دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

تأثیر نوع عمل‌آوری خوراک و آنزیم فیتاز بر عملکرد و قابلیت هضم فسفر درجوجه‌های گوشتی

نیلوفر گودرزی[۱]، عباسعلی قیصری[۲] و مجید طغیانی[۳]

۱- عضو باشگاه پژوهشگران جوان گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، (نویسنده مسوول: goodarzi.ni1987@gmail.com)
۲- دانشیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
۳- استاد، گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۲۶

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر نوع عمل آوری خوراک و نوع آنزیم فیتاز بر عملکرد، درصد خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت نی، خاکستر استخوان پنجه پا و قابلیت هضم فسفر در جوجه‌های گوشتی انجام گرفت. در این مطالعه از۴۲۰ قطعه جوجه گوشتی راس ۳۰۸ دریک آزمایش فاکتوریل۳×۲ با دو روش عمل‌آوری خوراک (پلت و آردی) و ۳ گروه آنزیمی: (کنترل منفی، ناتافوس با منشأ قارچ آسپرژیلوس نیجر و مریفاز با منشأ باکتری ای.کلای) درقالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. طول دوره آزمایش ۴۲ روز و سطح مورد استفاده از آنزیم در جیره‌های آزمایشی ۵۰۰ واحد بود. نتایج نشان داد، عمل‌آوری پلت باعث افزایش معنی‌دار (P<۰/۰۵) میانگین مصرف خوراک روزانه، میانگین وزن بدن و بهبود معنی‌دار (P<۰/۰۵) ضریب تبدیل غذایی در تمام دوره های پرورش شد. مریفاز میانگین مصرف خوراک روزانه را در کل دوره آزمایش و وزن بدن (۲۱ و ۴۲ روزگی) را نسبت به آنزیم ناتافوس افزایش داد (P<۰/۰۵). عمل‌آوری پلت باعث کاهش خاکستر استخوان درشت نی (۴۲ روزگی) شد، درحالیکه درصد کلسیم خاکستر استخوان درشت نی را افزایش داد (P<۰/۰۵). مریفاز، خاکستر استخوان پنجه پا (۲۱ روزگی) را نسبت به گروه کنترل افزایش داد (P<۰/۰۵)، درحالیکه بین مریفاز و ناتافوس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مریفاز سبب افزایش قابلیت هضم مدفوعی فسفر (۲۱ روزگی) نسبت به کنترل و همچنین افزایش قابلیت هضم ایلئومی فسفر (۴۲ روزگی) در مقایسه با گروه کنترل و گروه ناتافوس شد (P<۰/۰۵). تأثیر نوع آنزیم بر خاکستر استخوان درشت‌نی، درصد کلسیم خاکستر استخوان درشت نی و خاکستر استخوان پنجه پا (۴۲ روزگی) معنی‌دار نبود. به طورکلی پلت باعث بهبود صفات مربوط به عملکرد و افزایش کلسیم خاکستر درشت نی (۴۲ روزگی) شد. مریفاز باعث افزایش خاکستر پنجه (۲۱ روزگی) نسبت به گروه کنترل شد. مریفاز باعث افزایش قابلیت هضم مدفوعی نسبت به گروه کنترل و افزایش قابلیت هضم ایلئومی فسفر نسبت به گروه کنترل و گروه مصرف‌کننده آنزیم ناتافوس شد.

واژه‌های کلیدی: عمل آوری، فیتاز، عملکرد، قابلیت هضم، جوجه گوشتی

مقدمه

اسید فیتیک شکل ذخیره ای فسفر در دانه غلات می‌باشد، به طوریکه ۶۵ تا ۷۰ درصد فسفر منابع گیاهی به صورت فیتاته است. سه اصطلاح فیتات، فیتین و اسید فیتیک به عنوان سوبسترا آنزیم فیتاز استفاده می‌شود، اما رایج ترین آنها فیتات می‌باشد. فیتات، نمک مخلوط اسید فیتیک (میو اینوزیتول هگزا فسفات یا IP6) می‌باشد. ذخایرکمپلکسِ میواینوزیتول هگزا فسفات (اسید فیتیک) با پتاسیم، منیزیم و کلسیم را در گیاهان فیتین می‌نامند، درحالیکه اسید فیتیک فرم آزاد IP6 می‌باشد. فیتات با کاتیون‌های چند ظرفیتی کمپلکس‌های نامحلولی را تشکیل می‌دهد، که به فرایند هضم و جذب مقاوم هستند. به‌طور معمول جیره طیور شامل ۲/۵ تا ۴ گرم در کیلوگرم فسفر فیتاته می‌باشد (۲۰). قابلیت دسترسی جزئی فسفر فیتاته (۲۸۲ گرم درکیلوگرم) برای تک‌معده‌ای‌ها از این نظر حائز اهمیت است، که ذخایر فسفات جهانی قابل تجدید نبوده و این مسئله می‌تواند منجر به بحران ذخایر فسفات در آینده شود (۱). از طرفی غلظت بیش از حد فسفر، رایج‌ترین علت انباشت آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مخازن می باشد (۹)، همچنین تجمع فسفر در آب باعث رشد جلبک‌های سمی و همچنین مرگ ماهی‌ها می‌شود (۲۳). بنابراین حفاظت از ذخایر جهانی فسفات و همچنین جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از دفع فسفر به‌واسطه افزایش راندمان استفاده از فسفر فیتاته توسط طیور بهبود می‌یابد. آنزیم‌های خوراکی فیتاز از لحاظ اقتصادی فسفر قابل دسترس را فراهم می‌کنند و همچنین میزان دفع فسفر را به محیط کاهش می‌دهند، اما مطالعات نشان دادند که فیتازها از لحاظ فعالیت در اسیدیته متفاوت، حساسیت به پروتئولیتیک‌ها و همچنین مقاومت حرارتی با هم متفاوتند (۱۵).

جایگاه اصلی فعالیت فیتاز بخش‌های ابتدایی دستگاه گوارش می‌باشد. یکی از دلایل بازده بالاتر فیتاز ای کُلای نسبت به فیتاز قارچی وسیع بودن محدوده اسیدیته نرمال برای فعالیت فیتاز ای کُلای می‌باشد که نزدیک به اسیدیته معده می‌باشد. بیشترین فعالیت فیتاز ای کُلای در pH = ۴/۵ دیده می‌شود (۲۹). در جوجه‌های گوشتی، بیشترین قابلیت دسترسی به فسفر در هنگام استفاده از فیتاز ای. کُلای دیده شده است (۳).

فیتاز هم‌مانند سایر آنزیم‌ها، کمپلکس پروتیئنی است، بنابراین در طول عبور از روده توسط پروتئازها غیرفعال می‌شود. مطالعات آزمایشگاهی نشان دادند، بین فیتازه‌ای تجاری از لحاظ مقاومت به تجزیه توسط پروتئولیتیک‌ها تفاوت عمده‌ای وجود دارد. فیتاز ای. کُلای بالاترین مقاومت را در برابر آنزیم‌های پپسین و پانکراتین نسبت به سایر فیتازها از خود نشان داده است (۲۹).

بسیاری از آنزیم‌های خوراکی به صورت پودریاگرانول قبل از فرآوری به خوراک افزوده می‌شوند. فرآوری خوارک (حبه کردن[1]، پفکی کردن[2]، منبسط کردن[3]) می‌تواند تأثیر منفی بر روی کارایی فیتاز داشته باشد، چون این آنزیم ها به سرعت در دماهای بالاتر از ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد غیرفعال می شوند (۸). کاربرد اسپری بعد از پلت یک روش جایگزین به‌جای افزودن آنزیم‌ها به شکل جامد قبل از فرآوری به خوراک می‌باشد. ایگباسان و همکاران (۱۵) در آزمایشی فیتاز ای. کلای و فیتاز آسپرژیلوس را در معرض دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰ ٪ قرار دادند، این محققین مشاهده کردند بعد از گذشت ۵۰ دقیقه، باقیمانده فعالیت فیتازای. کلای ۷۴٪ بود درحالیکه فعالیت آسپرژیلوس تنها ۵۳٪ بود.

در اغلب تحقیقاتی که سیمونز و همکاران (۳۰) روی فیتاز انجام دادند، دریافتند که افزودن فیتاز به جیره غذایی باعث کاهش دفع فسفر توسط طیور می‌شود. همچنین این محققین گزارش کردند، افزودن ۱۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز به همراه کاهش در میزان فسفر(۷/۵ – ۴/۵ گرم در کیلوگرم) و کاهش سطح کلسیم جیره (۹-۶ گرم در کیلوگرم) باعث کاهش دفع فسفر به میزان ۶۱ درصد شد. افزودن فیتازهای میکروبی به جیره غذایی طیور باعث کاهش دفع فسفر به محیط و در نتیجه کاهش آلودگی آب می‌شود (۲۶). واردن و الیکابیل (۳۴) اولین کسانی بودند، که مشاهده کردند فیتاز اگزوژنوس قابلیت استفاده از فسفر فیتاته و معدنی شدن استخوان را در جوجه های گوشتی افزایش داد.

امروزه یکی از دغدغه‌های موجود میزان ماندگاری فعالیت فیتاز بعد از عمل‌آوری پلت می‌باشد که متأثر از نوع (منشأ)، سطح به کار گرفته شده از آنزیم و درجه حرارت مورد استفاده برای پلت کردن می‌باشد، که مطالعات کمی در این رابطه صورت گرفته است. از این رو طراحی آزمایشی جهت بررسی تأثیر نوع عمل آوری خوراک و نوع فیتاز بر عملکرد و قابلیت دسترسی به فسفر در جوجه گوشتی می‌تواند برای تولید کنندگان واحدهای پرورش مرغ گوشتی به واسطه استفاده از فیتاز به جای منابع فسفر معدنی در جهت کاهش هزینه‌های تولید جیره غذایی وحفظ مطلوب عملکرد رشد جوجه‌ها و همچنین تعیین بهترین روش فرآوری از لحاظ میزان فعالیت باقی‌مانده فیتاز در جیره که سبب بهبود عملکرد جوجه گوشتی شود، از اهمیت خاصی برخوردار می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ در مرغداری گوشتی مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان به مدت ۴۲ روز انجام گرفت. در این مطالعه از۴۲۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲ با دو نوع عمل‌آوری خوراک (پلت و آردی) و سه گروه آنزیمی (بدون آنزیم، ناتافوس و مریفاز) در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد.

تهیه آنزیم

آنزیم‌های مورد استفاده در این آزمایش شامل ناتافوس با منشأ قارچی (آسپرژیلوس نیجر) و مریفاز با منشأ باکتریایی (ای. کلای) بودند.

مدیریت آزمایش

جیره‌های غذایی بر اساس ذرت و سویا تنظیم شدند (جدول ۱).

جدول ۱- ترکیب جیره (اجزای جیره بر حسب درصد)

Table 1. The diet composition (components of diet in ration based hundred percent)

اجزاء جیره	آغازین (۰ تا ۲۱روزگی)	رشد (۲۱ تا ۴۲روزگی)
ذرت	۵۶	۶۱
کنجاله سویا	۳۷	۳۱/۴
روغن گیاهی	۱	۲/۲۵
مکمل ویتامین و مواد معدنی	۰/۰۳	۰/۳
دی ال متیونین	۰/۰۳۳	۰/۲
لیزین	۰/۰۰۸	۰/۱۲
ترئونین	۰/۰۵	۰/۰۵
بنتونیت	۰/۰۱	۱
کولین کلراید	۰/۰۰۳۵	۰/۰۳
کربنات کلسیم	۰/۰۸۲	۰/۸
دی کلسیم فسفات	۱	۰/۶
جوش شیرین	۰/۰۰۵	۰/۰۵
نمک طعام	۰/۰۳	۰/۳
آنزیم فیتاز	۰/۰۵	۰/۰۵
خنثی	۰/۱	۱/۹
انرژی قابل سوخت و ساز	۲۸۵۰	۳۰۰۰
پروتئین خام(درصد)	۲۱/۴	۱۹/۳
کلسیم (درصد)	۰/۶۳	۰/۵۳۵
فسفر قابل دسترس(درصد)	۰/۳۲	۰/۲۴
متیونین+سیستئین(درصد)	۰/۹۸	۰/۸
لیزین(درصد)	۱/۲	۱
ترئونین	۰/۹۲	۰/۷۷
سدیم	۰/۱۶	۰/۱۵

مکمل ویتامینی و مواد معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره، مواد مغذی زیر را تامین کرد: ویتامین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی، کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E، ۱۱ واحد بین‌المللی، ویتامینK_3، ۲/۲ میلی‌گرم، ویتامین B_{12}، ۰/۰۱ میلی‌گرم، تیامین، ۱/۵ میلی‌گرم، ریبوفلاوین، ۴ میلی‌گرم، نیاسین، ۳۵ میلی‌گرم، اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم، بیوتین،۰/۱۵ میلی‌گرم، پیرودوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم، اسید پنتوتنیک، ۸ میلی‌گرم، بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم، روی، ۶۵ میلی‌گرم، منگنز، ۷۵ میلی‌گرم، سلنیوم،۰/۲ میلی‌گرم، ید، ۰/۹ میلی‌گرم، مس، ۶ میلی‌گرم، آهن، ۷۵ میلی‌گرم. دی کسیم فسفات به ازای هر کیلوگرم جیره: شامل ۲۸۰ گرم کلسیم و ۱۴۰ گرم فسفات.

1- Pelleting 2- Extrusion 3 - expansion

عمل‌آوری پلت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. سطح مورد استفاده از آنزیم‌های افزوده شده به جیره‌های آزمایشی ۵۰۰ واحد درنظر گرفته شد. برنامه نوردهی به صورت ۲۳ ساعت روشنایی، ۱ ساعت تاریکی بود. جوجه‌ها در طول دوره آزمایش دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. درجه حرارت سالن توسط دماسنج‌های الکلی که در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری ازسطح زمین قرار گرفتند و ابتدا در محدوده ۳۲ تا ۳۴ درجه سانتی گراد تنظیم شدند، کنترل شد. جوجه‌ها به ۳۰ گروه ۱۴ تایی با میانگین وزنی تقریبا مساوی تقسیم و هر پنج قفس به ابعاد ۱/۵ ×۱/۵ به طور تصادفی به یکی از ۶ تیمار آزمایشی اختصاص داده شد.

اندازه‌گیری صفات مربوط به عملکرد

در پایان هر دوره (۱ تا ۲۱) و (۲۱ تا ۴۲) روزگی صفات مربوط به عملکرد از جمله وزن بدن، میانگین مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل غذایی اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری درصد خاکستر و درصد کلسیم و فسفر خاکستر استخوان درشت نی

در سن ۲۱ روزگی تعداد یک قطعه و در سن ۴۲ روزگی تعداد دو قطعه جوجه از هر تکرار ذبح وسپس استخوان درشت نی و پنجه پا چپ آن‌ها به‌منظور اندازه‌گیری درصد خاکستر و همچنین درصد کلسیم و فسفر خاکستر استخوان درشت نی جدا شدند. اندازه‌گیری درصد کلسیم خاکستر درشت نی با استفاده از روش تیتراسیون و اندازه‌گیری درصد فسفرخاکستر درشت‌نی نیز با استفاده از روش معرف (مخلوط مساوی از مونووانادات آمونیوم، هپتا مولیبدات آمونیوم و اسید نیتریک ۱ به ۲) و دستگاه اسپکتروفتومتر (طول موج ۴۳۰ نانومتر) اندازه‌گیری و با استفاده از معادله منحنی استاندارد مربوطه میزان فسفر محاسبه گردید (۱۷،۱۴).

اندازه‌گیری درصد قابلیت هضم فسفر

در سن ۲۱ روزگی تعداد یک قطعه و در سن۴۲ روزگی تعداد دو قطعه جوجه از هر تکرار ذبح و ناحیه ایلئوم روده کوچک به آرامی تخلیه و محتویات آن جهت اندازه‌گیری قابلیت هضم ایلئومی فسفر در ظروف مخصوص جمع آوری و به فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد. درصد قابلیت‌هضم فسفر با استفاده از نشانگر خاکستر نامحلول در اسید و بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (۱۶،۱۴).

$$\text{درصد قابلیت هضم ایلئومی فسفر} = 100 - (100 \times \frac{\text{درصد خاکسترنامحلول در اسید مدفوع یا ایلیوم}}{\text{خاکستر نامحلول در اسید جیره}} \times \frac{\text{درصد فسفر در مدفوع یا ایلئوم}}{\text{درصد فسفر جیره}})$$

آنالیز آماری داده‌ها

اطلاعات رکورد برداری شده توسط نرم‌افزار آماری (۲۰۱۰) SAS و میانگین تیمارهای آزمایشی برای اثرات اصلی با استفاده از آزمون LSD و برای اثرات متقابل با استفاده از آزمون LSM در سطح ۵ درصد با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند (۳۱).

نتایج و بحث

مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مصرف جیره غذایی پلت باعث افزایش معنی‌دار میانگین مصرف خوراک روزانه، میانگین وزن بدن و بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های مختلف آزمایش شد ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۲- تأثیر عمل‌آوری خوراک و آنزیم فیتاز بر مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی

Table 2. The effect of processing and phytase on feed intake, body weight and FCR in broilers

	میانگین مصرف خوراک روزانه			میانگین وزن بدن(گرم)		ضریب تبدیل غذایی		
اثرات اصلی	۰تا۲۱ روزگی	۲۱تا۴۲ روزگی	۰تا۴۲ روزگی	۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۰تا ۲۱ روزگی	۲۱تا۴۲ روزگی	۰تا ۴۲ روزگی
نوع عمل آوری								
آردی	۴۶/۴^{b}	۱۳۹/۲^{b}	۹۰/۱^{b}	۶۳۶/۴^{b}	۲۱۴۶/۴^{b}	۱/۶۱^{a}	۱/۹۴^{a}	۱/۷۹^{a}
پلت	۵۴/۶^{a}	۱۵۰/۳^{a}	۹۸/۱^{a}	۷۹۵/۷^{a}	۲۵۲۱/۳^{a}	۱/۵۲^{b}	۱/۸۳^{b}	۱/۶۶^{b}
خطای معیار	۱/۱۳	۱/۶۱	۰/۸۹	۸/۹۷	۲۴/۷۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱
P value	***	***	***	***	***	*	***	***
نوع آنزیم								
بدون آنزیم	۵۰/۷^{ab}	۱۴۴/۶	۹۴/۶^{a}	۷۱۵/۸^{a}	۲۳۲۳/۸^{ab}	۱/۵۸	۱/۸۹^{ab}	۱/۷۴^{ab}
مریفاز	۵۰/۷^{ab}	۱۴۶/۸	۹۴/۵^{a}	۷۳۵/۳^{a}	۲۴۱۱/۰^{a}	۱/۵۳	۱/۸۴^{b}	۱/۶۸^{b}
ناتافوس	۴۷/۸^{b}	۱۴۰/۹	۹۱/۰^{b}	۶۷۴/۸^{b}	۲۲۷۲/۰^{b}	۱/۵۶	۱/۸۷^{b}	۱/۷۰^{ab}
خطای معیار	۲/۰۴	۲/۸۳	۱/۷۱	۲۷/۶۵	۶۹/۷۵	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۳
P value	ns	ns	**	***	*	ns	**	ns
اثرات متقابل								
آردی × بدون آنزیم	۴۷/۹^{bcd}	۱۳۷/۵^{bc}	۹۰/۴^{c}	۶۵۹/۵^{c}	۲۱۵۷/۶^{bc}	۱/۶۳	۱/۹۳^{ab}	۱/۷۹^{ab}
آردی × مریفاز	۴۷/۳^{cd}	۱۴۴/۱^{ab}	۹۲/۶^{bc}	۶۶۱/۰^{c}	۲۲۴۴/۰^{b}	۱/۶۰	۱/۹۱^{b}	۱/۷۶^{abc}
آردی × ناتافوس	۴۲/۶^{d}	۱۳۱/۴^{c}	۸۴/۸^{d}	۵۵۷/۰^{d}	۲۰۴۴/۰^{c}	۱/۶۴	۱/۸۸^{b}	۱/۷۵^{abc}
پلت × بدون آنزیم	۵۳/۵^{abc}	۱۵۱/۶^{a}	۹۸/۸^{a}	۷۷۲/۱^{b}	۲۴۹۰/۰^{a}	۱/۵۳	۱/۸۵^{bc}	۱/۶۹^{bcd}
پلت × مریفاز	۵۴/۱^{ab}	۱۴۹/۵^{a}	۹۶/۴^{ab}	۸۰۹/۶^{a}	۲۵۷۸/۰^{a}	۱/۴۷	۱/۷۷^{c}	۱/۵۹^{d}
پلت × ناتافوس	۵۳/۰^{abc}	۱۵۰/۴^{a}	۹۷/۳^{a}	۷۹۲/۶^{ab}	۲۵۰۰/۰^{a}	۱/۴۸	۱/۸۵^{bc}	۱/۶۶^{cd}
خطای معیار	۱/۰۳	۱/۴۳	۰/۸۹	۱۴/۳۴	۳۴/۶۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱
P value	ns	ns	*	***	ns	ns	*	ns

a-b: در هر ستون میانگین‌های فاقد حروف مشابه با یکدیگر اختلاف معنی داری دارند($P<۰/۰۵$)، ns: غیر معنی دار *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد ***: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد

عمل‌آوری پلت از طریق: کاهش مصرف انتخابی خوراک، کاهش اتلاف مواد خوراکی، کاهش تفکیک مواد خوراکی، صرف زمان و انرژی کمتر برای مصرف خوراک، بهبود خوشخوراکی، تخریب میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و همچنین به علت حرارت پلت که منجر به ژلاتینه شدن نشاسته وحلالیت پروتئین می‌شود، سبب بهبود عملکرد و ضریب تبدیل خوراک شد (۶). در رابطه با اثر اصلی نوع آنزیم بر میانگین مصرف خوراک روزانه در دوره آغازین (صفر تا ۲۱ روزگی) و رشد (۲۱ تا ۴۲ روزگی) هیچ اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های مصرف‌کننده مریفاز با کنترل و همچنین ناتافوس با کنترل مشاهده نشد (جدول ۳). در رابطه با تاثیر اثرات متقابل نوع عمل‌آوری و نوع آنزیم بر مصرف خوراک، همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، افزودن مریفاز و ناتافوس به جیره‌های غذایی پلت نتوانست مصرف خوراک را نسبت به گروه کنترل افزایش دهد. عدم افزایش مصرف خوراک را می‌توان به سطح افزوده شده از آنزیم نسبت داد. وینگو و همکاران (۳۶) گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در مقدار خوراک مصرفی در اثر افزودن فیتاز به تنهایی و یا به همراه اسید سیتریک در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد. حسن آبادی و همکاران (۱۳) گزارش کردند که افزودن آنزیم فیتاز در سطوح متفاوت به جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر افزایش مصرف خوراک نداشت. در حالیکه جان پییر و همکاران (۱۸) گزارش کردند، استفاده از فیتاز به واسطه افزایش قابلیت هضم نشاسته و افزایش بهره‌وری از پروتئین‌ها باعث بهبود مصرف خوراک می‌شود، همچنین موسوی و همکاران (۲۰) اظهار داشتند استفاده از فیتاز باعث افزایش معنی‌داری در مصرف خوراک و افزایش وزن بدن در کل دوره گردید. در رابطه با تاثیر نوع آنزیم بر وزن بدن: بین وزن بدن گروه‌های مصرف‌کننده مریفاز و ناتافوس با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. حسن آبادی و همکاران (۱۲) گزارش کردند، افزودن آنزیم فیتاز در هیچ یک از سطوح مورد استفاده اثر معنی‌داری بر وزن بدن و اضافه وزن روزانه نداشته است. درحالیکه سانتس و همکاران (۲۴) گزارش کردند که افزودن فیتاز به واسطه افزایش قابلیت استفاده از فسفر، پروتئین، اسیدهای آمینه و افزایش قابلیت هضم نشاسته منجر به افزایش وزن بدن و اضافه وزن روزانه شده است. محققین دریافتند، آنزیم فیتاز با افزایش چشمگیر قابلیت هضم مواد مغذی از طریق آزاد سازی مواد مغذی متصل شده با اسید فیتیک موجب افزایش انرژی آزاد شده از جیره غذایی می‌گردد (۱۹). همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، هیچ اختلاف معنی‌داری بین ضریب تبدیل غذایی گروه مصرف‌کننده ناتافوس با گروه کنترل و همچنین بین ضریب تبدیل غذایی گروه دریافت کننده مریفاز با گروه کنترل در دوره‌های مختلف پرورش مشاهده نشد. تانگ و همکاران (۳۲) گزارش کردند، اختلاف معنی‌داری بین ضریب تبدیل غذایی در گروه مصرف کننده فیتاز میکروبی با گروه کنترل مثبت مشاهده نشده است (۲۰). شاو و همکاران (۲۷) در تحقیقی تاثیرافزودن دو نوع آنزیم فیتاز با دو سطح ۵۰۰ و ۷۵۰ را بر صفات مربوط به عملکرد بررسی کردند، نتایج این مطالعه نشان داد، که هیچ یک از انواع فیتاز افزوده شده با سطح مورد نظر ضریب تبدیل غذایی را نسبت به گروه کنترل افزایش نداد. در مطالعه‌ای که زیلا و همکاران (۳۷) انجام دادند، افزودن فیتاز باعث بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی ولی کاهش غیر معنی‌دار اضافه وزن شد. سیلان و همکاران (۱۰) گزارش کردند، افزودن فیتاز باعث افزایش معنی‌دار عملکرد رشد در دوره استارتر و رشد شده است. ویورُوس و همکاران (۳۳) گزارش کردند، مصرف مکمل فیتاز میکروبی تأثیری بر میزان ضریب تبدیل خوراک نداشته است. کاباهوگ و همکاران (۷) گزارش کردند، افزودن فیتاز (۴۰۰ و ۸۰۰ واحد در کیلوگرم) به جیره حاوی ۲/۳ گرم در کیلوگرم فسفر غیر فیتاته ضریب تبدیل را (۷/۹٪) در جوجه‌های گوشتی از ۷ تا ۲۵ روزگی بهبود بخشید.

خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت نی

عمل‌آوری پلت باعث کاهش معنی‌دار ($P <$ ۰/۰۵) خاکستر استخوان درشت نی (۴۲ روزگی) شد، درحالیکه درصد کلسیم استخوان درشت نی (۴۲ روزگی) را افزایش داد ($P <$ ۰/۰۵). تأثیر نوع عمل‌آوری بر درصد فسفر خاکستر استخوان درشت نی غیر معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر عمل‌آوری خوراک و آنزیم فیتاز بر کلسیم و فسفر خاکستر استخوان درشت نی، خاکستر استخوان پنجه پا و قابلیت هضم مدفوعی و ایلئومی فسفر در جوجه‌های گوشتی

Table 3. The effect of processing and phytase on calcium and phosphorus tibia ash, toe ash and digestibility fecal and ileal phosphorus in broilers

اثرات اصلی	خاکستر درشت نی		خاکسترپنجه پا		کلسیم خاکستر درشت نی	فسفر خاکستر درشت نی	قابلیت هضم ظاهری فسفر	
	۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۴۲ روزگی	۴۲ روزگی	۲۱ روزگی (مدفوعی)	۴۲ روزگی (ایلئومی)
نوع عمل آوری								
آردی	۵۲/۰	۵۲/۴^{a}	۴۰/۶	۵۳/۴	۳۴/۲^{b}	۲۲/۶	۴۹/۱	۵۲
پلت	۵۲/۷	۵۱/۷^{b}	۳۷/۶	۵۳/۳	۳۵/۷^{a}	۲۲/۶	۵۰/۲	۵۵/۶
خطای معیار	۰/۳۶	۰/۲۳	۳/۰۸	۰/۶۱	۰/۳۹	۰/۳۰	۱/۷۸	۱/۸۷
P value	ns	*	ns	ns	**	ns	ns	*
نوع آنزیم								
بدون آنزیم	۵۲/۴	۵۲/۴	۳۱/۹^{b}	۵۳/۳	۳۴/۹	۲۳/۲^{a}	۴۹/۳^{b}	۴۹/۲^{b}
مریفاز	۵۲/۷	۵۱/۹	۴۸/۵^{a}	۵۴/۱	۳۵/۱	۲۲/۳^{ab}	۵۳/۹^{a}	۵۷/۷^{a}
ناتافوس	۵۲/۱	۵۲/۳	۳۹/۸^{ab}	۵۳/۷	۳۵/۱	۲۲/۶^{ab}	۵۱/۰^{ab}	۴۶/۹^{b}
خطای معیار	۰/۵۳	۰/۳۳	۳/۹۵	۰/۸۴	۰/۶۲	۰/۳۶	۲/۳۲	۱/۸۲
P value	ns	ns	*	ns	ns	**	***	***
اثرات متقابل								
آردی ×بدون آنزیم	۵۲/۰	۵۲^{ab}	۳۳/۳	۵۳/۳	۳۴/۲	۲۲/۸^{ab}	۴۴/۹^{a}	۴۳/۵^{c}
آردی × مریفاز	۵۲/۵	۵۲/۹^{a}	۵۳/۰	۵۴/۸	۳۴/۲	۲۱/۸^{bc}	۴۷/۵^{ca}	۵۸/۹^{a}
آردی× ناتافوس	۵۱/۵	۵۲/۸^{a}	۳۷/۷	۵۳/۸	۳۳/۹	۲۲/۳^{abc}	۴۲/۵^{e}	۴۴/۶^{c}
پلت× بدون آنزیم	۵۲/۸	۵۲/۳^{ab}	۳۰/۶	۵۳/۲	۳۵/۶	۲۳/۶^{a}	۵۳/۶^{ab}	۵۴/۸^{ab}
پلت× مریفاز	۵۲/۸	۵۰/۹^{c}	۴۴	۵۳/۴	۳۶	۲۲/۷^{ab}	۵۴/۶^{a}	۵۶/۵^{ab}
پلت × ناتافوس	۵۲/۷	۵۱/۸^{abc}	۴۲	۵۳/۶	۳۶/۳	۲۱^{c}	۵۰/۰^{bd}	۵۴/۶^{ab}
خطای معیار	۰/۲۶	۰/۱۷	۲/۱۸	۰/۴۳	۰/۳۰	۰/۲۱	۱/۳۲	۱/۳۵
P value	ns	*	ns	ns	ns	ns	***	ns

a-b: در هر ستون میانگین های فاقد حروف مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند($P<۰/۰۵$)

ns: غیرمعنی‌دار *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد ***: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد

ادواردز و همکاران (۱۱) گزارش کردند، عمل‌آوری پلت تأثیری بر خاکستر استخوان درشت نی و ابقای فسفر[1] نداشت، اما درصد کلسیم استخوان درشت نی را افزایش داد. در تحقیقی که بایلی و همکاران (۵) انجام دادند، عمل‌آوری پلت باعث افزایش عملکرد و خاکستر استخوان درشت نی شد. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، تأثیر نوع آنزیم بر درصد خاکستر استخوان درشت نی و درصد کلسیم خاکستر درشت نی معنی‌دار نبود (۲۰). همچنین بین گروه‌های دریافت‌کننده آنزیم مریفاز و ناتافوس با گروه‌های کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این نتیجه را می‌توان به سطح استفاده شده از آنزیم، سطح کلسیم و فسفر جیره غذایی مرتبط دانست. چون عملکرد مطلوب آنزیم‌های فیتاز در جیره‌های دارای کمبود فسفر و کلسیم مشهود است. در همین راستا شرلی و ادواردز (۲۸) گزارش کردند، افزودن سطوح ۳۷۵، ۷۵۰ و ۱۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز به جیره غذایی حاوی سطوح پایین کلسیم باعث کاهش درصد ابقاء کلسیم در استخوان درشت نی نسبت به گروه کنترل شد، درحالیکه افزودن ۶۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ واحد فیتاز به جیره غذایی باعث افزایش ابقاء کلسیم در استخوان درشت نی نسبت به گروه کنترل شد (۲۲). سباستین و همکاران (۲۵)، گزارش کردند، افزودن ۶۰۰ واحد آنزیم فیتاز به جیره جوجه‌های تغذیه شده با فسفر غیر فیتاته ۲۸٪ کمتر در دوره ۱ تا ۲۱ روزگی باعث افزایش درصد فسفر استخوان درشت نی گردید. تانگ و همکاران (۳۲) گزارش کردند، افزودن فیتاز میکروبی به جیره کنترل منفی باعث افزایش معنی‌دار درصد فسفر استخوان درشت نی شد. آگسپورگر و همکاران (۳) تأثیر استفاده از سطوح متفاوت آنزیم‌های تجاری ناتافوس و رونوزایم[2] و همچنین فیتاز استخراج شده از باکتری‌ای. کلای را بر درصد خاکستر استخوان درشت نی بررسی کردند، نتایج نشان داد، که بیشترین درصد خاکستر بدست آمده مربوط به اثر استفاده از ECP[3] بوده است چون ECP منجر به آزادسازی بیشتر فسفر (حدود ۰/۱۲۵ درصد) در مقایسه با ۰/۰۳۲ و ۰/۰۲۸درصد فسفر آزاد شده مرتبط با افزودن ناتافوس و رونوزایم می‌باشد، همچنین این محققین گزارش کردند، اثر ترکیبی آنزیم‌ها نیز به واسطه امکان شروع جداسازی فسفر از جایگاه‌های متفاوت در مولکول اسید فیتیک مؤثر می‌باشد. شرلی و ادواردز (۲۸) گزارش کردند، با افزایش سطح فیتاز استفاده شده در جیره وزن خاکستر استخوان درشت نی افزایش می‌یابد. در طی آزمایشی که این محققین انجام دادند، بیشترین وزن خاکستر درشت نی مربوط به اثر افزودن ۱۲۰۰ واحد آنزیم فیتاز بود. سانتس و همکاران (۲۴) گزارش کردند، افزودن سطوح ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ واحد فیزایم به جیره‌های غذایی کنترل منفی (با سطوح مواد مغذی متفاوت) باعث افزایش درصد خاکستر استخوان درشت نی نسبت به گروه کنترل مثبت شد، درحالیکه بین سطوح افزوده شده از نظر تأثیر بر درصد خاکستر درشت نی هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در رابطه با اثرات متقابل: کمترین درصد خاکستر استخوان درشت نی (۴۲ روزگی) مربوط به گروه دریافت‌کننده جیره پلت مریفاز، که دارای اختلاف غیرمعنی‌دار با پلت ناتافوس بود. درصد فسفر خاکستر درشت

1- P retention 2- Ronozyme 3- E.Coli Phytase

نی گروه مصرف‌کننده جیره پلت ناتافوس به طور معنی‌داری (P <۰/۰۵) کمتر از پلت کنترل و پلت مریفاز بود.

خاکستر استخوان پنجه پا

طبق جدول ۲ تأثیر نوع عمل‌آوری بر درصد خاکستر استخوان پنجه پا معنی‌دار نبود. در رابطه با اثر اصلی نوع آنزیم بر درصد خاکستراستخوان پنجه پا (۲۱ روزگی): مریفاز درصد خاکستر استخوان پنجه پا را نسبت به گروه کنترل افزایش داد (P <۰/۰۵) درحالیکه بین مریفاز و ناتافوس اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در این رابطه واتسون و همکاران (۳۵) گزارش کردند، افزودن فیتاز به جیره غذایی با سطوح پایین نسبت کلسیم به فسفر باعث افزایش درصد خاکستر پنجه پا نسبت به جیره کنترل منفی شد. تانگ و همکاران (۳۲) گزارش کردند، افزودن فیتاز میکروبی به جیره کنترل منفی باعث افزایش معنی‌دار (P <۰/۰۵) درصد خاکستر استخوان درشت نی ، پنجه پا و درصد فسفر استخوان درشت نی شد. در تحقیقی که احمد و همکاران (۲) انجام دادند، افزودن فیتاز به جیره با سطح نرمال فسفر باعث افزایش معنی‌دار میزان خاکستر پنجه پا نسبت به گروه شاهد شد. نامینی و همکاران (۱۹) گزارش کردند، افزودن فیتاز به جیره غذایی باعث افزایش معنی‌دار درصد خاکستر استخوان پنجه پا شد. همچنین راویندران و هندریکس (۲۲) گزارش کردند پاسخ میزان خاکستر پنجه پا به افزودن فیتاز فقط در جیره‌های دارای کمبود فسفر دیده شده است.

قابلیت هضم فسفر

در سن ۲۱ روزگی آنزیم مریفاز باعث افزایش معنی‌دار (P<۰/۰۵) درصد قابلیت هضم مدفوعی فسفر نسبت به گروه کنترل شد، مریفاز با افزایش بهره‌وری از فسفر فیتاته در جیره غذایی مانع از دفع فسفر شد، در حالیکه بین گروه‌های دریافت‌کننده آنزیم مریفاز و ناتافوس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تحقیقی که سیلان و همکاران (۱۰) انجام دادند، افزودن فیتاز به جیره کنترل منفی دفع فسفر را در مدفوع کاهش داد. آنزیم باکتریایی مریفاز باعث افزایش معنی‌دار (P <۰/۰۵) قابلیت هضم ایلئومی (۴۲ روزگی) فسفرنسبت به گروه کنترل و همچنین گروه دریافت کننده آنزیم ناتافوس شد، که در توافق با یافته‌های راویندران و همکاران (۲۱) و بهادران و همکاران (۴) مبنی بر افزایش قابلیت هضم فسفر در اثر افزودن مکمل فیتاز به جیره‌های حاوی غلات می‌باشد. در رابطه با اثرات متقابل آنزیم و عمل‌آوری بر قابلیت هضم فسفر در سن ۲۱ روزگی قابلیت هضم فسفر در گروه مصرف‌کننده پلت مریفاز به طور معنی‌داری (P <۰/۰۵) نسبت به گروه مصرف‌کننده پلت ناتافوس افزایش یافت. در سن ۴۲ روزگی هیچ اختلاف معنی‌داری بین گروه مصرف‌کننده پلت کنترل با گروه پلت مریفاز و پلت ناتافوس مشاهده نشد. جیره آردی مریفاز قابلیت هضم ایلئومی فسفر را نسبت به گروه آردی کنترل و آردی ناتافوس افزایش داد (P <۰/۰۵).

به طورکلی عمل‌آوری پلت باعث بهبود صفات مربوط به عملکرد و افزایش کلسیم خاکستر درشت نی (۴۲ روزگی) شد. آنزیم باکتریایی مریفاز مصرف خوراک کل دوره آزمایش و وزن بدن (۲۱ و ۴۲ روزگی) را به طور معنی‌داری نسبت به ناتافوس افزایش داد. بین ضریب تبدیل غذایی گروه مصرف کننده مریفاز در مقایسه با ناتافوس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تأثیر نوع آنزیم بر درصد خاکستر استخوان درشت نی و درصد کلسیم خاکستر درشت نی معنی‌دار نبود. هیچ اختلاف معنی‌داری بین درصد فسفر استخوان درشت نی گروه مصرف‌کننده مریفاز با ناتافوس دیده نشد. مریفاز باعث افزایش خاکستر پنجه (۲۱ روزگی) شد. اختلاف معنی‌داری در قابلیت هضم مدفوعی فسفر بین گروه‌های دریافت‌کننده آنزیم مریفاز و ناتافوس مشاهده نشد، در حالیکه مریفاز قابلیت هضم ایلئومی فسفر را نسبت به ناتافوس افزایش داد.

منابع

1. Abelson, P.H. 1999. A potential phosphate crisis. Science, 283: 2015.
2. Ahmad, T., Sh. Rasool, M. Sarwar, A. Haq and Z. Hasan. 2000. Effect of microbial phytase produced from fungus Aspergillus niger on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 83: 103-114.
3. Augspurger, N.R., D.M. Webel, X.G. Lei and D.H. Baker. 2003. Efficacy of e.coli phytas expressed in yeast for releasing phytate-bound phosphorus in young chicks and pigs. Journal of Animal Science, 81: 474-483.
4. Bahadoran, R., A.A. Gheisari and M. Toghyani. 2011. Effects of supplemental microbial phytase enzyme on performance and phytate phosphorus digestibility of a corn-wheat-soybean meal diet in broiler chicks. African Journal of Biotechnology, 10(34): 6655-6662.
5. Bayley, H.S., J.D. Summers and S.J. Slinger. 1968. The effect of steam pelleting feed ingredients on chick performance:Effect on phosphorus availability, metabolizable value and carcass composition. Poultry Science, 47: 1140-1148.
6. Behnke, K.C. 1994. Factors affecting pellet quality. Conference maryland nutrition dept. of poultry science and animal science, college of agriculture, university of Maryland college park.
7. Cabahug, S., V. Ravindran, P.H. Selle and W.L. Bryden. 1999. Response of broiler chickens to microbial phytase as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels. British Poultry Science, 40: 660-666.
8. Cavalcanti, W.B. and K.C. Behnke .2004. Effect of wheat bran phytase subjected to different conditioning temperatures on phosphorus utilization by broiler chicks based on body weight and toe ash measurements. International Journal Poultry Science, 3: 215-219.
9. Correll, D.L. 1999. Phosphorus: a rate limiting nutrient in surface waters. Poultry Science, 78: 674-682.
10. Ceylan, N., S. Cangir, M. Corduk, A. Grigorov and S.H. Golzar Adabi. 2012. The effects of phytase supplementation and dietary phosphorus level on performance and on tibia ash and phosphorus contents in broilers fed maize-soyabased diets. Journal of Animal and Feed Sciences, 21: 696-704.
11. Edwards, H.M., A.B. Carlos, A.B. Kasim and R.T. Toledo .1999. Effects of steam pelleting and extrusion on phytate phosphorus utilization in broiler chickens.Poultry Science, 78: 96-101.
12. Hassanabadi, A., H. Nasiri Moghadam and J. Pourreza. 2003. Effect of microbial phytase on apparent amino acid digestibility and performance of broiler chickens. Agricultural Sciences and Technology, 18: 49-56 (In Persian).
13. Hassanabadi, A., H. Nasiri Moghadam and H. Kermanshahi. 2004. Effect of microbial phytase on apparent protein, aminoacid, calcium, phosphorus,iron and zinc digestibility of broiler chickens. Congress of the 1th. Animal Science, (In Persian).
14. Helrich, K. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), chapter 9,18th Edition.
15. Igbasan, F.A., K. Manner, G. Miksch, R. Borriss, A. Farouk and O. Simon. 2000. Comparative studies on the in vitro properties of phytases from various microbial origins. Archives of Animal Nutrition. 53: 353-373.
16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, determining the amount of phosphorus compliant, 513 pp (In Persian).
17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, determining the amount of ash insoluble in HCl compliant, 414 pp (In Persian).
18. Juanpere, J., A.M. Pérez-Vendrell and J. Brufau. 2004. Effect of microbial phytase on broilers fed barley-based diets in the presence or not of endogenous phytase. Animal Feed Science and Technology, 115: 265-279.
19. Mohammadbagheri, N. and R. Najafi. 2014. Study the immune system and carcass characteristics of broiler chickens fed with organic acids and phytase enzyme supplementation. Research on Animal Production, 6: 61-69 (In Persian).
20. Mousavi, A., M. Rezaei, F. Niknafs and B. Shohreh. 2010. Effects of microbial phytase on performance, carcass characteristics and phosphorus and calcium content of tibia in broiler chicks. Research on Animal Production, 1: 16-28 (In Persian).
21. Namini, B.B., Y.E. Nezhad, M. Sarikhan, A.R. Ahmadzadeh, M.H. Hosseinzadeh and B. Gholizadeh. 2012. Effects of dietary available phosphorus and microbial phytase on growth performance, carcass traits, serum minerals and toe ash content in broiler chicks. International Journal of Agriculture and Biology, 14: 435-439.
22. Ravindran V. 1995. Phytases in poultry nutrition. Proceeding australian poultry science symposium, 7: 135-139.
23. Ravindran, V., S. Cabahug, G. Ravindran, P.H. Selle and W.L. Bryden .2000. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus.British Poultry Science, 41: 193-200.
24. Ravindran, Y. and W.H. Hendriks. 2003. Effects of microbial phytase produced by solid-state fermentation on the performance and nutrient utilisation of broilers fed maize- and wheat-based diets. British Poultry Science, 44: 710-718.
25. Sharpley, A. 1999. Agricultural phosphorus, water quality and poultry production: are they compatible? Poultry Science, 78: 660-673.
26. Santos, F.R., M. Hruby, E.E.M. Pierson, J.C. Remus and N.K. Sakomura. 2008. Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. The Journal of Applied Poultry Research, 17: 191-201.

27. Sebastian, S., S.P. Touchburn, E.R. Chavez and P.C. Lague.1996. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of diefary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. Poultry Science, 75: 729-736.
28. Selle, P.H. and V. Ravindran .2007. Microbial phytase in poultry nutrition. Animal Feed Science and Technology, 135: 1-41.
29. Shaw, L., J.P. Blake and R.W. Gordo. 2010. Evaluation of commercial phytase enzymes on performance and tibia-breaking strength of male broiler chicks. Journal Applied Poultry Research. 19: 415-421.
30. Shirley, R.B. and H.M. Edwards. 2003. Graded levels of phytase past industry standards improves broiler performance. Poultry Science, 82: 671-680.
31. Simon, O. and F. Igbasan.2002. Invitro properties of phytases from various microbial origins. International Journal Food Science Technology, 37: 813-822.
32. Simons, P.C.M., H.A.J. Versteegh, A.W. Jongbloed, P.A. Kemme, P. Slump, K.D. Bos, M.G.E. Wolters, R., F. Beudeker and G.J. Verschoor .1990. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. British Journal Nutrition, 64: 525-540.
33. SAS Institute, 2000. SAS User's Guide: Statistics. 8th Edn. SAS Institute Inc., Cary, NC. ISBN: 10:158025599X, pp: 576.
34. Tang, H.O., X.H. GAO, F. Ji, S. Tong and X.j. Li .2012. Effects of a thermostable phytase on the growth performance and bone mineralization of broilers. Journal of Applied Poultry Research, 21: 476-483.
35. Viveros, A., C. Centeno, A. Brenes, R. Canales and A. Lozano.2000. Phytase and acidphosphatase activities in plant feedstuffs.Journal Agricultural Food Chemistery, 48:4009-4013.
36. Warden, W.K. and P.J. Schaible.1962. Preliminary investigation concern in utilization of phytin phosphorus by the chick. Poultry Science, 41:1692 (Abstract).
37. Watson, B.C., J.O. Matthews, L.L. Southern and J.L. Shelton .2006. The effects of phytase on growth performance and intestinal transit time of broilers fed nutritionally adequate diets and diets deficient in calcium and phosphorus. Poultry Science, 85: 493-497.
38. Woyengo, T.A., B.A. Slominski and R.O. Jones. 2010. Growth performance and nutrient utilization of broiler chickens fed diets supplemented with phytase alone or in combination with citric acid and multicarbohydrase. Poultry Science, 89: 2221-2229.
39. Zyla, K., J. Koreleski, S. Światkiewicz, J. Piironen and D.R. Ledoux .2001. Influence of supplemental enzymes on the performance and phosphorus excretion of broilers fed wheat-based diets to 6 weeks of age. Animal Feed Science Technology, 89: 13-118.

The Effects of Processing and Phytase on Performance and Phosphorus Digestibility in Broilers

Niloofar Goodarzi[1], Abbas Ali Gheisari[2] and Majid Toghyani[3]

1-Young Researcher and Elite Cloub Department of Animal Science, Isfahan (Khorasgan) Branche, Islamic Azad University, Isfahan, (Corresponding author: goodarzi.ni1987@gmail.com)
2- Associate professor, Agricultural Research Centre Isfahan
3- Professor, Department of Animal Science, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
Received: February 25, 2016 Accepted: March 17, 2018

Abstract

This experiment was conducted to study the effect of type of feed processing and type of phytase enzyme on growth performance, calcium, phosphorus tibia and toe ash ,fecal and ileal digestibility of phosphorus in broiler chickens. A total of 420 broiler chicks (Ross 308) were used in a completely random design in the a 2×3 factorial arrangement using two processing methods (pellet and mash) and three groups of enzyme (negative control, natuphos (Aspergillus niger) and Meriphase (E.coli). The experiment lasted up to 42 days of age. Levels of enzymes used in the experiment were 500FTU kg^{-1}. The results showed that pelleting diet significantly increase the average daily feed intake, body weight and significantly improved feed conversion ratio (P< 0.05) in all of growing periods. Meriphase increased the average daily feed intake (0 to 42 days) and body weight (21, 42 days) compared to natuphos (P< 0.05). Pellet processing caused the reduction of tibia ash percent (42 days of old) and increase in calcium level in tibia ash (P< 0.05). Meriphase increased, toe ash (21 days) compared to the control group (P< 0.05). whereas there was no significant difference between the Meriphase and Natuphos. Meriphase increased digestibility of fecal phosphorus compared to control also increased the digestibility of ileal phosphorus compared with the control group and Natuphos (P< 0.05).The effect of enzymes on the tibia ash, calcium tibia ash and toe ash (42 days) was not significant. In general, pellet improved the performance and increased calcium tibia ash of broilers (42 days). Meriphase increased toe ash (21 days) compared to the control group. Meriphase increased digestibility of fecal phosphorus compared to control and increased digestibility of ileal phosphorus compared to the control and Natuphos groups.

Keywords: Broiler, Digestibility, Processing, Phytase, Performance