

تاثیرات اسید پروپیونیک و آنزیم فیتاز بر عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه های گوشتی

معین قناعت پرست رشتی^۱، فرید شریعتمداری^{۲*} و محمد امیر کریمی ترشیزی^۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۰

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

^۲ استاد و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه تربیت مدرس

*مسئول مکاتبه: E mail: shariatf@modares.ac.ir

چکیده

این آزمایش برای تعیین تاثیر افزودن آنزیم فیتاز و اسید پروپیونیک بر جیره بر پایه ذرت و سویا با کمبود فسفر در دسترس، بر عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شده. تعداد ۱۲۰ قطعه جوجه خروس گوشتی نژاد آرین تهیه و به ۱۲ واحد آزمایشی شامل ۴ تیمار و ۳ تکرار، تقسیم شدند. جوجه‌های گوشتی از ۸ تا ۲۱ روزگی با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره با کمبود فسفر (۰/۱۴۱ درصد) در دسترس (شاهد منفی) ۲- شاهد منفی + آنزیم فیتاز (ناتوفوس ۳۰۰ FTU) ۳- شاهد منفی + اسید پروپیونیک (۰/۲ درصد) + آنزیم فیتاز و ۴- جیره با فسفر در دسترس کافی (شاهد مثبت) بود. جوجه‌هایی که جیره شاهد مصرف کرده بودند، عملکرد بهتر و قابلیت هضم مواد مغذی بالاتری نسبت به آنهایی که جیره با کمبود فسفر در دسترس مصرف کرده بودند، نشان دادند ($P < 0/05$). افزودن آنزیم فیتاز، افزایش وزن و خوراک مصرفی را بهبود داد ($P < 0/05$). افزودن اسید پروپیونیک به جیره حاوی آنزیم فیتاز منجر به بهبود صفات عملکردی شده ($P < 0/05$). افزودن آنزیم فیتاز به جیره ای که کمبود فسفر در دسترس دارد، منجر به بهبود قابلیت هضم ماده خشک، انرژی و فسفر شده ($P < 0/05$). افزودن اسید پروپیونیک به جیره حاوی آنزیم فیتاز، تاثیری بر قابلیت هضم ماده خشک، انرژی و فسفر نداشت ولی منجر به افزایش قابلیت هضم پروتئین شد ($P < 0/05$). بطور کلی افزودن اسید پروپیونیک به جیره با کمبود فسفر دسترس حاوی آنزیم فیتاز، موجب بهبود صفات عملکردی شده است.

واژه های کلیدی: اسید فایتیک، آنزیم فیتاز، اسید پروپیونیک، عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی

The effects of propionic acid and exogenous phytase on growth performance and nutrient digestibility of broiler

M Ghanaat Parast Rashti¹, F Shariatmadari^{2*} and M A Karimi Torshizi²

Received: February 28, 2012

Accepted: December 10, 2012

¹MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran

²Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, Tarbiat Modares University, Iran

*Correspondent author: E mail: shariatf@modares.ac.ir

Abstract

An experiment was conducted to determine the effects of supplementing Phosphorus-deficient corn-soybean meal diet with supplementation of phytase and propionic acid on growth performance and nutrient utilization in completely randomized design. A total One hundred twenty 1-d-old male broiler chicks of the Arian strain were assigned to 4 dietary treatments, consisting of 12 pens of 10 birds each, and were fed experimental diets from 8 to 21 d of age. The experimental diets consisted of: 1) diet deficient in available phosphorus (negative control) 2) negative control+phytase (300 FTU) 3) negative control + propionic acid + phytase 4) diet with adequate available phosphorus (positive control). The negative control diet was the same as the positive control diet except that the non phytate P levels were 0.141 VS 0.38 percentages. Birds fed the positive control diet had higher growth performance and nutrient digestibility than those fed the negative control diet ($P < 0.05$). Phytase improved Body weight gain and feed intake ($P < 0.05$). The addition of propionic acid to the phytase-supplemented low-Phosphorus diets improved growth performance ($P < 0.05$). Phytase improved ileal dry matter, energy and phosphorus digestibility ($P < 0.05$). The addition of propionic acid to the phytase-supplemented low-Phosphorus diets did not affect ($P > 0.05$) on ileal digestibility of dry matter, energy and phosphorus, but improved ileal digestibility of protein ($P < 0.05$). Our results indicate that the addition of propionic acid to the low-Phosphorus diets can improve broiler growth performance.

Keywords: Phytic acid, Phytase, Propionic acid, Growth performance, Nutrient digestibility

مقدمه

به مقدار بیش از نیاز آن در جیره می‌باشد، زیرا مکمل فسفر اغلب گران است و به طور معمول، از حداقل مقدار آن در جیره استفاده می‌شود (رافز-لیوینگ استون و همکاران ۲۰۰۵). دفع زیاد فسفر عمدتاً مربوط به جوجه‌های گوشتی و مرغان تخم‌گذار است، که منشا آن از فسفر غیرقابل دسترس موجود در منابع گیاهی است (لیسون و سامرز ۲۰۰۵). آلودگی با فسفر، خطری برای کیفیت آبهای زیرزمینی و جاری محسوب می‌شود. غلظت‌های بالای فسفر، شایع‌ترین علت انباشت آب^۱ رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و منابع آب است. در نتیجه، هر

یکی از مسائل مهم در تغذیه طیور مواد معدنی است که از مهمترین آنها می‌توان به کلسیم و فسفر اشاره کرد. فسفر یک ماده معدنی ضروری برای ساختمان، متابولیسم، رشد و توسعه بدن است (رافز-لیوینگ استون و همکاران ۲۰۰۵). ۸۰ تا ۶۰ درصد فسفر گیاهانی که بطور معمول در جیره طیور استفاده می‌شود، به صورت اسیدفایتیک است که برای طیور قابل دسترس نیست و دفع می‌شود (برنز و همکاران ۲۰۰۳). در نتیجه مکمل سازی جیره تک معده ای‌ها با فسفر امری ضروری است. میزان دفع فسفر، به ندرت مربوط

به عنوان باکتریوسیدال برای سالمونلا در چینه‌دان عمل می‌کنند (ایزت و همکاران ۱۹۹۰). در سال‌های اخیر استفاده از اسیدهای آلی به عنوان جایگزین آنتی-بیوتیک‌های محرک رشد افزایش پیدا کرده، زیرا نگرانی-ها برای افزایش مقاومت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها بیشتر شده است (آوو و همکاران ۲۰۰۹). تاثیر اسیدهای آلی بر بهره برداری از فسفر فیتاتی ممکن است حاصل تغییر pH دستگاه گوارش به سمت pH مطلوب فیتاز جهت هیدرولیز فیتات باشد (لیم و همکاران ۲۰۰۸). در شرایط *in vitro* در pH خنثی ترتیب باند شدن مواد معدنی با اسید فایتیک به صورت: $Zn^{2+} >> Mg^{2+} > Ca^{2+} > Fe^{3+} > Mn^{2+} > Fe^{2+}$ است. اسیدی کردن محیط تا pH ۴، امکان باند شدن همه کاتیون‌های دوظرفیتی را با اسید فایتیک کاهش می‌دهد. احتمالاً ترکیب کلسیم-روی-فیتات، خیلی پایدارتر از ترکیب روی-فیتات است (مینز و همکاران ۱۹۹۹). وقتی که اسیدهای آلی به جیره افزوده می‌شوند، مقدار ترکیبات جیره جهت نشان دادن افزایش بهره برداری از فسفر فیتاتی، باید تغییر کند (فسفر در دسترس و کلسیم) (بوولینگ و همکاران ۲۰۰۰). هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات استفاده از اسید پروپیونیک بر کارایی آنزیم فیتاز با منشا خارجی در جیره های بدون افزودن منابع معدنی فسفر بر صفات عملکردی رشد و قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه های گوشتی می باشد.

مواد و روش

تعداد ۱۲۰ قطعه جوجه خروس گوشتی نژاد آرین تهیه شد و تا سن ۷ روزگی، با جیره شاهد مثبت (با فسفر کافی) تغذیه شدند. در ۸ روزگی پس از توزین جوجه‌ها و اطمینان از عدم تفاوت معنی دار بین آن‌ها در قفس‌ها، به ۱۲ واحد آزمایشی شامل ۴ تیمار و ۳ تکرار، توزیع شدند. جوجه‌های هر واحد آزمایشی ۱۰ قطعه بودند، پس از وزن کشی اولیه داخل قفس مربوط به خود قرار گرفتند و از ۸ تا ۲۱ روزگی جیره‌های آزمایشی مورد

نوع روشی که سبب بهبود استفاده از فسفر فیتاتی شود، می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های مربوط به افزودن منابع معدنی فسفر به جیره، کاهش دفع فسفر از طریق مدفوع و در نتیجه کاهش مشکل آلودگی محیط زیست گردد (سله و راویندران ۲۰۰۷).

از جمله افزودنی‌هایی که برای تجزیه اسیدفایتیک استفاده می‌شود، آنزیم فیتاز با منشا خارجی است. ناتوفوس (EC 3.1.3.8)، یک نوع فیتاز با منشا خارجی از آسپرژیلوس نیجر^۱ است و در pH ۶/۵-۲ فعال است و مشخص شده که حداکثر فعالیت آن در pH ۵/۵-۲/۵ است (آدولا و سندز ۲۰۰۳). احتمالاً چینه‌دان، اولین مکان تجزیه فیتات توسط آنزیم فیتاز با منشا خارجی است. ارزیابی ایلئوم و کل دستگاه گوارش نشان داده که تجزیه فیتات از طریق استفاده از آنزیم فیتاز با منشا خارجی در طیور، مخصوصاً جوجه‌های گوشتی کامل نیست (سله و راویندران ۲۰۰۷). به علاوه، استفاده از آنزیم فیتاز، محدودیت‌هایی دارد، زیرا در برابر حرارت، ناپایدار است و قیمت مناسب آن همیشه ممکن است در دسترس نباشد. بنابراین، روش‌های جایگزین برای افزایش بهره‌برداری از فسفر و مواد معدنی دیگر نیازمند توجه است. یکی از این جایگزین‌ها ممکن است افزودن اسیدهای آلی در جیره باشد (برنز و همکاران ۲۰۰۳). اسیدهای آلی همچون اسیدسیتریک، فوماریک، پروپیونیک، گلوکونیک، مالیک و ۲-هیدروکسی-۴-بوتانویک اسید (آلیمیت)، جهت تاثیر آن‌ها در بهبود عملکرد رشد خوک‌ها و طیور تغذیه شده با فسفر در دسترس کافی، مورد ارزیابی قرار گرفته و موثر بوده‌اند (لیم و همکاران ۲۰۰۸). ولی تاثیر آنها بر قابلیت دسترسی فسفر فیتاتی در جیره های بدون افزودن مکمل معدنی فسفر به ندرت مورد ارزیابی قرار گرفته و یا کم است. پیشنهاد شده که اسیدهای آلی بر مقدار باکتری‌های سکوم و روده کوچک تأثیر می‌گذارد (وگت و همکاران ۱۹۸۱). همچنین بیان شده که اسیدهای آلی

۷ روزگی همه جوجه‌ها از جیره پیش آزمایش (با فسفر کافی) که بر اساس توصیه انجمن ملی تحقیقات (۱۹۹۴) تنظیم شده بود، استفاده کردند، که انرژی آن ۲۹۰۷ کیلو کالری در کیلوگرم و پروتئین آن ۲۰/۵ درصد بود. از ۸ تا ۲۱ روزگی، جیره‌های آزمایشی مصرف شده که بر اساس تیمارهای مربوط در جدول ۱ آمده است.

استفاده آنها قرار گرفت. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره با کمبود فسفر در دسترس (شاهد منفی) ۲- شاهد منفی + آنزیم فیتاز ۳- شاهد منفی + اسید پروپیونیک (۰/۲ درصد) + آنزیم فیتاز (ناتوفوس ۳۰۰ FTU) و ۴- جیره با فسفر در دسترس کافی (شاهد مثبت) بود. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تا سن

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در آزمایش (%)

جیره‌های آزمایشی				اقلام خوراکی
۴ (شاهد مثبت)	۳	۲	۱ (شاهد منفی)	
۵۶/۱۱	۵۶/۱۱	۵۶/۱۱	۵۶/۱۱	ذرت
۳۵/۸	۳۵/۸	۳۵/۸	۳۵/۸	کنجاله سویا (۴۴٪)
۳/۴	۴/۳۱	۴/۵	۴/۵	نشاسته ذرت
۱/۱۳	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷	روغن سویا
۰	۰/۲	۰	۰	اسید پروپیونیک
۱/۱۸	۱/۹۲	۱/۹۲	۱/۹۲	سنگ آهک
۱/۲۸	۰	۰	۰	دی کلسیم فسفات
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	نمک
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	جوش شیرین
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی ^۱
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل مواد معدنی ^۲
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	دی ال-متیونین
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	لیزین
-	+	+	-	آنزیم فیتاز ^۳
				ترکیب شیمیایی جیره‌ها
۲۰/۵	۲۰/۵	۲۰/۵	۲۰/۵	پروتئین (%)
۲۹۰۷	۲۹۰۷	۲۹۰۷	۲۹۰۷	انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری در کیلوگرم)
۰/۸۴۶	۰/۸۴۶	۰/۸۴۶	۰/۸۴۶	کلسیم (%)
۰/۳۸	۰/۱۴۱	۰/۱۴۱	۰/۱۴۱	فسفر در دسترس (%)
۰/۶۳	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	فسفر کل (%)
۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	لیزین (%)
۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	متیونین (%)

۱- هر کیلوگرم جیره حاوی ۹۰۰۰ (IU) A، ۲۰۰۰ (IU) D₃، ۱۸ (IU) E، ۲ میلی‌گرم K₃، ۱/۸ میلی‌گرم B₁، ۱/۶ میلی‌گرم B₂، ۱۰ میلی‌گرم B₃، ۲۰ میلی‌گرم B₅، ۲۰ میلی‌گرم B₆، ۱ میلی‌گرم B₉، ۰/۱۵ میلی‌گرم B₁₂، ۰/۱ میلی‌گرم H، ۵۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید بود.

۲- هر کیلوگرم جیره حاوی ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۹۹/۲ میلی‌گرم منگنز، ۸۵ میلی‌گرم روی، ۱۰ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرم ید و ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم بود.

۳- ناتوفوس ۱۰،۰۰۰، ۰ و ۰/۰۲ درصد استفاده شد، برای حصول به ترتیب ۰ و ۳۰۰ واحد فیتاز (FTU) در هر کیلوگرم جیره.

ضرب عدد به دست آمده در ضریب ۶/۲۵، مقدار پروتئین خام بدست آمد. برای تعیین انرژی خام نمونه‌ها از بمب کالریمتر آدیاباتیک (GallenkampAutobomb, Loughborough, UK) استفاده شد. اندازه گیری اکسید تیتانیوم در نمونه ایلئومی و جیره های آزمایشی با استفاده از دستگاه اسپکترو فتومتر (Unicam UV/VIS Spectrophotometer 8200) و بر اساس روش (شورت و همکاران ۱۹۹۶) انجام شد. پس از اندازه گیری مقدار اکسید تیتانیوم و انرژی خام، AME_n با استفاده از روش (هیل و اندرسون ۱۹۵۸) اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری فسفر، نمونه را در حرارت ۵۲۰ تا ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر نموده و سپس، فسفر با استفاده از دستگاه اسپکترو فتومتر (Unicam UV/VIS Spectrophotometer 8200) و معرف مولیبدو-وانادات در طول موج ۴۲۰ nm تعیین شد. تعیین مقدار کلسیم با استفاده از روش جذب اتمی بوده و میزان جذب اشعه توسط اتم‌های کلسیم در طول موج ۴۲۲ nm بر اساس روش شرح داده شده توسط انجمن رسمی شیمی تجزیه اندازه‌گیری شد (AOAC ۱۹۹۰). بعد از تعیین درصد مواد مغذی و سنجش مارکر در نمونه های خوراک و مدفوع، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی با استفاده از روش (هانگ و همکاران ۲۰۰۵) محاسبه شد. در انتها داده های حاصله با استفاده از رویه مدل خطی عمومی (GLM) نرم افزار SAS (۲۰۰۲)، با توجه به مدل آماری استفاده شده در این پژوهش مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین گروه های آزمایشی مختلف با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و با در نظر گرفتن سطح احتمال ۵ درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

اثر جیره های آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ آمده است. کاهش فسفر در دسترس جیره،

در جیره شاهد منفی مقدار فسفر در دسترس ۰/۱۴۱ درصد و نسبت کلسیم به فسفر آن ۶ بود (بوولینگ و همکاران ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱). در جیره شاهد مثبت، ۰/۲۴ درصد فسفر در دسترس از منبع دی کلسیم فسفات به جیره پایه افزوده شده و نسبت کلسیم به فسفر آن ۲/۲۲ بود. ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. اسید پروپیونیک با نشاسته ذرت جایگزین شد و مقدار انرژی قابل متابولیسم اسید پروپیونیک ۴۲۵۴ کیلوکالری در کیلوگرم (هیگبرت ۲۰۰۳) در نظر گرفته شده است. جیره‌ها با استفاده از نسبت‌هایی از نشاسته ذرت و روغن سویا، هم انرژی شدند. مقدار خوراک مصرفی هر پن در پایان هفته دوم آزمایش اندازه گیری شد. قبل از وزن‌کشی جوجه‌ها، دان باقیمانده در دان خوری‌ها جمع‌آوری و توزین گردید. ضریب تبدیل غذایی از تقسیم متوسط خوراک مصرفی روزانه بر افزایش وزن، محاسبه گردید. برای اندازه گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی از مارکر اکسید تیتانیوم استفاده شد. بدین منظور، اکسید تیتانیوم با غلظت ۰/۱ درصد جیره و ۳ روز (۱۹، ۲۰ و ۲۱ روزگی) دوره عادت‌دهی استفاده شد. در ۲۱ روزگی بلافاصله بعد از کشتار ۲ پرندۀ از هر پن، کل محتویات ایلئومی از محل فاصله بین زائده کیسه زرده (مکل) تا انتهای ایلئوم (۲ سانتی متر مانده به تقاطع ایلئوم - سکوم) جمع آوری شد. محتویات ایلئوم تمام پرندۀهای مربوط به هر واحد آزمایشی در یک کیسه نایلونی شماره دار جمع آوری شده و بلافاصله تا زمان خشک کردن در دمای ۲۰- درجه سلسیوس منجمد شد. نمونه ها پس از قرار گرفتن در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس خشک شده و برای متعادل شدن رطوبت، به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفته و سپس توزین و آسیاب شده و تا انجام تجزیه شیمیایی در ظروف پلاستیکی درب دار نگهداری شدند. ماده خشک بر اساس روش (AOAC ۱۹۹۰) اندازه گیری شد. برای تعیین درصد نیتروژن از دستگاه کجلدال استفاده و بر اساس حاصل

موجب کاهش عملکرد جوجه‌ها شده ($P < 0/05$). نتایج به دست آمده مشابه نتایج (برنز و همکاران ۲۰۰۳) است. افزودن آنزیم فیتاز به جیره ای که کمبود فسفر در دسترس داشت، منجر به بهبود افزایش وزن و خوراک مصرفی شده. ولی این مقدار، کمتر از نتایج جوجه‌هایی که جیره با فسفر کافی مصرف کرده بودند، بود. تاثیر سودمند آنزیم فیتاز بر عملکرد ممکن است به دلیل آزاد کردن مواد معدنی از ترکیبات پیچیده اسید فایتيک، افزایش قابلیت هضم فسفر و یا افزایش قابلیت هضم نشاسته (ووینگو و همکاران ۲۰۱۰) باشد. افزودن آنزیم فیتاز به جیره ای که کمبود فسفر در دسترس دارد، تاثیری بر ضریب تبدیل غذایی نداشت، بعضی از تحقیقات، نشان دادند که ضریب تبدیل غذایی، تحت تاثیر افزودن آنزیم فیتاز نیست، که ممکن است به علت تحریک افزایش وزن و افزایش خوراک مصرفی باشد (سباستین و همکاران ۱۹۹۶). در مقابل بعضی دیگر بهبود در ضریب تبدیل غذایی را از طریق مکمل سازی جیره با آنزیم فیتاز گزارش کرده‌اند (رامرائو و همکاران ۱۹۹۹). افزودن اسید پروپیونیک به جیره حاوی آنزیم فیتاز منجر به بهبود صفات عملکردی شده و نتایجی

مشابه با جوجه‌هایی که جیره با فسفر کافی مصرف کرده بودند داشت، استفاده از اسیدهای آلی به تنهایی، نتایج مشابهی را نشان داده‌اند (برنز و همکاران ۲۰۰۳ و رافز-لیوینگ ستون و همکاران ۲۰۰۵). پیشنهاد شده که اسیدهای آلی به عنوان باکتریوسیدال برای سالمونلا در چینه‌دان عمل می‌کنند در نتیجه ممکن است از طریق کاهش بار میکروبی در پرند، موجب افزایش کارایی رشد آن گردد (ایزت و همکاران ۱۹۹۰). از طرفی افزودن اسیدهای آلی به جیره موجب کاهش pH جیره و مواد در دستگاه گوارش می‌گردد و ممکن است از این طریق شرایط بهتری برای فعالیت آنزیم فیتاز فراهم کند، با توجه با اینکه اسیدهای آلی، به سرعت در بدن متابولیزه می‌شوند، بنابراین انتظار زیاد از تاثیر آن را بر pH روده نمی‌توان داشت (برنز و همکاران ۲۰۰۳). ولی به دلیل اینکه اولین محل فعالیت آنزیم فیتاز در چینه دان است، ممکن است تاثیر pH بر این ناحیه بیشتر باشد و سبب جدا شدن مواد معدنی باند شده از فیتات در چینه دان گردد در نتیجه در ادامه دستگاه گوارش با کارایی بالاتری هضم و جذب شوند (سله و راویندران ۲۰۰۷).

جدول ۲- تاثیر فیتاز به تنهایی و یا به همراه اسید پروپیونیک بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی از ۸-۲۱ روزگی

جیره های آزمایشی	افزایش وزن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
۱- شاهد منفی	۳۱۶ ^c ± ۲۳	۴۸۷ ^c ± ۱۰	۱/۵۵ ^a ± ۰/۰۸
۲- شاهد منفی + فیتاز	۳۶۵ ^b ± ۲۰	۵۴۰ ^b ± ۱۸	۱/۴۸ ^a ± ۰/۰۳
۳- شاهد منفی + فیتاز + اسید پروپیونیک	۴۲۷ ^a ± ۱۴	۵۹۳ ^a ± ۲۲	۱/۳۹ ^b ± ۰/۰۰۶
۴- شاهد مثبت	۴۴۵ ^a ± ۱۸	۶۰۵ ^a ± ۱۹	۱/۳۶ ^b ± ۰/۰۱
P	*	*	*
SEM	۱۰/۷۷	۱۰/۲۵	۰/۰۲۶

حروف متفاوت در هر ستون، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد. علامت * نشان دهنده ($P < 0/05$) می‌باشد.

داشتند. افزودن آنزیم فیتاز به جیره ای که کمبود فسفر در دسترس دارد، منجر به بهبود قابلیت هضم ماده خشک، انرژی و فسفر شده است. اسیدهای آلی pH مواد غذایی را (بویژه در ابتدای دستگاه گوارش) کاهش

اثر جیره های آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۳ آمده است. پرند هایی که جیره با فسفر کافی مصرف کرده بودند، قابلیت هضم مواد مغذی بالاتری نسبت به جیره ای که کمبود فسفر در دسترس دارد،

افزایش قابلیت هضم انرژی حاصل از پروتئین، کربوهیدراتها و چربی ها باشد (وینگو و همکاران ۲۰۱۰). بهبود در قابلیت هضم انرژی با افزودن آنزیم فیتاز به جیره با فسفر در دسترس کم در تحقیقات قبلی نشان داده شده است (کواسان و همکاران ۲۰۰۶).

می دهند و از این طریق ممکن است سبب جدا شدن مواد معدنی (مخصوصاً روی) از اسید فایتیک شوند. در نتیجه موجب افزایش احتمال هیدرولیز اسید فایتیک و افزایش کارایی آنزیم فیتاز در pH اسیدی تر می گردد. افزودن آنزیم فیتاز به جیره با کمبود فسفر در دسترس، موجب بهبود AME_n شده است که می تواند به علت

جدول ۳- تاثیر فیتاز به تنهایی و یا به همراه اسید پروپیونیک بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جوجه های گوشتی از ۸-۲۱

روزگی					
جیره های آزمایشی	قابلیت هضم ماده خشک (%)	قابلیت هضم پروتئین (%)	AME_n	قابلیت هضم کلسیم (%)	قابلیت هضم فسفر (%)
۱- شاهد منفی	۶۵/۶۵ ^b ±۳/۴	۷۳/۷ ^c ±۴/۳	۲۵۵۸ ^b ±۱۴۸	۳۹/۸۶±۶/۱۶	۳۸/۸۲ ^c ±۶/۶
۲- شاهد منفی + فیتاز	۷۰/۸۱ ^a ±۲/۵	۷۵/۹۸ ^{bc} ±۳	۲۸۲۹ ^a ±۱۱۴	۳۹/۶۱±۵/۴	۴۶/۶۶ ^b ±۲/۶
۳- شاهد منفی + فیتاز + اسید پروپیونیک	۷۳/۷۷ ^a ±۱/۲	۸۱/۲۱ ^a ±۱/۵	۲۹۴۴ ^a ±۷۰	۵۰/۰۶±۲/۳	۵۲/۳ ^{ab} ±۲/۲
۴- شاهد مثبت	۷۲/۵۱ ^a ±۲/۷	۸۰/۱۶ ^{ab} ±۰/۱۳	۳۰۱۵ ^a ±۱۰۶	۴۵/۷±۴/۷	۵۹/۷۱ ^a ±۳/۱
P	*	*	*	NS	*
SEM	۱/۴۸	۱/۵۷	۶۵/۱۸	۲/۸۱	۲/۳۳

حروف متفاوت در هر ستون، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد. علامت * نشان دهنده ($P < 0.05$) می باشد.

از طریق هیدرولیز اسید فایتیک، بتواند از ایجاد این حالت در بخش های پسین دستگاه گوارش طیور جلوگیری کند. از طرفی اسیدهای آلی نیز به دلیل کاهش pH می تواند سبب آزاد شدن مواد معدنی از اسید فایتیک شوند که ممکن است از جمله مکانیسم های احتمالی جهت افزایش قابلیت هضم ایلئومی از طریق استفاده از این افزودنی ها باشند. افزودن آنزیم فیتاز به جیره ای که کمبود فسفر در دسترس دارد، تاثیری بر قابلیت هضم پروتئین نداشت که این نتیجه غیر منتظره بود. ولی افزودن اسید پروپیونیک به جیره حاوی آنزیم فیتاز موجب افزایش قابلیت هضم پروتئین شد که می تواند به دلیل جدا شدن اسیدهای آمینه و آنزیم های هضمی از اسید فایتیک باشد. از طرفی ممکن است اسید پروپیونیک، موجب اسیدی شدن دستگاه گوارش شده (مخصوصاً مراحل ابتدایی دستگاه گوارش) و سبب افزایش فعالیت آنزیم فیتاز و آنزیم های گوارشی دیگر

چندین مکانیسم که اسید فایتیک موجب کاهش قابلیت هضم انرژی می شود، مفروض است: (۱) باند شدن با پروتئین در پیش معده و روده کوچک (۲) باند شدن با کربوهیدراتها و چربی ها در روده کوچک (۳) باند شدن با آنزیم های داخلی و کوفکتورهای مورد نیاز برای هیدرولیز مواد غذایی انرژی زا (وینگو و همکاران ۲۰۱۰). ترکیب فیتات-کلسیم تولید ترکیبات صابونی می کند، در نتیجه موجب خارج از دسترس شدن مواد متصل به اسید فایتیک می گردد. فیتات ممکن است مستقیماً توسط پیوندهای هیدروژنی با نشاسته باند شود و یا به صورت غیر مستقیم به وسیله اتصال به پروتئین های همراه با نشاسته باشد (ریکارد و تامپسون ۱۹۹۷). فیتات یک عامل ممانعت کننده برای فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز است. اثر ممانعتی فیتات بر آلفا آمیلاز، منجر به کاهش قابلیت هضم نشاسته می گردد (سله و راویندران ۲۰۰۷). این احتمال وجود دارد که آنزیم فیتاز

هضم ماده خشک، انرژی و فسفر نداشت ولی منجر به افزایش قابلیت هضم پروتئین شد. تحت شرایط استفاده شده در این آزمایش، افزودن اسید پروپیونیک به جیره با کمبود فسفر در دسترس حاوی آنزیم فیتاز، نسبت به استفاده به تنهایی از آنزیم فیتاز، موجب بهبود صفات عملکردی شده است و تنها قابلیت هضم پروتئین را افزایش داده و تاثیر معنی داری بر افزایش قابلیت هضم سایر مواد مغذی نداشته است.

گرد (وینگو و همکاران ۲۰۱۰). قابلیت هضم ماده خشک و انرژی در اثر افزودن آنزیم فیتاز به جیره ای که کمبود فسفر در دسترس دارد، نتایج مشابه با جوجه هایی که جیره با فسفر کافی مصرف کرده بودند نشان داد ولی قابلیت هضم فسفر کمتر از جوجه هایی بود که جیره با فسفر کافی مصرف کرده بودند. افزودن اسید پروپیونیک به جیره حاوی آنزیم فیتاز، تاثیری بر قابلیت

منابع مورد استفاده

- Adeola O and Sands J, 2003. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. *J Anim Sci* 81: E78-E85.
- Ao T, Cantor A, Pescatore A, Ford M, Pierce J and Dawson K, 2009. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. *Poult Sci* 88: 111-117.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemistry 1990. Official methods of analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington DC.
- Boling S, Webel D, Mavromichalis I, Parsons C and Baker D, 2000. The effects of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. *J Anim Sci* 78: 682-689.
- Boling-Frankenbach S, Snow J, Parsons C and Baker D, 2001. The effect of citric acid on the calcium and phosphorus requirements of chicks fed corn-soybean meal diets. *Poult Sci* 80: 783-788.
- Brenes A, Viveros A, Arija I, Centeno C, Pizarro M and Bravo C, 2003. The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. *Anim Feed Sci Technol* 110: 201-219.
- Cowieson A, Acamovic T and Bedford M, 2006. Phytic acid and phytase: implications for protein utilization by poultry. *Poult Sci* 85: 878-885.
- Hill FW and Anderson DL, 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *J Nutrition* 64: 587-603.
- Huang R, Yin Y, Wu G, Zhang Y, Li T, Li L, Li M, Tang Z, Zhang J and Wang B, 2005. Effect of dietary oligochitosan supplementation on ileal digestibility of nutrients and performance in broilers. *Poult Sci* 84: 1383-1388.
- Huyghbaert G, 2003. Replacement of antibiotic in poultry. *Estern Nutrition on Confrence*, Belgium.
- Izat A, Adams M, Cabel M, Colberg M, Reiber M, Skinner J, Waldroup P, 1990. Effects of formic acid or calcium formate in feed on performance and microbiological characteristics of broilers. *Poult Sci* 69: 1876-1882
- Leeson S, Summers JD, 2005. *Commercial poultry nutrition*. third edition. Nottingham University Press, Thrumpton, Nottingham, England.
- Liem A, Pesti G and Edwards JH, 2008. The effect of several organic acids on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chicks. *Poult Sci* 87: 689-693.
- Maenz DD, Engele-Schaan CM, Newkirk RW and Classen H L, 1999. The effect of minerals and mineral chelators on the formation of phytase-resistant and phytase-susceptible forms of phytic acid in solution and in a slurry of canola meal. *Anim Feed Sci Technol* 81: 177-192.
- Rafacz-Livingston K, Martinez-Amezcuca C, Parsons C, Baker D and Snow J, 2005. Citric acid improves phytate phosphorus utilization in crossbred and commercial broiler chicks. *Poult Sci* 84: 1370-1375.
- Rama Rao S, Ravindra Reddy V and Ramasubba Reddy V, 1999. Enhancement of phytate phosphorus availability in the diets of commercial broilers and layers. *Anim Feed Sci Technol* 79: 211-222.

- Rickard SE and Thompson LU, 1997. Interactions and biological effects of phytic acid. ACS Publications 17: 294-312.
- SAS Institute, 2002. SAS/STAT User's Guide (Release 9). SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sebastian S, Touchburn S, Chavez E and Lague P, 1996. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. *Poult Sci* 75: 729-736.
- Selle PH and Ravindran V, 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Anim Feed Sci Technol* 135: 1-41.
- Short F, Gorton P, Wiseman J and Boorman K, 1996. Determination of titanium dioxide added as an inert marker in chicken digestibility studies. *Anim Feed Sci Technol* 59: 215-221.
- Vogt, H, Matthes S and Harnisch S, 1981. The effect of organic acids in the rations on the performance of broilers and laying hens. *Arch Geflügelkd* 45: 221-232.
- Woyengo TA, Slominski BA and Jones RO, 2010. Growth performance and nutrient utilization of broiler chickens fed diets supplemented with phytase alone or in combination with citric acid and multcarbohydrase. *Poult Sci* 89: 2221-2229.