمارهای T۱ و T۳ بالاتر از تیمار T۲ بود ($P < 0.05$). تفاوت معنی‌داری از نظر درصد خاکستر استخوان بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت ($P > 0.05$). به طور کلی، استفاده از مولتی آنزیم به تنهایی به دلیل تاثیر مطلوب بر عملکرد قابل توصیه است، اما ترکیب هر دو افزودنی نتوانست بهبود بیشتری در عملکرد ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: استخوان *tarsometatarsus*، اسید بوتیریک، جوجه‌گوشتی، ریخت‌شناسی روده، مولتی آنزیم

* نویسنده مسئول: shahgol.rahbari@gmail.com

doi: 10.22124/ar.2019.10170.1303

مقدمه

نکردند (Peric et al., 2002). اثر مولتی‌آنزیم به نوع جیره، مواد خوراکی، وضعیت فیزیولوژیکی پرنده و نوع آنزیم‌های مورد استفاده بستگی دارد (Peric et al., 2009). از آنجایی که حدود ۶۰-۷۵ درصد از هزینه‌های پرورش طیور مربوط به جیره مصرفی است، بنابراین پایین آوردن هزینه جیره مصرفی از راه کاهش پنج درصدی انرژی، پروتئین و اسید آمینه به همراه افزودنی‌هایی نظیر اسید بوتیریک و مولتی‌آنزیم و سایر موارد در صنعت پرورش طیور حائز اهمیت است. از این رو در تحقیق حاضر تلفیق مولتی-آنزیم و اسید بوتیریک مورد پژوهش واقع خواهد شد تا از یک طرف به واسطه مولتی‌آنزیم، قابلیت هضم مواد مغذی افزایش یابد و از طرف دیگر، با استفاده از اسید بوتیریک از راه افزایش توسعه پرزها، جذب مواد مغذی بیشتر شود. به عبارت دیگر آیا استفاده از اسید بوتیریک و مولتی‌آنزیم و ترکیب هر دو افزودنی در جیره پنج درصد رقیق شده بر پایه ذرت-کنجاله سویا در جوجه‌های گوشتی می‌تواند آثار سودمند مضاعفی را به همراه داشته باشد؟ بنابراین هدف از انجام این آزمایش بررسی آثار افزودن اسید بوتیریک و مولتی‌آنزیم و ترکیب هر دو افزودنی به جیره پنج درصد رقیق شده بر خصوصیات ریخت‌شناسی روده باریک، شاخص تولید، سود تغذیه‌ای و درصد خاکستر استخوان تارسومتاتاروسوس و انگشتان پا در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۴۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ در سالن مرغداری تحقیقاتی مرغ گوشتی دانشگاه زنجان در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج گروه آزمایشی، شش تکرار و ۱۵ قطعه پرنده در هر تکرار استفاده شد. تعیین جنسیت با روش تفاوت در رشد پرها به میزان دو مرتبه انجام شد. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت-کنجاله سویا مطابق با احتیاجات مواد مغذی برگرفته از کاتالوگ راس ۳۰۸ برای سه مرحله آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) تنظیم شدند (جدول ۱). گروه‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره بر پایه احتیاجات کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ (شاهد مثبت) (HN) ۲- جیره ۵ درصد رقیق شده از لحاظ انرژی، پروتئین و

در حال حاضر چندین راهکار به منظور ارتقای سلامت در طیور وجود دارد که در این بین می‌توان به استفاده از افزودنی‌های خوراکی نظیر آنتی‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها، پریبیوتیک‌ها، اسیدهای آلی (بخصوص اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) و غیره اشاره نمود. در سال‌های اخیر استفاده از جایگزین‌های آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در حال افزایش است. یکی از این جایگزین‌ها و افزودنی‌های خوراکی، اسیدهای آلی است که در میان اسیدهای آلی مدنظر در تغذیه طیور، اسید بوتیریک (پوشش‌دار) یک ترکیب چهار کربنه محرک رشد و یک ماده مغذی مفید برای مخاط روده محسوب می‌شود که اثرات متنوعی مانند افزایش دانسیته و طول پرزهای روده و در نتیجه افزایش سطح جذب روده برای آن گزارش شده است. همچنین اثر ضدباکتریایی در برابر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مثل سالمونلا، کلستریدیوم پرفرنزس و اشریشیاکلی، تعدیل‌کننده فلور روده و محافظت از میکروارگانیسم‌های مفید روده نظیر لاکتوباسیل‌ها، تسریع بهبودی جراحات دیواره روده ناشی از بیماری‌های روده‌ای و اختلالات تغذیه‌ای، تحریک ترشحات معدی و افزایش قابلیت هضم پروتئین و چربی برای آن گزارش شده است (Lesson et al., 2005; Lucmaerten and Huyghebaert, 2009). بعلاوه، تعدادی از پژوهش‌ها با بررسی افزودن مولتی‌آنزیم به جیره نشان دادند که عملکرد جوجه‌های گوشتی و قابلیت دسترسی مواد مغذی در روده کوچک بهبود می‌یابد. افزودن آنزیم‌ها به جیره می‌تواند به کاهش آثار عوامل ضدتغذیه‌ای و بهبود استفاده از انرژی و اسیدهای آمینه جیره کمک کند (Yu et Zhou et al., 2009; Rotter et al., 1990; Cowan et al., 1996; al., 2007). در بیشتر مواقع، جیره‌های طیور حاوی ذرت و کنجاله سویا هستند، به همین خاطر استفاده از آنزیم در جیره طیور می‌تواند آثار منفی مواد ضدتغذیه‌ای، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، الیگوساکاریدها و اسید فایتیک را کاهش دهد (Zanella et al., 1999; Gracia et al., 2003). همچنین برخی مطالعات نشان داده‌اند که آنزیم‌ها می‌توانند تا ۱۰ درصد عملکرد طیور را افزایش دهند (Coweison et al., 2000)، در حالی که بعضی محققان آثار مثبتی را مشاهده

عرض پرز با عدسی ۴ و عمق کریپت با عدسی ۱۰ بررسی شد و برای اندازه‌گیری طول پرز از میانگین ده پرز شمارش شده از هر لام و برای اندازه‌گیری عرض پرز و عمق کریپت از میانگین هفت پرز شمارش شده استفاده شد (حقیقی خوشخو و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین شاخص تولید ۱ تا ۲۴، ۲۵ تا ۴۲ روزگی و کل دوره (۱ تا ۴۲) و سود تغذیه‌ای کل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی) با فرمول زیر محاسبه شد (شریعتمداری و همکاران، ۱۳۸۴):

$$100 \times \left(\frac{\text{وزن بدن در یک روزگی به Kg} + \text{افزایش وزن} \times \text{قابلیت زنده ماندن} \%}{\text{طول دوره به روز}} \times \text{FCR} \right) = \text{شاخص تولید}$$

سود تغذیه‌ای = {وزن زنده بدن در ۴۲ روزگی به کیلوگرم} × قیمت هر کیلوگرم وزن بدن به ریال - کل خوراک مصرف شده به کیلوگرم × قیمت هر کیلوگرم خوراک به ریال { برای هر پرنده.

به منظور اندازه‌گیری درصد خاکستر استخوان تارسمتاتاروسوس و انگشتان پا ابتدا استخوان تارسمتاتاروسوس + انگشتان پا در دستگاه اتوکلاو قرار داده شد و قسمت‌های اضافی مانند پوست و گوشت روی استخوان جدا شد، سپس استخوان‌های پاک شده به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد در داخل دستگاه آون قرار گرفتند. پس از طی این مدت، وزن استخوان‌ها اندازه گرفته شد و بعد از آن به مدت ۸ ساعت در داخل کوره با دمای ۵۴۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از طی این مدت، خاکستر از داخل کوره خارج و وزن شد. درصد خاکستر استخوان به صورت زیر محاسبه شد (Jorhem, 2000):

$$100 \times \frac{\text{وزن خاکستر پس از کوره}}{\text{وزن استخوان قبل از کوره}} = \text{درصد خاکستر استخوان}$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS (2003) انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات عملکردی: داده‌های مربوط به اثر افزودن اسید بوتیریک، مولتی‌آنزیم یا ترکیب آن‌ها بر عملکرد رشد

اسیدهای آمینه نسبت به احتیاجات کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ (شاهد منفی) (LN) ۳- جیره شاهد منفی + مولتی-آنزیم (LN+MEC) ۴- جیره شاهد منفی + اسید بوتیریک (LN+BA) ۵- جیره شاهد منفی + اسید بوتیریک + مولتی‌آنزیم (LN+MEC+BA) بودند. اسید بوتیریک مورد استفاده از نوع تجاری BABY C4 (گلیسریدهای اسید بوتیریک - منو - دی و تری بوتیرین) شرکت سنادم بود و مقدار مصرف آن برای جوجه‌های گوشتی به میزان ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره و مولتی‌آنزیم مورد استفاده از نوع تجاری ناتوزایم P پلاس (گرین آنزیم) ذرت-سویا (حاوی آنزیم‌های آمیلاز، پروتئاز، زایلاناز، سلولاز، گلوکاناز، پکتیناز، فیتاز و لیپاز) از شرکت تک فرآورده‌های آریا بوده و مقدار مصرف آن برای جوجه‌های گوشتی، ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره است. شرایط محیطی برای تمام پرندگان یکنواخت بود و آب و خوراک در مدت آزمایش به صورت آزاد در اختیار پرندگان قرار گرفت. صفات عملکردی شامل مقدار مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین (۲۴-۱ روزگی)، رشد (۴۲-۲۵ روزگی) و کل دوره (۴۲-۱ روزگی) اندازه‌گیری شد. در انتهای دوره آزمایشی (۴۲ روزگی)، دو قطعه پرنده از هر تکرار برای کشتار انتخاب شدند که به میانگین وزن آن تکرار نزدیک بودند. پس از کشتار، وزن نسبی قسمت‌های مختلف روده (دودنوم، ژوژنوم، ایلئوم، سکوم و کولون) بر حسب وزن زنده بدن محاسبه شد (وزن اندام تقسیم بر وزن زنده بدن ضربدر ۱۰۰) (Daneshyar et al., 2012). همچنین طول قسمت‌های مختلف روده نیز اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی ریخت‌شناسی دودنوم، حدود ۲ سانتی‌متر از وسط بافت دودنوم بریده، به وسیله آب مقطر شست و شو داده و داخل فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شد و بعد از گذشت ۴۸ ساعت، فرمالین نمونه‌ها مجدداً تعویض شد. سپس، مقاطع عرضی با ضخامت ۵ میکرون تهیه و با روش هماتوکسیلین-اؤزین رنگ‌آمیزی شد. از هر برش روده، ۳ نمونه بافتی تهیه و سپس با استفاده از میکروسکوپ نوری متصل به کامپیوتر، فراسنجه‌های طول پرز، عرض پرز، عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت دودنوم اندازه‌گیری شد، طول و

هضم و جذب مواد غذایی در جوجه‌های گوشتی است (Boffa *et al.*, 1992; Classen *et al.*, 1999; Francesch and Geraert, 2009). محققین دیگری گزارش کردند که استفاده از ۰/۳ درصد اسید بوتیریک در جیره سبب افزایش وزن بدن در کل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی) نسبت به تیمار شاهد شده است (Adil *et al.*, 2010). این یافته‌ها مخالف با تحقیق حاضر بود. تفاوت در نتایج گزارش شده با نتایج پژوهش حاضر شاید به علت ۵ درصد رقیق شدن جیره باشد. با توجه به اینکه پرنده با مصرف اسید بوتیریک در تلاش برای جبران مواد مغذی رقیق شده خود بوده نتوانسته میانگین افزایش وزن روزانه بیشتری را نسبت به گروه شاهد داشته باشد، بلکه توانسته از راه تاثیر اسید بوتیریک بر ریخت‌شناسی پز روده سبب شود تا میانگین افزایش وزن روزانه نسبت به تیمار شاهد منفی افزایش یابد. با توجه به تفاوت نداشتن میانگین خوراک مصرفی روزانه با بهبود میانگین افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک نیز بهبود می‌یابد. همسو با این نتیجه، برخی از محققین گزارش کردند که افزودن مولتی‌آنزیم (حاوی کربوهیدرازها و فیتاز) به جیره رقیق شده بر پایه ذرت-کنجاله سویا، ضریب تبدیل خوراک را بهبود می‌بخشد (Francesch and Geraert, 2009). در مورد استفاده از اسید بوتیریک در جیره، مطابق با پژوهش حاضر برخی از محققین نیز عدم تاثیر اسید آلی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی را به تمیز بودن محیط پرورش و متعادل بودن تراکم پرندگان در واحد سطح مربوط دانسته‌اند (Gunal *et al.*, 2006) و به نظر می‌رسد که در مطالعه حاضر نیز دلیل مذکور صادق باشد و رقیق کردن جیره سبب شده تا پرنده برای دریافت انرژی و رشد بهتر، مصرف خوراک بیشتری نیز داشته باشد که این مصرف خوراک گرچه معنی‌دار ($P > 0/05$) نشده است، اما شاید بتواند با تاثیر بر ضریب تبدیل خوراک، اجازه ندهد تا بهبودی نسبت به تیمار شاهد مثبت ایجاد شود. بر خلاف نتایج جدول ۲، نیز گزارش شده است که جیره حاوی دو کیلوگرم در تن اسید بوتیریک در فرم پوشش‌دار نشده بوتیرات سدیم در کل دوره (۳۴ روزگی)، ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی منابع ناکافی پروتئین قابل هضم (منداب) به همراه خوراک با ذرات درشت را

جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر جیره‌های آزمایشی بر خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی در کل دوره معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در دوره آغازین، رشد و در کل دوره، گروه آزمایشی شاهد مثبت بالاترین و گروه شاهد منفی کمترین میانگین افزایش وزن روزانه را داشتند ($P < 0/05$). در دوره رشد، گروه‌های آزمایشی شاهد منفی + مولتی‌آنزیم، شاهد منفی + اسید بوتیریک به لحاظ آماری افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به گروه شاهد منفی نداشتند ($P > 0/05$) و تنها گروه آزمایشی شاهد منفی + ترکیب هر دو افزودنی افزایش وزن روزانه بالاتر و معنی‌داری نسبت به گروه شاهد منفی داشت ($P < 0/05$). در دوره رشد، گروه‌های آزمایشی شاهد منفی + مولتی‌آنزیم، شاهد منفی + اسید بوتیریک و شاهد منفی + ترکیب هر دو افزودنی به طور معنی‌داری افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی داشت ($P < 0/05$). در کل دوره نیز شاهد منفی + مولتی‌آنزیم، شاهد منفی + اسید بوتیریک و شاهد منفی + ترکیب هر دو افزودنی به صورت معنی‌داری میانگین افزایش وزن روزانه بالاتری را نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی نشان دادند، اما این افزایش وزن نتوانست بالاتر از گروه شاهد مثبت باشد. با توجه به جدول ۲، ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین تحت تاثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0/05$). در دوره رشد و کل دوره آزمایشی کمترین ضریب تبدیل خوراک مربوط به گروه آزمایشی شاهد مثبت بود و گروه‌های آزمایشی شاهد منفی + مولتی‌آنزیم و شاهد منفی + ترکیب هر دو افزودنی اگرچه ضریب تبدیل خوراک پایین‌تری نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی داشتند، اما به لحاظ آماری این اثر معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). گزارش شده است که خوراک مصرفی روزانه پرنده‌های تغذیه شده با ۰/۲ درصد اسید بوتیریک مشابه با جیره شاهد بود و تاثیری بر مصرف خوراک نداشته است (Lesson *et al.*, 2005). در گزارشی دیگر، خوراک مصرفی تاثیری روی استفاده همزمان بوتیرات سدیم و آنزیم در جیره بر پایه گندم نداشت (Shahir *et al.*, 2013). نقطه نظر مشترک نتایج بیشتر تحقیقات انجام گرفته در مورد مولتی‌آنزیم، بهبود میانگین افزایش وزن روزانه، به سبب افزایش

ایلئوم و کل روده کوچک نداشته است (سالاری و همکاران، ۱۳۹۵)، اما در مورد درصد وزن نسبی ایلئوم مخالف با نتایج حاضر بود. افزودن ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد افزودنی اسیدهای آلی (ارگاسید) به جیره حاوی گندم و ذرت، وزن قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش را تحت تاثیر قرار نداد (تهامی و همکاران، ۱۳۹۳). به طور کلی گزارش‌ها نشان داده است که استفاده از اسید آلی (اسید بوتیریک) در جیره جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر وزن نسبی قسمت‌های مختلف روده کوچک (دودنوم، ژژونوم و ایلئوم) و سکوم نداشته است (Derebasi and Demir, 2004; Kral *et al.*, 2011; Shahir *et al.*, 2013). افزایش وزن نسبی ایلئوم در اثر مصرف اسیدهای آلی (اسید بوتیریک) می‌تواند به این دلیل باشد که افزودنی‌های اسیدی تعداد باکتری‌های گرم منفی را کاهش و تعداد باکتری‌های گرم مثبت را افزایش می‌دهند که این امر منجر به بهبود تندرستی و وزن‌گیری بیشتر جوجه‌ها می‌شود. همچنین اسید بوتیریک سبب افزایش جریان خون در روده می‌شود. مکانیسم این عمل از راه یک شبکه عصبی در روده و یا گیرنده‌های شیمیایی اختصاصی و تاثیر مستقیم این ترکیبات بر ماهیچه‌های صاف انجام می‌گیرد. افزایش جریان خون می‌تواند مواد مغذی و اکسیژن مورد نیاز برای افزایش طول روده را فراهم کند. مکانیسم دیگری که در افزایش تکثیر سلول‌های قسمت انتهایی روده باریک (ایلئوم) می‌تواند موثر باشد تحریک سیستم اتونومیک به وسیله اسیدهای آلی است که سبب ارسال پیام‌هایی به سیستم عصبی مرکزی می‌شود. سیستم عصبی مرکزی نیز به واسطه ارسال سیگنال‌های هورمونی و یا عصبی سبب افزایش تولید عوامل رشد از کبد و گاسترین و احتمالاً برخی ترکیبات محرک رشد دیگر از سلول‌های اندوکراین روده می‌شود. بنابراین رشد و تکثیر سلول‌های انتهایی روده باریک (ایلئوم) افزایش می‌یابد و به تبع آن تکثیر سلول در روده کوچک افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند علت افزایش وزن نسبی ایلئوم باشد (Alp *et al.*, 1999). استفاده از آنزیم منجر به کاهش وزن نسبی ایلئوم می‌شود. در مطالعه حاضر نیز با اینکه اختلاف آماری معنی‌داری نسبت به گروه آزمایشی شاهد از این نظر وجود نداشت، اما

بهبود داده است (Qaisrani *et al.*, 2015). اختلاف نتایج پژوهش‌های انجام شده ممکن است مربوط به ظرفیت بافری متفاوت جیره‌های آزمایشی و یا نوع و مقدار اسید بوتیریک بکار رفته در آزمایش‌ها باشد و شرایط پرورش و میزان آلودگی و درگیری پرندگان با باکتری‌های بیماری‌زا در محیط آزمایش، می‌تواند در نتیجه آزمایشات موثر باشد. به این علت که هر یک از اسید بوتیریک‌های مصرفی در آزمایشات دارای ترکیبات و سطح موثر گوناگونی هستند، میزان دوز مصرفی و ترکیبات مورد استفاده و نوع جیره پایه در آزمایش نیز می‌تواند در نتایج مختلف بدست آمده در استفاده از این مواد محرک رشد موثر باشد (Lee *et al.*, 2004).

خصوصیات بخش‌های مختلف روده: اثر اسید بوتیریک، مولتی‌آنزیم و ترکیب هر دو افزودنی بر وزن و طول نسبی قسمت‌های مختلف روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی به ترتیب در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد وزن نسبی دودنوم، ژژونوم، روده کوچک، سکوم و کلون (بر حسب درصد وزن بدن) معنی‌دار نبود ($P > 0.05$) و تنها وزن نسبی ایلئوم در میان گروه‌های آزمایشی (بر حسب درصد وزن بدن) تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن اسید بوتیریک به جیره رقیق شده جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر وزن نسبی ایلئوم داشت ($P < 0.05$). استفاده از اسید بوتیریک به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش وزن نسبی ایلئوم شد. گروه‌های آزمایشی شاهد مثبت، شاهد منفی، شاهد منفی + مولتی‌آنزیم و شاهد منفی + مولتی-آنزیم + اسید بوتیریک نسبت به هم تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). در رابطه با طول نسبی روده نیز (جدول ۳)، اختلاف معنی‌داری در طول نسبی دودنوم، ژژونوم، ایلئوم، روده کوچک، سکوم و کلون (بر حسب سانتی‌متر بر کیلوگرم وزن بدن) بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد ($P > 0.05$). در توافق با نتایج حاضر، گزارش شده است که استفاده از سطوح ۱/۵ و ۳ درصد اسیدکلریدریک و ۰/۲ و ۰/۴ درصد اسید بوتیریک و ترکیب هر دو افزودنی اثر مثبتی روی وزن نسبی دودنوم، ژژونوم،

اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی داشت ($P < 0.01$).

گروه‌های آزمایشی شاهد مثبت، شاهد منفی + مولتی آنزیم و شاهد منفی + اسید بوتیریک به طور معنی‌داری ($P < 0.01$) طول پرز دودنوم بالاتری نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی داشتند و اگر چه گروه آزمایشی ترکیب هر دو افزودنی توانسته بود طول پرز دودنوم خود را به سطح شاهد مثبت برساند و نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی طول پرز بالاتری داشته باشد، اما این تفاوت به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. عرض پرز، عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت در بین گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ($P > 0.05$).

نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی کاهش عددی در وزن نسبی ایلئوم مشاهده شده است که از این لحاظ موافق با نتایج حاصل است (Viveros *et al.*, 1994). در رابطه با طول نسبی قسمت‌های مختلف روده باریک نیز گزارشات متفاوتی وجود دارد. محققین بیان کردند که افزودن اسید-آلی (اسید بوتیریک) اثر معنی‌داری بر طول نسبی دودنوم، ژژونوم و ایلئوم در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی جوجه‌های گوشتی نداشته است که نتایج تحقیق حاضر را تایید می‌کند (Denli *et al.*, 2003; Kaya and Tuncer *et al.*, 2009; Houshmand *et al.*, 2012).

ریخت‌شناسی روده: اثر اسید بوتیریک، مولتی آنزیم و ترکیب هر دو افزودنی بر ریخت‌شناسی دودنوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی در جدول ۵ ارائه شده است. طول پرز دودنوم

جدول ۱- ترکیب مواد خوراکی و اجزای شیمیایی جیره پایه

Table 1. Ingredient composition and nutrient content of the basal diets (% , as-fed basis, unless otherwise indicated)

Ingredient%	1-10 d		11-24 d		25-42 d	
	HN ¹	LN5 ²	HN	LN5	HN	LN5
Corn	46.47	53.99	52.33	59.60	57.42	63.86
Soybean meal	44.15	40.04	38.20	34.38	32.83	29.82
Soybean oil	4.86	1.41	5.29	1.81	5.85	2.43
Dicalcium phosphate	1.80	1.83	1.61	1.64	1.45	1.46
Calcium carbonate	1.07	1.08	0.98	0.99	0.91	0.92
Common Salt	0.31	0.30	0.31	0.30	0.31	0.31
Sodium bicarbonate	0.24	0.25	0.23	0.24	0.23	0.23
DL-Methionine	0.35	0.33	0.32	0.29	0.29	0.26
L-Lysine HCl	0.17	0.19	0.16	0.18	0.16	0.17
L-Threonine	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.04
Vitamin premix ³	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral premix ⁴	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Calculated analysis%⁵						
AME _n (kcal/kg)	3000	2850	3100	2945	3200	3040
CP (N × 6.25)	23.80	22.63	21.64	20.59	19.68	18.89
Lysine	1.44	1.368	1.29	1.226	1.16	1.102
Methionine + Cystine	1.08	1.026	0.99	0.940	0.91	0.865
Threonine	0.97	0.922	0.88	0.836	0.78	0.741
Arginine	1.56	1.463	1.40	1.306	1.25	1.179
Calcium	0.96	0.96	0.87	0.87	0.79	0.79
Available phosphorus	0.48	0.48	0.435	0.435	0.395	0.395
Sodium	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Feed cost (Tomans/kg)	1271	1158	1228	1118	1194	1088

¹ HN = High-nutrient (Aviagen recommendation, 2014).

² LN5 = Low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets.

³ Provided the following per kilogram of diets: vitamin A, 9,000 IU (retinyl acetate); cholecalciferol, 2,000 IU; vitamin E, 36 IU (dl- α -tocopheryl acetate); vitamin B₁₂, 0.015 mg; menadione, 2 mg; riboflavin, 6.6 mg; thiamine, 1.8 mg; pantothenic calcium, 10 mg; niacin, 30 mg; folic acid, 1 mg; biotin, 0.1 mg; pyridoxine, 3 mg.

⁴ Provided the following per kilogram of diets: manganese (MnSO₄·H₂O), 100 mg; zinc (ZnO), 85 mg; iron (FeSO₄·7H₂O), 50 mg; copper (CuSO₄·5H₂O), 10 mg; selenium (Na₂SeO₃), 0.2 mg; iodine (Iodized NaCl), 1 mg; choline, 250 mg.

⁵ Ingredients' information of National Research Council (1994) was used for the calculation of nutrients' level.

جدول ۲- اثر جیره حاوی کمپلکس مولتی آنزیم، اسید بوتیریک و ترکیب آن‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

Table 2. Effect of dietary inclusion of multiple-enzyme complex, butyric acid and their combination on performance of broiler chickens at different rearing periods

Diets	Starter (1-24 d)			Grower (25-42 d)			Total (1-42 d)		
	ADFI ⁶ (g)	ADG ⁷ (g)	FCR ⁸ (g: g)	ADFI (g)	ADG (g)	FCR (g: g)	ADFI (g)	ADG (g)	FCR (g: g)
HN ¹	54.18	37.35 ^a	1.45	160.7	90.81 ^a	1.77 ^b	99.85	60.26 ^a	1.65 ^b
LN ²	50.87	34.53 ^c	1.47	156.5	80.30 ^c	1.95 ^a	96.14	54.14 ^c	1.77 ^a
LN+MEC ³	53.49	35.81 ^{abc}	1.49	162.4	87.70 ^{ab}	1.85 ^{ab}	100.19	58.05 ^b	1.72 ^{ab}
LN+BA ⁴	52.10	35.08 ^{bc}	1.48	166.3	86.36 ^b	1.93 ^a	101.06	57.05 ^b	1.77 ^a
LN+MEC+BA	54.00	36.64 ^{ab}	1.47	157.9	84.74 ^b	1.86 ^{ab}	98.53	57.26 ^b	1.72 ^{ab}
SEM ⁵ (n = 6)	1.158	0.691	0.024	4.26	1.251	0.041	2.21	0.617	0.030
P-value	0.23	0.05	0.80	0.51	<0.0001	0.05	0.56	<0.0001	0.05

^{a-c} Within a column, means without a common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹HN = High-nutrient (Aviagen recommendation, 2014).

²LN5 = Low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets.

³MEC = Multiple-enzyme complex (Natuzyyme Plus).

⁴BA = Butyric acid (C4).

⁵SEM = Standard error of the mean.

⁶ADFI = Average daily feed intake.

⁷ADG = Average daily gain.

⁸FCR = Feed conversion ratio.

جدول ۳- اثر جیره حاوی کمپلکس مولتی آنزیم، اسید بوتیریک و ترکیب آن‌ها بر وزن نسبی جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 3. Effect of dietary inclusion of multiple-enzyme complex, butyric acid and their combination on the relative weight of intestine of broiler chickens on 42 d

	Relative weight (% of BW ⁶)					
	Duodenum	Jejunum	Ileum	SI ⁷	Cecum	Colon
HN ¹	0.503	1.03	0.839 ^b	2.38	0.389	0.142
LN ²	0.469	1.02	0.825 ^b	2.31	0.358	0.151
LN+MEC ³	0.462	0.95	0.780 ^b	2.19	0.349	0.129
LN+BA ⁴	0.487	0.98	0.950 ^a	2.42	0.334	0.137
LN+MEC+BA	0.482	1.07	0.833 ^b	2.39	0.336	0.148
SEM ⁵ (n = 6)	0.024	0.032	0.0369	0.068	0.0224	0.0072
P-value	0.77	0.13	0.04	0.19	0.43	0.26

^{a-c} Within a column, means without a common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹HN = High-nutrient (Aviagen recommendation, 2014).

²LN5 = Low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets.

³MEC = Multiple-enzyme complex (Natuzyyme Plus).

⁴BA = Butyric acid (C4).

⁵SEM = Standard error of the mean.

⁶BW = Body weight.

⁷SI = Small intestine (duodenum + jejunum + ileum).

مطالعه حاضر چنین موضوعی را نشان نداد. البته اثر استفاده از اسید بوتیریک نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. به نظر می‌رسد که علت این امر، پاک بودن محیط پرورش و عدم آلودگی روده جوجه‌های مورد آزمایش با عوامل بیماری‌زا باشد، چرا که در شرایط طبیعی، میزان سطح جذب، برای جذب مواد مغذی مورد نیاز پرند کافی است و افزایش سطح جذب احتمالاً تاثیر

مکانیسم تاثیر اسیدهای آلی بر بهبود طول پرز روده نیاز به بررسی بیشتری دارد، اما به احتمال زیاد، افزایش فلور میکروبی مفید روده نقش اصلی را در این روند ایفا می‌کند. از طرفی، افزایش طول پرز و نسبت آن به عمق کریپت، نشان‌دهنده افزایش سطح جذب و سلول‌های جاذب در روده است. بنابراین انتظار می‌رود که گروه‌های آزمایشی دریافت-کننده اسید بوتیریک عملکرد بهتری را نشان دهند، اما نتایج

محققین نیز بهبود خصوصیات ریخت‌شناسی روده نظیر افزایش طول پرز و کاهش عمق کریپت را با استفاده از اسید بوتیریک تایید می‌کنند (Gunal *et al.*, 2006; Smulikowska *et al.*, 2009; Qaisrani *et al.*, 2015).

شاخص تولید و سود تغذیه‌ای: نتایج استفاده از اسید بوتیریک، مولتی آنزیم و ترکیب هر دو افزودنی در جیره‌های آزمایشی بر شاخص تولید و سود تغذیه‌ای جوجه‌های گوشتی در طول دوره پرورش در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که گروه‌های آزمایشی در ۲۴-۱ روزگی اثر معنی‌داری بر شاخص تولید نداشتند ($P > 0.05$)، اما در ۴۲-۲۵ روزگی، گروه‌های آزمایشی اثر معنی‌داری بر شاخص تولید داشتند ($P < 0.001$)، به طوری که گروه آزمایشی شاهد مثبت نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی، شاخص تولید بالاتری داشت ($P < 0.001$) و گروه آزمایشی شاهد منفی نیز کمترین شاخص تولید را بین گروه‌های آزمایشی داشت و گروه آزمایشی شاهد منفی + مولتی آنزیم در وضعیت بهتری نسبت به گروه‌های آزمایشی شاهد منفی + اسید بوتیریک و شاهد منفی + ترکیب هر دو افزودنی قرار داشت. در کل دوره (۴۲-۱ روزگی) نیز اثر گروه‌های آزمایشی روی شاخص تولید معنی‌دار بود ($P < 0.001$).

قابل توجهی در تامین نیاز پرند نخواهد داشت. اما در شرایطی که بخشی از سطوح جذب به وسیله عوامل بیماری‌زا آزرده یا اشغال شود، این افزایش سطح جذب تاثیر قابل توجهی بر جبران جذب مواد مغذی خواهد گذاشت که نتیجه آن بهبود شاخص‌های عملکردی پرند خواهد بود. بنابراین از اهداف بسیار مهم در اسیدی کردن جیره، کمک به غلبه باکتری‌های مفید و مطلوب بر باکتری‌های مضر و بیماری‌زا است. این امر از طرفی می‌تواند مانع رقابت باکتری‌های روده با میزبان در مصرف مواد مغذی موجود شده و از سوی دیگر، سبب کاهش تولید متابولیت‌های سمی (آمونیاک و آمین‌ها) به وسیله باکتری‌ها می‌شود (Thompson and Hinton, 1997). بعلاوه، اسیدی کردن جیره می‌تواند از استقرار باکتری‌های بیماری‌زای روده‌ای مانند اشرشیاکلی و سالمونلا در خوراک و دستگاه گوارش جلوگیری کرده و در نتیجه به حفظ سلامت حیوان کمک کند (Iba and Berchieri, 1995). استفاده از بوتیرات سدیم و آنزیم بر ارتفاع پرز و عمق کریپت دودنوم و ایلئوم تاثیری نداشته است (Shahir *et al.*, 2013). همچنین گزارش شده است که تفاوتی در ریخت‌شناسی روده در ۴۲ روزگی بین جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد یا ۳۰۰ گرم ButiPEARL وجود ندارد (Levy *et al.*, 2015). برخی از

جدول ۴- اثر جیره حاوی کمپلکس مولتی آنزیم، اسید بوتیریک و ترکیب آن‌ها بر طول نسبی روده جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 4. Effect of dietary inclusion of multiple-enzyme complex, butyric acid and their combination on the relative length of intestine of broiler chickens on 42 d

	Relative length (cm/kg of BW ⁶)					
	Duodenum	Jejunum	Ileum	SI ⁷	Cecum	Colon
HN ¹	11.14	31.07	31.80	74.01	7.81	2.96
LN ²	12.14	32.15	33.13	77.43	8.06	3.34
LN+MEC ³	11.41	30.81	31.10	73.32	8.07	3.32
LN+BA ⁴	12.24	33.71	34.76	80.71	8.21	3.55
LN+MEC+BA	11.61	32.32	33.43	77.36	7.93	3.28
SEM ⁵ (n = 6)	0.494	1.168	1.023	2.398	0.281	0.168
P-value	0.47	0.44	0.13	0.22	0.88	0.21

^{a-c} Within a column, means without a common superscript differ ($P < 0.05$).

¹ HN = High-nutrient (Aviagen recommendation, 2014).

² LN5 = Low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets.

³ MEC = Multiple-enzyme complex (Natuzyne Plus).

⁴ BA = Butyric acid (C4).

⁵ SEM = Standard error of the mean.

⁶ BW = Body weight.

⁷ SI = Small intestine (duodenum + jejunum + ileum).

جدول ۵- اثر جیره حاوی کمپلکس مولتی آنزیم، اسید بوتیریک و ترکیب آن‌ها بر ریخت‌شناسی دودنوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 5. Effect of dietary inclusion of multiple-enzyme complex, butyric acid and their combination on morphology of duodenum of broiler chickens on d 42

	VH (μm)	VW (μm)	CD (μm)	VH:CD
HN ¹	1979 ^a	255	157	13.1
LN ²	1566 ^b	256	153	10.3
LN+MEC ³	1896 ^a	300	154	12.3
LN+BA ⁴	1879 ^a	325	158	11.9
LN+MEC+BA	1737 ^{ab}	308	162	10.8
SEM ⁵ (n = 6)	85.8	20.4	9.2	0.89
P-value	0.01	0.07	0.96	0.20

^{a-b} Within a column, means without a common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ HN = High-nutrient (Aviagen recommendation, 2014).

² LN5 = Low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets.

³ MEC = Multiple-enzyme complex (Natuzyne Plus).

⁴ BA = Butyric acid (C4).

⁵ SEM = Standard error of the mean.

⁶ VH = Villus height.

⁷ VW = Villus width.

⁸ CD = Crypt depth.

⁹ VH:CD = Villus height to crypt depth ratio.

جدول ۶- اثر جیره حاوی کمپلکس مولتی آنزیم، اسید بوتیریک و ترکیب آن‌ها بر شاخص تولید و سود تغذیه‌ای جوجه‌های گوشتی

Table 6. Effect of dietary inclusion of multiple-enzyme complex, butyric acid and their combination on production index and nutritional profit of broiler chickens

Diets	Production index ⁶			Nutritional profit ⁷
	1-24 d	25-42 d	1-42 d	1-42 d
HN ¹	270.0	530.0 ^a	371.1 ^a	6132 ^a
LN ²	246.9	424.4 ^c	310.9 ^c	5647 ^b
LN+MEC ³	251.3	486.3 ^{ab}	344.2 ^b	6114 ^a
LN+BA ⁴	247.8	461.8 ^{bc}	328.2 ^{bc}	5853 ^{ab}
LN+MEC+BA	260.9	469.0 ^{bc}	339.3 ^b	5914 ^{ab}
SEM ⁵ (n = 6)	7.17	15.89	7.84	108.5
P-value	0.14	0.001	0.0003	0.02

^{a-c} Within a column, means without a common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ HN = High-nutrient (Aviagen recommendation, 2014).

² LN5 = Low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets.

³ MEC = Multiple-enzyme complex (Natuzyne Plus).

⁴ BA = Butyric acid (C4).

⁵ SEM = Standard error of the mean.

⁶ Production index = [(livability in percentage × (weight gain + body weight at 1 d in kg))/(period length in days × FCR)] × 100.

⁷ Nutritional profit = [live body weight at 42 d in kg × body weight price in tomans/kg – total feed consumed in kg × feed price in tomans/kg] per bird.

شاهد منفی + اسید بوتیریک تفاوت معنی‌داری با گروه آزمایشی کنترل منفی نداشت ($P > 0.05$).
اثر گروه‌های آزمایشی نیز بر سود تغذیه‌ای معنی‌دار بود ($P < 0.05$)، به گونه‌ای که گروه آزمایشی شاهد منفی + مولتی آنزیم سود تغذیه‌ای مشابه و هم‌سطحی با گروه آزمایشی شاهد مثبت داشت و گروه‌های آزمایشی شاهد

گروه آزمایشی شاهد مثبت بالاترین شاخص تولید را نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی داشت که این اثر معنی‌دار بود ($P < 0.001$) و گروه‌های آزمایشی شاهد منفی + مولتی آنزیم و شاهد منفی + ترکیب هر دو افزودنی از گروه آزمایشی شاهد منفی بالاتر بودند ($P < 0.001$)، اما گروه آزمایشی

از مولتی آنزیم بر خاکستر استخوان تیپیا نشان داده است که افزودن مولتی آنزیم (کربوهیدرازها) به جیره سبب بروز تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نشده است (Francesch and Geraet, 2009). افزودن اسید آلی (ارگاسید) به جیره نیز بر درصد خاکستر و وزن نسبی استخوان درشت‌نی تأثیری نداشته است (تهامی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد استفاده از مولتی آنزیم به تنهایی در جیره ۵ درصد رقیق شده می‌تواند عملکرد رشد و شاخص تولید بهتری نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی داشته باشد و در عین حال سود تغذیه‌ای مشابهی را با گروه آزمایشی شاهد مثبت فراهم کند. استفاده از اسید بوتیریک و یا ترکیب آن با مولتی آنزیم بهبود بیشتری از نظر عملکرد رشد، ریخت‌شناسی روده باریک، شاخص تولید، سود تغذیه‌ای و خاکستر استخوان تارسمتاتارسوس و انگشتان پا در جوجه‌های گوشتی ایجاد نکرد.

منفی+ اسید بوتیریک و شاهد منفی+ ترکیب هر دو افزودنی به لحاظ عددی سود تغذیه‌ای بالاتری نسبت به گروه آزمایشی شاهد منفی داشتند و توانستند سود تغذیه‌ای خود را به سطح گروه آزمایشی شاهد مثبت برسانند، اما سود تغذیه‌ای گروه آزمایشی حاوی مولتی آنزیم به تنهایی بالاتر از گروه‌های آزمایشی شاهد منفی، شاهد منفی+ اسید بوتیریک و شاهد منفی+ ترکیب هر دو افزودنی بود. به طور کلی، رقیق کردن جیره به میزان ۵ درصد می‌تواند هزینه خوراک مصرفی را پایین آورد و سود تغذیه‌ای را بهبود بخشد. به این صورت که استفاده از مثلاً مولتی آنزیم در جیره رقیق شده می‌تواند با بالا بردن قابلیت هضم و جذب مواد مغذی، هزینه تمام شده خوراک و تغذیه پرند را نیز پایین آورد و با سطح رقیق شده‌ای از خوراک می‌توانیم به سطح کاتالوگ دست یابیم.

خاکستر استخوان تارسمتاتارسوس و انگشتان پا: اثر استفاده از اسید بوتیریک، مولتی آنزیم و ترکیب هر دو افزودنی بر درصد خاکستر استخوان ساق، مچ و انگشتان پای جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج بیانگر این است که اختلاف معنی‌داری از این نظر بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت ($P > 0.05$). در خصوص اثر استفاده از اسید بوتیریک، مولتی آنزیم و یا ترکیب هر دو افزودنی بر خصوصیات استخوان تارسمتاتارسوس و انگشتان پا پژوهشی صورت نگرفته است و پژوهشی در زمینه استفاده

جدول ۷- اثر جیره حاوی کمپلکس مولتی آنزیم، اسید بوتیریک و ترکیب آن‌ها بر خاکستر استخوان (تارسمتاتارسوس + انگشتان پا) جوجه‌های گوشتی

Table 7. Effect of dietary inclusion of multiple-enzyme complex, butyric acid and their combination on bone (tarsometatarsus + toe) ash of broiler chickens

	Bone ash (%)
HN ¹	33.51
LN ²	32.11
LN+MEC ³	33.12
LN+BA ⁴	33.98
LN+MEC+BA	34.15
SEM ⁵ (n = 6)	0.653
P-value	0.21

¹ HN = High-nutrient (Aviagen recommendation, 2014).

² LN5 = Low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets.

³ MEC = Multiple-enzyme complex (Natuzyne Plus).

⁴ BA = Butyric acid (C4).

⁵ SEM = Standard error of the mean.

فهرست منابع

- پورحسن ح، رحیمی ش، کریمی ترشیزی م، ا، و زهرایی صالحی ت. ۱۳۸۷. تاثیر اسیدهای آلی بر فلور میکروبی و ریخت شناسی روده جوجه‌های گوشتی. تحقیقات دامپزشکی، ۶۷(۵): ۲۸۳-۲۹۰.
- تهامی ز، حسینی م، و باشتنی م. ۱۳۹۳. بررسی اثر اسید آلی بر برخی فراسنجه‌های خونی و خصوصیات استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی. تحقیقات دام و طیور، ۱: ۱۵-۲۴.
- حقیقی خوشخو پ، اکبری آزاد گ، معیر ف، و پژوهنده ا. ۱۳۸۹. تاثیر افزودنی خوراکی بوتیرات بر راندمان پرورشی و ریخت شناسی روده باریک در جوجه گوشتی. پژوهش‌های بالینی دامپزشکی، ۱(۴): ۲۳۵-۲۴۲.
- سالاری ع. ا، حسن آبادی ا، نصیری ح، و کلیدری غ. ع. ۱۳۹۵. تاثیر جیره‌های اسیدی شده با اسید بوتیریک بر عملکرد و خصوصیات دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی نر. مجموعه مقالات دومین کنگره بین المللی علوم کشاورزی و محیط زیست، ص. ۳۷۶.
- شریعتمداری ف، رضایی م، و لطف الهیان، ه. ۱۳۸۴. مقایسه عملکرد صفات تولیدی آمیخته‌های تجاری جوجه گوشتی. پژوهش و سازندگی، ۶۷: ۶۴-۷۴.
- شعبانی فتح ع. ا، نجفی ر، و نجفی غ. ر. ۱۳۹۱. تاثیر جایگزینی آنتی‌بیوتیک محرک رشد با اسیدهای آلی بر تغییرات روده کوچک، عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های علوم دامی، ۲۲: ۱۱۴-۱۲۴.
- Adil S., Banday T., Bhat G. A., Mir M. S. and Rehman M. 2010. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. *Veterinary Medicine International*, 2010: 479485.
- Alp M., Kocabagil N. and Kahraman R. 1999. Effect of dietary supplementation with organic acids and zinc bacitracin on ilea microflora, pH and performance in broiler chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23: 451-455.
- Boffa L. C., Lupton J. R., Mariani M. R., Ceppi M., Newmark H. L., Scalmati A. and Lipkin M. 1992. Modulation of colonic epithelial cell proliferation, histone acetylation, and luminal short chain fatty acids by variation of dietary fiber (wheat bran) in rats. *Cancer Research*, 52: 5906-5912.
- Classen H. L. and Bedford M. R. 1999. The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds, pp. 285-821. Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 83: 1204-1211.
- Cowan W. D., Korsbak A., Hastrup T. and Rasmussen P. B. 1996. Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients. *Animal Feed Science and Technology*, 60: 311-319.
- Cowieson A. J., Acamovic T. and Bedford M. R. 2000. Enzyme supplementation of diets containing *Camelina sativa* meal for poultry. *British Poultry Science*, 41: 689-690.
- Denli M., Okan F. and Celik K. 2003. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diet on broiler performance and carcass yield. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2: 89-91.
- Derebasi E. and Demir E. 2004. Effect of the supplementation of probiotic, prebiotic and organic acids in triticale and soybean meal based broiler diets. Gaziosmanpasa University, Tokat, Turkey.
- Dersjant-Li Y., van de Belt K., van der Klis J. D., Kettunen H., Rintila T. and Awati A. 2015. Effect of multi-enzymes in combination with a direct-fed microbial on performance and welfare parameters in broilers under commercial production settings. *Journal of Applied Poultry Research*, 24: 80-90.
- Francesch M. and Geraert P. A. 2009. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. *Poultry Science*, 88: 1915-1924.
- Gracia M. I., Aranibar M., Lazaro R., Medel P. and Mateos G. G. 2003. Alpha-amylase supplementation of broiler diets based on corn. *Poultry Science*, 82: 436-442.
- Gunal M., Yayli G., Kaya O., Karahan N. and Sulak O. 2006. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. *Poultry Science*, 5: 149-155.

- Houshmand M., Azhar K., Zulkifli I., Bejo M. H. and Kamyab A. 2012. Effects of non-antibiotic feed additives on performance, immunity and intestinal morphology of broilers fed different levels of protein. *South African Journal of Animal Science*, 42: 22-32.
- Iba A. M. and Berchieri A. J. 1995. Studies on the use of formic acid-propionic acid mixture (Bioadd™) to control experimental salmonella infection in broiler chickens. *Avian Pathology*, 24: 303-311.
- Jorhem L. 2000. Determination of metals in foods by atomic absorption spectrometry after dry ashing: NMKL.
- Kaya C. A. and Tuncer S. D. 2009. The effects of an organic acids and etheric oil mixture on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8: 94-98.
- Kral M., Angelovicova M., Mrazova L., Tkacova J. and Kliment M. 2011. Probiotic and acetic acid effect on broiler chickens performance. *Animal Science and Biotechnology*, 44: 62-64.
- Lee K. W., Everts H. and Beynen A. C. 2004. Essential oils in broiler nutrition. *International Journal of Poultry Science*, 3: 738-752.
- Lesson S., Namkung H., Antongiovanni M. and Lee E. H. 2005. Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*, 84: 1418-1422.
- Levy A. W., Kessler J. W., Fuller L., Williams S., Mathis G. F., Lumpkins B. and Valdez F. 2015. Effect of feeding an encapsulated source of butyric acid (ButiPEARL) on the performance of male Cobb broilers reared to 42 d of age. *Poultry Science*, 94: 1864-1870.
- Lucmaerten S. and Huyghebaert G. 2009. Overview of the experiments with encapsulated calciumbutyrate (Cabut) in broilers at the ILVO. *Proceedings of XXI International Poultry Symposium PB WPSA, Poland*.
- Momtazan R., Moravej H., Zaghari M. and Taheri H. R. 2011. A note on the effects of a combination of an enzyme complex and probiotic in the diet on performance of broiler chickens. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 50: 249-254.
- Perić L., Kovcin S., Stancev V. and Milosevic N. 2002. Effect of enzymes on broiler chick performance. *Buletinul USAMV*, 57: 245-249.
- Perić L., Zikić D. and Lukić M. 2009. Application of alternative growth promoters in poultry production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25: 387-397.
- Qaisrani S. N., Van Krimpen M. M., Kwakkel R. P., Verstegen M. W. A. and Hendriks W. H. 2015. Diet structure, butyric acid, and fermentable carbohydrates influence growth performance, gut morphology, and cecal fermentation characteristics in broilers. *Poultry Science*, 94: 2152-2164.
- Rotter B. A., Friesen O. D., Guenter W. and Marquardt R. R. 1990. Influence of enzyme supplementation on the bioavailable energy of barley. *Poultry Science*, 69: 1174-1181.
- Shahir M. H., Moradi S., Afsarian O. and Esmaeilipour O. 2013. Effects of cereal type, enzyme and sodium butyrate addition on growth performance, carcass traits and intestinal morphology of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15: 169-286.
- Smulikowska S., Czerwinski J., Mieczkowska A. and Jankowiak J. 2009. The effect of fat-coated organic acid salts and a feed enzyme on growth performance, nutrient utilization, microflora activity, and morphology of the small intestine in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18: 478-489.
- Thompson J. L. and Hinton M. 1997. Antibacterial activity of formic acid and propionic acid in the diet of hens on *Salmonella* in the crop. *British poultry science*, 38: 59-65.
- Viveros A. A., Brenes A., Pizarro M. and Castano M. 1994. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 48: 237-251.
- Yu B., Wu S. T., Liu C. C., Gauthier R. and Chiou P. W. S. 2007. Effects of enzyme inclusion in a maize-soybean diet on broiler performance. *Animal Feed Science and Technology*, 134: 283-294.
- Zanella I., Sakomura N. K., Silversides F. G., Figueirido A. and Pack M. 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science*, 78: 561-568.
- Zhou Y., Jiang Z., Lv D. and Wang T. 2009. Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels. *Poultry Science*, 88: 316-322.



Effect of dietary inclusion of butyric acid, multi-enzyme or their combination on growth performance, intestinal morphology and bone ash of *tarsometatarsus* and toe of broiler chickens

Sh. Rahbari^{1*}, H. R. Taheri²

1. MSc. Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran

2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran

(Received: 19-04-2018 – Accepted: 16-02-2019)

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of dietary inclusion of butyric acid, multi-enzyme or their combination on growth performance, intestinal morphology and bone ash percentage of tarsometatarsus and toe in broiler chickens. A total of 450 male broiler chicks (Ross 308) were randomly allocated in a completely randomized design with five treatments and six replicates and 15 birds in each replicate for 42 days. The experimental treatments consisted of T1) a positive control, T2) a negative control (low-nutrient; the concentration of nutrients was 5% lower than those of high-nutrient diets), T3) a negative control+ multiple-enzyme complex (Natuzyne Plus), T4) a negative control+ butyric acid (Baby C4) and T5) a negative control+ multiple-enzyme+ butyric acid. Average daily weight gain increased in positive control (T1) compared to other treatments ($P<0.001$) and T3, T4 and T5 treatments had higher average daily weight gain compared to T2 treatment. Feed conversion ratio in T1 treatment was lower than T2 treatment, but other treatments had no significant difference. The T4 treatment caused to increase relative ileum weight compared with other treatments ($P<0.05$). The T3 and T4 treatments caused to increase villus height compared to T2 treatment but differences were not significant. Also, T3 and T5 treatments caused to increase production index compared to T2 treatment ($P<0.001$). The higher nutritional profit in T1 and T3 treatments was observed compared to T2 treatment ($P<0.05$). There was no significant difference in percentage of bone ash between the treatments ($P>0.05$). In conclusion, the use of only multi-enzyme was advisable for improving growth performance, however, the use of combination of butyric acid and multi-enzyme supplements did not provide greater improvement in performance.

Keywords: *Tarsometatarsus* bone, Butyric acid, Broiler chicken, Intestinal morphology, Multi-enzyme

*Corresponding author: shahgol.rahbari@gmail.com