Archive of SID

ارزیابی بیولوژیک انواع مختلف دی‌کلسیم‌فسفات تولید ایران و مقایسه‌ی اثر آن‌ها بر شاخص‌های تولید و ویژگی‌های استخوان در جوجه‌های گوشتی نر

فرزین علی‌ملایری[۱]، محسن فرخوی[۲*]، مهرداد مدیرصانعی[۳]، مسعود هاشم‌زاده[۴] و محمد رضائیان[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۲۰

چکیده

هدف از این تحقیق تعیین ارزش بیولوژیک نسبی چند نوع دی‌کلسیم‌فسفات تولید داخل بود. ۲۶ نمونه‌ی دی‌کلسیم‌فسفات از ۲۶ کارخانه‌ی فعال در ۱۲ استان اخذ و پس از آزمایش‌های اولیه و تعیین شاخص‌های استاندارد، تعداد ۷ نمونه دارای ویژگی‌های استاندارد داخلی انتخاب شدند. ۷۲۰ قطعه جوجه‌ی گوشتی نر یک روزه سویه‌ی راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۶ تکرار و ۱۵ جوجه در هر تکرار به مدت ۲۱ روز در قفس پرورش داده شدند. تیمارها شامل یک تیمار شاهد (اسید فسفریک با خلوص ۸۵ درصد) و ۷ تیمار آزمایشی A، B، C، D، E، F و G بودند. تفاوت تیمارهای آزمایشی در نوع دی‌کلسیم‌فسفات مورد استفاده در جیره بود. در ۱۰ و ۲۱ روزگی میزان افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل محاسبه شد. میزان خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت‌نی درآخر دوره اندازه‌گیری شد . در ۲۱ روزگی شاخص‌های خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل تفاوت معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی و شاهد نشان ندادند، اما شاخص افزایش وزن در ۱۰ روزگی تفاوت معنی‌داری بین تیمار حاوی نمونه F و شاهد نشان داد. از نظر میزان خاکستر استخوان، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی و شاهد مشاهده نشد. مقدار کلسیم استخوان درشت‌نی در تیمارهای واجد نمونه‌های F و G به طور معنی‌داری پائین‌تر از شاهد بود. میزان فسفر استخوان تیمارهای واجد نمونه‌های B، C، F و G، کم‌تر از شاهد بود. با توجه به میانگین دو معیار افزایش وزن بدن و خاکستر استخوان، ارزش بیولوژیک نمونه‌های دی-کلسیم‌فسفات A، B، C، D، E، F و G به ترتیب ۹۸/۱، ۱۰۳/۳، ۹۶/۹، ۱۰۰/۲، ۹۷/۹، ۹۴/۰، ۱۰۰/۲ برآورد و نمونه‌های B و F به ترتیب دارای بالاترین و پائین‌ترین ارزش بیولوژیک بودند. از مطالعه‌ی حاضر می‌توان چنین استنتاج نمود که برخی از نمونه‌های دی‌کلسیم-فسفات داخلی فاقد استانداردهای لازم و تعدادی از آن‌ها دارای ارزش بیولوژیک بالا و قابل قبول می‌باشند.

کلمات کلیدی: دی‌کلسیم‌فسفات، ارزیابی بیولوژیکی، عملکرد تولید، استخوان، جوجه گوشتی

مقدمه

فسفر یک ماده‌ی مغذی مهم و اساسی و همچنین یک ماده‌ی با ارزش و گران‌بها بعد از انرژی و پروتئین در جیره‌ی طیور طی سال‌های اخیر بوده است . بیش‌ترین میزان ماده‌ی معدنی موجود در بدن دام‌های پرورشی از جمله طیور را فسفر و کلسیم تشکیل می‌دهند. فسفر از نظر متابولیکی از فعال‌ترین عناصر معدنی است (فرخوی و همکاران ۱۳۶۹). قسمت عمده‌ی فسفر در بدن به شکل فسفات‌کلسیم کریستال شده غیرمحلول در استخوان‌ها وجود دارد و نقش بسیار مهمی را در تشکیل این اعضا ایفا می‌نماید. علاوه بر این، فسفر نقش حیاتی

[۱] دانشجوی دکترای بهداشت و تغذیه‌ی طیور، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه تهران
[۲*] دانشیار گروه بهداشت و تغذیه‌ی دام و طیور، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه تهران E-mail: mfarkhoy@ut.ac.ir (نویسنده‌ی مسئول)
[۳] دانشیار گروه بهداشت و تغذیه‌ی دام و طیور، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه تهران
[۴] استادیار پژوهشی، مؤسسه‌ی تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج

www.SID.ir

Archive of SID

و کلیدی در نگهداری تعادل اسمزی بدن، متابولیسم انرژی و آمینواسیدها و ساخت پروتئین، مکانیسم‌های سلولی و استخوان ایفا می‌کند (Potchanakorn and Potter 1987, Bikker et al. 2016, Liu et al. 2008, Suttle 2010).

غلات و فراورده‌های جانبی آن‌ها و کنجاله‌های دانه-های روغنی از مهم‌ترین مواد اولیه مورد استفاده در خوراک طیور هستند که دارای مقادیر کمی فسفر می‌باشند و بخش مهمی از فسفر موجود در آن‌ها نیز به صورت فسفر فیتاته است که به دلیل نوع اتصالات شیمیایی آن و تولید کم آنزیم فیتاز در بدن طیور، از قابلیت دسترسی پائینی برخوردار است و به همین جهت استفاده از مکمل-های معدنی فسفر در جیره‌های غذایی حیوانات برای تأمین فسفر ضروری است (Nelson 1967, Yam et al. 2001, Li et al. 2016).

دی‌کلسیم فسفات مهم‌ترین مکمل فسفر مورد استفاده در تغذیه‌ی طیور در سراسر جهان است که به عنوان یک منبع مطمئن مورد توجه می‌باشد (Lima et al. 1997). فسفات‌های کلسیم عرضه شده در بازار، در حقیقت مخلوطی از نمک‌های مختلف کلسیم و اسید فسفریک (شامل منو، دی و تری‌کلسیم‌فسفات)، کربنات‌کلسیم، اسید فسفریک و بعضی ناخالصی‌ها می‌باشند که میزان و نوع آن‌ها بستگی به منشاء مواد خام استفاده شده (اسید فسفریک و کربنات‌کلسیم) و روش‌های به کار گرفته شده در تولید صنعتی آن‌ها دارد (Lima et al. 1997). در نتیجه چنین تفاوت‌هایی، منابع مختلف معدنی مانند انواع مختلف دی‌کلسیم‌فسفات تجاری ممکن است از نظر ارزش بیولوژیک (زیست‌فراهمی فسفر) با یکدیگر بسیار متفاوت باشند (Rama Rao et al. 2006). ارزش بیولوژیک منوکلسیم فسفات بیش‌تر از دی‌کلسیم‌فسفات و به همین ترتیب دی‌کلسیم‌فسفات بیش‌تر از تری‌کلسیم-فسفات می‌باشد (Fritz et al. 1969, Gillis et al. 1962, Potter et al. 1995, Yoshida and Hoshii 1979).

مطالعه‌ی قابلیت دسترسی فسفر در مواد اولیه‌ی خوراک دام، هم از نظر بیولوژیکی و هم از نظر اقتصادی بسیار مهم است. با دانستن میزان و کیفیت دسترسی بیولوژیکی فسفر موجود در مکمل‌های فسفره می‌توان جیره‌ی مناسبی را با هدف به حداکثر رساندن عملکرد دام و معدنی شدن استخوان و به حداقل رساندن هزینه‌ی مصرفی برای دام تنظیم نمود (Huyghebaert et al. 1980). همچنین اثرات زیان‌آور زیست‌محیطی ناشی از اضافه بودن یا غیرقابل هضم بودن فسفر در جیره و دفع آن از طریق مدفوع نیز حائز اهمیت می‌باشد (Bikker et al. 2016, De Groote and Huyghebeart 1997, Liu et al. 2008, Suttle 2010) . از سوی دیگر به دلیل محدودیت ذخایر فسفر معدنی در دنیا، ضروریست میزان فسفر موجود در خوراک که از منابعی مانند منو و دی‌کلسیم‌فسفات تأمین می‌شود به طور صحیح تنظیم شده و از مصرف فسفر اضافی جلوگیری به عمل آید (Bikker et al. 2016).

بر این اساس هدف از این تحقیق تعیین ارزش بیولوژیک نسبی (کیفیت) چند نوع دی‌کلسیم‌فسفات تولید داخل از طریق بررسی عملکرد تولید و شاخص‌های استخوان در جوجه‌های گوشتی می‌باشد.

مواد و روش کار

در این مطالعه که با همکاری سازمان دامپزشکی کشور به عنوان متولی بهداشت خوراک دام و مکمل‌ها، در بازه‌ی زمانی دی ماه ۱۳۹۴ تا اردیبهشت ۱۳۹۵ به تمام کارخانجات تولید داخل کشور که در زمان انجام تحقیق فعال بودند (شامل ۲۶ کارخانه) مراجعه و نمونه‌برداری بر اساس روش تصادفی از محصول نهایی انجام گردید. پس از انجام آزمایش بر اساس شاخص‌های استاندارد، فقط مشخصات ۷ نمونه دی‌کلسیم‌فسفات تولید شده از نظر مقادیر فسفر، کلسیم، فلزات سنگین و فلوئور مطابق با استاندارد ملی بود که برای تعیین ارزش بیولوژیک در آزمایش فارمی مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: مشخصات و ترکیب شیمیایی نمونه‌های آزمایشی دی‌کلسیم‌فسفات

نمونه‌ها	کلسیم (٪)	فسفر (٪)	جیوه (ppm)	کادمیم (ppm)	سرب (ppm)	آرسنیک (ppm)	فلوئور (ppm)	درصد حلالیت در اسیدسیتریک ۲٪
A	۲۱/۶	۲۰/۲	<۰/۰۵	۰/۲	۳/۸	۳/۸	۱۶۰	۹۴/۸
B	۲۳/۵	۱۸/۶	<۰/۰۵	۰/۲	۴	۴	۳۹۲	۹۴/۸
C	۲۴/۲	۱۸/۹	<۰/۰۵	۰/۲	۳/۹	۳/۸	۹۳	۹۱/۷
D	۲۳	۱۸/۵	<۰/۰۵	۰/۷	۳/۹	۴/۱	۱۰۳	۹۹/۸
E	۲۲/۱	۱۹/۷	<۰/۰۵	۱/۸	۴	۴	۱۵۳	۹۷/۷
F	۲۳/۲	۲۰/۷	<۰/۰۵	۰/۴	۳/۷	۴/۹	۱۶۶	۹۶/۶
G	۲۴/۳	۱۸/۲	<۰/۰۵	۴/۵	۳/۹	۱۰/۸	۵۳۸	۹۵/۲
استاندارد ملی	۲۵ – ۲۱	حداقل ۱۷	۰/۱	۲۰	۴۵	۱۵	۱۸۰۰	حداقل ۸۵٪ فسفر کل

– منبع: یافته‌های تحقیق

جیره‌های غذایی بر اساس جیره‌ی پایه‌ی ذرت–سویا و با توجه به احتیاجات غذایی پرنده، به غیر از کلسیم و فسفر، تنظیم گردید (NRC, 1994). فسفر تام جیره‌ی پایه معادل ۰/۳۶ درصد محاسبه شد که یک سوم آن فسفر غیرفیتاته در نظر گرفته شد (Shastak et al. 2012). دی-کلسیم‌فسفات‌های مورد آزمایش با فرض داشتن ۱۸ درصد فسفر و ۲۲ درصد کلسیم جهت فرمولاسیون جیره مورد استفاده قرار گرفتند تا مطابق روند جاری مصرف این فراورده‌ها توسط بهره‌برداران، مورد ارزیابی قرار گیرند. جیره‌های آزمایشی شامل جیره‌ی پایه واجد ۰/۳۶ درصد فسفر قابل دسترس (غیرفیتاته) از نمونه‌های دی‌کلسیم-فسفات مورد آزمایش بودند و میزان کلسیم آن با استفاده از کربنات‌کلسیم متناسب با فسفر تنظیم گردید (کلسیم و فسفر قابل دسترس به ترتیب ۱و ۰/۴۸ درصد). همچنین در تیمار شاهد، اسید فسفریک با درجه‌ی خلوص ۸۵ درصد به میزانی به جیره‌ی پایه اضافه گردید که معادل ۰/۳۶ درصد فسفر قابل دسترس جیره‌ی پایه را تأمین نماید تا مجموع سطح فسفر قابل دسترس جیره شاهد به ۰/۴۸ درصد برسد (جدول ۲). شرایط نگهداری برای همه‌ی تیمارها از نظر نور و دما یکسان بود و برای هر تکرار، دان‌خوری و آب‌خوری به طور جداگانه در نظر گرفته شد. میزان کلسیم و فسفر در تمام جیره‌های آزمایشی به ترتیب با استفاده از روش‌های تیتراسیون با پرمنگنات پتاسیم و اسپکتروفتومتری تعیین گردید.

تعداد ۷۲۰ قطعه جوجه‌ی گوشتی نر سویه‌ی راس ۳۰۸ خریداری و به طور تصادفی در ۸ تیمار مساوی (شامل یک تیمار شاهد و ۷ تیمار آزمایشی) با ۶ تکرار تقسیم و در هر تکرار از ۱۵ قطعه جوجه‌ی یک روزه‌ی نر سویه‌ی راس ۳۰۸ استفاده شد.

وزن جوجه‌ها در روزهای ۱۰ و ۲۱ دوره‌ی پرورش به صورت جمعی در هر تکرار (واحد آزمایشی) اندازه‌گیری و میانگین افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی برای هر تکرار و تیمار در سنین ۱۰ و ۲۱ روزگی (کل دوره) تعیین و میزان مرگ و میر به صورت روزانه ثبت گردید. ضریب تبدیل غذایی برای هر یک از تیمارهای مورد مطالعه، با تقسیم میزان خوراک مصرفی بر مجموع افزایش وزن پرنده‌های زنده و تلف شده، محاسبه گردید. در آخر دوره، برای به دست آوردن مقدار خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان از هر تکرار دو قطعه جوجه که وزن آن‌ها در محدوده ۵ درصد ± میانگین وزن همان تکرار بود، انتخاب و پس از کشتار و پَرکنی، پای چپ جدا و استخوان درشت‌نی[1] خارج گردید. پس از پاک کردن

1- Tibia

www.SID.ir

Archive of SID

استخوان‌ها از بافت‌های ماهیچه‌ای و همبند، برای استخراج روغن از پتاس ۲ درصد در حال جوش به مدت ۵ دقیقه استفاده شد. بعد از آن، استخوان‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد خشک و با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند. سپس استخوان‌ها به مدت ۸ ساعت در کوره با دمای ۶۰۰ درجه‌ی سانتی-گراد قرار داده شدند و پس از سرد شدن، درصد خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان تعیین گردید (AOAC, 1995).

در این مطالعه شاخص‌های رشد و ویژگی‌های استخوان در جوجه‌های جوان به عنوان یک معیار اولیه برای تعیین ارزش بیولوژیک (زیست‌فراهمی) مواد معدنی استفاده شده است. در این روش، ارزش بیولوژیک منبع فسفر مرجع (استاندارد = اسید فسفریک ۸۵ درصد) معادل ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود و نمونه‌های مورد ارزیابی نسبت به آن سنجیده می‌شوند. قابلیت دسترسی نسبی فسفر در نمونه‌های دی‌کلسیم‌فسفات بر اساس نسبت میانگین مقادیر خاکستر استخوان و افزایش وزن بدن در تیمارهای آزمایشی نسبت به نمونه‌ی استاندارد (شاهد) سنجیده شد (Littell et al. 1995). سپس برای تعیین ارزش بیولوژیک نسبی نهایی نمونه‌ها، میانگین مقادیر به دست آمده بر اساس خاکستر استخوان و افزایش وزن بدن محاسبه شد (Potter et al. 1995).

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17.0 بر اساس آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. همچنین در مواردی که بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه بین میانگین‌ها استفاده شد (Steel and Torrie 1980). سطح معنی‌داری برای تمام تیمارها معادل ۰/۰۵ در نظرگرفته شد.

جدول ۲: درصد مواد اولیه و ترکیب شیمیایی جیره شاهد و تیمارهای آزمایشی

مواد اولیه (درصد)	تیمار شاهد	تیمار های آزمایشی
ذرت	۵۴/۸۴	۵۴/۸۴
کنجاله سویا	۳۸/۲۵	۳۸/۲۵
روغن گیاهی	۲/۰	۲/۰
متیونین	۰/۲۳	۰/۲۳
لیزین	۰/۱۸	۰/۱۸
نمک	۰/۴۰	۰/۴۰
پرمیکس ویتامین+مواد معدنی	۰/۵۰	۰/۵۰
کربنات‌کلسیم	۲/۲۵	۱/۲۳
اسید فسفریک	۱/۳۵	---
دی‌کلسیم‌فسفات	----	۲/۰
ماسه	----	۰/۵۵
ترکیب شیمیایی محاسبه شده		
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)	۲۸۷۵	۲۸۷۵
پروتئین خام (٪)	۲۱/۵	۲۱/۵
آرژینین (٪)	۱/۴۷۵	۱/۴۷۵
لیزین (٪)	۱/۲۹۴	۱/۲۹۴
متیونین (٪)	۰/۵۷۲	۰/۵۷۲
متیونین + سیستین (٪)	۰/۹۰۷	۰/۹۰۷
ترئونین (٪)	۰/۸۷۱	۰/۸۷۱
تریپتوفان (٪)	۰/۳۳۲	۰/۳۳۲
کلسیم (٪)	۰/۹۵	۰/۹۵
فسفر فابل استفاده (٪)	۰/۴۸	۰/۴۸
فسفر تام (٪)	۰/۷۵	۰/۷۵
سدیم (٪)	۰/۱۷	۰/۱۷
فیبر خام (٪)	۳/۸۸	۳/۸۸

– مکمل ویتامینی (به ازای هر کیلوگرم جیره) حاوی ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۵۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۳ میلی‌گرم ویتامین K (منادیون)، ۲ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۶ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۳ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۶۰ میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، ۱۵ میلی‌گرم اسید پنتوتنیک، ۰/۱ میلی‌گرم بیوتین، ۱/۷۵ میلی‌گرم اسیدفولیک، ۰/۰۱۶ میلی‌گرم ویتامین B_{12}.

– مکمل معدنی (به ازای هر کیلوگرم جیره) حاوی۱۶ میلی‌گرم مس، ۱/۲۵ میلی‌گرم ید، ۴۰ میلی‌گرم آهن، ۱۲۰ میلی‌گرم منگنز، ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۰۰ میلی‌گرم روی.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن، میانگین مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی و معیارهای استخوانی به ترتیب در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳: تأثیر استفاده از انواع مختلف دی‌کلسیم‌فسفات تولید داخل درخوراک بر میزان عملکرد تولید جوجه‌های گوشتی نر ۱۰ و ۲۱ روزگی[1]

تیمارهای آزمایشی	افزایش وزن (گرم)		مصرف خوراک (گرم)		ضریب تبدیل غذایی	
	۱۰ روزگی	۲۱ روزگی	۱۰ روزگی	۲۱ روزگی	۱۰ روزگی	۲۱ روزگی
اسید فسفریک (شاهد)	۲۶۷/۶[a]	۷۳۹/۸	۳۲۴/۶	۹۶۴/۹	۱/۲۱۵	۱/۳۰۶
دی‌کلسیم‌فسفات A	۲۶۵/۳[a]	۷۵۴/۷	۳۱۹/۰	۹۷۳/۰	۱/۲۰۶	۱/۲۹۱
دی‌کلسیم‌فسفات B	۲۷۵/۳[a]	۷۶۳/۸	۳۲۶/۶	۱۰۱۵/۸	۱/۱۹۰	۱/۳۳۲
دی‌کلسیم‌فسفات C	۲۴۹/۸[ab]	۷۲۶/۵	۳۱۷/۸	۹۸۲/۱	۱/۲۷۴	۱/۳۵۲
دی‌کلسیم‌فسفات D	۲۶۵/۱[a]	۷۴۵/۶	۳۲۵/۹	۹۹۱/۹	۱/۲۳۱	۱/۳۳۳
دی‌کلسیم‌فسفاتE	۲۴۸/۲[ab]	۷۱۹/۳	۳۱۲/۴	۹۷۰/۷	۱/۲۶۳	۱/۳۵۵
دی‌کلسیم‌فسفاتF	۲۴۸[b]	۷۰۸/۵	۳۰۷/۸	۹۴۷/۷	۱/۲۴۳	۱/۳۳۷
دی‌کلسیم‌فسفاتG	۲۶۵/۹[a]	۷۶۲/۹	۳۲۲/۱	۹۸۹/۹	۱/۲۱۳	۱/۳۰۰
Pooled SEM	۸/۱	۱۸/۴	۶/۹	۱۹/۱	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴
Probability	❊	NS	NS	NS	NS	NS

[1] نتایج ارائه شده برای هر تیمار، میانگین ۶ تکرار ۱۵ قطعه‌ای می‌باشند.

[a-b] در هر ستون، میانگین‌هایی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند دارای اختلاف آماری معنی دار هستند

* = P<0/05 SEM = Standard error of the means
NS = Not-statistically significant

جدول ۴: تأثیر استفاده از انواع مختلف دی‌کلسیم‌فسفات تولید داخل بر میزان خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان جوجه‌های گوشتی نر در سن ۲۱ روزگی [1]

تیمارهای آزمایشی	خاکستراستخوان		کلسیم استخوان		فسفراستخوان	
	وزن (میلی‌گرم)	تغییرنسبت به شاهد (٪)	وزن (میلی‌گرم)	تغییرنسبت به شاهد (٪)	وزن (میلی‌گرم)	تغییرنسبت به شاهد (٪)
اسید فسفریک (شاهد)	۹۷۶/۳	۰	۳۱۹/۳[a]	۰	۱۸۶/۸[a]	۰
دی‌کلسیم‌فسفات A	۹۲۰/۱	- ۵/۸	۲۹۷/۵[ab]	-۶/۸	۱۷۶/۳[ab]	-۵/۶
دی‌کلسیم‌فسفات B	۱۰۰۹/۲	+ ۳/۴	۳۲۶/۸[a]	+۲/۳	۱۴۳/۷[d]	-۲۳/۱
دی‌کلسیم‌فسفات C	۹۳۲/۶	-۴/۵	۳۰۵/۰[ab]	-۴/۵	۱۶۱/۵[bcd]	-۱۳/۶
دی‌کلسیم‌فسفات D	۹۷۲/۴	- ۰/۴	۳۰۷/۵[ab]	-۳/۷	۱۷۱/۶[abc]	-۸/۲
دی‌کلسیم‌فسفات E	۹۶۲/۹	-۱/۴	۳۰۷/۰[ab]	-۳/۹	۱۷۲/۴[abc]	-۷/۷
دی‌کلسیم‌فسفات F	۸۹۹/۸	-۷/۸	۲۸۱/۸[b]	-۱۱/۷	۱۴۳/۰[d]	-۲۳/۴
دی‌کلسیم‌فسفات G	۹۴۸/۸	-۲/۸	۲۸۳/۲[b]	-۱۱/۳	۱۵۵/۴[cd]	-۱۶/۸
Pooled SEM	۲۶/۵		۱۰/9		۶/۱	
Probability	NS		❊		❊❊❊	

[1] نتایج ارائه شده برای هر تیمار میانگین ۱۲ نمونه می‌باشند.

[a-d] در هر ستون، میانگین‌هایی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند دارای اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

*** = P < ۰/۰۰۱ ، * = P < ۰/۰۵

SEM = Standard error of the means ،NS = Not-statistically significant

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش وزن بدن

در سن ۱۰ روزگی میانگین افزایش وزن در تیمار F نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها کم‌تر بوده و در مقایسه با تیمار شاهد و تیمارهای A، B، D و G این اختلاف معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۵)، ولی در سن ۲۱ روزگی (کل دوره)، از نظر میانگین افزایش وزن، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی و شاهد وجود نداشت (P>۰/۰۵)، با این حال بالاترین و پائین‌ترین میزان افزایش وزن بدن به ترتیب به تیمارهای تغذیه شده با نمونه‌های دی‌کلسیم‌فسفات B و F اختصاص داشت.

مصرف خوراک

در سنین ۱۰ و ۲۱ روزگی تفاوت معنی‌داری بین میانگین خوراک مصرفی شاهد و تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵)، ولی در ۱۰ روزگی تیمارهای B و F به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مصرف خوراک را به خود اختصاص دادند. در ۲۱ روزگی، میانگین مصرف خوراک در تمام تیمارها به غیر از تیمار F از تیمار شاهد بیش‌تر بوده است.

ضریب تبدیل غذایی

اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی نشان می‌دهد، در ۱۰ روزگی تیمارهای B و C به ترتیب کم-ترین و بیش‌ترین ضریب تبدیل غذایی را دارا بودند. در ۲۱ روزگی ضریب تبدیل غذایی تیمارهای آزمایشی A و G نسبت به شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی، کم‌تر و در تیمارهای B، C، D، E و F نسبت به شاهد بیش‌تر بوده است. با این حال تفاوت معنی‌داری بین میانگین ضریب تبدیل غذایی تیمارهای مختلف با یکدیگر و با تیمار شاهد وجود نداشت (P>۰/۰۵).

خاکستر استخوان

تأثیر نوع دی‌کلسیم‌فسفات استفاده شده در جیره‌های غذایی بر وزن خاکستر استخوان درشت‌نی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). میانگین وزن خاکستر استخوان از ۸۹۹/۸ تا ۱۰۰۹/۱ میلی‌گرم متغیر بود. میزان خاکستر استخوان برای نمونه‌های دی‌کلسیم‌فسفات A ، C، D، E، F و G به ترتیب ۵/۸، ۴/۵، ۰/۴، ۱/۴، ۷/۸ و ۲/۸ درصد کم‌تر و در نمونه B به میزان ۳/۴ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد بود.

کلسیم استخوان

نتایج ارائه شده در جدول ۴ نشان‌دهنده‌ی اثر معنی‌دار نوع دی‌کلسیم‌فسفات مورد استفاده به عنوان منبع تأمین فسفر بر میزان کلسیم استخوان می‌باشند (P<۰/۰۵)، به - طوری که وزن کلسیم استخوان درشت‌نی در تیمارهای تغذیه شده با نمونه‌های دی‌کلسیم‌فسفات F و G به طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد (به ترتیب ۱۱/۷ و ۱۱/۳ درصد) و در تیمار دریافت‌کننده‌ی جیره حاوی نمونه‌ی Bمعادل ۲/۳ درصد بیش‌تر از شاهد بود، این در حالی است که بین تیمار تغذیه شده با نمونه‌ی B و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر میزان کلسیم استخوان مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

فسفر استخوان

اثر نوع دی‌کلسیم‌فسفات بر میزان فسفر استخوان معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۰۱). کم‌ترین میزان فسفر استخوان درشت‌نی به دو تیمار دریافت کننده‌ی نمونه‌های B و F (به ترتیب ۲۳/۱ و ۲۳/۴ درصد کم‌تر از شاهد) اختصاص داشته که با تیمار شاهد و نمونه‌های A، D، و E تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. همچنین نمونه‌های C و G نیز با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. اختلاف بین میزان فسفر استخوان در تیمارهای دریافت‌کننده‌ی نمونه-های A، D و E با تیمار شاهد معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

ارزش بیولوژیک فسفر نمونه‌ها

بر پایه‌ی داده‌های به دست آمده، ارزش بیولوژیک نمونه‌ها بر حسب درصد محاسبه گردید. بر اساس معیار خاکستر استخوان، ارزش بیولوژیک محاسبه شده از کم‌ترین

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار در نمونه‌ی F تا بیش‌ترین مقدار در نمونه‌ی B (به ترتیب ۹۲/۲ و ۱۰۳/۴ درصد در مقایسه با شاهد) متغیر بود (جدول ۵). همچنین بر اساس معیار افزایش وزن بدن، ارزش بیولوژیک محاسبه شده برای فسفر در نمونه‌های دی‌کلسیم‌فسفات در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب از ۹۵/۸ درصد برای نمونه‌ی F تا ۱۰۳/۲ درصد برای نمونه‌ی B متغیر بود . با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۵، ارزش بیولوژیک نسبی (قابلیت زیست فراهمی) فسفر بر اساس میانگین دو شاخص افزایش وزن وخاکستر استخوان، برای هفت نمونه دی‌کلسیم‌فسفات A، B، C، D، E، F و G در مقایسه با شاهد استاندارد (اسید فسفریک) به ترتیب ۹۸/۱، ۱۰۳/۳، ۹۶/۹، ۱۰۰/۲، ۹۷/۹، ۹۴/۰، ۱۰۰/۲ برآورد شد.

جدول ۵: قابلیت دسترسی نسبی فسفر در نمونه‌های دی‌کلسیم‌فسفات بر اساس میانگین ارزش بیولوژیک نسبی خاکستر استخوان و افزایش وزن بدن در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد (اسیدفسفریک)

تیمارهای آزمایشی	درصد ارزش بیولوژیک نسبی بر اساس خاکستراستخوان	درصد ارزش بیولوژیک نسبی بر اساس افزایش وزن	میانگین[1]
اسید فسفریک (شاهد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
دی‌کلسیم‌فسفات A	۹۴/۲	۱۰۲/۰	۹۸/۱
دی‌کلسیم‌فسفات B	۱۰۳/۴	۱۰۳/۲	۱۰۳/۳
دی‌کلسیم‌فسفات C	۹۵/۵	۹۸/۲	۹۶/۹
دی‌کلسیم‌فسفات D	۹۹/۶	۱۰۰/۸	۱۰۰/۲
دی‌کلسیم‌فسفات E	۹۸/۶	۹۷/۲	۹۷/۹
دی‌کلسیم‌فسفات F	۹۲/۲	۹۵/۸	۹۴/۰
دی‌کلسیم‌فسفات G	۹۷/۲	۱۰۳/۱	۱۰۰/۲

[1] اقتباس از Potter et al. 1995

بحث

در این مطالعه بین میزان افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف آزمایشی و شاهد اختلاف معنی‌داری دیده نشد. به نظر می‌رسد دلیل این امر آن بوده که تمام نمونه‌های انتخاب شده برای این مطالعه‌ی تجربی دارای شرایط استاندارد از نظر میزان فسفر، کلسیم، ناخالصی‌ها و فلزات سنگین بوده‌اند. نتایج این بررسی با مطالعه‌ی khattak و همکاران در سال ۲۰۱۶ مطابقت داشت. آن‌ها نشان دادند میانگین عملکرد رشد در طی ۲۱ روز دوره‌ی پرورش برای نمونه‌های مختلف منبع فسفر شامل دو نمونه دی‌کلسیم‌فسفات، یک نمونه منوکلسیم‌فسفات و پودر استخوان دارای اختلاف معنی‌دار نبودند. همچنین نتایج مطالعه‌ی حاضر با مطالعه‌ی Lima و همکاران در سال ۱۹۹۷ که ۷ نوع دی‌کلسیم‌فسفات را مورد ارزیابی قرار دادند، از نظر شاخص‌های عملکرد تولید شامل افزایش وزن بدن، خوراک دریافتی و ضریب تبدیل خوراک مطابقت داشت. Shastak و Rodehutscord در سال ۲۰۱۳ گزارش نمودند که از افزایش وزن به عنوان یک معیار برای بررسی قابلیت دسترسی نسبی منابع فسفر استفاده شده است. با افزایش دسترسی فسفر، بازدهی خوراک افزایش می‌یابد و معیار افزایش رشد همانند معیار خاکستر استخوان برای ارزیابی بیولوژیکی منبع فسفر مناسب می‌باشد (Potter et al. 1995, Vandepopuliere et al. 1961).

www.SID.ir

Archive of SID

عدم تأثیر معنی‌دار منبع فسفر بر شاخص‌های عملکرد تولید با دیگر مطالعاتی که در آن جیره‌های آزمایشی با منابع مختلف دی‌کلسیم‌فسفات تکمیل شده بودند سازگار است و کاهش رشد فقط در تیمارهایی مشاهده شد که پرندگان مورد مطالعه با جیره‌های بدون استفاده از مکمل-های فسفره تغذیه شده بودند (Coon et al. 2002, 2007). به هر حال دلیل عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میزان کاهش رشد در تیمارهای آزمایشی با یکدیگر در این مطالعه، را می‌توان به یکسان بودن میزان کلسیم و فسفر (فسفر تام و فسفر قابل دسترس به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۴۸ درصد) در تمام جیره‌های مورد مصرف نسبت داد و میزان تأمین شده در جیره‌ها مطابق با توصیه‌های استاندارد و کمی بالاتر از حداقل نیاز بود (Khattak et al. 2016). Lima و همکاران در سال ۱۹۹۷ و Fernandes و همکاران در سال ۱۹۹۹ نشان دادند که با افزایش سطح مکمل دی‌کلسیم‌فسفات، میزان افزایش وزن و دریافت خوراک به طور معنی‌داری افزایش یافت. تفاوت اندک بین میزان میانگین افزایش وزن و ضریب تبدیل در تیمارهای مختلف آزمایشی می‌تواند ناشی از اندازه‌ی ذرات، ترکیب شیمیایی (میزان و سهم منو، دی و تری-کلسیم فسفات، اسیدفسفریک و کربنات کلسیم ناشی ازشرایط فرآوری و روش‌های مختلف تولید)، میزان ناخالصی‌ها، pH و درصد حلالیت نمونه‌های مختلف باشد که منجر به تفاوت ارزش بیولوژیک بین نمونه‌های آزمایشی می‌گردد (Lima 1995, 1997, Potter et al. 1995, Yoshida et al. 1979, Huyghobaert et al. 1980).

این مطالعه نشان داد دی‌کلسیم‌فسفات‌های مختلف تولید داخل که دارای شرایط استاندارد می‌باشند اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های استخوان (شامل مقادیر خاکستر، فسفر و کلسیم) در جوجه‌های گوشتی نر داشتند. بر این اساس، تیمارهای تغذیه شده با نمونه‌های دی‌کلسیم-فسفات B و F به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تولید خاکستر استخوان (با ۱۰۰۹/۲ و ۸۹۹/۸ میلی‌گرم) و افزایش وزن بدن (۷۶۳/۸ و ۷۰۸/۵ گرم) در بین تیمارهای مورد مطالعه بودند، اما اختلاف میان تیمارهای آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). مقایسه‌ی تیمارهای آزمایشی نشان داد که میزان کلسیم استخوان در جوجه‌های دریافت کننده‌ی نمونه‌های G و F به ترتیب ۱۱/۳۱ و ۱۱/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بوده و با تیمار شاهد و نمونه‌ی B اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). این مطالعه نشان داد از نظر میزان ابقای کلسیم در استخوان نمونه‌های B و F به ترتیب بالاترین و پائین‌ترین نتیجه را داشتند. همچنین بررسی مقادیر فسفر استخوان نشان داد که میزان آن در تمام تیمارها نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بوده و تیمارهای آزمایشی حاوی نمونه-های B، C، F و G تفاوت آماری معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند (P<۰/۰۰۱). با توجه به این که مقادیر اضافه شده از دی‌کلسیم‌فسفات‌های مورد آزمایش برای تأمین فسفر در این مطالعه در سطح پیشنهادی NRC برای تمام تیمارهای آزمایشی بوده است و از طرف دیگر میزان کلسیم برای تمام تیمارها نیز به یک نسبت و از یک منبع تأمین شده بود، می‌توان وجود تفاوت‌های معنی‌دار بین مقادیر کلسیم و فسفر استخوان را به شرایط متفاوت فرایند تولید و نوع مواد اولیه و خام به کار گرفته شده نسبت داد (Cowieson and Adeola 2011, Moshgeli et al. 2008). نتایج بررسی حاضر با مطالعه‌ی Khattak و همکاران در سال ۲۰۱۶ مطابقت نداشت. آن‌ها نشان دادند که مقدار کلسیم و فسفر در خاکستر استخوان برای نمونه‌های مختلف منبع فسفر شامل دو نمونه‌ی دی‌کلسیم-فسفات، یک نمونه منوکلسیم فسفات و یک نمونه پودر استخوان اختلاف معنی‌داری نداشتند. Moshgeli و همکاران در سال ۲۰۰۸ در یک مطالعه برای تعیین زیست فراهمی ۸ نوع دی‌کلسیم‌فسفات داخلی گزارش کردند میزان کلسیم استخوان در نمونه‌های مورد آزمایش با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد ولی مقادیر فسفر استخوان اختلاف معنی-داری را نشان نداد که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

در مقایسه با تحقیق حاضر که ارزش بیولوژیک نمونه-های دی‌کلسیم‌فسفات را از ۹۳/۹۷ تا ۱۰۳/۳۱ درصد تخمین زده است. Moshgeli و همکاران در سال ۲۰۰۸ میزان ارزش بیولوژیکی منابع مختلف دی‌کلسیم‌فسفات ساخت داخل را از ۸۵ تا ۱۰۵/۷ درصد گزارش نمودند.

بر اساس نتایج مطالعات پیشین مشخص شده است با توجه به این که حدود ۸۰ درصد ابقای فسفر در استخوان‌ها و مابقی در بافت‌های نرم و متابولیک می‌باشد، می‌توان از تعیین شاخص‌های استخوانی به عنوان یک روش کیفی مناسب برای تخمین قابلیت دسترسی (زیست‌فراهمی) فسفر و کلسیم استفاده نمود (Shastak and Rodehurscord 2013, Ammerman 1995, De Groote and Huyghebaert 1997). به هر حال ارزیابی-های مبتنی بر داده‌های استخوانی بستگی به نوع منبع استاندارد مورد استفاده دارد و نتیجه حاصل در واقع نشان‌دهنده‌ی ارزش بیولوژیک نسبی فسفر می‌باشد. Shastak و همکاران در سال ۲۰۱۲ در یک مطالعه گزارش کردند خاکستر استخوان‌های پا شامل تارس، متاتارس و پنجه می‌تواند به همان اندازه خاکستر استخوان درشت‌نی برای ارزیابی منابع فسفر حساس باشد. آن‌ها نشان دادند که وزن خاکستر استخوان شاخص و معیار مناسب‌تر و حساس‌تری برای تعیین معدنی شدن استخوان می‌باشد. Lima و همکاران در سال ۱۹۹۷ ارزش بیولوژیک منابع مختلف دی‌کلسیم‌فسفات را بر اساس معادلات توابع رگرسیونی و مدل ترکیبی Sullivan (۱۹۶۶)، از ۹۷/۵۵ تا ۱۰۰/۶ درصد گزارش نمودند. Fernandes و همکاران نیز در سال ۱۹۹۹ بر اساس روش ذکر شده ارزش بیولوژیک نسبی منابع مختلف دی‌کلسیم-فسفات را ۹۵/۷ تا ۱۰۴/۶ درصد گزارش نمودند. این محققین علت تفاوت در ارزش بیولوژیکی نمونه‌های مختلف به شکل شیمیایی و نسبت مقادیر مونو، دی و تری‌کلسیم‌فسفات موجود در هر نمونه و اندازه‌ی ذرات منابع فسفات نسبت دادند. همچنین میزان حلالیت منابع مختلف فسفر در آب و اسید سیتریک نیز می‌تواند باعث افزایش ارزش بیولوژیک منابع فسفر شود (Sullivan et al. 1992).

بر اساس آن چه در این مطالعه نشان داده شد با توجه به نوع معیار انتخاب شده (معیار خاکستر استخوان و یا افزایش وزن بدن)، ممکن است نتایج متفاوتی حاصل شود. همچنین تفاوت موجود در نتایج این تحقیق با مطالعات پیشین می‌تواند ناشی از شرایط آزمایش، روش محاسبات، نوع معیار و نوع منبع استاندارد مرجع انتخاب شده برای مقایسه باشد. مقایسه‌ی نتایج حاصل از میزان فسفر در نمونه‌های دی‌کلسیم‌فسفات با نتایج حاصل از آزمون‌های بیولوژیک (جداول ۱، ۳ و ۴) نشان می‌دهد با این که نمونه‌ی F دارای بالاترین میزان فسفر در بین نمونه‌های مورد آزمایش بوده، ولی پایین‌ترین نتیجه را از نظر شاخص‌های بیولوژیک شامل معیارهای استخوان و عملکرد تولید کسب نموده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت برای ارزیابی مکمل‌های دی‌کلسیم‌فسفات، علاوه بر ارزیابی‌های معمول شیمیایی و فیزیکی، انجام ارزیابی‌های بیولوژیکی با استفاده از یک روش استاندارد ضروری است.

در مجموع از نتایج به دست آمده از مطالعه‌ی حاضر می‌توان چنین استنتاج نمود که از ۲۶ کارخانه‌ی تولید دی‌کلسیم‌فسفات فعال در کشور، تنها محصول هفت کارخانه از نظر استاندارد قابل پذیرش بود که با توجه به شاخص‌های عملکرد تولید و خاکستر استخوان اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و همچنین با یکدیگر نداشتند ولی با توجه به تفاوت‌های عددی بین تیمارهای آزمایشی و مطابقت آن‌ها با آنالیز شیمیایی نمونه‌ها از نظر میزان کلسیم و فسفر می‌توان اظهار داشت که نمونه‌های B و F به ترتیب دارای بالاترین و پائین‌ترین ارزش بیولوژیک (کیفیت) در بین نمونه‌های مورد آزمایش بودند. به منظور ارزیابی‌های دقیق‌تر می‌توان از آزمایش دیگری که تعیین کننده‌ی میزان جذب ایلوئومی فسفر در این محصولات باشد استفاده نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت معاونت پژوهشی و فناوری دانشکده‌ی دامپزشکی دانشگاه تهران (طرح شماره ۷۶/۳۲۲۳۴۱ مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۲۸)، مؤسسه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی دامپزشکی دانشگاه تهران و سازمان دامپزشکی کشور انجام پذیرفته است و نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب سپاس و قدردانی خود را از مساعدت‌های این مراکز اعلام نمایند. همچنین از آقایان دکتر حبیبی مدیرکل محترم و دکتر منصور رئیس محترم اداره دارو و مکمل آزمایشگاه مرجع سازمان دامپزشکی کشور و همچنین سرکار خانم هنرزاد کارشناس ارشد آزمایشگاه تغذیه و خوراک دام دانشکده‌ی دامپزشکی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Adeola, O. and Cowieson, A.J. (2011). Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non-ruminant animal production. Journal of Animal Science, 89: 3189-3218.

Ammerman, C.B. (1995). Methods for estimation of mineral bioavailability, in: Ammerman, B., Baker, D.H. and Lewis, A.J. Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acids, Minerals, and Vitamins, San Diego, Academic Press, Pp: 83-94.

Bikker, P.; Spek, J.W.; Van Emous, R.A. and Van Krimpen, M.M. (2016). Precaecal phosphorus digestibility of inorganic phosphate sources in male broilers. British Poultry Science, 57(6): 810-817.

Coon, C.N.; Seo, S. and Manangi, M.K. (2007). The determination of retainablephosphorus, relativebiological availability, and relative biological value of phosphorus sources for broilers. Poultry Science, 86: 857-868.

Coon, C.; Leske, K. and Seo, S. (2002). The availability of calcium and phosphorus in feedstuffs. In: McNab, J.M. and Boorman, K.N. Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value, (CAB International). Pp: 151-179.

De groote, G. and Huyghebaert, G. (1997). The bioavailability of phosphorus from feed phosphates for broilers as influenced by bio-assay method, dietary Ca-level and feed form. Animal Feed Science and Technology, 69(4): 329-340.

Fernandes, J.I.M.; Lima, F.R.; Mendonca, Jr., C.X., Mabe, I., Albuquerque, R. and Leal, P.M. (1999). Relative bioavailability of phosphorus in feed and agricultural phosphates for poultry. Poultry Science, 78(12): 1729-1736.

Fritz, J.C.; Roberts Fritz, T.; Boehne, J.W. and Hove, E.L. (1969). Factors affecting the chicks requirement for phosphorus. Poultry Science, 48(1): 307-320.

Gillis, M.B.; Edwards, Jr., H.M. and Young, R.J. (1962). Studies on the availability of calcium orthophosphates to chickens and turkeys. Journal of Nutrition, 78(2): 155-161.

Huyghebaert, G.; De Groote, G. and Keppens, L. (1980). The relative biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. Annales de Zootechnic, 29: 245-263.

Khattak, F.M.; Shahzad, M.A.; Pasha, T.N. and Saleem, G. (2016). Comparative evaluation of commercially available supplementary sources of inorganic phosphorus in broiler feed. The Journal of Animal and Plant Sciences, 26(6): 1576-1581.

Li, X.; Zhang, D.; Yang, T.Y. and Bryden, W.L. (2016). Phosphorus Bioavailability: A Key Aspect for Conserving this Critical Animal Feed Resource with Reference to Broiler Nutrition. Agriculture, 6(2): 1-15.

Lima, F.R.; Mendonca, Jr., C.X.; Alvarez, J.C.; Garzillo, J.M.F.; Ghion, E. and Leal, P.M. (1997). Biological evaluations of commercial di-calcium phosphates as sources of available phosphorus for broiler chicks. Poultry Science, 76(12): 1707-1713.

Lima, F.R.; Mendonca, C.X. Jr.; Alvarez, J.C.; Ratti, G.; Lenharo, S.L.R.; Kahn, H. and Garzillo, J.M.F. (1995). Chemical and physical evaluations of commercial di-calcium phosphates as sources of P in animal nutrition. Poultry Science, 74(10): 1659-1670.

Littell, R.C.; Lewis, A.J. and Henry, P.R. Statistical Evaluation of Bioavailability Assays. In: Ammerman, B., Baker, D.H. and Lewis, A.J. (1995). Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acids, Minerals, and Vitamins. San Diego, Academic Press, Pp: 5-12.

www.SID.ir

Archive of SID

Liu, Y.; Villalba, G.; Ayres, R.U. and Schroder, H. (2008). Global phosphorus flows and environmental impacts from a consumption perspective. Journal of Industrial Ecology, 12(2): 229-247.

Moshgeli, A.; Pourreza, J. and Samie, A. (2008). Assessment of phosphorus bioavailability of several different samples of Di-calcium phosphate and their effects on performance of laying hens. Journal of Water and Soil Science. 12 (43) :483-493.

Nelson, T.S. (1967). The utilization of phytate phosphorus by poultry-A review. Poultry Science 46(4): 862-871.

NRC (National Research Council). (1994). Nutrient Requirements of Poultry. Ninth Revised Edition, National Academy Press, Washington, D.C. P: 27.

Potchanakorn, M. and Potter, L.M. (1987). Biological values of phosphorus in various sources for young turkeys. Poultry Science, 66(3): 505-513.

Potter, L.M.; Potchanakorn, M.; Ravindran, V. and Kornegay, E.T. (1995). Bioavailability of phosphorus in various phosphate sources using body weight and toe ash as response criteria. Poultry Science, 74(5): 813-820.

Rama Rao, S.V.; Raju M.V.L.N.; Reddy, M.R. and Pavani P. (2006). Interaction between dietary calcium and non-phytate phosphorus levels on growth, bone mineralization and mineral excretion in commercial broilers. Animal Feed Science and Technology, 131(1-2): 135-150.

Shastak Y. and Rodehutscord, M. (2013). Determination and estimation of phosphorus availability in growing poultry and their historical development. World's Poultry Science Journal, 69(3): 569-586.

Shastak, Y.; Witzing, M.; Hartung, K. and Rodehutscord, M. (2012). Comparison and evaluation of bone measurements for the assessment of mineral phosphorus sources in broilers. Poultry Science, 91(9): 2210-2220.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. (1980). Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York, NY. Pp: 334-367.

Suttle, N.F. (2010). Mineral Nutrition of Livestock: 4th ed Wallingford, UK, CABI Pp: 122-167.

Sullivan, T.W. (1966). A triple response method for determining biological value of phosphorus sources with young turkeys. Poultry Science, 45(6): 1236-1245.

Sullivan, T.W.; Douglas, J.H.; Gonzalez, N.J. and Bond Jr., P.L. (1992). Correlation of biological value of feed phosphates with their solubility in water, dilute hydrogen chloride, dilute citric acid, and neutral ammonium citrate. Poultry Science, 71(12): 2065-2074.

Vandepopuliere, J.M.; Ammerman, C.B. and Harms, R.H. (1961). The relationship of calcium/phosphorus ratios to the utilization of plant and inorganic phosphorus by the chick. Poultry Science, 40(4): 951-957.

Yoshida, M.; Ishikawa, M.; Nakajima, H. and Hotta, S. (1979). Solubility of phosphorus in citric acid solution as an index of biological availability. Japanese Poultry Science, 16(5): 290-292.

Yoshida, M. and Hoshii, H. (1979). Monobasic calcium-phosphate as a standard for bioassay of phosphorus availability. Japanese Poultry Science, 16(5): 271-276.

Yan, F.; Kersey, .J.H. and Waldroup, P.W. (2001). Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. Poultry Science, 80(4): 455-459.

www.SID.ir

Vol. 14, No. 4, Winter, 2019
Archive of SID

Biological Evaluation of Different Di-calcium Phosphate Produced in Iran and Comparison of Their Impacts on Performance and Bone Characteristics in Male Broiler Chicks

Ali-Malayeri, F.[1]; Farkhoy, M.[2]; Modirsanei, M.[2]; Hashemzadeh, M.[3] and Rezaeiyan, M.[2]

Received: 11.07.2017 Accepted: 11.11.2017

Abstract

The objective of this study was to determine the relative biological value of several different di-calcium phosphates (DCPs) produced in Iran. The samples of DCPs were randomly taken from the final product of 26 domestic DCP production factories that were active at the time of the study in 12 different provinces. After analyzing and determine the standard indices, only 7 samples of Di-calcium phosphate which had the national standard were chosen. Seven hundred and twenty day-old male Ross 308 broiler chicks were purchased and randomly divided into 8 dietary treatments with 6 replicates of 15 birds in each. The birds were kept and reared in battery cage system for 21 days. Phosphoric acid (85%) was used to provide the phosphorus in control and different DCP samples were included as the source of phosphorus in other treatments. Body weight gain, feed consumption, and feed conversion ratio were calculated on days of 10 and 21. At the end experimental period (21 days) the amount of ash, calcium and phosphorus of tibia bones was measured. There was no significant difference between control and experimental treatments in terms of the production indices on 21 days of age, but a significant difference was observed in body weight gain between control and treatment F on 10 days of age. There was no significant difference in bone ash content of control and experimental treatments. The amounts of tibia calcium were significantly lower in treatments F and G than those of control. Amount of bone phosphorus in B, C, F and G treatments were significantly lower than control. The relative biological values of the experimental samples (DCPs), according to two indices of body weight gain and bone ash for the samples of Di-calcium phosphate A, B, C, D, E, F, and G were estimated 98.1, 103.3, 96.9, 100.2, 97.9, 94.0, and 100.2 percent, respectively. According to the results of this study it could be concluded that some of the domestic DCPs had not the necessary standards, while some of them have high and acceptable biological value.

Key world: Di-calcium Phosphate, Biological Evaluation, Performance, Bone, Broilers

1- PhD Student of Animal and Poultry Health and Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Animal and Poultry Health and Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Research Assistant Professor, Razi Vaccine and Serum Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension organization, Karaj, Iran
Corresponding Author: Farkhoy, M., E-mail: mfarkhoy@ut.ac.ir

www.SID.ir