



اثر افزودن فیتاز میکروبی و پلی اتیلن گلیکول به جیره حاوی سورگوم بر عملکرد رشد و ثبات اکسیداتیو گوشت جوجه‌های گوشتی

علیرضا سقائی^۱، میرداریوش شکوری^{۲*}

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

(تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۳۰)

چکیده

این آزمایش جهت بررسی اثر فیتاز میکروبی و پلی اتیلن گلیکول در جیره حاوی سورگوم بر عملکرد و ثبات اکسیداتیو گوشت جوجه‌های گوشتی انجام شد. از ۴۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار استفاده شد. تیمارها شامل جیره حاوی ذرت بدون افزودنی (شاهد)، جیره حاوی سورگوم بدون افزودنی یا مکمل شده با فیتاز (۵۰۰ FTU/kg)، پلی اتیلن گلیکول (۱ g/kg) و مخلوط آنها بودند که طی یک دوره ۴۲ روزه به پرندگان تغذیه شدند. نمونه برداری از محتویات گوارشی و لاشه به دنبال کشتار در روز ۲۴ صورت گرفت. مطابق نتایج، افزایش وزن مشابه جوجه‌ها در اثر سورگوم بدون افزودنی (۲۴۱۰/۳ گرم) با شاهد (۲۴۴۲/۵ گرم) و بهبود آن به وسیله مواد افزودنی مشاهده شد ($P < 0/01$). pH شیرابه سنگدان و خاکستر استخوان درشتنی جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی سورگوم در اثر فیتاز یا پلی اتیلن گلیکول افزایش یافت ($P < 0/05$). میزان مالون‌دی‌آلدئید گوشت سینه و ران در اثر جیره حاوی سورگوم بدون افزودنی (به ترتیب ۰/۲۲ و ۰/۲۵ mg/kg) و فیتاز (به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۳۳ mg/kg) در مقایسه با شاهد (به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۴۰ mg/kg) کاهش یافت ($P < 0/001$). فیتاز نسبت به شاهد هزینه خوراک را کاهش (۱۵۳۴۰ در مقابل ۱۶۷۰۱ ریال) و سود ناخالص را افزایش (۲۰۶۱۰ در مقابل ۱۵۵۹۳ ریال) داد ($P < 0/05$). مطابق این یافته‌ها، سورگوم به خوبی می‌تواند جایگزین ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی شده و استفاده از فیتاز و یا پلی اتیلن گلیکول باعث بهبود اثرات تغذیه‌ای آن می‌شود، اما برای حفظ ثبات اکسیداتیو گوشت و اقتصادی بودن پرورش استفاده از فیتاز بهتر است.

واژه‌های کلیدی: پلی اتیلن گلیکول، ثبات اکسیداتیو گوشت، جوجه گوشتی، سورگوم، فیتاز

مقدمه

سورگوم گیاهی کم توقع از نظر نیاز آبی و خاص مناطق خشک و نیمه خشک بوده و دارای ویژگی‌هایی مطابق با شرایط آب و خاک کشور ایران هست. این گیاه از نظر سطح زیر کشت، پنجمین غله در سطح جهان است (Chamba et al., 2005). ارزش تغذیه‌ای آن مشابه ذرت بوده (گلیان و سالار معینی، ۱۳۸۲) و انرژی، اسید لینولئیک، متیونین و گزانتوفیل کمتری نسبت به آن دارد (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۷). به نظر می‌رسد در صورت تولید انبوه داخلی و سهولت دسترسی به آن، این گیاه می‌تواند جایگزین یک بخش و یا تمام دانه ذرت به کار رفته در جیره‌های دام و طیور شود (Cherian et al., 2002). تانن و فیتات مهمترین عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در سورگوم هستند (Selle et al., 2010) که باعث کاهش قابلیت استفاده از مواد مغذی جیره در طیور شده (Longstaff and McNab, 1997) و به دنبال آن افت عملکرد رشد را موجب می‌شوند.

تانن‌ها گروهی از ترکیبات فنلی ناهمگن با وزن مولکولی بالا هستند که توانایی ترکیب با پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها (سلولز، همی سلولز، پکتین، و غیره)، آلکالوئیدها، اسیدهای نوکلئیک و مواد معدنی را دارند (McSweeney et al., 2001; Hassan et al., 2003; Makkar, 2003). از دیگر اثرات زیان‌بار تانن‌ها می‌توان به کاهش مصرف خوراک، افزایش ترشحات پروتئینی با منشاء داخلی، تشکیل کمپلکس‌های تانن-مواد مغذی، کاهش قابلیت هضم، مهار آنزیم‌های گوارشی و سمیت تانن‌های جذب شده یا ترکیبات آن‌ها اشاره کرد (Selle et al., 2010). به منظور کاهش یا غیر فعال نمودن تانن‌های جیره از ترکیبات قابل اتصال به آنها همانند پلی‌وینیل پرولیدون و پلی اتیلن گلیکول استفاده می‌شود (Garrido et al., 1991).

پلی اتیلن گلیکول یک ترکیب شیمیایی با وزن مولکولی بالا است که می‌تواند با اتصال به تانن‌ها، اثرات منفی آن‌ها را خنثی کرده و سبب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی مخصوصاً پروتئین‌ها شود (Mamoudou et al., 2006). گزارش شده است که استفاده از پلی اتیلن گلیکول در جیره‌های حاوی اسید تانیک می‌تواند بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها را به همراه داشته باشد (Mansoori et al., 2007). افزایش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی نیز با بکار بردن پلی اتیلن گلیکول در جیره حاوی تانن مشاهده شده است (Angaji et al., 2011).

اسید فیتیک (فیتات) یا میواینوزیتول ۱،۲،۳،۴،۵،۶-هگزا کیس (دی هیدروژن فسفات)، ۱ تا ۵ درصد ترکیب دانه‌های غلات، حبوبات و بذر کتان را تشکیل می‌دهد. فیتات می‌تواند

از راه ایجاد کمپلکس با آنزیم‌های گوارشی و نیز با خود پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و مواد معدنی، قابلیت هضم آن‌ها را کاهش دهد (Selle and Ravindran, 2007; Cowieson et al., 2009). همچنین به دلیل حضور دو سوم از فسفر این گیاهان در قالب اسید فیتیک، فسفر آن‌ها در مقایسه با فسفر سایر منابع خوراکی کمتر مورد استفاده طیور قرار می‌گیرد (Ravindran et al., 1995). علت این امر، نبود آنزیم فیتاز با منشاء داخلی موثر در دستگاه گوارش این پرندگان است. برای آنکه فسفر اسید فیتیک قابل هضم و جذب شود باید این ترکیب تجزیه شده و به ارتوفسفات و یکی از اینوزیتول‌های پلی فسفریله تبدیل شود (Cowieson et al., 2006). امروزه استفاده از آنزیم فیتاز با منشاء خارجی میکروبی در جیره طیور موثرترین روش رفع اثرات ضد تغذیه‌ای فیتات و آزادسازی فسفر آن به‌شمار می‌رود (Cowieson et al., 2009).

همواره علاوه بر سلامت پرنده، سلامت مصرف‌کننده نیز باید مورد توجه صنعت قرار گیرد. یکی از این موارد، افزایش کیفیت محصول تولیدی است. اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع بافت عضلانی مرغ می‌تواند نقش مهمی در کاهش کیفیت لاشه تولیدی ایفاء نماید. برای افزایش ماندگاری گوشت فرآوری شده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند هیدروکسی تولوئن بوتیله شده، هیدروکسی آنیزول بوتیله شده، توکوفرول و اخیراً از آنتی اکسیدان‌های طبیعی استفاده می‌شود (Kang et al., 2001). ترکیبات فنلی ارقام مختلف سورگوم به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌توانند در حفظ ثبات اکسیداتیو و پایداری اکسایشی گوشت جوجه‌های گوشتی به اندازه ویتامین E موثر باشند (Yokozawa et al., 2000; Mamoudou et al., 2006).

لزوم بررسی جایگزین‌های مناسب برای ذرت در جیره‌های طیور- به دلیل وارداتی بودن آن- از یک سو و توجه کمتر به نقش مواد ضد تغذیه‌ای اصلی سورگوم در اکثر مطالعات انجام شده از سوی دیگر ضروری می‌نماید تا مطالعات بیشتری در مورد استفاده از سورگوم تولیدی داخل کشور و روش‌های بهبود ارزش تغذیه‌ای آن صورت گیرد. از این‌رو، در این آزمایش ارزش تغذیه‌ای سورگوم اسپید فید کشت شده در منطقه مغان استان اردبیل برای جوجه‌های گوشتی همراه با افزودن فیتاز میکروبی و پلی اتیلن گلیکول مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در واحد تحقیقات طیور دانشگاه محقق اردبیلی با استفاده از ۴۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه از سویه تجاری راس ۳۰۸ با ۵ تیمار، ۴ تکرار و تعداد ۲۰ قطعه پرنده (به صورت مخلوط دو جنس) در هر تکرار در قالب یک طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد بر پایه ذرت، جیره بر پایه سورگوم بدون افزودنی، جیره بر پایه سورگوم مکمل شده با آنزیم فیتاز، جیره بر پایه سورگوم مکمل شده با پلی‌اتیلن‌گلیکول و جیره بر پایه سورگوم مکمل شده با فیتاز و پلی‌اتیلن‌گلیکول بودند. فیتاز بکار رفته در این آزمایش ناتافوس V محصولی از میکروارگانسیم اسپرژیلوس نیچر بود که یک گرم از آن حاوی حداقل ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز (FTU) بود و بر اساس توصیه کارخانه سازنده ۰/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره مورد استفاده قرار گرفت. همچنین مقدار ۱ گرم پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ (مرک آلمان) نیز در هر کیلوگرم از جیره‌های حاوی این ماده استفاده شد. سورگوم مورد استفاده در این مطالعه، رقم اسپید فید (مغان، استان اردبیل) و ذرت مصرفی از نوع تجاری وارداتی بود. بر اساس ماده موجود (as-fed) سورگوم مصرفی دارای ۸۵/۹ درصد ماده آلی، ۲/۵ درصد خاکستر خام، ۳/۸ درصد لیپید خام، ۹/۱ درصد پروتئین خام و ۳۶۴۴ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی خام بود. همه جیره‌های آزمایشی از نظر انرژی و پروتئین یکسان بودند و بر مبنای راهنمای مدیریت جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ (Anonymous, 2007) برای دوره‌های آغازین (۰ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) تنظیم شدند (جدول ۱). اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی مواد خوراکی از جداول مربوطه نشریه انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC, 1994) اخذ شد.

طی دوره ۴۲ روزه آزمایش، شاخص‌های مربوط به عملکرد رشد شامل افزایش وزن و مصرف خوراک گروهی جوجه‌ها جهت تعیین میانگین افزایش وزن و مصرف خوراک هر تکرار به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری شد. سپس ضریب تبدیل خوراک بر اساس داده‌های به دست آمده محاسبه شد.

به منظور نمونه برداری از محتویات گوارشی، گوشت ران و سینه و جداسازی ران سمت چپ، در سن ۲۴ روزگی، ۲ قطعه پرنده (یک نر و یک ماده) از هر تکرار انتخاب و کشتار شدند. پس از جمع‌آوری محتویات گوارشی سنگدان و سکوم پرنده‌های کشتار شده از هر تکرار و مخلوط کردن آنها با

همدیگر، محلول سوسپانسیونی آنها به نسبت یک به ده با آب مقطر تهیه شد. pH محلول تهیه شده به کمک دستگاه pH متر دیجیتال (مدل Crison Basic 20⁺، ساخت اتحادیه اروپا) اندازه‌گیری شد. به منظور جداسازی استخوان درشت‌نی، ران‌های سمت چپ پرنده‌ها ابتدا در اتوکلاو تحت فشار ۱۵ بار به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. سپس به دنبال سرد شدن، استخوان درشت‌نی به طور کامل از بافت و غضروف زدوده شد. بعد از آن استخوان‌ها برای تعیین ماده خشک به آون (۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) منتقل شدند. سپس خاکستر آنها هم به وسیله کوره الکتریکی (۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ ساعت) اندازه‌گیری شد (Hall et al., 2003). نمونه‌های گوشت به منظور اندازه‌گیری میزان مالون‌دی‌آلدئید، ابتدا به مدت یک هفته به یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) و سپس به فریزر (دمای ۲۰- سانتی‌گراد) منتقل و تا انجام مراحل بعدی آزمایش در دمای یاد شده نگهداری شدند. نمونه‌های گوشت از فریزر به یخچال منتقل شدند تا در طول یک شب یخ‌گشایی شود. سپس استخوان از نمونه‌های گوشت جدا شده و گوشت آنها به کمک چرخ گوشت دو بار چرخ شد. ۳ گرم از گوشت چرخ شده پس از انتقال به لوله آزمایش و افزودن ۹ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه به آن، به وسیله دستگاه هموژنایزر (Jka Ultra-Turax T18، ساخت آلمان) همگن شد. پس از افزودن ۵۰ میکرولیتر هیدروکسی تولوئن ۷/۲ درصد، ۱ میلی‌لیتر از محلول برداشته شده و به لوله آزمایشی دیگری منتقل شد. برای ایجاد ترکیب رنگی، ۲ میلی‌لیتر محلول اسید تیوباربیتوریک-اسید تری‌کلرواستیک به محیط اضافه شد. از مالون‌دی‌آلدئید خالص هم برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد. میزان مالون‌دی‌آلدئید نمونه‌ها بر اساس ایجاد ترکیب رنگی با اسید تیوباربیتوریک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (۲۱۰۰ Unico، ساخت آمریکا) در طول موج ۵۳۱ نانومتر تعیین و سپس بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم گوشت محاسبه شد (Jo and Ahn, 1998).

در پایان دوره پرورش، برای ارزیابی اقتصادی قیمت تمام شده خوراک مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم وزن زنده و سود ناخالص حاصل از فروش پرندگان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی مختلف با کسر هزینه دان مصرفی و قیمت جوجه یک‌روزه با استفاده از قیمت‌های روز بازار تعیین شد.

جدول ۱- ترکیب جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و سورگوم طی دوره‌های آغازین (۰-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)

Table 1. Composition of experimental diets based on corn or sorghum during the starter (0-10 day), grower (11-24 day) and finisher (25-42 day) phases

Ingredients	Starter		Grower		Finisher	
	Corn	Sorghum	Corn	Sorghum	Corn	Sorghum
Corn	47.72	-	56.56	-	66.23	-
Sorghum	-	47.42	-	56.20	-	65.63
Soybean meal (44% CP)	42.66	42.34	35.81	35.44	28.02	27.60
Soybean oil	4.74	5.24	3.20	3.80	1.63	2.32
Dicalcium phosphate	1.85	2.06	1.75	2.00	1.71	2.00
Oyster shell	1.34	1.20	1.15	0.98	1.15	0.95
Common salt	0.54	0.56	0.52	0.53	0.49	0.51
Mineral Permixon [†]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitamine Permixon ^{††}	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
DL-methionine	0.35	0.37	0.25	0.28	0.24	0.27
L-Lysine HCl	0.30	0.31	0.26	0.27	0.21	0.22
Total	100	100	100	100	100	100
Nutrient composition (calculated)						
ME (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
CP (%)	23.31	23.31	20.95	20.95	18.28	18.28
Met (%)	0.69	0.70	0.57	0.58	0.53	0.54
Lys (%)	1.51	1.50	1.31	1.30	1.10	1.05
Met+Cys (%)	1.06	1.06	0.91	0.91	0.83	0.83
Arg (%)	1.52	1.52	1.34	1.31	1.13	1.10
Ca (%)	1.05	1.05	0.94	0.94	0.91	0.91
Available P (%)	0.50	0.50	0.47	0.47	0.45	0.45
Na (%)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21

[†] Supplied per kg of diet: Fe, 100 mg; Zn, 169.4 mg; Mn, 198.4 mg; Cu, 20 mg; Se, 0.4 mg; I, 1.98 mg.

^{††} Supplied per kg of diet: vitamin A, 18000 IU; vitamin D₃, 4000 IU; vitamin E, 72.0 mg; vitamin K₃, 4 mg; thiamin, 3.55 mg; riboflavin, 13.2 mg; pyridoxine, 5.88 mg; vitamin B₁₂, 0.03 mg; niacin, 59.4 mg; calcium pantothenate, 19.6 mg; coline chloride, 1 g.

وزن جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ذرت مشابه بود. اما افزودن آنزیم فیتاز و پلی اتیلن گلیکول به تنهایی و یا توأم به جیره حاوی سورگوم، به بهبود افزایش وزن جوجه‌های تغذیه شده منجر شد ($P < 0.01$). مشابه یافته‌های این آزمایش، عدم مشاهده تفاوت در پارامترهای عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده ذرت و سورگوم به وسیله پژوهشگران دیگر هم گزارش شده است (Nwachoti *et al.*, 1996; Shakouri *et al.*, 2009; Kwari *et al.*, 2011; Torres *et al.*, 2013). عملکرد رشد مشابه با ذرت به وسیله سورگوم معمولاً به پایین بودن نسبی محتوای تانن آن ربط داده می‌شود (Torres *et al.*, 2013; Tandiang *et al.*, 2014). همچنین مشخص شده است که مصرف سورگوم‌های متفاوت از نظر محتوای تانن در جیره جوجه‌های گوشتی به عملکرد رشد متفاوتی منجر می‌شود (Hassan *et al.*, 2003; Oduho and Baker, 2005). مثلاً در یکی از این مطالعات کاهش رشد ۱۴/۶ درصد و کاهش مصرف خوراک ۱۰/۵ درصد در اثر مصرف سورگوم پرتانن ۳/۷۰ درصد) در مقایسه با سورگوم کم تانن (۰/۶۳ درصد) در جیره

کلیه داده‌های جمع‌آوری شده پس از انجام محاسبات اولیه با استفاده از نرم افزار آماری SAS (9.1) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (SAS, 2002). اختلاف بین میانگین‌های مربوط به تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مشخص شد. مدل آماری مورد استفاده جهت تجزیه و تحلیل داده ها در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

اجزای این مدل عبارتند از: Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین جامعه، A_i اثر تیمار، e_{ij} خطای آزمایش.

نتایج و بحث

یافته‌های مربوط به اندازه‌گیری شاخص‌های عملکردی پرندگان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی، طی دوره ۴۲ روزه آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. استفاده از سورگوم با و بدون افزودنی در جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با جیره حاوی ذرت (شاهد) تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها نداشت. افزایش وزن جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی سورگوم بدون افزودنی با افزایش

تانه، افزایش مصرف خوراک صورت نگرفته است (جدول ۲). پلیمر غیرقطبی پلی اتیلن گلیکول در رفع اثرات سوء ناشی از مصرف ترکیبات تانه کارآمد عمل می کند، به طوری که در آزمایش صورت گرفته با استفاده از اسید تانیک، این پلیمر به خوبی توانست کاهش رشد و افزایش ضریب تبدیل خوراک جوجه های مصرف کننده را برطرف سازد (Mansoori *et al.*, 2007).

جوجه ها گزارش شده است (Oduho and Baker, 2005). در جیره های حاوی تانه، کاهش رشد به کاهش مصرف خوراک ناشی از پایین بودن خوش خوراکی، مختل شدن هضم و جذب طبیعی مواد مغذی و یا افزایش اتلاف اندوژنوس پرندگان تغذیه شده ربط داده می شود (Mahmood and Smithard, 1993; Marzo *et al.*, 2002). اما در مطالعه حاضر، ظاهراً تانه سورگوم در حدی نبوده است که کاهش مصرف خوراک را در پی داشته باشد، چون با افزودن پلی اتیلن گلیکول و رفع اثر

جدول ۲- اثر افزودن فیتاز و پلی اتیلن گلیکول به جیره بر پایه سورگوم بر عملکرد جوجه های گوشتی طی دوره ۰ تا ۴۲ روزگی

Table 2. Effect of adding phytase and polyethylene glycol to sorghum based diet on performance of broiler chicken during 0 to 42 days of age

Treatments	Feed intake (g/bird)	Weight gain (g/bird)	Feed conversion ratio
Corn (control)	4397.4	2442.5 ^b	1.80
Sorghum without additive	4523.6	2410.3 ^b	1.87
Sorghum with phytase	4595.9	2611.2 ^a	1.76
Sorghum with PEG *	4570.1	2583.7 ^a	1.77
Sorghum with phytase and PEG	4498.8	2565.9 ^a	1.75
SEM	62.07	38.63	0.03
P- value	0.241	0.006	0.089

^{a, b} Mean values within a column with non-similar superscript are different at $P < 0.05$.

* Polyethylene glycol

مواد افزودنی مصرفی به تنهایی و یا توأم نشان می دهد که این دو افزودنی با مکانیسم مشابهی به افزایش وزن منجر شده اند که احتمالاً با ممانعت از اتصال فیتات و تانه به مواد مغذی قابلیت هضم و فراهمی آن ها را برای حیوان موجب شده اند (Ravindran *et al.*, 1999; Elkin *et al.*, 2002; Ebadi *et al.*, 2005).

مطابق نتایج ارایه شده در جدول ۳، pH سکوم تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مکمل سازی جیره های حاوی سورگوم با فیتاز یا پلی اتیلن گلیکول، pH سنگدان را در مقایسه با جیره حاوی سورگوم و فاقد افزودنی افزایش داد ($P < 0.05$). اختلاف معنی داری بین pH محتویات سنگدان در جوجه های دریافت کننده جیره های حاوی ذرت و سورگوم فاقد افزودنی مشاهده نشد. این یافته با نتیجه مطالعه صورت گرفته قبلی همخوانی داشت (Shakouri *et al.*, 2009). نشان داده شده که مقدار زیاد محتویات در قسمت های بالای دستگاه گوارش از راه گیرنده های مکانیکی موجب ترشح بیشتر اسید کلریدریک پیش معده می شود (Duke, 1986). تغییر pH شیرابه گوارشی سنگدان، گویای این مطلب است که هر دو ماده افزودنی قبل از رسیدن شیرابه هضمی به روده - محل اصلی هضم و جذب مواد مغذی - توانسته اند تأثیر خود را نشان داده و احتمالاً با

با اینکه در مورد اهمیت تانه سورگوم گزارش های نسبتاً زیادی منتشر شده است، با این وجود، مطالعات صورت گرفته روی فیتات این غله هم نشان می دهد که با استفاده از آنزیم فیتاز می توان به بهبود ارزش خوراک این غله برای جوجه های گوشتی اقدام نمود. گزارش شده است که افزودن فیتاز به جیره حاوی سورگوم می تواند قابلیت هضم انرژی و ماده خشک را افزایش داده (پوررضا و عبادی، ۱۳۸۴) و مشابه نتایج به دست آمده از این آزمایش عملکرد رشد این پرندگان را بهبود بخشد (عبادی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Wyatt *et al.*, 1997). افزودن فیتاز میکروبی و پلی اتیلن گلیکول به جیره حاوی سورگوم در مقایسه با جیره فاقد افزودنی بدون تأثیر معنی دار بر مصرف خوراک، موجب بهبود معنی دار افزایش وزن جوجه ها شد ($P < 0.01$). این مشاهدات بیانگر آن است که اولاً، چون این دو ماده افزودنی به ترتیب برای مقابله با فیتات و تانه مورد استفاده قرار می گیرند، لذا فیتات و تانه همچنان در رقم سورگوم مورد استفاده دارای اثرات ضد تغذیه ای هستند و هنوز جا برای افزایش ارزش تغذیه ای این غله وجود دارد. ثانیاً، پایین بودن نسبی ضریب تبدیل خوراک ($P = 0.089$) با افزودن فیتاز و پلی اتیلن گلیکول نشان می دهد که از جیره حاوی سورگوم مصرفی با بازدهی بالا استفاده شده است. نبود اختلاف معنی دار در پارامترهای عملکرد رشد جوجه ها در اثر

جدول ۳- اثر افزودن فیتاز و پلی اتیلن گلیکول به جیره بر پایه سورگوم بر pH محتویات گوارشی (سنگدان و سکوم) و محتوی خاکستر استخوان درشت نی جوجه‌های گوشتی در ۲۴ روزگی

Table 3. Effect of adding phytase and polyethylene glycol to sorghum based diet on digesta (gizzard and ceca) pH value and ash content of tibia of broiler chicken at 24 days of age

Treatments	Gizzard	Ceca	Tibia dry matter (%)	Tibia ash (%)
Corn (control)	3.52 ^{bc}	6.88	91.71	47.43 ^{bc}
Sorghum without additive	3.38 ^c	7.40	91.56	45.55 ^c
Sorghum with phytase	3.73 ^{ab}	6.80	91.33	50.92 ^a
Sorghum with PEG *	3.76 ^a	6.82	91.44	49.44 ^{ab}
Sorghum with phytase and PEG	3.54 ^{abc}	7.09	90.75	50.23 ^a
SEM	0.073	0.175	0.293	0.862
P- value	0.012	0.177	0.211	0.002

^{a, b} Mean values within a column with non-similar superscript are different at $P < 0.05$.

* Polyethylene glycol

اکسیداتیو گوشت طیور نقش به‌سزایی داشته باشد. در آزمایش اخیر، بالاترین مقدار مالون‌دی‌آلدئید تولیدی در گوشت پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سورگوم به جیره مکمل شده با پلی اتیلن گلیکول مربوط می‌باشد. در این جیره ظاهراً پلی اتیلن گلیکول مصرفی با ایجاد کمپلکس با تانن توانسته ویژگی آنتی‌اکسیدانی آن را خنثی کرده و افزایش اکسیداسیون را در پی داشته باشد. گوشت ران به دلیل دارا بودن چربی بیشتر ثبات اکسیداتیو کمتری (پتانسیل اکسید شدگی بیشتری) نسبت به گوشت سینه نشان داد (جدول ۴). در مطالعات دیگر نیز بیان شده است که فلاونوئیدهای طبیعی باعث به تاخیر افتادن اکسیداسیون محصولات تولیدی گوشت فرآوری شده می‌شوند (Osada *et al.*, 2000). تانن نیز مانند سایر پلی فنل‌ها یک عامل موثر احیاء کننده بوده و ممکن است باعث اختلالات ناشی از تنش اکسیداتیو شود (Santos and Scalbert, 2000). کاهش اکسیداسیون گوشت تولیدی جوجه‌های تغذیه شده با کاتچین چای (Tang *et al.*, 2001) و عصاره چای سبز (Eid *et al.*, 2003) هم به دلیل ماهیت فنلی مواد موثره آنها گزارش شده است.

افزایش جابجایی مواد از این بخش مانع ترشح بیشتر اسید معدنی و افت pH شوند.

ماده خشک استخوان درشت‌نی جوجه‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما خاکستر این استخوان به طور معنی‌داری تحت تأثیر مواد افزودنی به جیره حاوی سورگوم افزایش نشان داد ($P < 0.05$). در جوجه‌های گوشتی اندازه‌گیری خاکستر استخوان درشت‌نی به عنوان شاخصی برای بررسی معدنی شدن استخوان و قابلیت استفاده از برخی مواد معدنی به کار می‌رود. چون خاکستر استخوان درشت‌نی به وسیله هر دو افزودنی افزایش یافت، پس می‌توان نتیجه گرفت که هم تانن و هم فیتات در ممانعت از استفاده از مواد معدنی سهمیم هستند. چنین مشاهداتی به وسیله پژوهشگران دیگر در مورد اثر تانن بر کاهش جذب کلسیم، فسفر و منیزیم (Hassan *et al.*, 2003) و اثر فیتات بر کاهش ابقاء کلسیم و فسفر (Rezaei *et al.*, 2007) در جوجه‌های گوشتی گزارش شده است.

نتایج گزارش شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که گوشت سینه و ران جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سورگوم بدون افزودنی و مکمل شده با آنزیم فیتاز میکروبی به تنهایی، دارای میزان کمتری مالون‌دی‌آلدئید نسبت به شاهد هست ($P < 0.001$). این مشاهده با یافته‌های مطالعات دیگر مبنی بر افزایش ثبات اکسیداتیو گوشت در جوجه‌های تغذیه شده با سورگوم مطابقت دارد (Du *et al.*, 2002; Cherian *et al.*, 2002). اکسیداسیون چربی‌ها یکی از مشکلات اصلی در صنعت فرآوری گوشت هست که در نهایت منجر به کاهش و از بین رفتن طعم گوشت و ارزش غذایی آن در دراز مدت می‌شود. تانن یکی از ترکیبات فنلی طبیعی موجود در دانه سورگوم است که به اندازه ویتامین E خاصیت آنتی‌اکسیدانی داشته (Yokozawa *et al.*, 2000) و می‌تواند در حفظ ثبات

جدول ۴- اثر افزودن فیتاز و پلی اتیلن گلیکول به جیره بر پایه سورگوم بر ثبات اکسیداتیو گوشت سینه و ران (میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم گوشت) جوجه‌های گوشتی در ۲۴ روزگی

Table 4. Effect of adding phytase and polyethylene glycol to sorghum based diet on breast and thigh meats oxidative stability (mg MDA/kg meat) of broiler chicken at 24 days of age

Treatments	Breast	Thigh
Corn (control)	0.34 ^a	0.40 ^a
Sorghum without additive	0.22 ^c	0.25 ^c
Sorghum with phytase	0.28 ^b	0.33 ^b
Sorghum with PEG *	0.36 ^a	0.41 ^a
Sorghum with phytase and PEG	0.35 ^a	0.40 ^a
SEM	0.007	0.007
P- value	0.0001	0.0001

^{a, b} Mean values within a column with non-similar superscript are different at $P < 0.05$.

* Polyethylene glycol

مکمل شده با آنزیم فیتاز به طور معنی‌داری افزایش نشان داد ($P < 0.001$). اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای اقتصادی جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سورگوم فاقد افزودنی و ذرت مشاهده نشد.

با توجه به اطلاعات جدول ۵، استفاده از مکمل فیتاز در جیره حاوی سورگوم قیمت تمام شده خوراک مصرفی به ازای تولید یک کیلوگرم وزن زنده جوجه گوشتی را به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد ($P < 0.001$). سود ناخالص به ازای یک قطعه پرند نیز به وسیله جیره حاوی سورگوم

جدول ۵- اثر افزودن فیتاز و پلی اتیلن گلیکول به جیره بر پایه سورگوم بر شاخص‌های اقتصادی جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 5. Effect of adding phytase and polyethylene glycol to sorghum based diet on economic indexes of broiler chicken at 42 days of age

Treatments	Feed cost/kg of live BW (RIs)	Gross profit/bird (RIs)
Corn (control)	16701 ^a	15593 ^b
Sorghum without additive	16110 ^{ab}	17267 ^b
Sorghum with phytase	15340 ^b	20610 ^a
Sorghum with PEG *	16639 ^a	16986 ^b
Sorghum with phytase and PEG	16508 ^a	17216 ^b
SEM	279.2	970.6
P- value	0.019	0.029

^{a, b} Mean values within a column with non-similar superscript are different at $P < 0.05$.

* Polyethylene glycol

به وسیله مکمل آنزیمی فیتاز و افزایش ثبات اکسیداتیو گوشت تولیدی در مقایسه با پلی اتیلن گلیکول، استفاده از آن در جیره‌های حاوی سورگوم توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

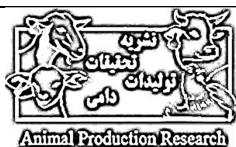
از دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر حمایت مالی این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌شود.

بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره بر پایه سورگوم می‌تواند به عملکرد رشدی مشابه جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ذرت منجر شود. همچنین، با استفاده از آنزیم فیتاز و پلی اتیلن گلیکول نیز می‌توان ارزش تغذیه‌ای سورگوم را برای این پرندگان بهبود داد. در این بین، با توجه به کاهش قیمت تمام شده خوراک مصرفی به ازای تولید یک کیلوگرم وزن زنده و افزایش سود ناخالص به ازای فروش هر قطعه مرغ

فهرست منابع

- پوررضا ج.، صادقی ق. و مهری، م. ۱۳۸۷. تغذیه مرغ اسکات (ترجمه)، انتشارات ارکان دانش، اصفهان، چاپ سوم، ص ۵۲۹-۵۴۰.
- پوررضا ج. و عبادی م. ر. ۱۳۸۴. اثر مکمل فیتاز بر انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم مواد مغذی سورگوم، ذرت و گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۹: ۱۹۱-۲۰۰.
- عبادی، م. ر.، طورچیان ع.، علامه ع.، فروزنده ا. د.، اسماعیل خانیان س. و مشرف ش. ۱۳۸۷. تاثیر سورگوم پر تانن با و بدون آنزیم در جیره غذایی بر عملکرد جوجه های گوشتی، سومین کنگره علوم دامی کشور. مشهد.
- گلپان ا. و سالارمعینی م. ۱۳۸۲. تغذیه طیور (ترجمه)، سازمان اقتصادی کوثر، ص ۲۸ و ۳۹.
- Angaji L., Soury M. and Moeini M. M. 2011. Deactivation of tannins in raisin stalk by polyethylene glycol-600: Effect on degradation and gas production *in vitro*. African Journal of Biotechnology, 10: 4478-4483.
- Anonymous. 2007. Ross 308 Broiler: Nutrition Specification, Aviagen, Scotland, UK.
- Chamba E. B., Halford N. G., Forsyth J., Wilkinson M. and Shewry P. R. 2005. Molecular cloning of kafirin, a methionine-rich protein of sorghum grain. Journal of Cereal Science, 41: 381-383.
- Cherian G., Selraraj R. K., Goeger M. P. and Stitt P. A. 2002. Muscle fatty acid composition and thiobarbituric acid-reactive substances of broilers fed different cultivars of sorghum. Poultry Science, 81: 1415-1420.
- Cowieson A. J., Acamovic T. and Bedford M. R. 2006. Phytic acid and phytase: Implications for protein utilization by poultry. Poultry Science, 85: 878-885.
- Cowieson A. J., Bedford M. R., Selle P. H. and Ravindran V. 2009. Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability, World's Poultry Science Journal, 65: 401-417.
- Duke G. E. 1986. Alimentary canal: Secretion, special digestion functions and absorption. Pp. 289-302. In: Avian Physiology. Sturkie P. D., (ed). Springer Verlag, New York, NY.
- Du M., Cherian G., Stitt P. A. and Ahn D. U. 2002. Effects of dietary sorghum cultivars on the storage stability of broiler breast and thigh meat. Poultry Science, 81: 1385-1391.
- Ebadi M. R., Pourreza H., Jamaljan J., Edriss M. A., Samie A. H. and Mirhadi S. A. 2005. Amino acid content and availability in low, medium and high tannin sorghum grain for poultry. International of Poultry Science, 4: 27-31.
- Eid Y. Z., Ohtsuka A. and Hayashi. K. 2003. Tea polyphenols reduce glucocorticoid-induced growth inhibition and oxidative stress in broiler chickens. British Poultry Science, 44: 127-132.
- Elkin R. G., Arthur E., Hamaker B., Axtell J. D., Douglas M. W. and Parsons C. M. 2002. Nutritional value of a highly digestible sorghum cultivar for meat-type chickens. Journal of Agriculture Food Chemistry, 50: 4146-4150.
- Hall L. E., Shirley R. B., Bakalli R. I., Aggrey S. E., Pesti G. M. and Edwards H. M. 2003. Power of two methods for the estimation of bone ash of broilers. Poultry Science, 82: 414-418.
- Hassan I. A., Elzuber E. A. and Tinay H. A. 2003. Growth and apparent absorption of minerals in broiler chicks fed diets with low or high tannin contents. Tropical Animal Health Production, 35: 189-196.
- Jo C. and Ahn D. U. 1998. Fluorometric analysis of 2-thiobarbituric acid reactive substances in turkey. Poultry Science, 77: 475-480.
- Kang K. R., Cherian G. and Sim J. S. 2001. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acidmodified poultry products. Poultry Science, 80: 228-234.
- Garrido A., Gómez-Cabrera A., Guerrero J. E. and van der Meer J. M. 1991. Effects of treatment with polyvinylpyrrolidone and polyethylene glycol on faba bean tannins. Animal Feed Science and Technology, 35: 199-203.
- Kwari I. D., Saleh B., Diarra S. S., Mkihir T. and Umanah M. J. 2011. Nutrient digestibility and carcass characteristics of broiler chickens fed different cultivars of sorghum replacing maize in the semi-arid zone of Nigeria. Research Opinion in Animal and Veterinary Sciences, 1: 578-581.
- Longstaff M. A. and McNab J. 1997. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field-been on the digestion of amino acids, starch, lipid and digesta enzyme activity in young chicks. British Journal of Nutrition, 65: 199-216.
- McSweeney C. S., Palmer B., McNeill D. M. and Krause D. O. 2001. Microbial interactions with tannin: nutritional consequences for ruminants, a review. Animal Feed Science and Technology, 91: 83-93.
- Mahmood S. and Smithard R. 1993. A comparison of effects of body weight and feed intake on digestion in broiler cockerels with effect of tannin. British Journal of Nutrition, 70: 701-709.
- Makkar H. P. S. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin rich feeds. Small Ruminant Research, 49: 241-250.
- Mamoudou H., Dicko M., Gruppen H., Alfred S. and Willem J. 2006. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. Biotechnology and Molecular Biology Reviews, 1: 21-38.
- Mansoori B., Nodeh H., Modirsanei M., Kiaei M. M. and Farkhoy M. 2007. Influence of dietary tannic acid and polyethylene glycol on growth and intestinal D-xylose absorption of broiler cockerels and activity of serum enzymes. British Poultry Science, 48: 489-495.
- Marzo F., Urdaneta E. and Santidrian S. 2002. Liver proteolytic activity in tannic acid-fed birds. Poultry Science, 81: 92-94.

- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements for Poultry, Washington DC. National Academy Press.
- Nyachoti C. M., Atkinson J. L. and Leeson S. 1996. Response of broiler chicks fed a high tannin sorghum diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 5: 239-245.
- Oduho G. W. and Baker D. H. 2005. Some tropical high tannin sorghums and their effects on broiler performance. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 38: 3-4.
- Osada K., Hoshina S., Nakamura S. and Sugano. M. 2000. Cholesterol oxidation in meat products and its regulation by supplementation of sodium nitrite and apple polyphenol before processing. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 3823-3829.
- Ravindran V., Bryden W. L. and Kornegay E. T. 1995. Phytase: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poultry and Avian Biology Review*, 6: 125-143.
- Ravindran V., Cabahug S., Ravindran G. and Bryden W. L. 1999. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poultry Science*, 78: 699-706.
- Rezaei M., Borbor S., Zaghari M. and Teimori A. 2007. Effect of phytase supplementation on nutrients availability and performance of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*, 6: 55-58.
- Santos B. C. and Scalbert A. 2000. Proanthocyanidins and tannin-like compounds - Nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *Journal of Food Science and Agriculture*, 80: 1094-1117.
- SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's guide: Statistics, Version 9.1, 4th ed, SAS Inst, Inc, Cary, NC.
- Selle P. H., Cadogan D. J., Li X. and Bryden W. L. 2010. Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 156: 57-74.
- Selle P. H. and Ravindran V. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 135: 1-41.
- Shakouri M. D., Iji P. A., Mikkelsen L. L. and Cowieson A. J. 2009. Intestinal function and gut microflora of broiler chickens as influenced by cereal grains and microbial enzyme supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 93: 647-658.
- Tandiang D. M., Diop M. T. and Dieng A. 2014. Effect of corn substitution by sorghum grain with low tannin content on broilers production: animal performance, nutrient digestibility and carcass characteristics. *International Journal of Poultry Science*, 13: 568-574.
- Tang S. Z., Kerry J. P., Sheehan D., Buckley D. J. and Morrissey P. A. 2001. Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat. *Meat Science*, 57: 331-336.
- Torres K. A., Pizauro J. M. Jr., Soares C. P., Silva T. G., Nogueira W. C., Campos D. M., Furlan R. L. and Macari M. 2013. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. *Poultry Science*, 92: 1564-1571.
- Wyatt C., Soto-Salanova M. and Pack M. 1997. Applying enzymes to sorghum based broiler diets. *Proceedings of Australian poultry science Symposium*, 9: 116-118.
- Yokozawa T., Cho E. J., Hara Y. and Kitani K. 2000. Antioxidative activity of green tea treated with radical initiator 2, 2'-azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 5068-5073.



Effect of adding a microbial phytase and polyethylene glycol to sorghum based diet on growth performance and meat oxidative stability of broiler chickens

A. R. Saghghaei¹, M. D. Shakouri^{2*}

1. Former M.Sc. student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2. Assistant Professor of Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

(Received: 9-6-2015 – Accepted: 21-11-2015)

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of a microbial phytase and polyethylene glycol (PEG) supplementation in sorghum based diet on performance and meat oxidative stability of broiler chickens. A total of 400 one-day old Ross 308 chicks were used by employing a completely randomized design with 5 treatments and 4 replicates. Treatments including a corn based diet with no additive (control), sorghum based diets with no additive or with phytase (500 FTU/kg), PEG (1 g/kg) or phytase + PEG were fed to birds for a period of 42 days. Digesta and carcass were sampled on day 24 following the slaughter. According to the results, a similar weight gain for chickens on sorghum based diet with no additive (2410.3 g) and control (2442.5 g), and an improved weight gain for those received the additives was observed ($P<0.01$). Gizzard digesta pH value and ash content of tibia bone of chickens on sorghum based diet were increased by phytase or PEG ($P<0.05$). The amount of malondialdehyde in breast and thigh meats of broilers fed with sorghum with no additive (0.22 and 0.25 mg/kg respectively) and supplemented with phytase (0.28 and 0.33 mg/kg respectively) was decreased compared with control (0.34 and 0.40 mg/kg respectively) ($P<0.001$). In comparison with control phytase declined the cost of feed (15340 vs. 16701 Rls) and increased gross profit (20610 vs. 15593 Rls) ($P<0.05$). Based on the findings, sorghum can be replaced for corn of broiler diets and its nutritive value can be improved by phytase or PEG supplementation. However, to achieve high meat oxidative stability and economic broiler production using phytase is preferred.

Keywords: Polyethylene glycol, Meat oxidative stability, Broiler chickens, Sorghum, Phytase

*Corresponding author: mdshakouri@uma.ac.ir