

اثر تصحیح مواد مغذی معادل آنزیم فیتاز بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

مجتبی زاغری^{۱*}، ساره بوربور^۲، منصور رضائی^۳، اسدالله تیموری یانسی^۴ و محمد ریاحی^۵
۱، دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲، ۳، ۴، دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار،
مجمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران، ۵، کارشناس ایستگاه آموزشی و
پژوهشی گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۲۱-تاریخ تصویب: ۸۹/۲/۸)

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر محاسبه مواد مغذی معادل آنزیم فیتاز در تنظیم جیره جوجه‌های گوشتی و تاثیر آن بر عملکرد و هزینه تولید بود. در این آزمایش تعداد ۶۴۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸، تا سن ۴۹ روزگی بر روی بستر پرورش یافتند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۴) با چهار نوع جیره و دو جنس در چهار تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و سویا و از نظر میزان انرژی و پروتئین کاملاً یکسان در نظر گرفته شدند. جیره‌های آزمایشی شامل: (۱) جیره شاهد فاقد آنزیم؛ (۲) جیره شاهد + ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز در هر کیلوگرم جیره؛ (۳) جیره حاوی ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز که ۵۰ درصد مواد مغذی معادل آنزیم در تنظیم جیره محاسبه شده بود؛ (۴) جیره حاوی ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز که ۱۰۰ درصد مواد مغذی معادل آنزیم در تنظیم جیره محاسبه شده بود. افزایش وزن بدن، میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد (۱۰-۲۹ روزگی)، دوره پایانی (۲۹-۴۹ روزگی) و در کل دوره (۱۰-۴۹ روزگی) به طور جداگانه اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش درصد اجزاء لاشه، درصد خاکستر استخوان انگشت پا، درصد کلسیم و فسفر موجود در خاکستر استخوان و همچنین غلظت فسفر موجود در سرم خون اندازه‌گیری شد. در مقایسه صفات وزن بدن در پایان دوره، ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد و پایانی، درصد لاشه و اجزاء آن (درصد سینه، درصد ران و درصد چربی حفره بطنی) و همچنین غلظت فسفر در سرم خون تفاوتی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P > 0.05$)، اما در مورد درصد خاکستر و درصد کلسیم و فسفر خاکستر استخوان انگشت پا اختلاف معنی‌داری بین میانگین تیمارهای مختلف مشاهده شد ($P < 0.05$). میانگین شاخص تولید در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$) و با افزودن آنزیم به جیره هزینه خوراک جهت تولید هر کیلوگرم وزن زنده کاهش یافت، لذا چنین استنتاج می‌شود که افزودن آنزیم فیتاز در جیره موجب بهبود عملکرد و تصحیح مواد مغذی معادل آن در تنظیم جیره نیز موجب عدم تفاوت عملکرد با گروه کنترل و کاهش هزینه‌های تولید خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: فیتاز، جوجه‌های گوشتی، عملکرد، معادل مواد مغذی.

مقدمه

فسفر موجود در جیره غذایی که عمدتاً در گیاهانی مانند غلات و سویا یافت می‌شود، در مقایسه با فسفر موجود در سایر منابع، کمتر مورد استفاده حیوانات تک‌معدده‌ای مانند طیور قرار می‌گیرد. علت این امر آن است که حدود دوسوم فسفر موجود در این مواد غذایی به شکل فسفر فیتاته است که زیست‌فراهمی آن در حیوانات تک‌معدده‌ای پایین است (Pallauf et al., 1945; Peeler, 1972).

در خوک و طیور ملکول فیتات، نه تنها فسفر، بلکه تعدادی از سایر مواد معدنی (Anderson, 1985; Okubo et al., 1976)، آمینواسیدها، پروتئین‌ها (Cheryan, 1980; Reddy et al., 1982; Thompson et al., 1987) و حتی نشاسته (Atteh & Leeson, 1984; Harland & Oberleas, 1999) را محبوس می‌سازد، که این سبب می‌شود فیتات اثرات ضد تغذیه‌ای بیشتری داشته باشد. در محیط اسیدی معده، اثر منفی اسیدفایتیک بر میزان حلالیت پروتئین‌ها و هضم و جذب آنها، با اثر آن بر آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین، مثل تریپسین و کیموتریپسین روده و باند شدن با آنها تشدید می‌شود (Cromwell, 1999; Singh & Krikorian, 1982).

فیتات که شکل اصلی ذخیره فسفر در گیاهان است، فقط به وسیله آنزیم فیتاز قابل تجزیه می‌باشد، که این آنزیم در دستگاه گوارش طیور یافت نمی‌شود (Pallauf et al., 1945; Peeler, 1972). در برخی از جیره‌های غذایی که عمدتاً از گیاهانی مانند گندم و چاودار تشکیل می‌شود، فعالیت فیتازی تا حدودی قابل تشخیص است که این امر به دلیل وجود مقادیری از فیتاز با منشأ داخلی در این مواد خوراکی است. هرچند فعالیت فیتاز در این مواد خوراکی بسیار متغیر و متفاوت می‌تواند باشد (Han et al., 1987; Nelson et al., 1968). در اکثر مطالعاتی که بر روی مصرف مکمل فیتاز و یا سایر آنزیم‌ها در جیره انجام شده است، آنزیم به صورت سرک (Over the top) به جیره افزوده شده است. جهت بهره‌مندی از مزایای اقتصادی افزودن آنزیم به خوراک می‌بایست مواد مغذی که توسط آنزیم آزاد می‌شود در فرموله کردن جیره‌ها در نظر گرفت. به منظور نیل به این هدف اطلاع از مواد مغذی آزاد شده

توسط آنزیم‌ها ضروری است لذا در طی دهه اخیر محققین اقدام به برآورد مواد مغذی معادل آنزیم‌ها و تاثیر اقتصادی آن‌ها نموده‌اند (Ravindran et al., 1999; Zaghari et al., 2008). در همین راستا هدف از انجام این آزمایش، بررسی تأثیر مصرف فیتاز موجود در بازار ایران (ناتافوس) در جیره‌های بر پایه ذرت - سویا و تصحیح مواد مغذی آزاد شده به وسیله آنزیم، به منظور کاهش هزینه خوراک بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۶۴۰ قطعه جوجه‌گوشتی یک روزه شامل هر دو جنس، از سویه تجارتي گوشتی راس ۳۰۸ از کارخانه جوجه‌کشی تجاری تهیه و به محل آزمایش حمل‌گردید. بعد از تعیین جنسیت، به هر واحد آزمایشی تعداد ۲۰ قطعه جوجه اختصاص یافت. میانگین وزن جوجه‌ها در زمان ورود، ۴۲ گرم و سن گله مادر ۳۵ هفته بود. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و سویا و از نظر میزان انرژی و پروتئین کاملاً یکسان در نظر گرفته شدند. چهار جیره آزمایشی برای دوره‌های رشد و پایانی مورد استفاده قرار گرفت که به ترتیب عبارتند از:

۱. جیره شاهد بر پایه ذرت و سویا
 ۲. جیره ذرت - سویا حاوی آنزیم فیتاز به میزان ۵۰۰ واحد (FTU) در کیلوگرم و بدون تصحیح برای مواد مغذی معادل آنزیم.
 ۳. جیره ذرت - سویا حاوی آنزیم فیتاز به میزان ۵۰۰ واحد (FTU) در کیلوگرم و در نظر گرفتن نیمی از مواد مغذی معادل آنزیم.
 ۴. جیره ذرت - سویا حاوی آنزیم فیتاز به میزان ۵۰۰ واحد (FTU) در کیلوگرم و در نظر گرفتن ۱۰۰ درصد مواد مغذی معادل آنزیم.
- کلیه جیره‌ها بر اساس مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز و پروتئین خام توصیه شده در راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ تنظیم شدند. ترکیبات مواد خوراکی و قابلیت هضم آمینواسیدهای محتوی آن‌ها از جداول انجمن ملی تحقیقات استخراج شد (NRC, 1994). منظور از تصحیح جیره‌ها و در نظر گرفتن مواد مغذی معادل آنزیم، محاسبه مواد مغذی است که توسط آنزیم آزاد و در دسترس پرنده قرار می‌گیرد. این مقادیر طبق کاتالوگ

متابولیسم ظاهری، فسفر و کلسیم) با افزودن نشانگر غیرقابل هضم اکسیدکرومیک و یا سلایت (Celite) در جیره اندازه‌گیری شده است (Numkung & Leeson, 1999; ravindran et al., 1999; Sebastian et al., 1997; Yi et al., 1996).

ارایه شده توسط شرکت تولیدکننده آن در تنظیم جیره‌ها لحاظ شد (جدول ۱). مقادیر معادل آنزیم توسط محققین مختلف برآورد شده است که در بسیاری از این مطالعات، قابلیت هضم ظاهری ایلئومی مواد مغذی مختلف (پروتئین‌ها، آمینواسیدها، ازت، انرژی قابل

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی در مرحله رشد (۱۰ تا ۲۹ روزگی)

مواد خوراکی (درصد)	کنترل	۰٪ تصحیح برای مواد مغذی معادل آنزیم	۵۰٪ تصحیح برای مواد مغذی معادل آنزیم	۱۰۰٪ تصحیح برای مواد مغذی معادل آنزیم
ذرت	۶۳/۰۳	۶۲/۹۸	۶۱/۹۷	۶۰/۸۹
سویا	۳۳	۳۳	۳۲/۲۱	۳۱/۳۸
سبوس گندم	۰/۰۵	۰/۰۵	۲/۰۷	۴/۲
دی کلسیم فسفات	۱/۸۱	۱/۸۱	۱/۵۱	۱/۲
نمک	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
صدف	۰/۹۶	۰/۹۶	۱/۰۳	۱/۱۱
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی - ال متیونین	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
ال لیزین هیدروکلرید	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۵
آنزیم فیتاز ^۳	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
قیمت (ریال / کیلوگرم)	۲۲۱۳	۲۲۳۰	۲۱۸۲	۲۱۳۳
ترکیبات (%)				
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری / کیلوگرم)	۲۸۶۰	۲۸۶۰	۲۸۶۰	۲۸۶۰
پروتئین خام	۲۰/۱۴	۲۰/۱۴	۲۰/۱۴	۲۰/۱۴
کلسیم	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
فسفر کل	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳
فسفر زیست‌فراهم	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵
سدیم	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
آمینواسیدهای کل				
لیزین	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵
متیونین	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶
متیونین + سیستین	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰
آمینواسیدهای قابل هضم				
لیزین	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
متیونین	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶
متیونین + سیستین	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵

۱- مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم از خوراک مقادیر زیر را تامین می‌نمود: ویتامین A: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی، کوله‌کلسیفرول: ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E: ۱۸ واحد بین‌المللی، ویتامین B₁₂: ۰/۰۱۵ میلی‌گرم، فولاسین: ۱ میلی‌گرم، نیاسین: ۳۰ میلی‌گرم، پانتوتنیک اسید: ۲۵ میلی‌گرم، پیریدوکسین: ۲/۹ میلی‌گرم، ریبولوین: ۶/۶ میلی‌گرم و تیامین: ۱/۸ میلی‌گرم.

۲- مکمل معدنی در هر کیلوگرم از خوراک مقادیر زیر را تامین می‌نمود: مس (سولفات مس H₂O ۵): ۱۰ میلی‌گرم، ید (یدات کلسیم): ۰/۹۹ میلی‌گرم، آهن (سولفات آهن H₂O ۷): ۵۰ میلی‌گرم، منگنز (اکسید منگنز): ۹۹ میلی‌گرم، سلنیوم (سدیم سلنیت): ۰/۲ میلی‌گرم و روی (اکسید روی): ۸۴ میلی‌گرم، کولین: ۵۰۰ میلی‌گرم.

۳- مواد مغذی معادل آنزیم (ارایه شده توسط شرکت BASF): انرژی قابل سوخت و ساز ۱۰۶۰۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم، فسفر ۲۳۰ درصد، فسفر زیست‌فراهم ۲۰۷ درصد، کلسیم ۲۰۰ درصد، پروتئین خام ۴۵۰ درصد، لیزین ۲۴ درصد، متیونین ۲ درصد، متیونین + سیستین ۸ درصد، ترئونین ۲۶ درصد، تریئوفان ۶ درصد، ایزولوسین ۲۴ درصد.

دسترسی داشتند و همه جیره‌ها به‌صورت آردی تهیه گردیدند. صفات مورد بررسی شامل افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی، در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره، درصد خاکستر استخوان انگشت پا و درصد کلسیم و فسفر موجود در خاکستر استخوان، غلظت فسفر سرم خون، شاخص تولید (PN-Production Number) و هزینه تولید هر کیلوگرم افزایش وزن بود که طبقه محاسبه هریک از این صفات به شرح زیر بود:

جیره مرحله آغازین تا سن ۱۰ روزگی (شروع آزمایش) برای تمامی واحدهای آزمایشی یکسان بود. پس از سن ۱۰ روزگی و با شروع آزمایش، جوجه‌ها براساس وزن یکسان در تمامی واحدهای آزمایشی توزیع شدند و جیره‌های دوره رشد در اختیار آنها قرار گرفت. ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی موجود در جیره مرحله رشد (۱۰ تا ۲۹ روزگی) و پایانی (۲۹ تا ۴۹ روزگی) به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آمده است. در کل دوره، جوجه‌ها به صورت آزاد به آب و غذا

مجموع وزن تلفات + (مجموع وزن جوجه‌ها در ابتدای دوره - مجموع وزن جوجه‌ها در پایان دوره) = زایش وزن واحد آزمایشی

وزن کیسه و دان در انتهای دوره - وزن کیسه و دان در ابتدای دوره = خوراک مصرفی یک واحد آزمایشی در طول دوره

خوراک مصرفی توسط واحد آزمایشی در طول هر دوره

افزایش وزن کلیه پرنده‌های واحد آزمایشی در پایان هر دوره = ضریب تبدیل غذایی واحد آزمایشی در طول هر دوره

$$\times 100 = \frac{\text{وزن خاکستر}}{\text{وزن ماده خشک بدون چربی}} = \text{درصد خاکستر استخوان انگشت پا}$$

$$\frac{\text{جذب نوری نمونه}}{\text{جذب نوری محلول استاندارد}} \times \text{غلظت فسفر در محلول استاندارد} = \text{غلظت فسفر در نمونه}$$

$$= \frac{\text{درصد ماندگاری} \times \text{میانگین وزن بدن در پایان دوره (کیلوگرم)}}{\text{ضریب تبدیل غذایی} \times \text{طول دوره (روز)}} = \text{شاخص تولید}$$

قیمت هر کیلوگرم جیره \times ضریب تبدیل غذایی = هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن در مراحل رشد و پایانی

نمونه‌ها توسط دستگاه سوکسله استخراج شد و استخوان مربوط به یک واحد آزمایشی توزین و وزن ماده خشک بدون چربی استخوان انگشت پا محاسبه گردید. نمونه‌های استخوان انگشت پا در داخل کوره در دمای ۵۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت سوزانده شد و خاکستر باقیمانده پس از خروج از کوره اندازه‌گیری شد. در پایان درصد کلسیم و فسفر موجود در خاکستر استخوان انگشت پا تعیین گردید.

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل (۲×۴) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار تیمار، هریک در چهار تکرار و هر تکرار در دو

در پایان دوره آزمایش از هر واحد آزمایشی، دو قطعه جوجه با میانگین وزنی نزدیک به میانگین واحد مربوطه، انتخاب و به کشتارگاه منتقل شدند. پس از کشتار وزن لاشه، چربی حفره بطنی (شامل چربی اطراف سنگدان، کلواک و اطراف روده‌ها)، سینه، ران‌ها، با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم تعیین و درصد اجزاء مختلف لاشه محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری درصد خاکستر انگشت پا، پس از کشتار، انگشت وسط پای چپ جدا شد. پس از پختن انگشت در داخل آب جوش، بند وسط انگشت جدا شد. سپس هر دو استخوان که مربوط به یک واحد آزمایشی بود در یک کروزه قرار گرفت و چربی

آزمایشی مربوط به مشاهده k از جنس z از تیمار i است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده از نرم‌افزار SAS استفاده شد (SAS Institute, 2001). از آزمون چنددامنه‌ای دانکن نیز برای مقایسه میانگین گروه‌های آزمایشی در سطح معنی‌داری (P<0/05) در هر صفت استفاده شد (Duncan, 1955).

جنس، مجموعاً ۳۲ واحد آزمایشی بود. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + T_i S_j + e_{ijk}$$

در این فرمول:

Y_{ijk} مقدار مشاهده مربوط به تکرار k از جنس z و تیمار i، μ میانگین جامعه، T_i اثر تیمار آزمایشی، S_j اثر جنس، $T_i S_j$ اثر متقابل تیمار در جنس، e_{ijk} خطای

جدول ۲- اقلام خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی در مرحله پایانی (۲۹ تا ۴۹ روزگی)

مواد خوراکی (درصد)	کنترل	۰٪ تصحیح برای مواد مغذی معادل آنزیم	۵۰٪ تصحیح برای مواد مغذی معادل آنزیم	۱۰۰٪ تصحیح برای مواد مغذی معادل آنزیم
ذرت	۶۸/۶۴	۶۸/۵۹	۶۷/۵۸	۶۶/۵
سویا	۲۷/۶۹	۲۷/۶۹	۲۶/۹	۲۶/۰۷
سیوس گندم	۰/۰۱	۰/۰۱	۲/۰۳	۴/۱۵
دی کلسیم فسفات	۱/۶۹	۱/۶۹	۱/۳۹	۱/۰۹
نمک	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
صدف	۰/۹۴	۰/۹۴	۱/۰۱	۱/۰۱
مکمل ویتامینی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی - ال متیونین	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۲
ال لیزین هیدروکلرید	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۸
آنزیم فیتاز	۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
قیمت (ریال / کیلوگرم)	۲۱۴۳	۲۱۶۰	۲۱۳۰	۲۰۹۹
ترکیبات (%)				
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۹۲۴	۲۹۲۴	۲۹۲۴	۲۹۲۴
پروتئین خام	۱۸/۱۶	۱۸/۱۶	۱۸/۱۶	۱۸/۱۶
کلسیم	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵
فسفر کل	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹
فسفر زیست فراهم	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
سدیم	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
آمینو اسیدهای کل	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷
لیزین	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
متیونین	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰
متیونین + سیستین	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰
آمینواسیدهای قابل هضم	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴
لیزین	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
متیونین	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶
متیونین + سیستین	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶

نتایج و بحث

استخوان و درصد کلسیم و فسفر موجود در آن، غلظت فسفر سرم خون، شاخص تولید و هزینه تولید هر کیلوگرم افزایش وزن و اثرات متقابل در جدول ۳ و ۴ آمده است.

نتایج مربوط به افزایش وزن، میزان خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره و همچنین درصد لاشه و اجزاء آن، درصد خاکستر

نشان می‌دهد فیتاز می‌تواند امکان کاهش سطح کلسیم و فسفر جیره را بدون هیچ اثر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ایجاد نماید. اثر تحریک‌کنندگی رشد به وسیله آنزیم فیتاز ممکن است به طور جزئی مربوط به افزایش غلظت مایواینوزیتول که محصول نهایی جدا شدن فسفر از فیتات است یا مربوط به آزاد شدن مواد معدنی پرمصرف و کم‌مصرف از کمپلکس‌های آنها با فیتات و یا مربوط به افزایش قابلیت هضم نشاسته (Knuckles & Betschar, 1987) و یا به دلیل افزایش زیست‌فراهمی پروتئین باشد (Selle et al., 2000).

تفاوت میانگین افزایش وزن دو جنس نر و ماده در دوره رشد، پایانی و کل دوره معنی‌دار بود ($P < 0/01$). اثر متقابل جنس و تیمار بر این صفت نیز معنی‌دار بود ($P < 0/01$). میانگین وزن بدن در جنس نر در تیمارهای مختلف بالاتر از میانگین جنس ماده بود. این نتایج مشابه نتایج مطالعه Numkung & Leeson (1999) بود. این محققین گزارش کردند که وزن بدن در جوجه‌هایی که جیره حاوی فیتاز با سطوح کلسیم و فسفر پایین‌تر از حد توصیه شده دریافت کردند با جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد حاوی سطوح توصیه شده کلسیم و فسفر قابل دسترس و بدون فیتاز میکروبی، یکسان بود که این

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف تصحیح آنزیم و جنس بر عملکرد جوجه های گوشتی

SEM	جنس		SEM	سطح تصحیح مواد مغذی معادل آنزیم در جیره				صفات مورد بررسی
	ماده	نر		۱۰۰٪	۵۰٪	۰٪	کنترل	
۶/۸۸	۸۱۶/۴۸ ^b	۸۹۵/۴۳ ^a	۹/۷۳۱	۸۶۷/۱۷	۸۳۴/۳۳	۸۵۵/۹۹	۸۶۸/۸۳	افزایش وزن دوره رشد (گرم)
۱۳/۶۱	۱۳۱۹/۷۶ ^b	۱۶۷۵/۹۴ ^a	۱۹/۲۵	۱۴۹۹/۲۹	۱۴۸۰/۸۷	۱۴۸۹/۰۱	۱۵۲۲/۳۱	افزایش وزن دوره پایانی (گرم)
۱۷/۱۱	۲۱۴۶/۲۴ ^b	۲۵۷۱/۳۷ ^a	۲۴/۲۱	۲۳۶۳/۹۶	۲۳۱۵/۱۱	۲۳۴۵/۰۰	۲۳۹۱/۱۴	افزایش وزن کل دوره (گرم)
۶/۷۲	۱۳۵۶/۳۴ ^b	۱۴۴۷/۳۴ ^a	۹/۵۱	۱۴۱۲/۰۶	۱۳۹۸/۲۱	۱۴۰۱/۱۰	۱۴۰۰/۸۴	مصرف خوراک دوره رشد (گرم/ پرنده)
۳۶/۷۴	۲۸۹۸/۸۸ ^b	۳۰۲۹/۸۵ ^a	۵۱/۹۷	۲۹۰۲/۶۵	۲۹۹۳/۵۴	۲۹۸۰/۲۰	۲۹۹۲/۹۰	مصرف خوراک دوره پایانی (گرم/ پرنده)
۴۴/۷	۴۲۳۲/۸۹ ^b	۴۴۶۰/۳۴ ^a	۶۳/۲۲	۴۳۰۵/۴۴	۴۳۹۱/۷۹	۴۳۵۳/۷۱	۴۳۵۵/۱۹	مصرف خوراک کل دوره (گرم/ پرنده)
۰/۰۱	۱/۶۷ ^a	۱/۶۲ ^b	۱/۰۱	۱/۶۶	۱/۶۷	۱/۶۴	۱/۶۱	ضریب تبدیل غذایی دوره رشد
۰/۰۲	۲/۱۷ ^a	۱/۸۲ ^b	۰/۰۳	۱/۹۸	۲/۰۰	۲/۰۲	۱/۹۶	ضریب تبدیل غذایی دوره پایانی
۰/۰۱	۱/۹۸ ^a	۱/۷۶ ^b	۰/۰۲	۱/۸۷	۱/۸۸	۱/۸۸	۱/۸۴	ضریب تبدیل غذایی کل دوره
۰/۰۰۵	۷۲/۷	۷۳/۷	۰/۰۰۷	۷۳/۷	۷۲/۷	۷۴/۱	۷۲/۱	درصد لاشه
۰/۰۰۳	۲۴/۲	۲۴/۲	۰/۰۰۵	۲۴/۲	۲۳/۹	۲۵/۳	۲۳/۶	درصد سینه
۰/۰۰۳	۲۱/۳	۲۱/۳	۰/۰۰۵	۲۱/۱	۲۰/۷	۲۱/۷	۲۱/۷	درصد ران
۰/۰۰۳	۲/۱	۲/۳	۰/۰۰۵	۱/۷	۲/۲	۲/۹	۱/۹	درصد چربی حفره بطنی
۰/۲۹۵	۶۳/۳۳ ^b	۶۵/۶۳ ^a	۰/۴۱۷	۶۳/۰۱ ^c	۶۶/۰۱ ^b	۷۱/۱۱ ^a	۵۷/۷۹ ^d	درصد خاکستر استخوان انگشت پا
۰/۱۸۵	۳۲/۵۱ ^b	۳۲/۶۱ ^a	۰/۳۶۱	۳۱/۵۴ ^c	۳۳/۱۳ ^b	۳۵/۰۱ ^a	۲۸/۵۶ ^d	درصد کلسیم موجود در خاکستر
۰/۱۱	۱۷/۱۸ ^b	۱۷/۱۷ ^a	۰/۱۵۸	۱۶/۹۲ ^c	۱۷/۶۴ ^b	۱۹/۶۴ ^a	۱۵/۹۰ ^d	درصد فسفر موجود در خاکستر
۰/۴۱	۱۸/۳۳	۱۹/۲۶	۰/۵۸	۱۸/۶۲	۱۹/۴۱	۱۸/۷۴	۱۸/۳۹	غلظت فسفر سرم خون (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۰۲	۲/۷۱ ^b	۲/۷۸ ^a	۰/۰۷	۲/۷۱	۲/۷۸	۲/۷۵	۲/۸۶	شاخص تولید
۳۲/۵	۴۰۵۶	۳۹۸۰	۸/۸	۳۹۴۵	۴۰۳۶	۴۱۰۲	۳۹۸۴	هزینه تولید هر کیلوگرم افزایش وزن (ریال)

حروف غیرمشابه در هر سطر بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) می‌باشد.

($P < 0/01$) و میانگین خوراک مصرفی خروس‌ها بالاتر از مرغ‌ها بود. اثر متقابل جنس و تیمار بر میانگین خوراک مصرفی در دوره رشد معنی‌دار بود ($P < 0/05$) و مصرف خوراک در جنس نر در تیمارهای مختلف بیشتر از جنس ماده بود ($P < 0/05$). بالاترین میانگین از نظر عددی برای اثر متقابل جنس نر و تیمار بدون تصحیح

بین میانگین ضریب تبدیل غذایی دو جنس نر و ماده در دوره رشد، پایانی و کل دوره تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ($P < 0/01$)، به طوری که میانگین ضرایب تبدیل غذایی برای خروس‌ها پایین‌تر از مرغ‌ها بود. میانگین خوراک مصرفی در دوره رشد، پایانی و کل دوره بین دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌دار داشت

نبود. این نتایج با نتایج دیگر مطالعات توافق داشت. Ahmed et al. (2004) اعلام کردند که کل گوشت تولیدی، میزان عضله ران تولیدی، میزان عضله سینه تولیدی و وزن کبد با مصرف سطوح مختلف فیتاز در جیره افزایش می‌یابد و با مصرف فیتاز به میزان ۱/۵ گرم در کیلوگرم به بالاترین حد خود می‌رسد و همچنین وزن زنده و وزن لاشه افزایش پیدا می‌کند. Naher (2002) و Moshed (2001) گزارش کردند که لاشه تولیدی با مصرف آنزیم فیتاز در جیره افزایش می‌یابد. به دلیل آن که در این آزمایش بین درصد اجزاء لاشه اندازه‌گیری شده در تیمارهای آزمایشی مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، چنین به نظر می‌رسد که میزان مواد مغذی دریافت شده توسط جوجه‌ها با مصرف جیره‌های حاوی آنزیم و تصحیح شده براساس ترکیبات آن مشابه جیره‌های فاقد آنزیم و حاوی سطوح توصیه شده سایر مواد مغذی بوده است. همچنین با وجود عدم تفاوت معنی‌دار بین درصد اجزاء لاشه در تیمارهای مختلف ممکن است میزان این اجزاء به طور مطلق افزایش داشته باشد، اما به دلیل افزایش هم‌زمان میزان لاشه تولیدی و میزان اجزاء لاشه (به صورت تابعی از کل لاشه)، نسبت اجزاء لاشه به کل لاشه که به صورت درصد بیان شده است، تفاوت معنی‌داری نشان ندهد. گذشته از آن، حتی در صورتی که میزان اجزاء لاشه بین تیمار شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار نداشته باشد، به دلیل کاهش هزینه خوراک با مصرف مکمل فیتاز در جیره بدون اثر منفی بر عملکرد، مصرف آنزیم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود.

در مورد درصد خاکستر استخوان انگشت پا، بین میانگین به دست آمده برای تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.01$). همچنین، برای صفت درصد خاکستر، تفاوت معنی‌داری بین میانگین به دست آمده در دو جنس نر و ماده وجود داشت ($P < 0.01$) و میانگین درصد خاکستر استخوان انگشت پا در خروس‌ها بالاتر از مرغ‌ها بود.

این نتایج مشابه نتایج Cabahug و Yi et al. (1996) و et al. (1999) بود. این نتایج نشان می‌داد که مصرف مکمل فیتاز میکروبی در جیره جوجه‌های گوشتی درصد و میزان خاکستر استخوان انگشت پا را افزایش می‌دهد.

به دست آمد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج Ravindran & Bryden (1997) تطابق دارد. این محققین مشاهده نمودند که مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی با مصرف جیره حاوی سطوح کلسیم و فسفر قابل دسترسی پایین همراه فیتاز توسط جوجه‌های گوشتی، عملکردی مشابه جیره فاقد فیتاز با سطوح کلسیم و فسفر قابل دسترس توصیه‌شده ایجاد کرد. همچنین Zhang et al. (1999) نشان دادند که با مصرف فیتاز میکروبی در جیره‌هایی با سطوح مختلف پروتئین در جوجه‌های گوشتی تفاوتی بین تیمارها از نظر ضریب تبدیل غذایی و مصرف خوراک وجود نداشت. این نتایج نشان داد مصرف فیتاز در جیره می‌تواند با افزایش زیست‌فراهمی مواد معدنی و آمینواسیدها سبب بهبود مصرف خوراک شده و بدین ترتیب جایگزین بخشی از مواد مغذی جیره شود. Viveros et al. (2002) دریافتند که مصرف مکمل فیتاز میکروبی اثری بر میزان ضریب تبدیل خوراک نداشت. آنان دلیل این پدیده را افزایش هم‌زمان وزن بدن و میزان مصرف خوراک دانستند. عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارهای مختلف برای ضرایب تبدیل غذایی در دوره رشد، پایانی و کل دوره ممکن است به دو دلیل باشد: اول آن‌که، با توجه به اعمال میزان ترکیبات قابل دسترسی اعلام شده با مصرف فیتاز در جیره‌های آزمایشی، به نظر می‌رسد فیتاز میکروبی به خوبی قادر به جایگزینی این ترکیبات در جیره با افزایش زیست‌فراهمی مواد مغذی در نتیجه تجزیه کمپلکس آنها با فیتات بوده است و به این ترتیب هیچ تفاوتی بین تیمار شاهد که مواد مغذی در آن در حد توصیه‌شده تأمین شده بود و آنزیم به آن افزوده نشده بود، با تیمارهای آزمایشی که در آنها، بسته به سطح تصحیح اعمال شده برای ترکیبات آنزیم، میزان سایر مواد مغذی کاهش یافته بود، مشاهده نمی‌شود. دوم این‌که، همان‌گونه که در سایر مطالعات چنین نتیجه‌گیری شده است، عدم تأثیرپذیری ضریب تبدیل غذایی از مصرف فیتاز در جیره می‌تواند به دلیل افزایش هم‌زمان میزان مصرف خوراک و رشد در جوجه‌های گوشتی باشد.

اثر جنس، سطح تصحیح آنزیم و اثر متقابل جنس و سطح تصحیح آنزیم بر درصد لاشه و اجزاء آن معنی‌دار

معنی‌داری ($P < 0/01$) وجود داشت. میانگین درصد فسفر خاکستر استخوان خروس‌ها بالاتر از مرغ‌ها بود ($P < 0/05$). همچنین، اثر متقابل دو عامل جنس و تیمار بر درصد فسفر خاکستر استخوان معنی‌دار بود ($P < 0/05$)، به طوری که بالاترین میانگین برای اثر متقابل جنس نر و تیمار بدون تصحیح به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سطح کلسیم و فسفر قابل دسترس جیره، هضم و جذب این مواد معدنی و در نتیجه ذخیره آنها در استخوان بهبود می‌یابد. همچنین، هضم، جذب و ابقاء مواد معدنی در استخوان خروس‌ها بهتر از مرغ‌ها صورت گرفته است. از آنجا که اثر عامل جنس بر ضریب تبدیل غذایی معنی‌دار بود و از طرف دیگر چون وزن بدن در دوره پایانی در خروس‌ها به طور معنی‌داری بالاتر از مرغ‌ها بود، می‌توان چنین نتیجه گرفت که میزان مورد استفاده قرار گرفتن خوراک در خروس‌ها نسبت به مرغ‌ها بهتر بوده است و همین موضوع می‌تواند علت ابقاء بهینه عناصر معدنی مختلف در استخوان خروس‌ها نسبت به مرغ‌ها باشد. نتایج مطالعه دیگری نشان داد که فیتاز میکروبی سبب افزایش نسبی ابقاء فسفر، کلسیم، مس و روی می‌شود. همچنین درصد خاکستر در محتوای ماده خشک استخوان درشت‌نی عاری از چربی (در مقایسه با جیره حاوی سطح فسفر توصیه شده و فاقد فیتاز) افزایش یافت (Sebastian et al., 1996).

اثر سطح تصحیح آنزیم، جنس و اثر متقابل سطح تصحیح و جنس بر میانگین فسفر سرم معنی‌دار نبود. برای نتایج به دست آمده در مورد غلظت فسفر سرم دو فرض محتمل است: اول آن که تحت تأثیر مکانیسم‌های هموستاز فسفر در خون (مثل دفع کلیوی فسفر تحت تأثیر هورمون پاراتیروئید و ویتامین D) تغییرات فسفر در سرم متعادل شده و باعث شده تفاوتی بین غلظت فسفر سرم خون تیمارهای مختلف مشاهده نشود. دوم آن که به دلیل اثر فیتاز بر زیست‌فراهمی فسفر در جیره‌های حاوی آنزیم تفاوت معنی‌داری در میزان فسفر سرم تیمارهای مختلف مشاهده نشده است.

میانگین شاخص تولید بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد. در مقابل تأثیر جنس بر شاخص تولید معنی‌دار بود ($P < 0/01$) و میانگین

Ahmed et al. (2004) و Leeson et al. (2000) دریافتند که مصرف فیتاز در جیره سبب افزایش درصد خاکستر استخوان درشت‌نی می‌شود که ممکن است به دلیل بهبود ابقاء کلسیم، فسفر، منیزیم و روی از کمپلکس فیتات با مواد معدنی تحت تأثیر مصرف فیتاز باشد.

تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارهای مختلف در این آزمایش برای درصد خاکستر استخوان نشان می‌دهد که با افزایش سطح کلسیم و فسفر قابل دسترس در جیره مقدار زیست‌فراهمی مواد معدنی با تجزیه آنها از کمپلکس فیتات بالا می‌رود و بدین ترتیب میزان هضم و جذب و ذخیره آنها در استخوان افزایش می‌یابد. بین میانگین‌های به دست آمده در تیمارهای مختلف برای درصد کلسیم موجود در خاکستر استخوان تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0/01$). بالاترین میانگین به دست آمده مربوط به تیمار دو یا بدون تصحیح و پایین‌ترین میانگین مربوط به تیمار یک یا شاهد بود. بین میانگین درصد کلسیم موجود در خاکستر استخوان در دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0/01$). میانگین درصد کلسیم خاکستر استخوان در خروس‌ها از مرغ‌ها بیشتر بود. این نتایج نشان می‌دهد مصرف فیتاز در جیره به خوبی امکان افزایش زیست‌فراهمی و استفاده کلسیم برای جذب و ابقاء در بدن را فراهم کرده است، زیرا فیتاز با تجزیه کمپلکس فیتات با کلسیم و فسفر، زیست‌فراهمی آنها را بالا می‌برد. نتایج به دست آمده از این آزمایش با نتایج Hongxing et al. (1999) مطابقت داشت. این محققین دریافتند که با مصرف فیتاز در جیره جوجه‌های گوشتی قابلیت هضم فسفر و کلسیم بهبود یافته و میزان این دو ماده معدنی در خاکستر استخوان درشت‌نی افزایش می‌یابد. Leeson et al. (2000) گزارش کردند که میزان فسفر خاکستر استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی با مصرف فیتاز در جیره آنها افزایش می‌یابد. میانگین‌های به دست آمده در تیمارهای مختلف برای درصد فسفر خاکستر استخوان تفاوت معنی‌دار داشتند ($P < 0/01$). بالاترین میانگین در تیمار شماره دو یا بدون تصحیح و پایین‌ترین میانگین در تیمار یک یا شاهد بود. بین میانگین‌های به دست آمده در دو جنس نر و ماده تفاوت

می‌رسد که فیتاز موجود در جیره همانطور که تصور می‌شد قادر به تامین مواد مغذی بوده‌است و هیچ‌گونه افت عملکردی در جوجه‌های گوشتی ایجاد نکرده‌است. مصرف فیتاز باعث کاهش هزینه جیره از طریق کاهش مواد مغذی مختلف مانند انرژی، پروتئین مواد معدنی و آمینواسیدها در جیره می‌شود. علاوه بر این، با مصرف فیتاز در جیره و امکان کاهش سطح فسفر معدنی و ازت، کاهش دفع این مواد در فضولات و کاهش آلودگی ناشی از آنها در محیط زیست نیز فراهم می‌شود. لذا توصیه می‌شود در جیره‌هایی که آنزیم فیتاز به آن‌ها افزوده می‌شود مواد مغذی معادل آنزیم در تنظیم جیره لحاظ گردد تا هزینه هر کیلوگرم خوراک کاهش یابد و روش قدیمی افزودن آنزیم به جیره منطقی به نظر نمی‌رسد.

شاخص تولید خروس‌ها بالاتر از مرغ‌ها است. هزینه خوراک مصرفی برای تولید هر کیلوگرم افزایش وزن برای تیمار آزمایشی که برای ۱۰۰ درصد مواد مغذی معادل آنزیم تصحیح شده حداقل بود و ۱۵۶ ریال کمتر از تیمار بدون تصحیح بود. از آنجا که در بین چهار تیمار آزمایشی تفاوت معنی‌داری از نظر ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره مشاهده نشد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که جیره ۱۰۰ درصد تصحیح‌شده از نظر اقتصادی نیز بر سایر جیره‌های آزمایشی برتری دارد و هزینه تولید را کاهش می‌دهد. بنابراین توصیه می‌شود کلیه ترکیبات آنزیم در تنظیم جیره منظور شود تا ضمن عدم افزایش مصرف، هزینه تولید هر کیلوگرم افزایش وزن کاهش یابد. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش به نظر

جدول ۴- اثر متقابل سطوح مختلف تصحیح آنزیم × جنس بر افزایش وزن و مصرف خوراک دوره رشد و غلظت فسفر سرم

SEM	۱۰۰٪		۵۰٪		۰٪		کنترل		سطوح تصحیح آنزیم
	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	
۱۳/۷۶	۸۵۶/۳۶ ^{bc}	۸۷۷/۹۷ ^{ab}	۷۹۳/۰۷ ^d	۸۷۵/۵۹ ^{ab}	۷۹۶/۷۱ ^d	۹۱۵/۲۸ ^a	۸۱۹/۰۳ ^{cd}	۹۱۷/۸۸ ^a	افزایش وزن دوره رشد (گرم)
۱۳/۴۵	۱۳۸۸/۶۴ ^b	۱۴۳۵/۴۹ ^a	۱۳۴۹/۵۳ ^{bc}	۱۴۳۴/۷۴ ^a	۱۳۳۴/۶۱ ^c	۱۴۶۷/۵۸ ^a	۱۳۵۰/۵۲ ^{bc}	۱۴۵۱/۱۶ ^a	مصرف خوراک دوره رشد (گرم/پرند)
۰/۰۷۹	۱۶/۷۴ ^e	۱۷/۱۱ ^{de}	۱۷/۴۳ ^{cd}	۱۷/۸۶ ^c	۱۸/۷۳ ^b	۲۰/۵۴ ^a	۱۵/۸۳ ^f	۱۵/۹۸ ^f	تراکم فسفر سرم خون (میلی گرم/دسی لیتر)

حروف غیرمشابه در هر سطر بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) می‌باشد.

REFERENCES

- Ahmed, F., Rahman, M. S. Ahmed, S. U. & Miah, M. Y. (2004). Performance of broiler on phytase supplementation to soybean meal-based diet. *Int. J. Poult. Sci*, 3 (4), 266- 271.
- Anderson, P. A. (1985). Interactions between proteins and constituents that affect protein quality. P: 31 In: G. W. Finley and D. T. Hopkins (ed), *Digestibility and Amino Acid Availability in Cereals and Oilseeds*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
- Atteh, J. O. & Leeson, S. (1984). Effects of dietary saturated or unsaturated fatty acids and calcium levels on performance and mineral metabolism of poultry chicks. *Poult. Sci*, 63, 2252- 2260.
- Cabahug, S., Ravindran, V., Selle, P. H. & Bryden, W. L. (1999). Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus contents. I. Effects on bird performance and toe ash. *Br. Poult. Sci*, 40, 660- 666.
- Cheryan, M. (1980). Phytic acid interactions in food systems. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 13, 297- 335.
- Cromwell, G. L. (1999). Bioavailability of calcium and phosphorus in plant and animal ingredients. P: 173. In: M. B. Coelho, and E. T. Kornegay (eds), *Phytase in Animal Nutrition and Waste management*. BASF Corporation. Mount Olive, NJ.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1- 42.
- Han, Y. W., Gallagher, D. J. & Wilfred, A. G. (1987). Phytase production by *Aspergillus ficcum* on semi-solid substrate. *J. Indust. Microbiol*, 2, 195- 200.
- Harland, B. F. & Oberleas, D. (1999). Phytic acid complex in feed ingredients. In: M. B. Coelho, and E. T. Kornegay (eds), *Phytase in Animal Nutrition and waste Management*. P: 69. BASF Corporation. Mount Olive, NJ.
- Hongxing, L., Jianliang, W., Song, X. & Yuli, L. (1999). Effects of dietary calcium to phosphorus ratio on performance, calcium, and phosphorus metabolism in broilers fed on microbial phytase. *Chin. J. Anim. Sci*, 35, 25- 26.

11. Huff, W. E., Moore, P. A., Jr., Balog, J. M., Byyari, G. R. & Rath, N. C. (1996). Evaluation of the toxicity of alum (aluminum sulfate) in young broiler chickens. *Poult. Sci*, 79, 235- 242.
12. Knuckles, B. E. & Betschart, A. A. (1987). Effect of phytate and other myo-inositol phosphate esters on alpha-amylase digestion of starch. *J. Food Sci*, 52, 719- 721.
13. Leeson, S., Namkung, H., Cottrill, M. & Forsberg, C. W. (2000). Efficacy of new bacterial phytase in poultry diets. *Can. J. Anim. Sci*, 80, 527- 528.
14. Moshad, M. A. (2001). *Use of phytase and carbohydrase enzyme for better utilization of parboiled-rice-polish-based diet in broilers*. M. Sc. thesis, Department of Poultry Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.
15. Naher, B. (2002). *Utilization of parboiled rice polish-based diet with supplementation of carbohydrase and phytase in growing ducklings*. M. Sc. thesis, department of Poult. Sci, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.
16. Nelson, T. S., Shieh, T. R., Wodzinski, R. J. & Ware, J. H. (1968). The availability of phytate phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase. *Poult. Sci*, 47, 1842- 1848.
17. National Research Council (NRC). (1994). *Nutrient requirements of poultry*. (9th ed.) National Academy Press, Washington, DC.
18. Numkung, H. & Leeson, S. (1999). Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acid in broiler chicks. *Poult. Sci*, 78, 1317- 1319.
19. Okubo, K., Waldroup, A. B. & Iacobucci, G. A. (1976). Binding of phytic acid to glycine, *Cereal Chem*. 53, 513- 518.
20. Pallauf, J., Rimbach, G., Pippig, S., Schindler, B. & Most, E. (1994). Effect of phytase supplementation to a phytate-rich diet based on wheat, barley, and soya on the bioavailability of dietary phosphorus, calcium, magnesium, zinc, and protein in piglets. *Agrobiol. Res*, 47, 39- 48.
21. Peeler, H. T. (1972). Biological availability of nutrients in feeds: Availability of major mineral ions. *J. Anim. Sci*, 35, 695- 699.
22. Ravindran, V. & Bryden, W. L. (1997). *Influence of phytic acid and available phosphorus levels on the response of broilers to supplemental Natuphos*. Poult. Res. Foundation Rep., University of Sidney, Australia.
23. Ravindran, V., Cabahug, S., Ravindran, G. & Bryden, W. L. (1999). Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poult. Sci*, 78, 699- 706.
24. Reddy, N. R., Balakrishnan, C. V. & Salunkhe, D. K. (1982). Phytates in legumes. *Adv. Food Res*, 28, 1- 92.
25. SAS Institute. (2001). *SAS/STAT User's Guide*. Release 8.02 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
26. Sebastian, S., Touchburn, S. P., Chavez, E. R. & Lague, P. C. (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.
27. Sebastian, S., Touchburn, S. P., Chavez, E. R. & Lague, P. C. (1997). Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poult. Sci*, 76, 1760- 1769.
28. Selle, P. H., Ravindran, V., Caldwell, R. A. & Bryden, W. L. (2000). Phytate and phytase: Consequences from protein utilization. *Nut. Res. Rev*, 13, 255- 278.
29. Singh, M. & Krikorian, A. D. (1982). Inhibition of trypsin activity in vitro by phytate. *J. Agric. Food Chem*, 30, 799- 800.
30. Thompson, L. U., Button, C. L. & Jenkins, D. (1987). Phytic acid and calcium affect the in vitro rate of navy bean starch digestion and blood glucose response in humans. *Am. J. Clin. Nutr*, 46, 467- 469.
31. Viveros, A., Centeno, C., Brenes, A., Canales, R. & Lozano, A. (2000). Phytase and acid phosphatase activities in plant feedstuffs. *J. Agric. Food Chem*, 48, 4009- 4013.
32. Yi, Z., Kornegay, E. T. & Denbow, D. M. (1996). Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of turkey poult fed corn- soybean meal diets. *Poult. Sci*, 75, 979- 990.
33. Zaghari, M., Majdeddin, M., Taherkhani, R. & Moravej, H. (2008). Evaluation of nutrient equivalency values of Natuzyme and its effects on broiler chick performance. *J. Appl. Poult. Res*, 17, 446-453.
34. Zhang, X., Roland, D. A., McDaniel, G. R. & Rao, S. K. (1999). Effect of Natuphos phytase supplementation to feed on performance and ileal digestibility of protein and amino acids of broilers. *Poult. Sci*, 78, 1567.