دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

تاثیر نوع دانه غله، آنزیم فیتاز و مخمر *ساکارومایسس بولاردی* بر عملکرد رشد، جمعیت میکروبی سکوم، خصوصیات لاشه واستخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی

مژگان سلمانیان[۱]، محمود شمس شرق[۲]، احد یامچی[۳] و محمد حسین محمدی قاسم‌آبادی[۴]

۱- دانشجوی دکتری گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- دانشیارگروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، (نویسنده مسوول: m_shams196@yahoo.com)
۳- دانشیارگروه بیوتکنولوژی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- دانش‌آموخته دکتری تغذیه طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۴
صفحه: ۸ تا ۱۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: افزودن آنزیم فیتاز به جیره طیور برای آزاد سازی فسفر از فیتات گیاهی ضروری است. این تحقیق با هدف، مقایسه اثر افزودنی خوراکی (مخمر غیرنوترکیب، مخمر نوترکیب مولد فیتاز و آنزیم فیتاز تجاری هوستازایم پی) در جیره‌های بر پایه گندم یا ذرت بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، جمعیت میکروبی سکوم و خصوصیات استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: این مطالعه با استفاده از ۶۷۲ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه هوبارد فلکس در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۴ انجام گرفت. هشت تیمار آزمایشی در ۶ تکرار (۱۴ قطعه پرنده در هر تکرار) شامل دو تیمار بدون افزودنی، دو تیمار آنزیم فیتاز حاصل از *ساکارومایسس بولاردی* نوترکیب (۵۰۰ واحد)، دو تیمار *ساکارومایسس بولاردی* غیرنوترکیب و دو تیمار آنزیم فیتاز ۱۰ هزار هوستازایم-پی (۵۰۰ واحد) در جیره‌های بر پایه ذرت یا گندم بودند. تلفات به صورت روزانه جمع آوری شد. میانگین وزن زنده و خوراک مصرفی تیمارهای آزمایشی در سن ۱۰، ۲۴ و ۴۱ روزگی ثبت گردید. برای اندازه‌گیری خصوصیات لاشه، جمعیت میکروبی سکوم و خصوصیات استخوان درشت‌نی دو پرنده (یک نر و یک ماده) از هر تکرار در سن ۴۱ روزگی کشتار شد.

یافته‌ها: افزودن مخمر نوترکیب مولد آنزیم فیتاز به جیره در مقایسه با آنزیم هوستازایم سبب افزایش معنی‌دار وزن زنده در سن ۱۰ روزگی شد ($p\leq۰/۰۵$). اثر افزودنی (آنزیم فیتاز هوستازایم، مخمر نوترکیب و غیر نوترکیب) سبب کاهش مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در سن ۴۱ روزگی شد ($p\leq۰/۰۵$). وزن نسبی سنگدان در جیره بر پایه ذرت بیشتر از جیره بر پایه گندم بود ($p\leq۰/۰۵$). اثر افزودنی برای وزن نسبی قلب و ژژنوم معنی‌دار بود ($p\leq۰/۰۵$). به نحویکه وزن نسبی قلب در تیمار مخمر غیرنوترکیب کمتر از دو تیمار بدون افزودنی و تیمار آنزیم فیتاز هوستازایم-پی بود ($p\leq۰/۰۵$). همچنین دو تیمار آنزیم فیتاز هوستازایم و مخمر نوترکیب نسبت به سایر تیمارها، باعث کاهش معنی‌دار وزن ژژنوم شد ($p\leq۰/۰۵$). جمعیت میکروبی سکوم در جیره برپایه گندم نسبت به ذرت کاهش معنی‌داری داشت ($p\leq۰/۰۵$) و همچنین تیمارهای مخمر نوترکیب و غیرنوترکیب باعث کاهش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها شدند ($p\leq۰/۰۵$). جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی آنزیم فیتاز مخمر نوترکیب نه تنها بیشترین مقدار عناصر فسفر و منیزیم ابقاء شده در خاکستر استخوان درشت‌نی بلکه بیشترین مقاومت استخوان درشت‌نی را نسبت به سایر تیمارها داشتند ($p\leq۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: در نتیجه، یافته‌های این تحقیق نشان داد که افزودن آنزیم فیتاز به جیره باعث کاهش مصرف خوراک، بهبود ضریب تبدیل غذایی و کاهش وزن نسبی ژژنوم گردید. تیمارهای مخمر نوترکیب و غیر نوترکیب منجر به کاهش معنی‌دار جمعیت میکروبی سکوم شد. افزایش درصد عناصر ذخیره شده در خاکستر استخوان درشت‌نی و مقاومت این استخوان در برابر شکنندگی بیانگر برتری آنزیم فیتاز مخمر نوترکیب نسبت به فیتاز تجاری هوستازایم بود. با توجه به عدم تاثیر معنی‌دار نوع دانه غله بر عملکرد پرنده، می‌توان از گندم داخلی در صورت مازاد بودن به جای ذرت در جیره جوجه گوشتی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم فیتاز، جوجه گوشتی، ذرت، گندم، مخمر پروبیوتیک *ساکارومایسس بولاردی*

مقدمه

فیتازها گروه متنوعی از آنزیم‌ها هستند که باعث دفسفریلاسیون فیتات موجود در منابع غذایی گیاهی می‌شوند. از آنجا که مقدار غلظت آنزیم فیتازهای گیاهی متفاوت و پی‌اچ فعالیت آن‌ها مناسب با دستگاه گوارش حیوانات نیست. بنابراین، افزودن آنزیم فیتاز خارجی به جیره غذایی ضروری به‌نظر می‌رسد (۸). برای تولید فیتاز نوترکیب، انتخاب میزبان مناسب بسیار مهم است. تاکنون از میزبان‌های باکتریایی *ای کلای*[۱]، مخمری *ساکارومایسس سرویزیه*[۲]، *پیکیا پاستوریس*[۳] و قارچی *آسپرژیلوس نایجر*[۴] برای تولید تجاری پروتئین نوترکیب فیتاز استفاده شده است. همچنین در تمامی موارد از دو ژن کدکننده فیتاز شامل ژن *appA* با منشا باکتریایی و ژن *phyA* با منشا قارچی برای تولید آنزیم فیتاز استفاده شده است (۲۳). هر دو نوع این فیتازها مربوط به گروه هیستیدین اسید فسفاتازها می‌باشد (۳۰،۱۹). تولید پروتئین نوترکیب در میزبان‌های اشاره شده با متابولیت‌های سمی حاصل از میزبان همراه است (۲۱). لذا برای برطرف کردن این مشکل، سازمان‌های مرتبط با غذا و دارو استفاده از پروبیوتیک را به عنوان میزبان توصیه می‌کنند. مخمر پروبیوتیک *ساکارومایسس بولاردی*[۵] یک مخمر غیر بیماری‌زا است که توانایی استقرار دائمی در روده را ندارد (۲۸). این مخمر پروبیوتیک در سال ۲۰۰۴ مجوز سازمان غذا و دارو کشور آمریکا را کسب کرد و هم‌اکنون بسیاری از شرکت‌های تولیدکننده دارو مانند شرکت پروهیلس[۶] این مخمر را به تنهایی به عنوان مکمل دارویی تولید و به بازار عرضه می‌کنند. مکانیسم عمل این مخمر از طریق ممانعت از فعالیت عوامل بیماری‌زا و سموم میکروبی روده و تحریک ایمونوگلوبولین‌ها است (۱۳). پژوهش اخیر نشان داد که استفاده از مخمر پروبیوتیک *ساکارومایسس بولاردی* به تنهایی یا به همراه اسید بوتیریک در جوجه‌ها اثرات مفیدی بر جمعیت میکروبی روده، ریخت‌شناسی ژژنوم و بهبود سیستم ایمنی داشت (۳۱).

وابستگی بیش از حد به ذرت در کشور و وجود مطالعات فراوان خارجی از اثرات منفی فیبر گندم بر عملکرد پرنده

1-*E.coli* 2- *Sacharomyces cerevisiae* 3- *Picha pastoris* 4- *Aspergillus niger*
5- *Saccaromyces boulardii* 6- GI ProHealth company

(۳۴،۳) سبب ایجاد نگرش منفی نسبت به استفاده از گندم در جیره در بین متخصصین تغذیه در ایران شده است. نتایج مطالعه میرزایی و همکاران (۲۵) نشان داد که گندم‌های ایران نسبت به گندم‌های خارجی (۴۱) حاوی مقادیر کمتری زایلوز و آرابینوزایلان هستند که همین امر بیانگر امکان استفاده بیشتر از گندم داخلی در جیره طیور است. همچنین بکارگیری گندم در جیره غذایی باعث افزایش استحکام خوراک پلت می‌شود (۲۷). محمدی قاسم آبادی و همکاران (۲۶) نیز گزارش کردندکه حتی بدون اضافه نمودن هرگونه افزودنی خوراکی در جیره آردی، می‌توان از گندم به جای ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده کرد. لذا، در این تحقیق تاثیر متقابل آنزیم فیتاز (فیتاز نوترکیب داخل سیتوپلاسمی *ساکارومایسس بولاردی* در مقایسه با آنزیم فیتاز تجاری هوستازایم-پی) با دو نوع غله (ذرت یا گندم) بر صفات عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، جمعیت میکروبی سکوم و غلظت عناصر (کلسیم، فسفر، منیزیم و پتاسیم) خاکستر و مقاومت استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از ۶۷۲ قطعه جوجه هوبارد فلکس از مخلوط برابر دو جنس نر و ماده در هشت تیمار آزمایشی و شش تکرار انجام شد. هر تکرار حاوی ۱۴ قطعه پرنده بود و ابعاد پن آزمایشی ۱/۲۵× ۱/۲۵ متر بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل (۲×۴) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتور اول شامل دو نوع غله (ذرت یا گندم) و فاکتور دوم ۴ نوع تیمار افزودنی (شامل: آنزیم ۱۰ هزار هوستازایم-پی ۵۰۰ واحد، مخمر پروبیوتیک نوترکیب *ساکارومایسس بولاردی* مولد فیتاز ۵۰۰ واحد، مخمر پروبیوتیک غیرنوترکیب *ساکارومایسس بولاردی* (مقدار ۳۰۰ گرم در تن جیره معادل $۱/۸۳ \times ۱۰^{۱۲}$ کلونی در هر تن جیره) و عدم استفاده از افزودنی) بود. جیره‌های آزمایشی براساس احتیاجات تغذیه‌ای سویه هوبارد (کاتالوگ ۲۰۱۶) با مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز ۲۹۴۳، ۳۰۰۸ و ۳۰۵۷ کیلوکالری در کیلوگرم به ترتیب برای دوره‌های آغازین (۰ تا۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۱ روزگی) با استفاده از نرم‌افزار آمینوفید تنظیم گردید. ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز تجاری هوستازایم با افزودن ۵۰ گرم آنزیم در تن خوراک با اعمال ماتریکس ولیو تامین شد. همچنین در این تحقیق، از مخمر پروبیوتیک نوترکیب *ساکارومایسس بولاردی* مولد آنزیم فیتاز (محصول شرکت آسیا فرا ژن) پس از تکثیر در فرمانتور New Brunswick (ساخت آمریکا) برای مقایسه بازدهی آنزیم با فیتاز تجاری هوستازایم-پی استفاده شد. از آنزیم فیتاز مخمر پروبیوتیک نوترکیب به مقدار ۳۰۰ گرم در تن جیره (معادل $۱/۸۳ \times ۱۰^{۱۲}$ کلونی) پس از سنجش مقدار واحد آنزیمی آن (جهت تامین ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز در جیره) استفاده گردید و ماتریکس ولیو لحاظ شده برای مخمر پروبیوتیک نوترکیب معادل ماتریکس ولیو آنزیم هوستازایم بود. همچنین، از یک جیره یکسان برای تیمار بدون افزودنی و تیمار مخمر پروبیوتیک غیرنوترکیب استفاده شد. به عبارت دیگر، مقدار ۳۰۰ گرم مخمر پروبیوتیک نوترکیب در تن جیره جایگزین بنتونیت در جیره بدون افزودنی شد.

ساخت خوراک در کارخانه خوراک براساس فرمول متوزان شده برای سویه هوبارد فلکس (کاتالوگ ۲۰۱۶ مقادیر مندرج در راهنما سویه سریع الرشد) در سه نوبت مجزا انجام شد (جدول ۱). خوراک‌های آزمایشی در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به ترتیب با شکل فیزیکی پلت سایز ۲ میلی‌متر، کرامبل حاصل از دای ۴ میلی‌متر و پلت با قطر ۴ میلی‌متر ساخته شدند. عملکرد جوجه‌ها (میانگین وزن زنده، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک) در انتهای هر دوره پرورش (آغازین، رشد و پایانی) اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش پس از اعمال گرسنگی و وزن‌کشی پایانی (۴۱ روزگی) دو قطعه جوجه از جنس نر و ماده از هر واحد آزمایشی که نزدیک‌ترین وزن به میانگین گروه خود را داشتند، انتخاب و با برچسب پا شماره‌گذاری شدند. به منظور اندازه‌گیری وزن قلب، کبد، چربی حفره شکمی، پیش‌معده، سنگدان، دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم پرندگان به روش صنعتی کشتارشدند. پیش از کشتار مجددا، وزن زنده پرندگان منتخب ثبت گردید. وزن دوازدهه به همراه پانکراس بود. وزن سنگدان و پیش معده پس از پاک‌سازی محتویات به صورت خالی و با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم ثبت شد. وزن نسبی اندام‌ها براساس درصدی از وزن زنده بدن محاسبه شد. محتویات سکوم پرنده‌های کشتار شده بلافاصله پس از تخلیه به داخل لوله‌های استریل (فالکون ۲۰ میلی‌لیتری) روی یخ قرار داده شد و شمارش باکتری‌های کلی‌فرم[1]، اسید لاکتیکی[2] و کل باکتری‌های هوازی به ترتیب روی پتری‌دیش حاوی محیط کشت آگار مک‌کانکی[3] (دیفکو، آمریکا)، MRS[4] (مرک، آلمان) و PCA[5] (مرک، آلمان) با استفاده از روش رقت‌سازی انجام گرفت (۹). اندازه‌گیری غلظت عناصر کلسیم، فسفر، منیزیم و پتاسیم به روش انحلال مستقیم در اسید نیتریک و با دستگاه ICP-OES-Agilent (ساخت آمریکا) انجام شد (۲۴). سنجش مقاومت استخوان درشت‌نی خشک شده پای راست جوجه‌های گوشتی مطابق با روش سانی (۳۷) با دستگاه یونیورسال کشش کومیتک (ساخت تایوان) در سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه و فاصله دو تکیه‌گاه ۷ سانتی‌متر برحسب واحد نیوتن انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار مینی‌تب نسخه ۱۸ انجام شد. برای آنالیز داده‌های آزمایش از رویه GLM استفاده شد. میانگین تیمارها براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفتند. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

(A_i: اثر نوع غله، B_j: اثر افزودنی، AB_{ij}: اثر متقابل نوع غله و افزودنی، e_{ijk}: اثر اشتباه آزمایشی، μ: میانگین جامعه).

1- *Coliform spp.*
2- *Lactic acid bacteria spp.*
3- *Mac Conkey agar*
4- *De Man, Rogosa and Sharpe agar*
5- *Plate Count Agar*

جدول ۱- ترکیب جیره مراحل آغازین، رشد و پایانی (درصد)

Table 1. Diet composition of starter, grower and finisher Phases (percent)

نوع جیره	آغازین (صفر تا ۱۰ روزگی)										رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)										پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)									
(FTU/kg) سطح فیتاز جیره	ذرت				گندم						ذرت				گندم						ذرت				گندم					
ترکیبات جیره	بدون افزودنی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	مخمر بولاردی	بدون افزودنی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	مخمر بولاردی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	بدون افزودنی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	مخمر بولاردی	بدون افزودنی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	مخمر بولاردی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	بدون افزودنی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	مخمر بولاردی	بدون افزودنی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب	مخمر بولاردی	آنزیم هوستازایم	مخمر نوترکیب
ذرت	۵۳/۰۷	۵۶/۵۷	۵۶/۵۷	۵۳/۰۷	–	–	–	–	–	–	۵۹/۲	۶۲/۷۴	۶۲/۷۴	۵۹/۲	–	–	–	۶۱/۸	۶۵/۲۱	۶۵/۲۱	–	–	–	۶۱/۸	–	–	–	۶۱/۸	۶۵/۲۱	۶۵/۲۱
گندم	–	–	–	–	۵۸/۹۵	۶۲/۸۴	۶۲/۸۴	۵۸/۹۵	۶۲/۸۴	۶۲/۸۴	–	–	–	–	۶۵/۷۷	۶۹/۶۹	۶۹/۶۹	۶۵/۷۷	۶۹/۶۹	۶۹/۶۹	–	–	–	–	۶۸/۶۷	۷۲/۵۶	۷۲/۵۶	۶۸/۶۷	۷۲/۵۶	۷۲/۵۶
کنجاله سویا	۳۸/۹	۳۷/۸۳	۳۷/۸۳	۳۸/۹	۳۲/۲۲	۳۰/۷۱	۳۰/۷۱	۳۲/۲۲	۳۰/۷۱	۳۰/۷۱	۳۳/۰۳	۳۱/۹۶	۳۱/۹۶	۳۳/۰۳	۲۵/۵۸	۲۴/۰۶	۲۴/۰۶	۲۵/۵۸	۲۴/۰۶	۲۴/۰۶	۲۹/۲۱	۲۸/۱۴	۲۸/۱۴	۲۹/۲۱	۲۵/۵۸	۲۴/۰۶	۲۴/۰۶	۲۵/۵۸	۲۴/۰۶	۲۴/۰۶
روغن گیاهی	۳/۲۲	۱/۶۲	۱/۶۲	۳/۲۲	۳/۸۶	۲/۳۱	۲/۳۱	۳/۸۶	۲/۳۱	۲/۳۱	۳/۱۷	۱/۵۷	۱/۵۷	۳/۱۷	۳/۸۸	۲/۳۲	۲/۳۲	۳/۸۸	۲/۳۲	۲/۳۲	۳/۷۱	۲/۱۱	۲/۱۱	۳/۷۱	۳/۸۸	۲/۳۲	۲/۳۲	۳/۸۸	۲/۳۲	۲/۳۲
دی‌کلسیم فسفات	۲/۲۲	۱/۳۶	۱/۳۶	۲/۲۲	۲/۱۱	۱/۲۳	۱/۲۳	۲/۱۱	۱/۲۳	۱/۲۳	۲/۰۴	۱/۱۸	۱/۱۸	۲/۰۴	۱/۹۱	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۹۱	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۶۵	۰/۷۹	۰/۷۹	۱/۶۵	۱/۹۱	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۹۱	۱/۰۴	۱/۰۴
کربنات کلسیم	۰/۸۴	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۸۴	۰/۸۸	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۸۸	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۸۵	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۸۵	۰/۸۹	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۸۹	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۹۵	۱/۰۸	۱/۰۸	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۵
نمک	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۳
جوش شیرین	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۳۶	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۵۱	۰/۳۹	۰/۳۹
مکمل معدنی و ویتامینی[1]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۳۹
دی ال-متیونین	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۹
ال-ترئونین	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۷
آنزیم هوستازایم پی ۱۰۰۰۰	–	۰/۰۰۵	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۰/۰۰۵	–	–	–	۰/۰۰۵	–	–	–	۰/۰۰۵	–	–	۰/۰۰۵	–	–	–	۰/۰۰۵	–	–	۰/۰۰۵
مخمر نوترکیب	–	–	۰/۰۳	–	–	–	–	–	۰/۰۳	–	–	۰/۰۳	–	–	–	–	۰/۰۳	–	–	–	–	–	۰/۰۳	–	–	–	–	–	–	۰/۰۳
مخمرغیرنوترکیب	–	–	–	۰/۰۳	–	–	–	۰/۰۳	–	–	۰/۰۳	–	–	۰/۰۳	–	–	–	۰/۰۳	–	–	۰/۰۳	–	–	۰/۰۳	–	–	–	۰/۰۳	–	–
کوکسیدیواستات	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بنتونیت	۰/۰۳	۰/۰۲۵	–	–	۰/۰۳	۰/۰۲۵	–	–	–	–	۰/۰۳	۰/۰۲۵	–	–	۰/۰۳	۰/۰۲۵	–	–	۰/۰۲۵	–	۰/۰۳	۰/۰۲۵	–	–	۰/۰۳	۰/۰۳	–	–	۰/۰۲۵	–
نشانگر خارجی سیلیس	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعادل الکترولیت (میلی‌اکی‌والان/کیلوگرم)	۲۴۱	۲۳۸	۲۳۸	۲۴۱	۲۳۶	۲۳۴	۲۳۴	۲۳۶	۲۳۴	۲۳۴	۲۲۴	۲۲۱	۲۲۱	۲۲۴	۲۱۹	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۹	۲۱۷	۲۱۷	۲۰۲	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۲	۲۱۹	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۹	۱۹۴	۱۹۴
انرژی قابل سوخت و ساز (Kcal/kg)	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۲۹۴۳	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۰۸	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷	۳۰۵۷
پروتئین خام (٪)	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۲۲/۰۷	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۸/۳۴	۱۸/۳۴	۱۸/۳۴	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۹/۸۵	۱۸/۳۴	۱۸/۳۴	۱۸/۳۴
لیزین قابل هضم (٪)	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۱۱	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳
متیونین+سیستین قابل هضم (٪)	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۸۱
ترئونین قابل هضم (٪)	۰/۸۰	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹
کلسیم (٪)	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴
فسفر فراهم (٪)	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
سدیم (٪)	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر (٪)	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸

۱. مقدار ویتامین‌ها و مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره به ترتیب جیره آغازین، رشد و پایانی برای ویتامین A: ۱۵۰۰۰، ۱۲۵۰۰ و ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله‌کلسیفرول: ۳۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E: ۷۰، ۵۰ و ۵۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین B_{12}: ۰/۰۲، ۰/۰۱ و ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ فولاسین: ۱/۵، ۱ و۱ میلی‌گرم؛ نیاسین: ۶۰، ۴۰ و۴۰ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۵، ۱۰ و ۱۰ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین: ۴، ۳ و ۳ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین: ۸، ۶ و ۶ میلی‌گرم؛ تیامین: ۳، ۲ و۲ میلی‌گرم؛ کولین: ۴۰۰، ۳۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم و آنتی اکسیدان: ۰/۵، ۰/۵ و ۰/۵ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس): ۱۰، ۱۰ و ۱۰ میلی‌گرم؛ ید (یدات کلسیم): ۱، ۱ و ۱ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن): ۲۰، ۲۰ و ۲۰ میلی‌گرم؛ منگنز (اکسید منگنز): ۸۰، ۸۰ و ۸۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنات سدیم): ۰/۲، ۰/۲ و ۰/۲ میلی‌گرم و روی (اکسید روی): ۸۰، ۸۰ و ۸۰ میلی‌گرم.

نتایج و بحث

تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج بیانگر وجود اثر متقابل بین نوع دانه غله و اثر افزودنی بر وزن زنده در دوره آغازین بود ($p\leq$۰/۰۵). در جیره‌های بر پایه گندم افزودن هر نوع آنزیم فیتاز تاثیر معنی‌داری بر وزن زنده بدن در سن ۱۰ روزگی نداشت اما جوجه‌های تغذیه شده با جیره ذرت حاوی مخمر نوترکیب در مقایسه با آنزیم هوستازایم وزن زنده سنگین‌تری در سن ۱۰ روزگی داشتند. اثر نوع غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر وزن زنده بدن معنی‌دار نبود.

ویونگو و همکاران (۴۵) نشان دادند که افزودن آنزیم فیتاز به تنهایی و همراه با کربوهیدراز به جیره طیور منجر به افزایش وزن روزانه در ۲۱ روزگی به ترتیب بـه مقدار۶۳۲ و ۶۷۲ گرم در مقایسه با شاهد (۵۹۴ گرم) به ازای پرنده شد. تحریک رشد توسط فیتاز می‌تواند تا حد زیادی ناشی از افزایش فراهمی املاحی چون فسفر و کلسیم به دلیل افزایش مقدار محصول نهایی دفسفریلاسیون میواینوزیتول هگزا فسفات و آزاد شدن مواد معدنی و عناصر کمیاب متصل به اسید فایتیک باشد (۳۶،۵). از سوی دیگر، در تحقیق حاضر، تفاوت معنی‌داری در وزن زنده ۴۱ روزگی بین جوجه‌های تغذیه شده با جیره گندم در مقایسه با ذرت مشاهده نشد که همراستا با یافته‌های وو و همکاران (۴۶)، چیانگ و همکاران (۱۲)، محمدی قاسم آبادی و همکاران (۲۶) و عبداللهی و همکاران (۱) می‌باشد. بنابراین، گندم داخلی می‌تواند جایگزین مناسبی به جای ذرت باشد، چرا که مطالعات قبلی بیانگر مقادیر اندک زایلان در این غله می‌باشد (۴۸،۲۵).

تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر مقدار مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۲ گزارش شده است. در کل دوره پرورش (۰ تا ۴۱ روزگی) اثر آنزیم فیتاز بر خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). به‌طوریکه میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در اثر جیره‌های حاوی فیتاز هوستازایم، فیتاز نوترکیب و مخمر بولاردی نسبت به جیره بدون افزودنی کاهش یافت ($p\leq$۰/۰۵). نوع غله نیز تاثیر معنی‌داری بر میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در سن ۴۱ روزگی نداشت. هیچ اثر معنی‌داری بین نوع غله و نوع آنزیم فیتاز بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی طی دوره‌های رشد و پایانی مشاهده نشد. نتایج بیانگر روند کاهشی مصرف خوراک در اثر مخمر بولاردی، مخمر نوترکیب و آنزیم هوستازایم به جیره بود. در تحقیق بروچ و همکاران (۱۱) جوجه‌های تغذیه شده با مقادیر بالای فسفر فیتاته (۲/۴۵ گرم فسفر فیتاته در کیلوگرم جیره) در مقایسه با جیره‌های با مقادیر کم فسفر فیتاته (۲/۲۳ گرم فسفر فیتاته در کیلوگرم جیره) مقدار خوراک مصرفی بیشتری داشتند ($p\leq$۰/۰۵). با توجه به این گزارش‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که افزودن آنزیم فیتاز به کاهش فسفر فیتاته به عنوان یک ماده ضدتغذیه ای منجرشده (۳۸) که این امر در نهایت سبب کاهش خوراک مصرفی پرنده می‌شود. محققان دیگری نیز نشان دادند که افزودن فیتاز می‌تواند سبب کاهش مصرف خوراک شود (۴۰،۳۵،۶). از سوی دیگر در این تحقیق، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در جیره‌های غذایی بر پایه ذرت یا گندم تفاوتی نداشتند. در مطالعه چیانگ و همکاران (۱۲) و موس و همکاران (۲۹) نیز هیچ تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره برپایه ذرت نسبت به جیره برپایه گندم مشاهده نشد.

جدول ۲ –تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر وزن زنده بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی
Table 2. The effect of grain type, additive and their interaction on live body weight, feed intake and feed conversion ratio of broiler chickens

غله	افزودنی	میانگین وزن زنده (گرم)			خوراک مصرفی (گرم)			ضریب تبدیل غذایی (گرم/گرم)		
		۱۰ روزگی	۲۴ روزگی	۴۱ روزگی	۱۰ روزگی	۲۴ روزگی	۴۱ روزگی	۱۰ روزگی	۲۴ روزگی	۴۱ روزگی
ذرت	بدون افزودنی	۲۷۸/۲^{ab}	۱۱۸۹/۴	۲۹۲۰/۰	۲۸۰/۳	۱۵۷۷/۵	۵۰۳۸/۲	۱/۰۰۷	۱/۳۲۷	۱/۷۲۸
	فیتاز هوستازایم	۲۶۰/۸^{b}	۱۱۲۸/۷	۲۸۴۱/۷	۲۶۰/۸	۱۵۱۸/۸	۴۶۴۷/۶	۰/۹۹۹	۱/۳۴۵	۱/۶۳۷
	مخمر نوترکیب	۲۸۴/۴^{a}	۱۱۸۴/۷	۲۹۴۳/۵	۲۷۸/۹	۱۵۷۰/۷	۴۷۶۶/۷	۰/۹۸۱	۱/۳۲۷	۱/۶۲۲
	مخمر بولاردی	۲۷۳/۴^{ab}	۱۱۶۱/۲	۲۹۰۶/۶	۲۶۸/۸	۱۵۷۵/۴	۴۶۷۲/۷	۰/۹۸۲	۱/۳۵۷	۱/۶۰۸
گندم	بدون افزودنی	۲۸۷/۹^{a}	۱۱۷۶/۵	۲۹۱۹/۳	۲۸۸/۹	۱۶۰۳/۵	۵۰۶۵/۳	۱/۰۰۳	۱/۳۴۶	۱/۷۳۵
	فیتاز هوستازایم	۲۸۲/۱^{ab}	۱۱۸۵/۱	۲۹۰۲/۳	۲۸۳/۶	۱۵۷۶/۴	۴۸۷۵/۹	۱/۰۰۵	۱/۳۳۱	۱/۶۸۳
	مخمر نوترکیب	۲۷۷/۵^{ab}	۱۱۵۲/۷	۲۸۴۴/۲	۲۷۲/۲	۱۵۱۳/۲	۴۶۳۴/۱	۰/۹۸۰	۱/۳۱۳	۱/۶۳۰
	مخمر بولاردی	۲۸۳/۳^{a}	۱۱۵۰/۲	۲۸۰۷/۸	۲۷۸/۵	۱۵۱۴/۶	۴۶۹۱/۰	۰/۹۸۳	۱/۳۱۷	۱/۶۷۲
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۴/۷۱	۲۷/۰	۶۶/۶	۶/۱	۳۰/۲	۹۵/۹	۰/۰۱۵	۰/۰۲۵	۰/۰۳
ذرت		۲۷۴/۲^{b}	۱۱۶۶/۰	۲۹۰۲/۸	۲۷۲/۲	۱۵۶۰/۶	۴۷۸۱/۷	۰/۹۹۲	۱/۳۳۹	۱/۶۴۸
گندم		۲۸۲/۷^{a}	۱۱۶۶/۱	۲۸۶۸/۴	۲۸۰/۸	۱۵۵۱/۹	۴۸۱۶/۶	۰/۹۹۳	۱/۳۳۱	۱/۶۸۰
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۲/۳۵	۱۳/۵	۳۳/۳	۳/۰	۱۵/۱	۴۷/۹	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵
	بدون افزودنی	۲۸۳/۱	۱۱۸۲/۹	۲۹۱۹/۶	۲۸۴/۶	۱۵۹۰/۵	۵۰۵۲/۳^{a}	۱/۰۰۵	۱/۳۴۶	۱/۷۳۱^{a}
	فیتاز هوستازایم	۲۷۱/۴	۱۱۵۶/۹	۲۸۷۲/۰	۲۷۲/۲	۱۵۴۷/۶	۴۷۶۱/۷^{b}	۱/۰۰۲	۱/۳۳۸	۱/۶۶۰^{b}
	مخمر نوترکیب	۲۸۰/۹	۱۱۶۸/۷	۲۸۹۳/۸	۲۷۵/۵	۱۵۴۱/۹	۴۷۰۰/۴^{b}	۰/۹۸۱	۱/۳۲۰	۱/۶۲۶^{b}
	مخمر بولاردی	۲۷۸/۴	۱۱۵۵/۷	۲۸۵۷/۲	۲۷۳/۶	۱۵۴۵/۰	۴۶۸۱/۹^{b}	۰/۹۸۳	۱/۳۳۷	۱/۶۴۰^{b}
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۳/۳۴	۱۹/۲	۴۷/۲	۴/۴	۲۱/۴	۶۸/۰	۰/۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱
سطح معنی‌داری (*P-value*)										
غله		۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۴۷	۰/۰۶	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۹۷	۰/۶۵	۰/۱۵
افزودنی		۰/۱۰	۰/۷۲	۰/۸۰	۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۰۰۲	۰/۲۷	۰/۷۷	۰/۰۰۹
غله × افزودنی		۰/۰۵	۰/۴۰	۰/۵۶	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۳۳	۰/۹۹	۰/۴۹	۰/۷۲

a-b:حروف غیرمشترک بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ با آزمون توکی است.

تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر وزن نسبی اندام‌های داخلی و چربی محوطه بطنی جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ نشان داده شده است. این نتایج بیانگر اثر معنی‌دار غله بر وزن نسبی سنگدان بود. به‌طوریکه وزن نسبی سنگدان در اثر جیره بر پایه ذرت بیشتر از جیره بر پایه گندم بود ($p \leq ۰/۰۵$) نتایج این پژوهش در مورد وزن نسبی بیشتر سنگدان در جیره برپایه ذرت همراستا با نتایج غیور نجف آبادی و همکاران (۱۷) بود. به نظر می‌رسد که تفاوت در سختی دانه، سبب تفاوت در میانگین اندازه ذرات خوراک[1] هنگام آسیاب و در نتیجه تحریک ماهیچه سنگدان می‌شود. با این حال، هتلند و سویهاس (۲۰) گزارش کردند که گنجاندن پودر برگ [2] فعالیت سنگدان را تحریک کرده و باعث افزایش اندازه آن ناشی از افزایش فعالیت ماهیچه می‌شود. افزایش وزن سنگدان نیز ممکن است باعث افزایش متابولیسم شود، که نیاز به اکسیژن و خون افزایش می‌یابد و در نتیجه اندازه قلب بزرگ می‌شود (۷،۲) رابطه خطی بین وزن نسبی قلب و وزن سایر اندام‌های داخلی مانند سنگدان و روده در جهت تامین اکسیژن خون وجود دارد (۲۲). بنابراین، عدم تطابق بین اندام‌های اکسیژن‌خواه (یعنی ماهیچه‌ها) و اندام‌های تامین‌کننده اکسیژن (مانند قلب و ریه‌ها) سبب هیپوکسمی شده و به طور بالقوه جوجه‌های گوشتی را مستعد ابتلا به سندرم آسیت می‌کند (۱۴).

نوع غله هیچ تاثیر معنی‌داری بر درصد چربی محوطه بطنی نداشت. در حالی‌که، در مطالعه قبلی توسط محمدی قاسم آبادی و همکاران (۲۶) کاهش درصد چربی محوطه بطنی در جیره برپایه گندم نسبت به ذرت مشاهده شد که دلیل آن احتمالا مقدار بالای پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای[3] در گندم نسبت به ذرت بود. . لذا کیفیت بالای گندم و یا به عبارتی مقدار کم NSP گندم در این مطالعه و عملکرد مطلوب پرنده با جیره برپایه گندم احتمالا دلیل عدم کاهش درصد چربی محوطه بطنی در در این تحقیق بود. اثر آن اثر افزودنی بر وزن نسبی قلب معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). به طوریکه مخمر بولاردی توانست در دو جیره بر پایه ذرت یا گندم، وزن نسبی قلب را کاهش دهد.

مطالعات قبلی نشان داده است که با مصرف پری‌بیوتیک بروز آسیت کاهش یافت (۴۴). همچنین افزودن پری‌بیوتیک‌ها به جیره پرندگان در شرایط هیپوکسیک سبب تعدیل در بلوغ و رشد دستگاه گوارش می‌شود. لذا، تناسب رشد فیزیولوژیکی نقش مهمی در هضم و جذب مواد مغذی در پرندگان دارد (۴).

جدول ۳- تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر وزن نسبی اندام‌های داخلی و چربی حفره شکمی جوجه‌های گوشتی
Table 3. The effect of grain type, additive and their interaction on the relative weight of internal organs and abdominal fat of broiler chickens

غله	افزودنی	وزن نسبی (وزن عضو به وزن زنده بدن)							چربی حفره شکمی (درصد)
		پیش معده	سنگدان	کبد	قلب	دوازدهه	ژژنوم	ایلئوم	سکوم	
ذرت	بدون افزودنی	۰/۲۶۹	۱/۰۵^{a}	۱/۹۹	۰/۴۸۷	۰/۷۵	۱/۶۰	۱/۲۷	۰/۵۲	۱/۹
	فیتاز هوستازایم	۰/۲۷۰	۰/۹۰^{ab}	۲/۱۱	۰/۴۵۳	۰/۵۶	۱/۲۵	۱/۲۴	۰/۴۶	۲/۱
	مخمر نوترکیب	۰/۲۳۵	۰/۸۳^{abcd}	۲/۰۰	۰/۳۹۶	۰/۶۵	۱/۰۲	۱/۰۹	۰/۵۲	۲/۰
	مخمر بولاردی	۰/۲۵۴	۰/۸۷^{abc}	۱/۸۲	۰/۳۹۰	۰/۷۱	۱/۲۶	۱/۳۵	۰/۴۳	۱/۸
گندم	بدون افزودنی	۰/۲۵۹	۰/۶۳^{d}	۱/۹۳	۰/۴۰۱	۰/۵۹	۱/۴۹	۱/۲۵	۰/۵۲	۱/۷
	فیتاز هوستازایم	۰/۲۳۷	۰/۶۶^{cd}	۱/۹۳	۰/۴۳۴	۰/۵۹	۱/۱۶	۱/۴۴	۰/۴۸	۱/۹
	مخمر نوترکیب	۰/۲۷۵	۰/۷۵^{bcd}	۲/۰۸	۰/۴۰۵	۰/۷۰	۱/۳۷	۱/۱۱	۰/۴۵	۲/۰
	مخمر بولاردی	۰/۲۴۸	۰/۶۲^{d}	۱/۶۹	۰/۳۸۷	۰/۷۱	۱/۵۳	۱/۴۵	۰/۵۰	۱/۶
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۰۲۳	۰/۰۴۹	۰/۱۱	۰/۰۱۹	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۰۶۵	۰/۱۴
ذرت		۰/۲۵۷	۰/۹۱^{a}	۱/۹۸	۰/۴۳	۰/۶۷	۱/۲۸	۱/۲۴	۰/۴۸	۱/۹
گندم		۰/۲۵۵	۰/۶۷^{b}	۱/۹۱	۰/۴۰	۰/۶۵	۱/۳۹	۱/۳۱	۰/۴۹	۱/۸
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۰۱۱	۰/۰۲۴	۰/۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۳۲	۰/۰۷
	بدون افزودنی	۰/۲۶۴	۰/۸۴	۱/۹۶	۰/۴۴^{a}	۰/۶۷	۱/۵۵^{a}	۱/۲۶	۰/۵۲	۱/۸
	فیتاز هوستازایم	۰/۲۵۴	۰/۷۸	۲/۰۲	۰/۴۴^{a}	۰/۵۸	۱/۲۱^{b}	۱/۳۴	۰/۴۷	۲/۰
	مخمرنوترکیب	۰/۲۵۵	۰/۷۹	۲/۰۴	۰/۴۰^{ab}	۰/۶۷	۱/۲۰^{b}	۱/۱۰	۰/۴۸	۲/۰
	مخمر بولاردی	۰/۲۵۱	۰/۷۴	۱/۷۶	۰/۳۸^{b}	۰/۷۱	۱/۳۹^{ab}	۱/۴۰	۰/۴۷	۱/۷
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۰۱۶	۰/۰۳۵	۰/۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۴۶	۰/۱۰
سطح معنی‌داری (*P-value*)										
	غله	۰/۸۸	۰/۰۰۰۱	۰/۳۸	۰/۰۸	۰/۶۶	۰/۲۱	۰/۴۶	۰/۹۰	۰/۲۲
	افزودنی	۰/۹۵	۰/۳۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۸۳	۰/۱۶
	غله × افزودنی	۰/۴۸	۰/۰۲	۰/۷۲	۰/۰۹	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۸۵	۰/۷۳	۰/۶۶

a-d: حروف غیرمشترک بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ با آزمون توکی است.

تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر جمعیت میکروبی سکوم در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر نوع غله بر جمعیت میکروبی سکوم معنی‌داربود ($p\leq ۰/۰۵$). به‌نحوی‌که جیره برپایه گندم باعث کاهش جمعیت میکروبی نسبت به جیره برپایه ذرت شد. با توجه به نتایج عملکرد رشد، وزن نسبی سنگدان و جمعیت

1- Geometric mean diameter (GMD) 2- Leaf meal 3-Non starch polysaccharide (NSP)

میکروبی سکوم به نظر می‌رسد دلیل این اتفاق، سختی بیشتر دانه ذرت نسبت به گندم است. از این رو عدم توانایی سنگدان پرنده در سایش بیشتر ذرات خوراک باعث عبور ذرات درشت‌تر از سنگدان به روده شده است. در نتیجه وزن نسبی سنگدان در جوجه‌های تغذیه شده با ذرت نسبت به گندم افزایش یافته است و از طرفی دیگر این ذرات درشت در محتویات روده به عنوان سوبستراهای هضم نشده به انتهای دستگاه گوارش منتقل شده و در سکوم منجر به افزایش جمعیت میکروبی در جوجه‌های تغذیه شده با ذرت گردیده است (۴۷،۴۲).

اثر افزودنی نیز معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) و تیمارهای مخمر بولاردی نوترکیب و غیرنوترکیب باعث کاهش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها در سکوم شدند. همچنین اثر متقابل بین نوع دانه غله و افزودنی بر جمعیت میکروبی سکوم نیز معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). به‌طوریکه جوجه‌های تغذیه شده با جیره برپایه گندم حاوی مخمر بولاردی (مخمر نوترکیب و غیرنوترکیب) کمترین و جوجه‌های تغذیه شده با جیره برپایه ذرت حاوی آنزیم هوستازایم بیشترین جمعیت میکروبی را داشتند ($p\leq$۰/۰۵). لذا، این نتایج نشان می‌دهند که عامل مخمر بولاردی می‌تواند دلیل کاهش جمعیت میکروبی سکوم باشد. اخیرا از طریق نقشه‌یابی ژنی و مقایسه توالی ژنوم *ساکارومایسس بولاردی* و *ساکارومایسس سرویزیه* نشان دادند که موتاسیون نقطه‌ای در دو آلل *sdh1* و *whi2* باعث تولید اسید استیک بالا در *ساکارومایسس بولاردی* نسبت به *ساکارومایسس سرویزیه* شده است (۳۲). این اتفاق سبب تولید بیشتر اسید استیک *ساکارومایسس بولاردی* نسبت به *ساکارومایسس سرویزیه* و در نتیجه کاهش پی‌اچ در دستگاه گوارش حیوان و در نتیجه بروز ضد پاتوژنی این مخمر پروبیوتیک شده است. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد که سویه‌های مخمر *ساکارومایسس بولاردی* و *سرویزیه* به سرعت اکسیژن مصرف می‌کنند، در نتیجه با ایجاد محیط کم اکسیژن رشد گونه‌های باکتریایی بی‌هوازی را در روده ترغیب می‌کند و از طریق تولید اسید لاکتیک، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر[1] و کاهش پی‌اچ دسترسی میکروب‌های بیماری‌زا به مواد مغذی را کاهش داده و به کاهش جمعیت باکتری‌های هوازی در محیط روده منجر می‌شود (۴۳). پلیکانو و همکاران (۳۳) و گراسیا و همکاران (۱۶) گزارش کردند که اسیدهای آلی سبب کاهش جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا و غیربیماری‌زای روده‌ای می‌شوند که به دنبال آن تجمع و آلودگی‌های میکروبی و در نتیجه واکنش‌های التهابی کاهش می‌یابد. این امر منجر به هضم و جذب بهتر مواد مغذی در دستگاه گوارش می‌شود.

جدول ۴- تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر جمعیت میکروبی سکوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۱ روزگی

Table 4. The effect of grain type, additive and their interaction on the microbial population of broiler cecum on 41 days of age

غله	افزودنی	جمعیت میکروبی سکوم (Log CFU/g)		
		باکتری‌های اسیدلاکتیکی	کلی‌فرم‌ها	کل باکتری‌های هوازی
ذرت	بدون افزودنی	۱۲/۲^{b}	۱۳/۰^{a}	۱۳/۰
	فیتاز هوستازایم	۱۲/۹^{a}	۱۳/۲^{a}	۱۳/۵
	مخمرنوترکیب	۹/۵۹^{d}	۸/۷۸^{d}	۱۰/۰
	مخمر بولاردی	۹/۲۴^{f}	۹/۸۶^{c}	۱۰/۳
گندم	بدون افزودنی	۹/۴۴^{de}	۷/۵۵^{e}	۱۱/۴
	فیتاز هوستازایم	۱۰/۹^{c}	۱۰/۷^{b}	۱۲/۰
	مخمر نوترکیب	۹/۲۶^{f}	۸/۶۳^{d}	۹/۲۵
	مخمر بولاردی	۹/۲۹^{ef}	۸/۹۹^{d}	۹/۲۸
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۱۴
ذرت		۱۱/۰^{a}	۱۱/۲^{a}	۱۱/۷^{a}
گندم		۹/۷^{b}	۸/۹۷^{b}	۱۰/۵^{b}
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۷
	بدون افزودنی	۱۰/۸^{b}	۱۰/۲^{b}	۱۲/۲ ^{a}
	فیتاز هوستازایم	۱۱/۹^{a}	۱۱/۹^{a}	۱۲/۸^{a}
	مخمر نوترکیب	۹/۴۲^{c}	۸/۷۱^{c}	۹/۶۵^{b}
	مخمر بولاردی	۹/۲۶^{d}	۹/۴۳^{d}	۹/۸۱^{b}
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۰۱۴	۰/۰۵۶	۰/۱۰
سطح معنی‌داری (*p-value*)				
غله		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
افزودنی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
غله × افزودنی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۳

a-f حروف غیرمشترک بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ با آزمون توکی است.

تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر درصد عناصر ذخیره شده در خاکستر استخوان و مقدار مقاومت استخوان درشت‌نی (برحسب نیوتن) در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج این جدول بیانگر وجود اثر متقابل بین دانه غله و افزودنی در مورد کلسیم و پتاسیم ابقائ شده در خاکستر استخوان درشت‌نی بود ($p\leq$۰/۰۵). به‌عبارت دیگر، مقدار کلسیم خاکستر استخوان درشت‌نی در تیمار گندم فیتاز مخمر نوترکیب و همچنین مقدار پتاسیم در تیمار ذرت فیتاز ۱۰ هزار هوستازایم-پی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود ($p\leq$۰/۰۵). همچنین اثر دانه غله و اثر افزودنی برای منیزیم و فسفر خاکستر استخوان درشت‌نی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). به‌طورکلی تیمار بر پایه گندم حاوی مقادیر بیشتر منیزیم و

1- Short chain fatty acid

فسفر ابقائ شده در خاکستر استخوان درشت‌نی بودند. به نظر می‌رسد دلیل آن، مقدار فیتاز درون‌زادی بیشتر در گندم نسبت به ذرت است که باعث کاهش بیشتر فیتات و افزایش حلالیت و فراهمی بیشتر عناصر و درنتیجه رسوب بیشتر مواد معدنی در خاکستر استخوان جوجه‌های تغذیه شده با گندم نسبت به ذرت می‌شود (۱۵). مقدار منیزیم و فسفر تیمار آنزیم فیتاز مخمر نوترکیب نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود ($p\leq$۰/۰۵). همچنین، مقدار فسفر خاکستر استخوان درشت‌نی تیمار مخمر نوترکیب نسبت به تیمار آنزیم فیتاز ۱۰ هزار هوستازایم-پی بیشتر بود. بعلاوه اثر افزودنی برروی مقاومت استخوان در برابر شکستگی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). اگرچه تیمار آنزیم فیتاز مخمر نوترکیب (۲۳۰ نیوتن) و تیمار آنزیم فیتاز هوستازایم (۲۲۳ نیوتن) نسبت به تیمار بدون افزودنی بیشترین مقاومت در برابر شکستگی داشتند اما تفاوت معنی‌داری بین مخمر نوترکیب مولد فیتاز و آنزیم فیتاز هوستازایم در مقدار مقاومت در برابر شکستگی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که دلیل این مشاهده ناشی از تفاوت کنتیک فعالیت آنزیم بین آنزیم فیتاز مخمر نوترکیب (پرپل اسید فسفاتاز) و آنزیم فیتاز تجاری هوستازایم (هیستیدین اسید فسفاتازها) در دستگاه گوارش پرنده باشد (۱۸). درصد خاکستر استخوان و استحکام درشت‌نی به علت کمبود فسفر فراهمی برای معدنی شدن و توسعه بافت استخوانی با کاهش سطح فسفر قابل دسترس جیره کاهش می‌یابد (۳۹). همچنین، افزایش فسفراستخوان درشت‌نی در جوجه‌های تغذیه شده با مخمر نوترکیب در این تحقیق همراستا با افزایش مقاومت استخوان درشت‌نی نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی بود ($p\leq$۰/۰۵). اگرچه که اختلاف بین مقاومت استخوان درشت‌نی در جوجه‌های تغذیه شده با مخمر نوترکیب نسبت به فیتاز تجاری هوستازایم به لحاظ آماری معنی‌دار نبود اما به لحاظ عددی جوجه‌های تغذیه شده با مخمر نوترکیب حدود ۷ نیوتن (معادل ۳ درصد) مقاومت استخوان بیشتری نسبت به فیتاز تجاری هوستازایم داشتند. نتایج این مطالعه همراستا با نتایج برنز و همکاران (۱۰) بود. این محققین گزارش نمودند که هنگام استفاده از مقادیر مختلف آنزیم ناتافوس (بین صفر تا ۶۰۰ واحد) یک افزایش خطی در ابقای عناصر کلسیم، فسفر و روی رخ می‌دهد. افزودن آنزیم فیتاز هایفوس (۵۰۰FTU/Kg تا ۲۰۰۰) به جیره‌های کم فسفر قابل دسترس، سبب افزایش درصد خاکستر استخوان به ترتیب از ۶ تا ۱۴ درصد شد (۴۰). افزودن آنزیم‌های‌هایفوس، رونوزایم یا فیزایم به جیره‌های حاوی مقادیر کم فسفر قابل دسترس سبب افزایش استحکام درشت‌نی گردید (۳۹). در کل، افزایش درصد عناصر ذخیره شده در استخوان درشت‌نی و نیز مقاومت استخوان درشت‌نی بیانگر برتری مخمر نوترکیب مولد فیتاز در مقایسه با آنزیم فیتاز تجاری هوستازایم بود.

جدول ۵- تاثیر نوع دانه غله، افزودنی و اثر متقابل آنها بر مقاومت در برابر شکستن و درصد عناصر خاکستر استخوان درشت‌نی
Table 5. The effect of grain type, additive and their interaction on tibia breaking strength and mineral content (% per ash)

غله	افزودنی	غلظت عناصر (درصد)				مقاومت استخوان (نیوتن)
		کلسیم	پتاسیم	منیزیم	فسفر	
ذرت	بدون افزودنی	۳۱/۶^{bc}	۰/۷۵^{d}	۰/۶۶	۱۳/۷	۱۶۲
	فیتاز هوستازایم	۳۲/۵^{bc}	۰/۹۲^{a}	۰/۶۸	۱۳/۴	۲۱۵
	مخمرنوترکیب	۳۳/۳^{b}	۰/۹۱^{ab}	۰/۷۶	۱۴/۴	۲۶۵
	مخمر بولاردی	۳۳/۰^{bc}	۰/۸۵^{abc}	۰/۷۳	۱۳/۹	۲۰۰
گندم	بدون افزودنی	۳۳/۵^{b}	۰/۸۷^{abc}	۰/۷۵	۱۴/۲	۱۷۸
	فیتاز هوستازایم	۳۲/۴^{bc}	۰/۸۳^{c}	۰/۷۳	۱۳/۸	۲۳۱
	مخمرنوترکیب	۳۵/۸^{a}	۰/۹^{abc}	۰/۸۱	۱۴/۹	۱۹۵
	مخمر بولاردی	۳۳/۵^{b}	۰/۸۴^{bc}	۰/۷۵	۱۴/۳	۲۲۴
	اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۲	۱۸/۵
ذرت		۳۲/۶^{b}	۰/۸۶	۰/۷۰ ^{b}	۱۳/۹^{b}	۲۱۰
گندم		۳۳/۸^{a}	۰/۸۶	۰/۷۶ ^{a}	۱۴/۳^{a}	۲۰۷
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۱۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۶	۹/۲
	بدون افزودنی	۳۲/۶^{b}	۰/۸۱ ^{c}	۰/۷۰ ^{b}	۱۴/۰^{bc}	۱۷۰^{b}
	فیتاز هوستازایم	۳۲/۵^{b}	۰/۸۸^{ab}	۰/۷۰ ^{b}	۱۳/۶^{c}	۲۲۳^{a}
	مخمر نوترکیب	۳۴/۵^{a}	۰/۹^{a}	۰/۷۸ ^{a}	۱۴/۶^{a}	۲۳۰^{a}
	مخمر بولاردی	۳۳/۳^{b}	۰/۸۵^{bc}	۰/۷۴ ^{b}	۱۴/۱^{b}	۲۱۲^{ab}
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)		۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۸	۱۳/۱
سطح معنی‌داری (*p-value*)						
غله		۰/۰۰۰۱	۰/۵۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۷۹
افزودنی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱
غله × افزودنی		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۶	۰/۹۵	۰/۰۶

a-d: حروف غیرمشترک بیانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ با آزمون توکی است.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این تحقیق نشان داد که افزودن آنزیم فیتاز (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵) باعث کاهش مصرف خوراک، بهبود ضریب تبدیل غذایی و کاهش وزن نسبی ژژنوم جوجه‌ها در سن ۴۱ روزگی شد. استفاده از تیمارهای مخمر نوترکیب و غیرنوترکیب در جیره منجر به کاهش معنی‌دار جمعیت میکروبی سکوم شد. نتایج این تحقیق بیانگر برتری مخمر نوترکیب مولد فیتاز نسبت به آنزیم تجاری هوستازایم با توجه

به درصد فسفر و منیزیم بیشتر در خاکستر استخوان درشت‌نی و مقاومت استخوان درشت‌نی در برابر شکنندگی بود. همچنین تاثیر نوع دانه غله بر صفات عملکردی نشان داد که گندم داخلی ضایعاتی می‌تواند جایگزین مناسبی به جای ذرت باشد. بطور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مخمر بولاردی نوترکیب مولد آنزیم فیتاز و اعمال ماتریکس ولیو برای آن، سبب بهبود عملکرد رشد از طریق تغییر جمعیت میکروبی سکوم و وزن نسبی اندام‌های گوارشی شد.

منابع

1. Abdollahi, M.R., V. Ravindran, T.J. Wester, G. Ravindran and D.V. Thomas. 2010. Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilisation and digestive tract development of broilers fed on maize-and wheat-based diets. British Poultry Science, 51(5): 648-657.
2. Agbede, J.O. and V.A. Aletor. 2003. Evaluation of fish mealreplaced with leaf protein concentrate from Glyricidia in dietsfor broiler-chicks: effect on performance, muscle growth, haematology and serum metabolites. Journal of Animal Sience, 2(4): 242-250.
3. Akter, Y., C. Hutchison, S. Liu and C.J. O'Shea. 2017. Comparision of wheat and maize-based diets on growth performance and meat quality of broiler chickens. In 28th Annual Australian Poultry Science Symposium, 233-236.
4. Aptekmann, K.P., S.M. Baraldi Arton, M.A. Stefanini and M.A. Orsi. 2001. Morphometric analysis of the intestine of domestic quails (*Coturnix coturnix japonica*) treated with different levels of dietary calcium. Anatomia Histologia Embryologia, 30(5): 277-280
5. Augspurger, N.R. and D.H. Baker. 2004. Protein utilization in chicks fed phosphorus-or amino acid deficient diets high dietary phytase levels maximize phytate-phosphorus utilization but do not affect. Journal of Animal Sience, 82: 1100-1107.
6. Aureli, R., M.U. Faruk, I. Cechova, P.B. Pedersen, S.G. Elvig-Joergensen, F. Fru and J. Broz. 2011. The efficacy of a novel microbial 6-phytase expressed in Aspergillus oryzae on the performance and phosphorus utilization in broiler chickens. International Journal of Poultry Science, 10(2): 160-168.
7. Ayssiwede, S.B., C.A.A.M. Chrysostome, J.C. Zanmenou, A. Dieng, M.R. Houinato and M. Dahouda. 2011. Growth performance, carcass and organs characteristics and economics results of growing indigenous Senegal chickens fed diets containing various levels of Leuceana leucocephala (Lam.) leaves meal. Journal of Poultry Science, 10(3): 734-749.
8. Bajaj, B.K. and M.A. Wani. 2015. Purification and characterization of a novel phytase from *Nocardia* sp. MB 36. Biocatalysis and Biotransformation, 33(3): 141-149.
9. Ben-David, A. and Ch.E. Davidson. 2014. Estimation method for serial dilution experiments. Journal of Microbiological Methods, 107: 214-221.
10. Brenes, A., A. Viveros, I. Arija, C. Centeno, M. Pizarro and C. Bravo. 2003. The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. Animal Feed Science and Technology, 110(1): 201-219.
11. Broch, J., E.C. dos Santos, J.L. Damasceno, P. de O. Nesello, C. de Souza, C. Eyng, G.M. Pesti and R.V. Nunes. 2020. Phytase and phytate interactions on broilers' diet at 21 days of age. Journal of Applied Poultry Research, 29(1): 240-250.
12. Chiang, C.C., B. Yu and P.W.S. Chiou. 2005. Effects of xylanase supplementation to wheat-based diet on the performance and nutrient availability of broiler chickens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 18(8): 1141-1146.
13. Da Silva, N.A. and S. Srikrishnan. 2012. Introduction and expression of genes for metabolic engineering applications in *Saccharomyces cerevisiae*. FEMS Yeast Research, 12(2): 197-214.
14. Decuypere, E., J. Buyse and N. Buys. 2000. Ascites in broiler chickens: Exogenous and endogenous structural and functional causal factors. World's Poultry Science Journal, 56: 367-377.
15. Dias, R.S., S. López, L.M.O. Borgatti, E. Kebreab, D.M.S.S. Vitti, A.L. Abdalla, J.A.D.R.N Appuhamy and J. France. 2019. Phosphorus utilization in broilers fed with diets supplemented with different feed ingredients. Scientia Agricola, 76(1): 18-23.
16. Garcıa, V., P. Catala-Gregori, F. Hernandez, M.D. Megıas and J. Madrid. 2007. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. Journal of Applied Poultry Research, 16: 555-562.
17. Ghayour-Najafabadi, P., H. Khosravinia, A. Gheisari, A. Azarfar and M. Khanahmadi. 2017. Productive performance, nutrient digestibility and intestinal morphometry in broiler chickens fed corn or wheat-based diets supplemented with bacterial- or fungal-originated xylanase. Italian Journal of Animal Science, 17(1): 165-174.
18. Ghorbani Nasrabadi, R., R. Greiner, A. Yamchi and E. Nourzadeh Roushan. 2018. A novel purple acid phytase from an earthworm cast bacterium. Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(10): 3667-3674.
19. Greiner, R., U. Konietzny and K.D. Jany. 1993. Purification and characterization of two phytases from *Escherichia coli*. Arch. Biochemical and Biophysical Research Communications, 303: 107-113.
20. Hetland, H. and B. Svihus. 2001. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. British Poultry Science, 42(3): 354-361.

21. Kaźmierczak-Siedlecka, K., J. Ruszkowski, M. Fic, M. Folwarsk and M. Makarewicz. 2020. *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745: A Non-bacterial microorganism used as probiotic agent in supporting treatment of selected diseases. Current Microbiology, 77: 1987-1996.
22. Khanyile, M., S.P. Ndou and M. Chimonyo. 2017. Influence of Acacia tortilis leaf meal-based diet on serum biochemistry, carcass characteristics and internal organs of finishing pigs. Animal Production Science, 57(4): 675-682.
23. Lei, X.G. and C.H. Stahl. 2001. Biotechnological development of effective phytases for mineral nutrition and environmental protection. Applied Microbiology and Biotechnology, 57: 474-481.
24. Luh Huang, C.Y. and E.E. Schulte. 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectrometry. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 16: 943-958.
25. Mirzaie, S., M. Zaghari, S. Aminzadeh and M. Shivazad. 2012. The effects of non-starch polysaccharides content of wheat and xylanase supplementation on the intestinal amylase, aminopeptidase and lipase activities, ileal viscosity and fat digestibility in layer diet. Iranian Journal of Biotechnology, 10(3): 208-214 (In Persian).
26. Mohammadi Ghasem Abadi, M.H., M. Riahi, M. Shivazad, A. Zali and M. Adibmorad. 2014. Efficacy of wheat based vs. corn based diet formulated based on digestible amino acid method on performances, carcass traits, blood parameters, immunity response, jejunum histomorphology, cecal microflora and excreta moisture in broiler chickens. Iranian Journal of Applied Animal Science, 4(1): 105-110 (In Persian).
27. Moradi, A., S. Moradi and M.R. Abdollahi. 2018. Influence of feed ingredients with pellet-binding properties on physical pellet quality, growth performance, carcass characteristics and nutrient retention in broiler chickens. Animal Production Science, 59(1): 73-81.
28. More, M. and Y. Van-denplas. 2018. *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 Improves Intestinal Enzyme Function: A Trophic Effects Review. Clinical Medicine Insights: Gastroenterology, 11: 1-14.
29. Moss, A.F., A. Khoddami, P.V. Chrystal, J.O.B. Sorbara, A.J. Cowieson, P.H. Selle and S.Y. Liu. 2020. Starch digestibility and energy utilisation of maize-and wheat-based diets is superior to sorghum-based diets in broiler chickens offered diets supplemented with phytase and xylanase. Animal Feed Science and Technology, 264: 114-475.
30. Mullaney, E.J., C.B. Daly and A.H.J. Ullah. 2000. Advances in phytase research. Advances in Applied Microbiology, 47: 157-199.
31. Nari, N., H.A. Ghasemi, I. Hajkhodadadi and A.H. Khaltabadi Farahan. 2020. Intestinal microbial ecology, immune response, stress indicators, and gut morphology of male broiler chickens fed low-phosphorus diets supplemented with phytase, butyric acid, or *Saccharomyces boulardii*. Livestock Science, 234: 103-975.
32. Offei, B., P. Vandecruys, S. De Graeve, M.R. Foulquié-Moreno and J.M. Thevelein. 2019. Unique genetic basis of the distinct antibiotic potency of high acetic acid production in the probiotic yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. Genome Research, 29: 1478-1494.
33. Pelicano, E.R.L., P.A. Souza, H.B.A. Souza, D.F. Figueiredo, M.M. Boiago, S.R. Carvalho and V.F. Bordon. 2005. Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. Brazilian Journal of Poultry Science, 7(4): 221-229.
34. Peng, Y.L., Y.M. Guo and J.M. Yuan. 2003. Effects of microbial phytase replacing partial inorganic phosphorus supplementation and xylanase on the growth performance and nutrient digestibility in broilers fed wheat-based diets. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 16(2): 239-247.
35. Ravindran, V., A.J. Cowieson and P.H. Selle. 2008. Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization, and excreta quality of broiler chickens. Poultry Science, 87(4): 677-688.
36. Robert, R., B. Baker and D.H. Baker. 1997. Microbial phytase improves amino acid utilization in young chicks fed diets based on soybean meal but not diets based on peanut meal. Poultry Science, 76: 355-360.
37. Sanni, C.O. 2017. Evaluation of techniques for improving phosphorus utilisation in meat poultry. PhD thesis, Nottingham Trent University, 275 pp.
38. Scholey, D.V., N.K. Morgan, A. Riemensperger, R. Hardy and E.J. Burton. 2018. Effect of supplementation of phytase to diets low in inorganic phosphorus on growth performance and mineralization of broilers. Poultry Science, 97: 2435-2440.
39. Shaw, A.L., J.B. Hess, J.P. Blake and N.E. Ward. 2011. Assessment of an experimental phytase enzyme product on live performance, bone mineralization and phosphorus excretion in broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research, 20(4): 561-566.
40. Shaw, A.L., J.P. Blake and R.W. Gordon. 2010. Evaluation of commercial phytase enzymes on performance and tibia-breaking strength of male broiler chicks. Journal of Applied Poultry Research, 19(4): 415-421.
41. Smeets, N., F. Nuyens, L. Van Campenhout, E. Delezie, J. Pannecoucque and T. Niewold. 2015. Relationship between wheat characteristics and nutrient digestibility in broilers: comparison between total collection and marker (titanium dioxide) technique. Poultry Science, 94: 1584-1591.

42. Svihus, B. 2011. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. World's Poultry Science Journal, 67: 207-224.
43. Teng, P.Y., C.H. Chung, Y.P. Chao, C.J. Chiang, S.C. Chang, B. Yu and T.T. Lee. 2017. Administration of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Saccharomyces cerevisiae* as direct-fed microbials improves intestinal microflora and morphology in broiler chickens, Journal of Poultry Science, 54: 134-141.
44. Uni, Z. and R.P. Ferket. 2004. Methods for early nutrition andtheir potential. Worlds Poultry Science Journal, 60: 101-111.
45. 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.
46. Wu, Y., C. Lai, S. Qiao, L. Gong, W. Lu and D. Li. 2005. Properties of Aspergillar xylanase and the effects of xylanase supplementation in wheat-based diets on growth performance and the blood biochemical values in broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 18(1): 66-74.
47. Xu, Y., C.R. Stark, P.R. Ferket, C.M. Williams and J. Brake. 2015. Effects of feed form and dietary coarse ground corn on broiler live performance, body weight uniformity, relative gizzard weight, excreta nitrogen, and particle size preference behaviors. Poultry Science, 94: 1549-1556.
48. Zobdeh, M.R., H. Moravej and M. Shivazad. 2018. Determination of prediction equations of 16 Iranian wheat cultivars with two methods and at two different ages in broilers. Journal of Animal Production (Journal of Agriculture), 20(1): 191-201(In Persian).

Effect of Grain Type and Phytase Enzyme on Growth Performance, Cecum Microbial Population, Carcass and Bone Characteristics of Broiler Chickens

Mozhgan Salmanian[1], Mahmood Shams Sharq[2], Ahad Yamchi[3] and Mohammad Hossein Mohammadi Qasem Abadi[4]

1-Ph.D. Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2- Associate Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, (corresponding author: m_shams196@yahoo.com)
3- Associate Professor, Department of Biotechnology, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Ph.D. In Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, University of Tehran, Tehran, Iran
Recceived: 16 March, 2022 Accepted: 25 June, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: The addition of phytase enzyme to poultry diets is necessary due to its inability to produce phosphorus from plant phytate. In this study, for the first time, the recombinant probiotic *Saccharomyces boulardii* which is producing recombinant phytase (produced domestically) was used as a dietary supplement. Therefore, the aim of this study was to compare the effect of two types of phytase enzymes in wheat and corn-based diets on growth performance, cecum microbial population, carcass and bone characteristics of broilers.

Material and Methods: This study was done using 672 equal mixed male and female Hubbard Flex broilers in a completely randomized factorial design (4 × 2 factorial arrangement) with 6 replications containing 14 chickens in each replicate. Eight experimental treatments were as follows: two separate control treatments based on corn or wheat diet, two treatments containing phytase enzyme derived from recombinant *Saccharomyces boulardii* (500 FTU) based on corn or wheat diet, two treatments containing wild type *Saccharomyces boulardii* based on corn or wheat diet, and two treatments containing Hostazym P 10000 (500 FTU) based on corn or wheat diet.

Results: Broilers treated with corn diet containing recombinant phytase enzyme had significantly more weight compared to hostazym treated broilers at 10 days of age ($p\leq0.05$). Also, all three types of dietary additives significantly reduced feed intake and feed conversion ratio in broilers compared to the control group at 41 days of age ($p\leq0.05$). The relative weight of gizzard of chickens fed corn-based diets was higher than wheat-based diets ($p\leq0.05$). Both recombinant and non-recombinant *Saccharomyces boulardii* treatments were able to reduce the relative weight of the heart in two diets based on corn and wheat, but this reduction was significant only in non-recombinant yeast. Also, chickens treated with corn-based diets containing recombinant phytase and the control group had the lowest and the highest relative weight of jejunum, respectively, among all treatments. The results of the microbial population showed that the wheat-based diet reduced the overall microbial population compared to the corn-based diet ($p\leq0.05$). Also, recombinant and non-recombinant *Saccharomyces boulardii* treatments significantly reduced the bacterial population in the cecum of broilers. Phytase enzyme from recombinant yeast increased retention of calcium, phosphorus, magnesium, and potassium and also increased tibia bone resistance compared to other experimental treatments ($p\leq0.05$).

Conclusion: The findings of this study showed that the phytase enzyme reduced feed intake and improved the feed conversion ratio in broilers. Also, phytase enzyme decreased jejunum weight but only recombinant and non-recombinant yeast treatments led to a significant reduction in the microbial population. The results of increasing the percentage of elements stored in the tibia and tibia resistance showed the superiority of recombinant phytase enzyme compared to commercial phytase (hostazym). Due to the lack of effect of grain type on yield traits, domestic wheat can be a good alternative to corn.

Keywords: Broiler, Corn, Phytase enzyme, Recombinant *Saccharomyces boulardii*, Wheat