

بررسی اثر متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر عملکرد، خصوصیات لاشه و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی

کیوان شهسوار^{*}

استادیار تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

(تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۴)

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی آثار اصلی و متقابل سطوح مختلف تعادل کاتیون-آنیون جیره و آنزیم فیتاز میکروبی بر عملکرد جوجه، خصوصیات لاشه و پاسخ ایمنی، از ۱۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سوپه تجارتي راس استفاده شد. آزمایش فاکتوریل ۴×۳ با چهار سطح تعادل کاتیون-آنیون جیره (۲۰۰، ۲۲۵، ۲۵۰ و ۲۷۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره) و سه سطح آنزیم فیتاز میکروبی در جیره (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ واحد فیتازی در کیلوگرم جیره) استفاده شد. نتایج نشان داد آثار متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و آنزیم فیتاز باعث تفاوت آماری معنی‌دار ($P < 0/05$) بر صفات عملکردی (خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن، شاخص تولید و وزن بدن جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی) شد. آثار متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی موجب عدم تفاوت معنی‌دار ($P > 0/05$) بین تیمارها از نظر خصوصیات لاشه (وزن لاشه، ران‌ها، سینه، پشت + گردن، کبد، قلب، طحال، سنگدان، بورس فابرسیوس و چربی حفره شکمی و هم‌چنین وزن و طول قسمت‌های مختلف روده باریک جوجه‌های گوشتی) شد. آثار متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی باعث تفاوت آماری معنی‌دار ($P < 0/05$) از نظر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی در دو سن ۲۴ و ۳۴ روزگی شد. به طور کلی، نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که تنوع پاسخ در عملکرد و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی به مکمل فیتاز در جیره تا حدی می‌تواند تحت تأثیر تفاوت در سطوح تعادل کاتیون-آنیون جیره باشد.

واژه‌های کلیدی: بی‌کربنات سدیم، شاخص تولید، صفات لاشه، فیتاز میکروبی

مقدمه

تعادل کاتیون-آنیون (تعادل الکترولیتی) جیره به تفاوت بین یون‌های مثبت و منفی موجود در جیره ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) اشاره دارد (Mongin, 1989). تعادل کاتیون-آنیون جیره از راه تأثیر بر تعادل اسید-باز بدن، می‌تواند عملکرد و سلامت طیور را تحت تأثیر قرار دهد. چنانچه در فرمول مربوط به تعادل کاتیون-آنیون مشاهده می‌شود، سدیم عنصری تأثیرگذار بر تعادل کاتیون-آنیون است. Cowieson *et al.* (2004) طی مطالعات خویش ثابت کردند که اسید فیتیک و آنزیم فیتاز، الگوهای ترشح سدیم در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این مطالعه اسید فیتیک، دفع عنصر سدیم را از ۳۹ به ۱۵۵ میلی‌گرم به ازاء هر پرنده در طی ۴۸ ساعت افزایش داد. آنزیم فیتاز از راه افزایش آزادسازی سدیم منابع فیتاته در دستگاه گوارش موجب افزایش انتقال سدیم به داخل سلول‌های لومن روده‌ای و هم‌چنین بهبود جذب شده، بنابراین آنزیم فیتاز به طور مؤثری بر تعادل کاتیون-آنیون مواد هضمی روده‌ای تأثیرگذار بوده و احتمالاً می‌تواند تعادل کاتیون-آنیون مؤثر جیره‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که بین آنزیم فیتاز میکروبی و تعادل کاتیون-آنیون مؤثر جیره‌های عملی طیور اثرات متقابلی وجود دارد که احتمالاً روی عملکرد و سلامت جوجه‌های گوشتی مؤثر است (Selle *et al.*, 2007; Selle and Ravindran, 2007). با توجه به مطالب ذکر شده هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی اثر متقابل بین سطوح مختلف تعادل کاتیون-آنیون جیره فیتاز میکروبی بر عملکرد، خصوصیات لاشه و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل 4×3 با پایه طرح کاملاً تصادفی جهت بررسی آثار چهار سطح تعادل کاتیون-آنیون جیره (فاکتور A با سطوح ۲۰۰، ۲۲۵، ۲۵۰ و ۲۷۵ میلی‌اکی-والان در کیلوگرم جیره) و سه سطح آنزیم فیتاز میکروبی در جیره (فاکتور B با سطوح صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ واحد فیتازی در کیلوگرم جیره) در جیره‌های بر پایه ذرت-کنجاله سویا در یک دوره ۴۲ روزه در جوجه‌های گوشتی نر انجام شد. در مجموع از ۱۲ تیمار، هر تیمار در ۴ تکرار و هر تکرار با ۲۵ قطعه پرنده اعمال شد. سالن به ۴۸ واحد آزمایشی یکسان از نظر مساحت و یکنواختی از نظر دما، نور، تهویه و سایر شرایط تقسیم شد. جوجه‌ها در ابتدای شروع آزمایش به طور تصادفی و با میانگین وزنی یکسان به قفس‌های آزمایشی اختصاص یافتند. جیره‌های

پایه آزمایشی بر اساس ترکیب مواد خوراکی و احتیاجات غذایی جدول احتیاجات مواد غذایی (NRC 1994) تنظیم شدند. جیره‌ها از نظر میزان انرژی، پروتئین و سایر مواد مغذی بجز سطوح عناصر سدیم، پتاسیم و کلر یکسان بودند (جدول ۱). در هر یک از جیره‌های پایه درج شده در جدول ۱ (سطح صفر آنزیم فیتاز میکروبی) به منظور تهیه جیره‌های آزمایشی حاوی فیتاز میکروبی، به جیره پایه دو سطح ۵۰۰ و ۷۵۰ واحد فیتازی آنزیم فیتاز اضافه شد. در این تحقیق از نوعی آنزیم فیتاز میکروبی به نام آنزیم فیزایم ایکس پی (Phyzyme XP 5000 G; Finnfeed Company, USA) استفاده شد. به منظور تهیه جیره‌های آزمایشی پایه دارای سطوح متفاوت تعادل کاتیون-آنیون از نمک‌های آنیونی و کاتیونی شامل کلرید سدیم، بی‌کربنات سدیم و کلرید آمونیوم استفاده شد. از آن جایی که آب مصرفی جوجه‌های گوشتی همیشه حاوی مقداری عناصر سدیم، پتاسیم و کلر می‌باشد مقادیر این عناصر در آب اندازه‌گیری و تعادل کاتیون-آنیون آب مصرفی محاسبه شد. نتایج بیانگر مقادیر بسیار کم عناصر سدیم، پتاسیم و کلر موجود در آب بود. به دلیل آن که، تعادل کاتیون-آنیون آب مصرفی بسیار ناچیز ($0/26$ میلی‌اکی‌والان در لیتر آب مصرفی) بود، بنابراین، تعادل کاتیون-آنیون آب مصرفی در محاسبه مقدار تعادل کاتیون-آنیون جیره‌های آزمایشی لحاظ نشد. از آن جایی که هر یک از مواد خوراکی موجود در جیره دارای فعالیت فیتازی متفاوتی هستند، لذا فعالیت فیتازی هر یک از جیره‌های آزمایشی اندازه‌گیری شد (جدول ۲). این فعالیت به وسیله اندازه‌گیری مقدار فسفر غیرآلی آزاد شده در فیتات سدیم در شرایط $\text{pH} = 5/5$ و دمای ۳۷ درجه سلسیوس و در بافر محلول حاوی اسید استیک، استات سدیم و کلرید کلسیم تعیین شد (Engelen *et al.*, 1994). در واقع یک واحد فعالیت فیتازی (FTU)، به عنوان مقدار آنزیمی که مقدار یک میکرومول فسفر غیرآلی را در یک دقیقه به ازای $0/0015$ مول در لیتر فیتات سدیم در شرایط $\text{pH} = 5/5$ و دمای ۳۷ درجه سلسیوس و در بافر محلول حاوی اسید استیک، استات سدیم و کلرید کلسیم آزاد می‌کند، تعریف می‌شود (Engelen *et al.*, 1994).

در طی مدت آزمایش، وزن جوجه‌ها و مصرف خوراک به طور هفتگی و تلفات به صورت روزانه ثبت شد. افزایش وزن بدن از اختلاف وزن در ابتدای دوره و انتهای دوره تعیین شد. ضریب تبدیل غذایی از راه تقسیم کل مصرف خوراک بر افزایش وزن روزانه محاسبه شده به صورت روز مرغ تصحیح شد.

که در این رابطه، S درصد ماندگاری، BW وزن نهایی بدن (بر حسب گرم)، RL طول دوره پرورش و FCR ضریب تبدیل غذایی بود.

شاخص تولید (PI) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$PI = \frac{S \times BW}{10 \times RL \times FCR}$$

جدول ۱- مواد خوراکی و محتوای مواد مغذی محاسبه شده جیره‌های پایه آزمایشی

Table 1. Ingredients and calculated nutrient contents of the experimental basal diets¹

Ingredient (%)	Dietary electrolyte balance level (mEq/kg)											
	0-14 (Starter)				15-28 (Grower)				29-42 (Finisher)			
	200	225	250	275	200	225	250	275	200	225	250	275
Corn grain	53.5	53.5	53.5	53.5	57.5	57.5	57.5	57.5	63.7	63.7	63.7	63.7
Soybean meal	39.0	39.0	39.0	39.0	36.0	36.0	36.0	36.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Fish meal	1.5	1.5	1.5	1.5	-	-	-	-	0.7	0.7	0.7	0.7
Dicalcium phosphate	1.7	1.7	1.7	1.7	1.63	1.63	1.63	1.63	1.6	1.6	1.6	1.6
Oyster shell	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.12	1.12	1.12	1.12
Soybean oil	1.7	1.7	1.7	1.7	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.7	1.7
DL-Methionine	0.26	0.26	0.26	0.26	0.2	0.2	0.2	0.2	0.14	0.14	0.14	0.14
Sodium chloride	0.38	0.4	0.25	0.25	0.3	0.27	0.25	0.25	0.17	0.25	0.14	0.1
Sodium bicarbonate	-	-	0.05	0.27	0.16	-	0.21	0.42	0.21	0.25	0.4	0.24
Ammonium chloride	0.28	0.12	-	-	0.28	-	-	-	0.16	0.04	-	-
Vitamin premix ²	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral premix ³	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Builder's sand	-	0.14	0.36	0.14	0.35	0.82	0.63	0.42	0.17	-	-	0.2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculated analysis												
AME, kcal/kg	2830	2830	2830	2830	2910	2910	2910	2910	2970	2970	2970	2970
Crude Protein (%)	22.0	22.0	22.0	22.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Lysine (%)	1.15	1.15	1.15	1.15	1.01	1.01	1.01	1.01	0.89	0.89	0.89	0.89
Methionine (%)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.44	0.44	0.44	0.44	0.39	0.39	0.39	0.39
Available P (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Calcium (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.92	0.92	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
Sodium (%)	0.18	0.18	0.14	0.20	0.18	0.12	0.17	0.23	0.15	0.15	0.20	0.20
Potassium (%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80
Chloride (%)	0.44	0.35	0.19	0.19	0.38	0.20	0.19	0.19	0.15	0.15	0.15	0.15

¹ 0, 500 and 750 phytase units of phytase/kg of diet was applied to each level of dietary electrolyte balance.

² Vitamin supplements contributed per ton of complete feed: Grower feed-vitamin A, 2,300,000 IU; vitamin D3, 400,000 IU; vitamin E, 1,800 mg; menadione, 300 mg; thiamine, 150 mg; riboflavin, 1,400 mg; vitamin B12, 3,500 mcg; pantothenic acid, 2,000 mg; nicotinic acid, 7,000 mg; pyridoxine, 250 mg; folic acid, 150 mg; biotin, 20 mg; choline, 125 g; monensin, 125 g; bacitracin-MD, 30 g; exthoxyquin, 20 g; DL-methionine, 275 g; and carrier, 1,000 g

³ mineral supplement provided per ton of complete feed: iron, 35,000 mg; copper, 50,000 mg; manganese, 35,000 mg; zinc, 30,000 mg; iodine, 600 mg; selenium, 90 mg; and diluent, 1,000 g.

جدول ۲- فعالیت فیتازی جیره‌های آزمایشی

Table 2. Phytase activity in the experimental diets

Dietary electrolyte balance level (mEq/kg of diet)	Phytase level (FUT/kg)	Phytase activity (phytase units/kg)
200	0	32.2
200	500	508.1
200	750	763.5
225	0	20.8
225	500	491.4
225	750	716.6
250	0	19.4
250	500	488.9
250	750	719.6
275	0	18.7
275	500	477.2
275	750	736.5

استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اطلاعات ارایه شده در جدول ۳ نشان‌دهنده نتایج اثر اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره، اثر اصلی فیتاز میکروبی و آثار متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر صفات عملکردی است. اثرات اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره بر مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی و وزن بدن جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی معنی‌دار ($P < 0.05$) بود، در حالی که این اثرات اصلی بر افزایش وزن روزانه و شاخص تولید اثر معنی‌داری بر تیمارهای آزمایشی نداشت ($P > 0.05$). به طور کلی، در رابطه با اثر اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره بر صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی، با توجه به صفت ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی، سطح ۲۷۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره به عنوان بهترین سطح مورد استفاده تعادل کاتیون-آنیون جیره در رابطه با اثرات اصلی معرفی شد. بر اساس تحقیقات مختلفی که روی جوجه‌های گوشتی انجام گرفته، سطوح متنوعی از تعادل کاتیون-آنیون جیره جهت حصول بهترین عملکرد معرفی شده است. بر اساس مطالعات (Borges *et al.*, 2003) روی جوجه‌های گوشتی، تعادل کاتیون-آنیون بین ۲۳۶-۲۰۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره سبب بهترین عملکرد شد. به طوری که تعادل کاتیون-آنیون ۲۳۶ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره برای بهترین افزایش وزن و تعادل کاتیون-آنیون ۲۰۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره برای بهترین ضریب تبدیل غذایی تا سن ۴۲ روزگی معرفی شد. از طرف دیگر، نتایج آزمایش دیگری نشان داد که تعادل بین ۲۵۰ و ۳۰۰ برای حداکثر رشد جوجه‌های گوشتی مناسب است (Borges *et al.*, 2003). بر اساس پژوهشی که به وسیله حسینی و همکاران (۱۳۸۷) روی جوجه‌های گوشتی جنس نر سویه تجارتهی راس انجام گرفت، استفاده از تعادل کاتیون-آنیون ۲۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره سبب بهبود سرعت رشد و در نتیجه کاهش هزینه خوراک شد. در نتیجه در پژوهش مذکور، بهترین سطح تعادل کاتیون-آنیون جیره، سطح ۲۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره انتخاب شد. بر اساس مطالعه دیگری که روی جوجه‌های گوشتی انجام شد، بهترین وزن بدن جوجه‌ها در جیره‌های حاوی تعادل کاتیون-آنیون ۲۱۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره مشاهده شد (Hulan *et al.*, 1987).

به منظور ارزیابی خصوصیات لاشه، در انتهای دوره پرورش (۴۲ روزگی) از هر تکرار آزمایشی دو قطعه جوجه به طور تصادفی انتخاب و پس از توزین، از راه قطع گردن کشتار و وزن قسمت‌های مختلف لاشه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از جداسازی سر، پاها از ناحیه مفصل خرگوشی، پرها، پوست و امعاء و احشاء، وزن لاشه به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ± 1 گرم اندازه‌گیری و بر اساس درصدی از وزن زنده بدن بیان گردید (Ojedapo *et al.*, 2008). پس از اندازه‌گیری وزن لاشه، قسمت‌های مختلف لاشه شامل ران‌ها، سینه و پشت + گردن به طور جداگانه وزن‌کشی و وزن آن‌ها بر حسب وزن زنده بدن پرنده به صورت درصد بیان شد. همچنین قسمت‌های درونی بدن شامل کبد، طحال، قلب، سنگدان، چربی حفره شکمی و بورس فابریوس به طور جداگانه توزین و مقدار وزن هر یک بر حسب درصدی از وزن بدن گزارش شد. چربی اطراف سنگدان، روده‌ها و به طور کلی محوطه شکمی به عنوان چربی حفره شکمی اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه وزن سنگدان، چربی اطراف آن پاک‌سازی و محتویات داخل آن تخلیه گردید. برای محاسبه وزن و طول قسمت‌های مختلف روده باریک، ابتدا محتویات آن با فشار آرام انگشت کاملاً تخلیه و سپس وزن قسمت‌های مختلف روده باریک با ترازوی حساس اندازه‌گیری و طول هر یک از قسمت‌های آن یعنی دوازدهه (قسمت چسبیده به لوزالمعده)، ژوژنوم (از دوازدهه تا محل برآمدگی مکل) و ایلئوم (بعد از برآمدگی مکل تا محل اتصال سکوم به ایلئوم) با استفاده از خط‌کش و با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. به منظور ارزیابی سیستم ایمنی هومورال، از گلبول قرمز گوسفندی استفاده شد. بدین منظور در روزهای ۱۷ و ۲۷ دوره پرورش، به دو قطعه پرنده مقدار یک سی‌سی از سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی با رقت ۱۰ درصد به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، از راه ورید بال تزریق و یک هفته پس از هر بار تزریق (روزهای ۲۴ و ۳۴ دوره پرورش) حدود یک سی‌سی خون از همان پرنده‌ها از راه ورید بال گرفته شد و عیار پادتن تولید شده علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند با استفاده از روش هم‌گلوتیناسیون میکروتیتر تعیین شد (Peterson *et al.*, 1999).

برای تعیین اثرات اصلی فاکتورهای A و B از روش ANOVA دوطرفه و برای تعیین اثرات متقابل بین فاکتورها از رویه GLM در نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 2006) استفاده شد و مقایسه‌های میانگین هر کدام از صفات اندازه‌گیری شده با

جدول ۳- اثر تعادل کاتیون- آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی

Table 3. Effects of dietary electrolyte balance and microbial phytase on the productive traits of broiler chickens

DEB(mEq/kg)	Phytase	Body weight (g)	Feed intake (g/d)	Weight gain (g/bird/d)	Feed conversion ratio	Production index
200	0	2144.45 ^c	100.00 ^a	51.50 ^f	1.943 ^{ab}	264.41 ^c
200	500	2346.38 ^a	120.64 ^{ab}	61.99 ^{bc}	1.946 ^{ab}	288.82 ^{bc}
200	750	2527.31 ^a	122.18 ^a	67.02 ^a	1.823 ^b	332.11 ^a
225	0	2251.78 ^{ab}	102.24 ^c	55.82 ^e	1.831 ^{bc}	276.66 ^{bc}
225	500	2260.53 ^b	111.58 ^b	58.56 ^{ed}	1.906 ^{ab}	286.09 ^{bc}
225	750	2454.47 ^a	125.18 ^a	64.47 ^{ab}	1.943 ^{ab}	304.91 ^b
250	0	2244.05 ^{bc}	104.54 ^{bc}	55.25 ^e	1.890 ^{ab}	278.04 ^{bc}
250	500	2315.56 ^a	122.00 ^a	60.99 ^{cd}	1.999 ^a	280.21 ^{bc}
250	750	2400.44 ^a	126.53 ^a	64.33 ^{ab}	1.966 ^a	295.35 ^b
275	0	2185.19 ^{bc}	107.50 ^{bc}	55.86 ^e	1.925 ^{ab}	267.96 ^c
275	500	2280.53 ^{bc}	104.45 ^{bc}	60.46 ^{cd}	1.729 ^c	313.16 ^{ab}
275	750	2414.59 ^a	123.27 ^a	64.58 ^{ab}	1.909 ^{ab}	304.08 ^b
Pooled SEM		159.53	10.96	4.36	0.110	41.22
Main effect						
DEB(mEq/kg)						
200		2363.74 ^a	116.06 ^{ab}	61.26	1.899 ^{ab}	299.69
225		2329.26 ^{ab}	113.00 ^b	59.62	1.893 ^{ab}	293.78
250		2322.51 ^{ab}	119.33 ^a	60.81	1.960 ^a	288.98
275		2293.44 ^b	111.74 ^b	60.30	1.854 ^b	295.88
Phytase						
0		2208.79 ^c	103.83 ^c	54.86 ^c	1.893	276.01 ^b
500		2300.75 ^b	114.67 ^b	60.50 ^b	1.895	294.68 ^a
750		2449.20 ^a	124.29 ^a	65.10 ^a	1.910	308.86 ^a
Probability						
DEB		*	*	NS	*	NS
Phytase		*	*	*	NS	*
DEB×phytase		*	*	*	*	*

^{a-f} Means in the same columns with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$). NS: Non-significant

Cowieson and Adeola, 2005;) و افزایش وزن بدن (1996) افزودن آنزیم فیتاز به جیره باعث تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) بین تیمارها در رابطه با مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه بدن، وزن بدن و شاخص تولید جوجه‌های گوشتی شد. درصد بهبود ایجاد شده در وزن روزانه بدن، وزن بدن و شاخص تولید با افزایش سطح آنزیم فیتاز از ۵۰۰ به ۷۵۰ واحد فیتازی در کیلوگرم جیره افزایش یافت. افزایش مصرف خوراک در تیمارهای حاوی آنزیم می‌تواند نشان‌دهنده بهبود قابلیت هضم مواد مغذی مانند انرژی، پروتئین و مواد معدنی و هم‌چنین تجزیه دیواره سلولی باشد. Sebastian et al. (1996) به این نتیجه رسیدند که بهبود مشاهده شده در عملکرد جوجه‌های گوشتی در جیره‌های با مکمل فیتاز، می‌تواند نتیجه ترکیبی از مورد استفاده قرار گرفتن مواد مغذی یعنی مواد معدنی، انرژی و پروتئین باشد. اثر مثبت آنزیم فیتاز بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در تحقیق حاضر با نتایج بسیاری از مطالعات انجام شده مبنی بر اثر مثبت آنزیم فیتاز میکروبی بر مصرف خوراک (Liu et al., 2008; Cowieson and Adeola, 2005) و وزن بدن (Liu et al., 2008; Cowieson and Adeola, 2005; Mitchell and Edwards,

(1996) و افزایش وزن بدن (Liu et al., 2008; Denboe et al., 1995) مطابقت دارد. با افزودن آنزیم فیتاز به جیره، ضریب تبدیل غذایی تحت اثر قرار نگرفت ($P > 0.05$). طی پژوهش‌های مختلف مشخص شده که آنزیم فیتاز ممکن است ضریب تبدیل غذایی را تحت تأثیر قرار دهد اما این اثر فیتاز بر بهبود ضریب تبدیل غذایی ممکن است همیشه اتفاق نیافتد (Kornegay et al., 1999; Simons et al., 1990). در تحقیق انجام شده به وسیله Simons et al. (1990) با استفاده از ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ واحد فیتازی آنزیم فیتاز در جیره جوجه‌های گوشتی تا سن دو هفتگی در ضریب تبدیل غذایی بهبود مشاهده کردند، اما در سن چهار هفتگی این اثر مشاهده نشد که احتمالاً دلیل آن احتیاج کم‌تر فسفر در سن چهار هفتگی در مقایسه با سن دو هفتگی و هم‌چنین سازگاری پرنده با مورد استفاده قرار دادن مقدار بیشتری از فسفر فیتاته در وضعیت‌های بحرانی است. علاوه بر این، مشخص شد که سرعت رشد و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی به سطح فیتاز میکروبی وابسته است. توجیه محققانی

فیتاز در جیره می‌تواند تحت تأثیر سطح تعادل کاتیون-آنیون جیره باشد که این تنوع در پاسخ، نتیجه اثرات متقابل ایجاد شده بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی در دستگاه گوارش پرنده است.

با توجه به نتایج اثرات تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بر پایه ذرت-کنجاله سویا در جدول ۴، آثار اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر وزن لاشه، ران-ها، سینه، پشت + گردن، کبد، قلب، طحال، سنگدان، بورس فابریسیوس و چربی حفره شکمی زمانی که بر اساس درصدی از وزن بدن بدن بیان شد، اثر معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). با وجود عدم تفاوت معنی‌دار بین خصوصیات لاشه در تیمارهای مختلف، افزایش عددی در صفات مربوط به لاشه در تیمارهای حاوی آنزیم فیتاز در مقایسه با تیمار شاهد (بدون آنزیم فیتاز) مشاهده می‌شود که این تفاوت‌های جزئی می‌تواند توجیهی بر ایجاد تفاوت معنی‌دار در وزن و افزایش وزن روزانه تیمارهای حاوی آنزیم فیتاز باشد.

تحقیقات اندکی در مورد اثر تعادل کاتیون-آنیون جیره بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی انجام شده است. بر اساس نتایج تحقیق حسینی و همکاران (۱۳۸۷) روی جوجه‌های گوشتی سوبه راس، استفاده از سطوح مختلف تعادل کاتیون-آنیون ۱۵۰، ۱۷۵، ۲۰۰، ۲۲۵، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره، باعث تفاوت معنی‌داری در درصد لاشه، ران‌ها، سینه، کبد، کلیه و چربی حفره شکمی نسبت به وزن بدن نشد. نتایج آزمایش‌های دیگر نیز نشان‌دهنده عدم اثر تعادل کاتیون-آنیون جیره روی خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی می‌باشد (Jahnson and Karunajeewa, 1985). در پژوهشی، خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی تحت تأثیر سطوح تعادل کاتیون-آنیون صفر، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۳۶۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره قرار نگرفت (Borges *et al.*, 2003). در مطالعه دیگر، استفاده از تعادل کاتیون-آنیون ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره، اثری بر خصوصیات لاشه جوجه‌ها نداشت (Shafey *et al.*, 2011). تحقیقات اندکی در مورد اثر آنزیم فیتاز روی خصوصیات لاشه انجام گرفته است. در تحقیقی که انجام شد، افزودن ۵۰۰ واحد فیتازی آنزیم فیتاز ناتافوس به جیره جوجه‌های گوشتی، اثر معنی‌داری روی درصد لاشه، سینه و چربی حفره شکمی نداشت (Namkung and Leeson, 1999). در مجموع، نتایج تحقیق حاضر با نتایج گزارشات مذکور مبنی بر عدم تفاوت معنی‌دار تعادل کاتیون-آنیون جیره و آنزیم فیتاز بر

که اعتقاد دارند استفاده از آنزیم فیتاز اثری بر ضریب تبدیل غذایی ندارد، این است که استفاده از آنزیم فیتاز به طور هم زمان وزن بدن و مصرف خوراک را افزایش می‌دهد و لذا بر ضریب تبدیل غذایی که متأثر از این دو متغیر است، اثری ندارد (Sebastian *et al.*, 1996; Simons and Versteegh, 1993; Christensen *et al.*, 1996). آنزیم فیتاز دارای اثرات تغذیه‌ای مفید بسیار زیادی است اما مشخص نمودن این که بهبود عملکرد مربوط به کدام اثر تغذیه‌ای فیتاز است، مشکل می‌باشد. به طور کلی، با توجه به اثر اصلی آنزیم فیتاز میکروبی بر صفات عملکردی، می‌توان نتیجه گرفت که سطح ۷۵۰ واحد فیتازی آنزیم فیتاز جهت اثر بر وزن بدن، افزایش وزن بدن و شاخص تولید مؤثرتر از سطح فاقد آنزیم و سطح ۵۰۰ واحد فیتاز بود.

اثرات متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی سبب تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در رابطه با تمام صفات عملکردی و شاخص تولید شد ($P < 0.05$). همان طور که از داده‌های ارائه شده در جدول ۳ مشخص می‌شود، بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۲۷۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره به علاوه ۷۵۰ واحد فیتازی در کیلوگرم جیره مشاهده شد. لذا با توجه به ضریب تبدیل غذایی، این تیمار به عنوان بهترین سطح تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی که بهترین اثرات متقابل را ایجاد نموده معرفی می‌شود. در تحقیقی که انجام گرفت اثرات اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره تنها بر افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی معنی‌دار شد، در حالی که اثرات اصلی فیتاز میکروبی بر همه صفات عملکردی معنی‌دار بود. بر اساس نتایج این آزمایش، اثرات متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون و فیتاز میکروبی اثری بر افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی نداشت (Ravindran *et al.*, 2008). به طور کلی، با توجه به نتایج به دست آمده از اثرات متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، می‌توان نتیجه گرفت که سطح تعادل کاتیون-آنیون ۲۷۵ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم جیره به علاوه ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز میکروبی مناسب‌ترین تیمار جهت کسب بهترین ضریب تبدیل غذایی در شرایط تحقیق حاضر بود.

فرضیه تحقیق حاضر مبنی بر وجود اثرات متقابل احتمالی بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و آنزیم فیتاز بود که این اثرات متقابل می‌تواند عملکرد جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر خود قرار دهد. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند مؤیدی بر این ادعا باشد که پاسخ عملکرد جوجه‌های گوشتی به مکمل آنزیم

باریک جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های بر پایه ذرت-کنجاله سویا در جدول ۵، آثار اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره و آنزیم فیتاز و هم چنین اثر متقابل بین این دو عامل بر وزن و طول قسمت‌های مختلف روده باریک جوجه‌های گوشتی از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0.05$).

با بررسی نتایج مربوط به عیار پادتن تولید شده علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند در بدن جوجه‌های گوشتی در دو سن ۲۴ و ۳۴ روزگی (جدول ۶) مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در رابطه با اثر اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره، اثر اصلی فیتاز میکروبی و اثرات متقابل بین این دو عامل وجود دارد ($P < 0.05$).

خصوصیات لاشه، مطابقت دارد. با وجود عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها، در هر سطح تعادل کاتیون-آنیون، با افزودن آنزیم فیتاز میکروبی به جیره، افزایشی در وزن لاشه جوجه-های گوشتی مشاهده شد که این اختلاف احتمالاً در نتیجه آزادسازی مقادیر بیشتر انرژی و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی به خصوص پروتئین تیمارهای حاوی آنزیم است. هم-چنین، اثرات متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). تاکنون تحقیقی مبنی بر اثر متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی انجام نشده است.

با توجه به نتایج مربوط به اثر تعادل کاتیون-آنیون جیره و آنزیم فیتاز میکروبی بر وزن و طول قسمت‌های مختلف روده

جدول ۴- اثر تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی

Table 4. Effects of dietary electrolyte balance and microbial phytase on the carcass characteristics of broiler chickens

DEB ¹ (mEq/kg)	Phytase	Carcass (% BW) ²	Thighs (%BW)	Breast (% BW)	Back + neck (%BW)	Liver (%BW)	Gizzard (% BW)	Bursa (% BW)	Heart (%BW)	Spleen (% BW)	Abdominal fat (% BW)
200	0	60.12	19.35	19.15	21.61	2.43	2.65	0.132	0.607	0.083	1.33
200	500	60.76	19.69	19.14	22.03	2.46	2.83	0.126	0.532	0.094	1.42
200	750	60.74	19.27	19.16	21.30	2.41	2.84	0.126	0.607	0.087	1.51
225	0	60.10	19.76	19.46	21.62	2.36	2.76	0.192	0.547	0.087	1.28
225	500	60.85	19.23	18.56	22.03	2.45	2.80	0.142	0.502	0.097	1.40
225	750	61.32	18.78	19.58	22.84	2.43	2.69	0.161	0.477	0.080	1.48
250	0	59.90	18.54	19.37	21.90	2.69	2.78	0.165	0.547	0.089	1.46
250	500	60.16	19.71	18.80	21.57	2.57	2.88	0.136	0.475	0.095	1.69
250	750	60.50	19.17	18.62	22.62	2.18	2.80	0.144	0.467	0.092	1.65
275	0	60.41	19.19	18.97	22.24	2.67	2.72	0.147	0.555	0.082	1.25
275	500	61.72	19.33	19.44	22.76	2.38	2.72	0.135	0.527	0.098	1.52
275	750	59.94	18.60	18.74	23.11	2.24	2.76	0.151	0.483	0.091	1.46
Pooled SEM		3.06	1.92	2.46	3.23	0.58	0.86	0.08	0.19	0.04	0.64
Main effect											
DEB											
200		60.58	19.09	19.15	21.65	2.43	2.71	0.128	0.580	0.094	1.44
225		60.67	19.30	19.17	22.10	2.41	2.66	0.165	0.512	0.096	1.58
250		59.52	19.47	18.93	22.03	2.48	2.96	0.148	0.497	0.089	1.51
275		60.76	18.94	19.08	22.67	2.45	2.81	0.144	0.525	0.085	1.65
Phytase											
0		60.33	19.20	19.24	21.86	2.54	2.88	0.159	0.561	0.093	1.43
500		60.16	18.99	18.99	22.10	2.46	2.88	0.146	0.509	0.096	1.47
750		60.63	19.17	19.01	22.40	2.31	2.76	0.135	0.513	0.086	1.68
Probability											
DEB		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Phytase		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
DEB×phytase		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹DEB: Dietary electrolyte balance. ²Carcass yields expressed as percentage of live body weight. NS: Non-significant
Data reported are means of two birds per replicate.

جدول ۵- اثر تعادل کاتیون-آنیون و فیتاز میکروبی بر وزن و طول قسمت‌های روده باریک جوجه های گوشتی
Table 5. Effects of dietary electrolyte balance and microbial phytase on weight and length different parts of small intestine¹ of broiler chickens

DEB ² (mEq/kg)	Phytase	Relative weight			Relative length		
		Duodenum	Jejunum	Ileum	Duodenum	Jejunum	Ileum
200	0	0.91	1.89	2.71	0.91	2.48	3.30
200	500	0.86	1.96	2.38	1.02	2.98	3.10
200	750	0.85	2.22	2.46	0.90	2.73	3.01
225	0	0.90	2.06	2.69	0.96	2.62	3.29
225	500	0.87	2.15	2.66	0.85	2.81	3.11
225	750	0.81	1.75	2.37	0.99	2.54	3.02
250	0	0.85	2.21	2.53	0.96	2.89	3.16
250	500	0.84	2.25	2.80	0.98	2.91	3.29
250	750	0.75	2.12	2.77	0.88	2.61	3.15
275	0	0.86	1.86	2.66	0.94	2.77	3.14
275	500	0.82	1.89	2.72	0.99	2.79	3.23
275	750	0.84	1.84	2.68	1.00	2.79	3.22
Pooled SEM		0.29	0.72	0.76	0.23	0.69	0.54
Main effect							
DEB							
200		0.87	2.04	2.50	1.04	2.86	3.12
225		0.86	2.01	2.59	0.93	2.67	3.12
250		0.81	2.19	2.70	0.95	2.80	3.20
275		0.84	1.96	2.69	1.01	2.78	3.20
Phytase							
0		0.88	2.01	2.64	0.98	2.70	3.21
500		0.85	2.06	2.64	1.01	2.94	3.18
750		0.81	2.01	2.58	0.96	2.67	3.07
Probability							
DEB		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Phytase		NS	NS	NS	NS	NS	NS
DEB×phytase		NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹Weight and length of different parts of small intestine expressed as percentage of live body weight. ² DEB: Dietary electrolyte balance. NS: Non-significant

سلول‌های اریتروسیت و لنفوسیت‌های T شد. همچنین ترشح ایمنوگلوبولین A بهبود پیدا کرد و پیشنهاد شده که فیتات و فیتاز در سلامتی دستگاه گوارش و کارکرد سیستم ایمنی نقش دارند (Liu *et al.*, 2008). فیتات باعث تغییر فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم-ATP⁺ شده که این موضوع سبب کاهش جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش می‌شود (Dilworth *et al.*, 2005). در واقع، فیتات سبب افزایش ترشح سدیم با منشاء داخلی به درون مجرای روده می‌شود. بنابراین، مقدار سدیمی که جهت انتقال مواد مغذی لازم است، کاهش می‌یابد (Liu *et al.*, 2008). علاوه بر اثر سدیم، کمبود سایر مواد معدنی مثل فسفر و پتاسیم حاصل از اثر فیتات ممکن است منتج به کاهش فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم-ATP⁺ شود (Liu *et al.*, 2008). فیتات سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های هضمی شده و مکانیسم‌هایی که به وسیله آن فیتات باعث ممانعت فعالیت آنزیم‌های هضمی در دستگاه گوارش حیوانات می‌شود، شامل تشکیل کیلات با کوفاکتورهای مورد نیاز فعالیت آنزیم‌ها و باند شدن با فرآورده‌های هضمی مثل تشکیل مجموعه

در تحقیق حاضر، افزودن فیتاز میکروبی به جیره در دو سطح ۵۰۰ و ۷۵۰ واحد فیتازی سبب افزایش تولید عیار پاتن تولید شده علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند (بهبود سیستم ایمنی) شد. بسیاری از تحقیقات انجام شده روی جوجه‌های گوشتی نشان‌دهنده اثر آنزیم فیتاز بر سیستم ایمنی است. در این مورد مشخص شده که تجزیه محصولات فعالیت فیتاز احتمالاً فعالیت سلول‌های ایمنی را تنظیم می‌کند و این ممکن است در جوجه‌های گوشتی که با مقادیر بالای فیتات تغذیه می‌شوند، مصداق عملی داشته باشد (Vucenik and Shamsuddin, 2006; Bozsik *et al.*, 2007). آنزیم‌های با منشأ خارجی سبب افزایش سطح ایمنوگلوبولین A در مواد هضمی می‌شوند (Kettunen and Rautonen, 2005). آنزیم فیتاز از راه جذب مواد مغذی سبب بهبود تکامل و بهبود ایمنی موکوسی می‌شود (Cowieson and Ravindran, 2007). در تحقیقی که انجام گرفت، اثرات فیتات و فیتاز بر عملکرد و ایمنی سلولی و همورال جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان دادند که تغذیه آنزیم فیتاز باعث افزایش

در حالی که عیار پاتن تولید شده علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند در سن ۳۴ روزگی در سطوح ۲۲۵، ۲۵۰ و ۲۷۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار ۲۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره بود ($P < 0.05$). تاکنون تحقیقی مبنی بر اثر متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی انجام نشده است.

فیتات-پروتئین است (Cawley and Mitchell, 1968; Katayama, 1997). اثر اصلی تعادل کاتیون-آنیون جیره سبب تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) تولید عیار پاتن تولید شده علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند در دو سن ۲۴ و ۳۴ روزگی در بین تیمارهای مختلف شد. در این مورد، سطح تعادل کاتیون-آنیون ۲۲۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره در سن ۲۴ روزگی سبب تولید بیشترین عیار پاتن تولید شده علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند نسبت به سایر سطوح شد.

جدول ۶- اثر تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی بر سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی

Table 6. Effects of dietary electrolyte balance and microbial phytase on the immune system of broiler

DEB ¹ (mEq/kg)	Phytase	Anti-SRBC antibody titers during primary and secondary injection	
		24 d of age	34 d of age
200	0	3.85 ^c	6.95 ^d
200	500	4.33 ^c	8.45 ^{bc}
200	750	4.21 ^{cd}	8.21 ^c
225	0	4.01 ^{de}	7.05 ^d
225	500	5.11 ^{ab}	8.36 ^{bc}
225	750	4.96 ^{ab}	9.03 ^a
250	0	3.17 ^f	7.10 ^d
250	500	5.09 ^{ab}	8.71 ^{ab}
250	750	5.25 ^a	8.95 ^a
275	0	3.35 ^f	7.02 ^d
275	500	4.85 ^b	9.11 ^a
275	750	4.52 ^c	8.47 ^{bc}
Pooled SEM		0.09	0.13
Main effect			
DEB (mEq/kg)			
200		4.13 ^c	7.87 ^b
225		4.69 ^a	8.15 ^a
250		4.50 ^b	8.25 ^a
275		4.2 ^c	8.20 ^a
Phytase			
0		3.60 ^b	7.03 ^b
500		4.85 ^a	8.64 ^a
750		4.74 ^a	8.66 ^a
Probability			
DEB		*	*
Phytase		*	*
DEB×phytase		*	*

^{a-f} Means in the same columns with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$). NS: Non-significant.

¹ DEB: Dietary electrolyte balance

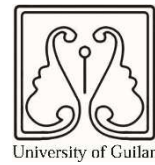
در مجموع، نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که تنوع پاسخ در عملکرد و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی به مکمل آنزیم فیتاز میکروبی در جیره تا حدود زیادی می‌تواند تحت تأثیر تفاوت در سطوح تعادل کاتیون-آنیون جیره باشد. لذا، نتایج آزمایش حاضر وجود اثرات متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون جیره و فیتاز میکروبی و اثر آن بر عملکرد و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی را تأیید می‌نماید.

با توجه به اثرات متقابل بین تعادل کاتیون-آنیون و فیتاز میکروبی می‌توان نتیجه گرفت که در هر سطح از تعادل کاتیون-آنیون جیره با افزودن آنزیم فیتاز، میزان پاتن تولید شده علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی در بدن جوجه‌های گوشتی افزایش پیدا کرد. مقدار کل پاتن تولید شده و درصد بهبود ایجاد شده در سیستم ایمنی بدن جوجه-های گوشتی ۱/۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر برای سن ۲۴ روزگی و ۱/۶۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر برای سن ۳۴ روزگی بود.

فهرست منابع

- حسینی، س. ع.، شهسواری، ک. و لطف‌الهیان، ه. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف تعادل کاتیون-آنیون جیره غذایی بر عملکرد و خصوصیات کیفی لاشه جوجه‌های گوشتی در طی دوره رشد. پژوهش و سازندگی، ۲۱(۳): ۷-۲.
- Borges S. A., Fischer de Silva A. V., Ariki J., Hooge D. M. and Cummings K. R. 2003. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science*, 82: 301-308.
- Bozsik A., Kokeny S. and Olah E. 2007. Molecular mechanisms for the antitumor activity of inositol hexakisphosphate (IP6). *Cancer Genomics Proteomics*, 4: 43-51.
- Cawley R. W. and Mitchell T. A. 1968. Inhibition of wheat alpha amylase by phytic acid. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 19: 106-108.
- Christensen L., Huyghebaert G. and Petterson D. 1996. Phytase in broiler chicken diets. *International Poultry Production*, 13-14.
- Cowieson A. J. and Adeola O. 2005. Carbohydrase, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. *Poultry Science*, 84: 1860-1867.
- Cowieson A. J. and Ravindran V. 2007. Effect of phytic acid and phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 98: 745-752.
- Cowieson A. J., Acamovic T. and Bedford M. R. 2004. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. *British Poultry Science*, 45: 101-108.
- Dilworth L. L., Omoruyi F. O. and Asemota H. N. 2005. Digestive and absorptive enzymes in rats fed phytic acid extract from sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Diabetology Croatia*, 34: 59-65.
- Engelen A. J., Van der Heeft F. C., Randsdorp P. H. G. and Smit E. L. C. 1994. Simple and rapid determination of phytase activity. *Journal of AOAC International*, 77: 760-764.
- Hulan H. W., Randsdorp G. and Smit E. L. C. 1987. Effect of dietary cation-anion balance and calcium content on general performance and incidence of leg abnormalities of broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, 97: 165-177.
- Jahson R. J. and Karunajeewa H. 1985. The effects of dietary minerals and electrolyte on the growth and physiology of the young chick. *Journal of Nutrition*, 115: 1680-1690.
- Katayama T. 1997. Effects of dietary myo-inositol or phytic acid on hepatic concentrations of lipids and hepatic activities of lipogenic enzymes in rats fed on corn starch or sucrose. *Nutrition Research*, 17: 721-728.
- Kettunen H. and Rautonen N. 2005. With betaine and exogenous enzymes towards improved intestinal health and immunity, and better performance of broiler chicks. *Poultry Science*, 84(Suppl. 1): 47 (Abstr.).
- Kornegay E. T., Zhang Z. and Denbow D. M. 1999. Influence of microbial phytase supplementation of a low protein/amino acid diet on performance, ileal digestibility of protein and amino acids, and carcass measurements of finishing broilers, In: *Phytase in Animal Nutrition and Waste Management*, second revised ed. BASF Corporation. Mount Olive, NJ, pp. 557-572.
- Liu N., Ru Y. J., Cowieson A. J., Li F. D. and Cheng X. CH. 2008. Effects of phytate and phytase on the performance and immune function of broilers fed nutritionally marginal diets. *Poultry Science*, 87: 1105-1111.
- Mitchell, R. D. and Edwards Jr. H. M. 1996. Effects of phytase and 1,25-Dihydroxycholecalciferol on phytate phosphorus utilization and quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. *Poultry Science*, 75: 95-100.
- Mongin P. 1989 Recent advances in dietary anion-cation balance in poultry. In: *Recent Development in Poultry Nutrition*. Edited by: D. J. A. Cole. Butterworths: London.
- Namkung H. and Leeson S. 1999. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids. *Poultry Science*, 78: 1317-1319.
- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th revised edition. National Academy Press, Washington DC., USA.
- Ojedapo L. O., Akinokun O., Adedeji T. A., Olayeni T. B., Ameen S. A. and Amao S. R. 2008. Effect of strain and sex on carcass characteristics of three commercial broilers reared in deep litter system in the derived savannah area of Nigeria. *World Journal of Agricultural Science*, 4 (4): 487-491.
- Peterson A. L., Qureshi M. A., Ferket P. R. and Fuller J. C. Jr. 1999. Enhancement of cellular and humoral immunity in young broilers by the dietary supplementation of β -hydroxy- β methylbutyrate. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 21(2): 307-330.
- Ravindran V., Cowieson A. J. and Selle P. H. 2008. Influence of Dietary Electrolyte Balance and Microbial Phytase on Growth Performance, Nutrient Utilization, and Excreta Quality of Broiler Chickens. *Poultry Science*, 87: 677-688.
- Ravindran V., Morel P. C. H., Partridge G. G., Hruby M. and Sands J. S. 2006. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starter fed diets containing varying concentrations of phytic acid. *Poultry Science*, 85: 82-89.
- SAS Institute Inc. 2006. *SAS/STAT User's Guide*. Version 9.0. SAS Inst., Cary, NC.

- Sebastian S., Touchburn, S. P. E., Chavez R. and Lague P. C. 1996. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. *Poultry Science*, 75: 1516-1523.
- Selle P. H. and Ravindran V. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 135: 1-41.
- Selle P. H., Ravindran V., Ravindran G. and Bryden W. L. 2007. Effects of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilization of broiler chickens. *Asian-australasian Journal of Animal Science*, 20: 1100-1108.
- Shafey T. M., Aljumaah R. S., Abdelhalim M. A. K., Mady M. M. and Ghannam M. M. 2011. Effects of dietary electrolyte balance on the performance of broiler chickens fed high calcium diets. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (22): 2902-2908.
- Simons P. C. and Versteegh H. A. J. 1993. Role of phytases in poultry nutrition, In: *Enzymes in Animal Production*. Wenk, C. and Boessinger, M. (eds). Proceedings of the Symposium, Kartause Ittingen, Switzerland, pp. 181-186.
- Simons P. C., Versteegh H. A. J., Jongbloed A. W., Kemme P. A., Slump P., Bos K. D., Wolters M. G. E., Beudeker R. F. and Verschoor G. J. 1990. Improvement of P availability by microbial phytase in broilers and pigs. *British Journal of Nutrition*, 64: 525-540.
- Vucenik I. and Shamsuddin A. M. 2006. Protection against cancer by dietary IP6 and inositol. *Nutrition and Cancer*, 55: 109-125.



Study of the interaction between dietary cation-anion balance and microbial phytase on performance, carcass characteristics and immune response of broiler chickens

K. Shahsavari*

Assistant professor of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Shabestar Branch, Islamic Azad University

(Received: 10-6-2014 – Accepted: 14-3-2016)

Abstract

This experiment was carried out using 1200 male Ross broiler chicks to evaluate the interaction effects between dietary cation-anion balance and microbial phytase on performance, carcass characteristics and immune response. The chicks were assigned of the dietary treatments with a 4×3 factorial arrangement in completely randomized design with four levels of dietary cation-anion balance (200, 225, 250 and 275 mEq/kg of diet) and three levels of microbial phytase (0, 500 and 750 phytase units/kg of diets). Results showed that the dietary cation-anion balance and microbial phytase interaction was significant ($P < 0.05$) for performance traits (feed intake, feed conversion ratio, body weight gain, production index and body weight of broilers on 42 day of age). The interaction between cation-anion balance and phytase was not significant ($P > 0.05$) for carcass characteristics (carcass, thighs, breast, back + neck, liver, heart, spleen, gizzard, bursa and abdominal fat weights, and also intestine weight and length of the broiler chickens). The dietary cation-anion balance × microbial phytase interaction was significant ($P < 0.05$) for immune system of broilers at 24 and 34 d of age. Overall, results of the present study indicated that variability in phytase responds in performance and immune system of broiler chickens may be affected, in part, by differences in dietary electrolyte levels.

Keywords: Carass traits, microbial phytase, production index, sodium bicarbonate

*Corresponding author: kayvanshahsavari@yahoo.com