

The effects of treatment of canola meal with copper and supplementation of L-Arginine on body weight gain and susceptibility to ascites in broiler chickens which fed by canola meal based diet

Saba Azimi Yuvalari^{*1}, Parviz Farhoomand² and Sina Payvastegan³

¹MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran

²Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran

³PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran

*Corresponding author e-mail: sabaazimi100@gmail.com

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of different levels of supplemental copper (0, 125 and 250 mg/kg;Cu) and L-arginine (0, 0.1 and 0.2 %; Arg) on body weight and susceptibility to ascites in broiler chicks which fed by canola meal based diets. A total of 405 male broilers (21d old Ross 308) were used in a (3×3) factorial experiment completely randomized design with 5 replications (9 birds per pen) during a three-weeks period (22-42 d). Body weight was significantly improved when 250 mg/kg Cu was added to diets. Addition of 0.2 % Arg to diets reduced the relative weight of heart and right ventricular weight to total ventricular weight ratio (RV/TV), while feeding birds by supplemental Cu significantly increased RV/TV ratio. Likewise, a significant increase in packed cell volume percentage was observed by feeding 250 mg/kg supplemental Cu. Blood hemoglobin, packed cell volume and total erythrocyte count showed significant decrease when Arg was supplements into diets. Totally, the results of this study showed that fortification of the canola based diet with Arg and Cu beneficially improved pulmonary hemodynamics and alleviate the adverse effects of glucosinolates on performance consequently.

Keywords: body weight, hemoglobin, packed cell volume, RV/ TV ratio.

مقدمه

استفاده از مکمل‌های پروتئینی با منشأ گیاهی در تأمین پروتئین مورد نیاز جوجه‌های گوشتی از اهمیت خاصی برخوردار است (کریم-زاده، ۱۳۹۰). کنجاله سویا به‌عنوان مهم‌ترین منبع پروتئینی در جیره طیور شناخته می‌شود. کنجاله سویا از تعادل خوب اسیدهای آمینه برخوردار بوده و دارای قابلیت هضم بالای اسیدهای آمینه است (پیوستگان و همکاران، ۱۳۹۳). اما با توجه به افزایش روز افزون قیمت کنجاله سویا در بازار جهانی و همچنین وارداتی بودن آن، متخصصین تغذیه به دنبال یافتن مکمل‌های پروتئینی جایگزین با قیمت مناسب و تناسب اسیدهای آمینه مطلوب هستند. امروزه، استفاده از واریته‌های اصلاح شده کنجاله کلزای دارای اسیداروسیک و گلوکوزینولات پایین، مورد توجه قرار گرفته است که رقم دو صفر کلزا از جمله این واریته‌ها است (کمتر از ۲ درصد اسیداروسیک و کمتر از ۳۰ میکرومول بر گرم گلوکوزینولات; Zeb, 1998). کنجاله کانولا دارای ۳۵-۴۰ درصد پروتئین خام بوده و از تعادل مناسب اسیدهای آمینه نیز برخوردار است (Payvastegan et al., 2013)، اما با این وجود، مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری و همچنین قابلیت هضم اسیدهای آمینه آن کمتر از کنجاله سویا است (Izadinia et al., 2010).

گلوکوزینولات‌ها از مهم‌ترین ترکیبات ضدتغذیه‌ای کنجاله کانولا هستند. این عوامل ضدتغذیه‌ای از نظر بیولوژیکی غیرفعال هستند ولی محصولات ناشی از ه‌درولیز آن‌ها دارای اثرات ضدتغذیه‌ای متفاوتی هستند (Tripathi and Mishra, 2001). به‌طور کلی، کاهش مصرف خوراک، کاهش رشد، کاهش تولید، هایپرتیروئیدیسم، کاهش سطح هورمون‌های تیروئیدی، ایجاد هایپرتروفی در کبد، کلیه و غده تیروئید و تغییر فعالیت آنزیم‌های کبدی از اثرات ضدتغذیه‌ای گلوکوزینولات‌ها در جوجه‌های گوشتی هستند (Kermanshahi and Abbasipour, 2006).

مکمل‌سازی نمک‌های فلزی از راهکارهای تعدیل اثرات ضد تغذیه‌ای گلوکوزینولات‌ها در جیره تک معده‌ای‌ها است (Tripathi and Mishra, 2001). مکمل‌سازی سولفات مس در جیره احتمالاً می‌تواند از طریق تغییر نوع محصولات حاصل از تجزیه گلوکوزینولات‌ها، تشکیل کمپلکس با آن‌ها و یا تولید محصولات ثانویه حاصل از تجزیه، ارزش تغذیه‌ای و میزان سمیت کنجاله کلزا را تحت تأثیر قرار دهد-

(Tripathi and Mishra, 2007). نتایج بررسی‌های انجام گرفته نشان داده است که افزودن مس مازاد بر نیاز می‌تواند با غیرفعال نمودن ترکیبات حاصل از تجزیه گلوکوزینولات‌ها موجب کاهش اثرات بازدارندگی رشد در استفاده از سطوح بالاتر کنجاله کانولا در جوجه‌های گوشتی گردد (Ludke and Schone, 1988). استفاده از مکمل مس به شکل محلول باعث بهبود عملکرد، وضعیت غده تیروئید و هورمون‌های تیروئیدی در خوک‌های تغذیه شده با جیره حاوی کنجاله کلزا شده است (Schone et al., 1988; Ludke and Schone, 1990).

توصیه NRC (۱۹۹۴) در مورد مس مورد نیاز جوجه‌های گوشتی، ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم است. با این وجود، افزودن مس به جیره طیور در غلظت‌های دارویی می‌تواند به عنوان محرک رشد عمل کند (Pesti and Bakalli, 1996). نقش ضد باکتریایی عنصر مس برای محدود کردن و یا توقف رشد باکتری‌های پاتوژن دستگاه گوارش، یکی از مکانیسم‌های معرفی شده جهت اثرات محرک رشد است (Pang and Baker, 2007). همکاران (۱۹۹۱) و Choi و Paik (۱۹۸۹) بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک را در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح ۱۲۵ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس از منشأ سولفات گزارش کردند. Samanta و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده کردند که افزودن ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس به جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل گردید.

قابل ذکر است که اگرچه کنجاله کانولا منبع غنی اسیدهای آمینه گوگرددار است، ولی مقدار آرژنین آن تقریباً ۶۶ درصد آرژنین کنجاله سویا است (۲/۰۸ گرم در کیلوگرم در برابر ۳/۱۴ گرم در کیلوگرم; NRC, ۱۹۹۴). بعلاوه، قابلیت هضم آرژنین نیز در کنجاله کانولا، پایین‌تر از کنجاله سویا است (Izadinia et al., 2010). در پرندگان، آرژنین یک اسید آمینه ضروری محسوب می‌شود و لذا تأمین آن از طریق منبع جیره‌ای ضروری است. شرکت در سنتز اکسید نیتریک از وظایف مهم آرژنین در بدن است. اکسید نیتریک یک متسع‌کننده قوی عروق است و با گشاد کردن مایه‌چنه صاف دیواره عروق و تنظیم یا مهار تولید منقبض‌کننده‌های عروقی مانند سروتونین و اندوتلین شماره ۱ باعث کاهش مقاومت عروق ریوی می‌شود (Khajali et al., 2011). کاهش سنتز و فراهمی اکسید نیتریک از عوامل مؤثر بر ایجاد افزایش فشار خون ریوی است (Shaul, 2002). اکسید نیتریک در اندوتلیوم عروق ریوی توسط نیتریک اکسید سنتز اندوتلیالی سنتز می‌شود (Wideman et al., 2008). Tan و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که افزودن ال-آرژنین به جیره جوجه‌های گوشتی پرورش یافته در شرایط تنش سرمایی به طور قابل توجهی سنتز اکسید نیتریک را افزایش داد، احتمال وقوع آسیت را کاهش داد. همچنین آرژنین از پیش‌سازهای اصلی جهت سنتز پلی‌آمین‌ها محسوب می‌شود (Khajali and Wideman, 2010). پلی‌آمین‌ها، در پیشبرد فعالیت‌های آنابولیکی از جمله سنتز DNA، RNA و پروتئین‌ها و همچنین جذب اسیدهای آمینه توسط سلول نقش دارند (Smith, 1990). بعلاوه، افزودن آرژنین به جیره سبب افزایش دسترسی آن جهت سنتز پروتئین و همچنین باعث تحریک ترشح هورمون رشد، انسولین و تیروکسین می‌گردد (Kwak et al., 1999).

از آنجایی که میزان آرژنین کنجاله کانولا نسبت به کنجاله سویا پایین‌تر است، لذا جایگزینی کنجاله کانولا با کنجاله سویا ممکن است باعث کاهش فراهمی آرژنین مورد نیاز در طیور از طریق جیره گردد (Izadinia et al., 2012). همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که جایگزینی کنجاله کانولا به جای کنجاله سویا در جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی، غلظت اکسید نیتریک پلازما را کاهش و نسبت وزن بطن راست به کل بطن‌ها و تلفات ناشی از آسیت را افزایش داد. در مطالعه دیگری نیز استفاده از سطوح بالای کنجاله کانولا تحت تنش سرمایی باعث کاهش معنی‌دار غلظت اکسید نیتریک پلازما و افزایش معنی‌دار وزن نسبی قلب، نسبت وزن بطن راست به کل بطن‌ها و تلفات ناشی از آسیت در جوجه‌های گوشتی گردید (Khajali et al., 2011). Hazim و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی با بررسی تأثیر سطوح مختلف آرژنین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی با استفاده از سطوح ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۴ درصد آرژنین در جیره نشان دادند که افزایش سطوح آرژنین در جیره باعث بهبود مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن گردید. Kidd و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که مکمل سازی ۲ گرم در کیلوگرم آرژنین (۰/۲ درصد) به طور قابل توجهی سبب بهبود عملکرد رشد گردید.

هدف از این مطالعه، بررسی اثرات مکمل سازی سطوح مختلف مس و آرژنین بر افزایش وزن و حساسیت به آسیت در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بر پایه کنجاله کانولا بود. در رابطه با عمل آوری کنجاله کانولا با مس، هدف این آزمایش تعدیل اثرات ضد تغذیه‌ای گلوکوزینولات‌های موجود در کنجاله کانولا بر عملکرد پرند و هدف از افزودن آرژنین در جیره، بهبود افزایش وزن و کاهش احتمال وقوع آسیت در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه کنجاله کانولا بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از تعداد ۴۰۵ قطعه جوجه خروس گوشتی یک روزه (سویه راس ۳۰۸) در یک طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل ۳×۳ با عمل‌آوری کنجاله کانولا با ۳ سطح مس به شکل محلول (صفر، ۱۲۵ و ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و ۳ سطح آرژنین (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) استفاده گردید. جوجه‌ها از سن ۱ روزگی تا سن ۲۱ روزگی (دوره آغازین) با جیره معمولی تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم افزار^۱ WUFFDA، با سطوح انرژی قابل متابولیسم و پروتئین یکسان بر اساس توصیه‌های NRC (۱۹۹۴) تنظیم شدند و از سن ۲۲ تا ۴۲ روزگی (جیره رشد) در اختیار جوجه‌ها قرار گرفتند (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی شامل: جیره حاوی صفر میلی‌گرم در کیلوگرم مس + صفر درصد آرژنین، جیره حاوی صفر میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۱ درصد آرژنین، جیره حاوی صفر میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۲ درصد آرژنین، جیره حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۱ درصد آرژنین، جیره حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۲ درصد آرژنین، جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۱ درصد آرژنین، جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۲ درصد آرژنین، جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۱ درصد آرژنین و جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۲ درصد آرژنین بودند. شرایط محیطی برای تمام پرندگان یکنواخت بود و آب و خوراک به صورت آزاد طی دوره آزمایش در اختیار پرندگان قرار گرفت. برای عمل‌آوری کنجاله کانولا با یون مس از روش اسپری استفاده شد. بدین منظور مقدار ۱/۵ و ۳ گرم سولفات مس پنتاه‌درات در مقدار ۹۰۰ سی‌سی آب (به ازای هر کیلوگرم کنجاله کانولا) به طور کامل حل و سپس به طور یکنواخت روی کنجاله کانولا اسپری گردید. کنجاله‌های عمل‌آوری شده به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا حصول وزن ثابت حرارت داده شدند. در سن ۴۲ روزگی، یک قطعه جوجه از هر تکرار (دارای وزن نزدیک به میانگین تکرار) انتخاب، کشتار و خونگیری شدند. سپس محتویات درونی شکم خارج و قلب جدا و وزن گردید. پس از جداکردن عروق و چربی‌های اطراف قلب، بطن راست از محل اتصال به دیواره بین دو بطن جدا گردید و پس از شستشو با آب معمولی، وزن آن‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم محاسبه شد. دو نمونه خون، یکی درون لوله عاری از ماده ضد انعقاد جهت جداسازی سرم و به منظور اندازه‌گیری میزان آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز سرم و گروه دوم درون لوله‌های دارای ماده ضد انعقاد و به منظور تعیین غلظت هموگلوبین، هماتوکریت و شمارش گلبول‌های قرمز خون مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر میانگین حجم یک گلبول قرمز در خون بر حسب فمتولیترا (MCV^۲)، میانگین وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز بر حسب پیکوگرم (MCH^۳) و میانگین غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز بر حسب درصد (MCHC^۴) از طریق روابط زیر محاسبه گردید.

$$MCV = \frac{10 \times \text{هماتوکریت}}{\text{تعداد گلبول قرمز بر حسب میلیون در میلی‌متر مکعب}}$$

$$MCH = \frac{10 \times \text{غلظت هموگلوبین بر حسب گرم در 100 میلی‌لیتر خون}}{\text{تعداد گلبول قرمز بر حسب میلیون در میلی‌متر مکعب خون}}$$

$$MCHC = \frac{\text{غلظت هموگلوبین بر حسب گرم در 100 میلی‌لیتر خون}}{\text{هماتوکریت}}$$

کلیه داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از مدل آماری زیر، در قالب یک آزمون فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی توسط رویه^۵ GLM نرم افزار SAS تجزیه آماری گردید و مقایسه میانگین‌ها برای هر یک از صفات به روش LSMEANS^۵ و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد. مدل آماری طرح به شکل زیر می‌باشد:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

y_{ijk} : مقدار صفت مورد نظر μ : میانگین کل A_i : اثر سطح A م مس B_j : اثر سطح B م آرژنین AB_{ij} : اثر متقابل مس و آرژنین e_{ijk} : اثر خطای آزمایشی یا عوامل ناشناخته در هر مشاهده.

^۱Windows User Friendly Feed Formulation Done Again

^۲ Mean corpuscular volume

^۳ Mean Corpuscular Hemoglobin

^۴ Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration

^۵ Least square means

جدول ۱: ترکیب اقلام خوراکی (درصد) و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره‌های رشد و آغازین

ردیف	اقلام خوراکی	واحد(٪)	جیره آغازین (۰-۲۱)	جیره رشد (۲۱-۴۲)
۱	ذرت	٪	۵۷	۵۵/۳۴
۲	کنجاله سویا	٪	۳۸	۰
۳	کنجاله کانولا	٪	۰	۳۴/۱۰
۴	پودر گلو تن ذرت	٪	۰	۳/۵۳
۵	روغن سویا	٪	۰/۶۳	۳/۸۰
۶	دی کلسیم فسفات	٪	۲/۱۵	۱/۳۴
۷	کربنات کلسیم	٪	۱/۱۴	۱/۰۰
۸	نمک طعام	٪	۰/۳۰	۰/۳۰
۹	مکمل ویتامینی ^۱	٪	۰/۲۵	۰/۲۵
۱۰	مکمل معدنی ^۲	٪	۰/۲۵	۰/۲۵

ترکیبات محاسبه شده در جیره

ردیف	انرژی قابل متابولیسم	کیلوکالری/کیلوگرم	۲۹۰۰	۳۰۰۰
۱	پروتئین خام	٪	۲۲	۲۰
۲	فیبر خام	٪	۲/۷۴	۵/۰۶
۳	کلسیم	٪	۱/۰۱	۰/۹۱
۴	فسفر قابل دسترس	٪	۰/۴۵	۰/۳۵
۵	آرژنین	٪	۱/۵۴	۱/۰۷
۶	لیزین	٪	۱/۳۵	۱/۰۵
۷	متیونین + سیستئین	٪	۰/۹۰	۰/۷۴
۸	اسید لینولئیک	٪	۱/۷۳	۳/۱۶

^۱ هر یک کیلوگرم از مکمل ویتامینی حاوی ۹۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K₃، ۱/۸ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۳ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۵ میکروگرم ویتامین B₁₂، ۳۰ میلی‌گرم نیاسین، ۱۰ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۰/۱ میلی‌گرم بیوتین، ۲۰۰ میلی‌گرم کولین، ۱/۲۵ میلی‌گرم اسید فولیک و ۱۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان بود.
^۲ هر یک کیلوگرم از مکمل معدنی شامل ۱۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۸۵ میلی‌گرم روی، ۱۰ میلی‌گرم مس، ۰/۸ میلی‌گرم ید، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم بود.

نتایج

نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن بدن در جدول ۲ ارائه شده است. وزن بدن تحت تأثیر هیچ یک از مکمل‌سازی آرژنین قرار نگرفت ($P > 0.05$). عمل آوری کنجاله کانولا با سطح ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث افزایش معنی‌دار وزن بدن جوجه‌ها گردید ($P < 0.05$). اثرات متقابل فاکتورهای اصلی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$)، اما اثر فاکتور اصلی سطوح عمل آوری مس بر وزن بدن در سطح صفر آرژنین در مقایسه با سایر سطوح مکمل‌سازی آرژنین کمتر بود.

افزایش سطح آرژنین جیره باعث کاهش ($P < 0.05$) نسبت وزن بطن راست به مجموع دو بطن قلب (RV/TV^۱) گردید (جدول ۲)، ولی تنها تفاوت بین سطح صفر و ۰/۲ درصد آرژنین از نظر آماری معنی‌دار بود. وزن نسبی قلب نیز با افزایش درصد مکمل‌سازی آرژنین در جیره کاهش یافت ($P < 0.05$) و وزن نسبی قلب در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های مکمل شده با سطح ۰/۲ آرژنین در مقایسه با گروه تغذیه

^۱ Right ventricle: total ventricle Mean Corpuscular Hemoglobin

^۱ Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration

^۱ Least square means

^۱ Right ventricle: Total ventricle

شده با جیره پایه بدون مکمل آرژنین پایین تر بود (جدول ۲). با افزایش سطح مس در جیره، نسبت RV/TV به طور معنی داری ($P < 0.01$) افزایش یافت و بیشترین وزن نسبی قلب در جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم مس مشاهده گردید. با این وجود، عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس تأثیر معنی داری ($P > 0.05$) بر وزن نسبی قلب نداشت. هر چند وزن نسبی قلب با افزایش سطح مس در جیره به شکل عددی افزایش یافت. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس باعث افزایش ($P < 0.05$) غلظت آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز سرم گردید، ولی تنها بین گروه صفر و گروه ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم مس اختلاف معنی دار وجود داشت. افزودن آرژنین در جیره اثر معنی داری بر غلظت آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز نداشت ($P > 0.05$).

نتایج مربوط به تیمارهای آزمایشی بر تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین، درصد هماتوکریت، MCHC، MCH و MCV جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۳ ارائه شده است. تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین تحت تأثیر اثر اصلی عمل-آوری کنجاله کانولا با مس قرار نگرفت ($P > 0.05$)، درحالی‌که مکمل‌سازی آرژنین در جیره باعث افزایش ($P < 0.01$) غلظت هموگلوبین گردید. افزودن سطح ۰/۲ درصد آرژنین در جیره باعث افزایش معنی دار ($P < 0.05$) تعداد گلبول‌های قرمز در مقایسه با سطوح صفر و ۰/۱ درصد گردید. درصد هماتوکریت جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم مس از منشأ سولفات به طور معنی داری بالاتر از مقدار مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با سطوح صفر و ۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم بود ($P < 0.05$). همچنین افزودن آرژنین به جیره باعث کاهش معنی دار ($P < 0.01$) درصد هماتوکریت خون جوجه‌های گوشتی گردید. قابل ذکر است که اثر متقابلی بین سطوح عمل‌آوری با مس و مکمل‌سازی آرژنین در جیره بر پارامترهای مورد بررسی مشاهده نشد ($P > 0.05$) نتایج این آزمایش نشان داد که مکمل‌سازی مس و آرژنین و اثرات متقابل آنها تأثیر معنی داری بر پارامترهای MCHC، MCH و MCV جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی ندارد.

بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس باعث بهبود وزن بدن جوجه‌های تغذیه شده با جیره بر پایه کنجاله کانولا گردید. استفاده از مکمل مس یکی از روش‌های تعدیل اثرات منفی گلوکوزینولات‌ها بر عملکرد می‌باشد (Tripathi and Mishra, 2007). در یک آزمایش، افزودن ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مس به جیره خوک‌های تغذیه شده با کنجاله کلزا منجر به افزایش قابلیت هضم ایلئومی اسیدهای آمینه گردید (Rowan et al., 1991). گزارش شده است که پیش عمل‌آوری قبل از تغذیه کنجاله کلزای دارای گلوکوزینولات بالا با سولفات مس می‌تواند باعث تعدیل اثرات نامطلوب گلوکوزینولات‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی گردد (Schone et al., 1993). در آزمایش دیگری، افزودن سولفات مس به جیره‌های بر پایه کنجاله کلزا به‌طور معنی داری ایزوتیوسیانات و اکسازولیدین تیون را غیرفعال کرد، ولی سایر نمک‌های فلزی مورد آزمایش فاقد تأثیر معنی داری بر ایزوتیوسیانات و اکسازولیدین تیون بودند (Ludke and Schone, 1998). نتایج بررسی‌های انجام گرفته نشان داده است که افزودن مس مازاد بر نیاز می‌تواند با غیرفعال نمودن ترکیبات حاصل از تجزیه گلوکوسینولات‌ها موجب کاهش اثرات بازدارندگی رشد ناشی از استفاده از سطوح بالاتر کنجاله‌س کانولا در جوجه‌های گوشتی گردد (Ludke and Schone, 1998). افزودن مکمل مس به شکل محلول (یون) باعث تخفیف اثرات نامطلوب استفاده از کنجاله کلزا بر عملکرد و وضعیت غده تیروئید در خوک‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای دارای گلوکوزینولات بالا شده است (Schone et al., 1990; Ludke and Schone, 1988; Schone et al., 1990). مکمل‌سازی سولفات مس در جیره احتمالاً از طریق تغییر در تولید محصولات حاصل از تجزیه گلوکوزینولات‌ها، تشکیل کمپلکس با آنها و یا تولید محصولات ثانویه حاصل از تجزیه، ارزش تغذیه‌ای و میزان سمیت کنجاله کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Tripathi and Mishra, 2007). مکمل‌سازی ۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم سولفات مس به شکل مکمل خشک به جیره باعث بهبود عملکرد در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله کاملینا (متعلق به خانواده براسیکای دارای ترکیبات ضد تغذیه‌ای گلوکوزینولات‌ها) گردید (Pekel et al., 2009). با این وجود، در برخی از مطالعات نیز اثرات افزودن مس مازاد بر نیاز به شکل مکمل خشک در جیره‌های حاوی سطوح مختلف کنجاله کانولا بر عملکرد جوجه‌های گوشتی مشاهده نشده است (Payvastegan et al., 2013).

جدول ۴: اثرات عمل آوری کنجاله کانولا با سولفات مس محلول و مکمل آرژنین بر وزن بدن، وزن نسبی قلب، نسبت وزن بطن راست به مجموع دو بطن و غلظت آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز خون در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه کنجاله کانولا در سن ۴۲ روزگی

منابع تغییرات ^۱	وزن بدن (گرم)	وزن نسبی قلب (درصد)	RV/TV (درصد)	آسپارات آمینوترانسفراز (واحد بین المللی در لیتر)
مس (میلی گرم در کیلو گرم)				
صفر	۱۹۳۰/۱۹ ^b	۰/۵۱۵	۲۰/۸۱ ^b	۱۷۴/۰۰
۱۲۵	۱۹۵۴/۰۳ ^{ab}	۰/۵۳۵	۲۳/۳۵ ^a	۱۹۵/۶۷
۲۵۰	۲۰۵۶/۰۸ ^a	۰/۵۶۸	۲۳/۷۰ ^a	۱۹۴/۲۰
خطای استاندارد	۲۹/۹۹	۰/۰۱۶	۰/۶۰	۶/۴۹
آرژنین (درصد)				
صفر	۱۹۴۳/۰۰	۰/۵۷۲ ^a	۲۳/۸۷ ^a	۱۸۱/۸۰
۰/۱	۱۹۶۳/۱۴	۰/۵۳۹ ^{ab}	۲۲/۱۸ ^{ab}	۱۹۰/۲۰
۰/۲	۲۰۳۴/۹۵	۰/۵۰۷ ^b	۲۱/۸۳ ^b	۱۹۱/۸۷
خطای استاندارد	۲۹/۹۹	۰/۰۱۶	۰/۶۰	۶/۴۹
مس × آرژنین				
صفر × صفر	۱۸۶۵/۷۶	۰/۵۹۵	۲۱/۶۵	۱۷۰/۴۰
صفر × ۱	۱۸۷۰/۸۶	۰/۴۹۷	۲۰/۴۰	۱۷۸/۴۰
صفر × ۲	۲۰۵۳/۹۶	۰/۴۵۳	۲۰/۴۰	۱۷۳/۲۰
۱۲۵ × صفر	۱۹۴۶/۵۰	۰/۵۲۷	۲۵/۱۳	۱۸۶/۸۰
۰/۱ × ۱۲۵	۱۹۲۳/۲۸	۰/۵۵۲	۲۲/۷۷	۱۹۷/۶۰
۰/۲ × ۱۲۵	۱۹۹۲/۳۲	۰/۵۲۵	۲۲/۱۶	۲۰۲/۶۰
صفر × ۲۵۰	۲۰۱۶/۷۶	۰/۵۹۵	۲۴/۸۲	۱۸۸/۲۰
۰/۱ × ۲۵۰	۲۰۹۵/۲۸	۰/۵۶۷	۲۳/۳۸	۱۹۴/۶۰
۰/۲ × ۲۵۰	۲۰۵۸/۵۶	۰/۵۴۳	۲۲/۹۲	۱۹۹/۸۰
خطای استاندارد	۵۱/۹۵	۰/۰۲۷	۱/۰۴	۱۱/۲۵
درصد احتمال				
مس	۰/۰۱۱	۰/۰۶۸	۰/۰۰۲	۰/۰۴۱
آرژنین	۰/۰۸۸	۰/۰۲۱	۰/۰۴۷	۰/۵۰۷
مس × آرژنین	۰/۲۷۱	۰/۱۱۳	۰/۹۴۳	۰/۹۷۷

اعداد دارای حرف غیرمشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند ($P < 0.05$).

علاوه بر نقش ممانعتی مس بر بروز اثرات منفی گلوکوزینولات‌ها، افزودن مکمل مس به جیره طیور در غلظت‌های پیشگیری‌کننده می‌تواند به عنوان محرک رشد عمل کند (Pesti and Bakalli, 1996) اگرچه مکانیسم دقیق نحوه عمل عنصر مس به عنوان محرک رشد کاملاً مشخص نیست. یکی از مکانیسم‌های معرفی شده نقش ضد باکتریایی مس در از بین بردن و یا توقف رشد باکتری‌های پاتوژن در دستگاه گوارش است (Bunch et al., 1965; Hawbaker et al., 1961). همچنین گزارش شده است که مکمل‌سازی مس در جیره طیور باعث بهبود خصوصیات مورفولوژیک روده کوچک در اردک‌ها گردید (Attia et al., 2013). بعلاوه، آنزیم سیتوکروم C اکسیداز از جمله آنزیم‌های وابسته به مس بوده که طی فسفوریلاسیون اکسیداتیو در تولید آدنوزین تری فسفات در سلول‌های بدن شرکت دارد و فعالیت آن تحت تأثیر وضعیت مس در بدن است (Gambling et al., 2011).

جدول ۳: اثرات عمل‌آوری کنجاله کانولا با سولفات مس محلول و مکمل آرژنین بر درصد هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، غلظت هموگلوبین، میانگین حجم یک گلبول قرمز در خون (MCV)، میانگین وزن هموگلوبین در یک گلبول قرمز (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز (MCHC) در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه کنجاله کانولا در سن ۴۲ روزگی

MCHC (%)	MCH (پیکوگرم)	MCV (فمتولیتتر)	هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	RBC ($\times 10^6$ در میکرولیتر)	هماتوکریت (%)	منابع تغییرات ^۱
مس						
(میلی گرم در کیلوگرم)						
۳/۸۱	۳۰/۶۸	۸۰/۵۴	۱۰/۳۱	۳/۳۹	۲۷/۱ ^b	صفر
۳/۹۵	۳۲/۹۲	۸۴/۱۵	۱۰/۹۹	۳/۳۴	۲۸/۰۳ ^{ab}	۱۲۵
۳/۸۲	۳۲/۱۶	۸۴/۸۶	۱۱/۱۹	۳/۴۹	۲۹/۳۳ ^a	۲۵۰
۰/۱۱	۱/۱۶	۲/۳۹	۰/۲۹	۰/۰۷	۰/۵۷	خطای استاندارد
آرژنین (درصد)						
۳/۹۴	۳۲/۹۴	۸۴/۰۳	۱۱/۶۱ ^a	۳/۵۴ ^a	۲۹/۵۰ ^b	صفر
۳/۷۹	۳۰/۹۲	۸۲/۱۵	۱۰/۵۲ ^b	۳/۴۱ ^{ab}	۲۷/۸۱ ^{ab}	۰/۱
۳/۸۴	۳۱/۹۱	۸۳/۳۷	۱۰/۳۶ ^b	۳/۲۷ ^b	۲۷/۱۴ ^b	۰/۲
۰/۱۱	۱/۱۶	۲/۳۹	۰/۲۹	۰/۰۷	۰/۵۷	خطای استاندارد
مس \times آرژنین						
۳/۷۶	۳۱/۷۲	۸۴/۳۳	۱۱/۲۱	۳/۵۵	۲۹/۸۰	صفر \times صفر
۳/۶۷	۲۸/۶۲	۷۷/۹۰	۹/۶۷	۳/۴۱	۲۶/۲۸	صفر \times ۰/۱
۳/۹۸	۳۱/۶۹	۷۹/۳۹	۱۰/۰۴	۳/۲۱	۲۵/۲۲	صفر \times ۰/۲
۴/۱۸	۳۳/۵۵	۸۰/۳۴	۱۱/۸۸	۳/۵۵	۲۸/۵۰	صفر \times ۱۲۵
۳/۷۸	۳۱/۹۷	۸۵/۳۲	۱۰/۵۴	۳/۲۹	۲۸/۰۰	۰/۱ \times ۱۲۵
۳/۸۷	۳۳/۲۴	۸۶/۷۸	۱۰/۵۷	۳/۱۷	۲۷/۵۸	۰/۲ \times ۱۲۵
۳/۸۹	۳۳/۵۴	۸۷/۴۳	۱۱/۷۳	۳/۵۲	۳۰/۲۰	صفر \times ۲۵۰
۳/۹۰	۳۲/۱۶	۸۳/۲۳	۱۱/۳۶	۳/۵۲	۲۹/۱۶	۰/۱ \times ۲۵۰
۳/۶۶	۳۰/۷۹	۸۳/۹۳	۱۰/۴۷	۳/۴۱	۲۸/۶۲	۰/۲ \times ۲۵۰
۰/۱۹	۲/۰۴	۴/۴۵	۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۹۹	خطای استاندارد
درصد احتمال						
۰/۶۲	۰/۳۷	۰/۳۹	۰/۰۹	۰/۳۳	۰/۰۳	مس
۰/۵۹	۰/۴۸	۰/۸۵	۰/۰۰۸	۰/۰۳	۰/۰۲	آرژنین
۰/۴۴	۰/۸۵	۰/۵۶	۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۳۶	مس \times آرژنین

اعداد دارای حرف غیرمشابه در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند ($P < 0.05$).

مکمل‌سازی مس در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش نسبت RV/TV گردید. همچنین وزن نسبی قلب نیز متأثر از عمل‌آوری کنجاله کانولا با سولفات مس محلول به طور عددی افزایش یافت. علت افزایش نسبت RV/TV را احتمالاً می‌توان به اثرات محرک رشد مس هنگام استفاده از سطوح دارویی آن در جیره نسبت داد. در آزمایش اخیر، عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس، وزن بدن را به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین افزایش درصد هماتوکریت نیز می‌تواند به علت سرعت رشد بالاتر در جوجه‌های تغذیه شده با کنجاله کانولای عمل‌آوری شده با سولفات مس محلول باشد. هیپوکسی باعث افزایش آزادسازی اریثروپوئیتین از کلیه‌ها می‌گردد و در نهایت منجر به افزایش تولید گلبول‌های قرمز جوان می‌گردد که بزرگتر از گلبول‌های قرمز بالغ هستند (خضرای‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸). از دلایل افزایش هماتوکریت در جوجه‌های تغذیه شده با کنجاله کانولای عمل‌آوری شده با سولفات مس محلول (علی‌رغم ثابت بودن تعداد گلبول‌های قرمز)، می‌تواند حضور ماکروسیتوز رتیکولوسیت‌ها باشد. همچنین عدم افزایش معنی‌دار غلظت هموگلوبین در جوجه‌های تغذیه شده با

کنجالة کانولای عمل آوری شده با سولفات مس محلول می تواند به علت عدم بلوغ کافی گلبول های قرمز نابالغ باشد. افزایش میزان غلظت هموگلوبین به دنبال افزایش هماتوکریت نشان دهنده بلوغ رتیکولوسیت های نابالغ است (خضرای نی و همکاران، ۱۳۸۸).

توزیع و پراکندگی آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز در بافت های مختلف بدن طیور متفاوت است و به ترتیب در عضله قلب، کبد و ماءچه اسکلتی یافت می شود (خضرای و همکاران، ۱۳۸۸؛ مجابی و همکاران، ۱۳۹۰). لذا افزایش غلظت آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز در جوجه های تغذیه شده با کنجالة عمل آوری شده با سولفات مس محلول می تواند به علت سرعت رشد بالاتر و لذا فعالیت بیشتر عضله قلب باشد. بعلاوه، وجود گلوکوزینولات ها در کنجالة کانولا می تواند باعث افزایش فعالیت کبد گردد (پیوستگان و همکاران، ۱۳۹۳).

افزودن آل آرژنین به جیره تأثیر معنی داری بر افزایش وزن بدن نداشت که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (Khajali et al., 2013; Saki et al., 2013). افزودن سطح ۰/۲ درصد آرژنین به جیره به طور معنی داری وزن نسبی قلب و نسبت وزن بطن راست به وزن کل بطن ها را کاهش داد. همچنین تفاوت معنی داری از نظر مقادیر هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول های قرمز خون بین سطوح مکمل سازی آرژنین مشاهده شد. گونه های اوریکوتلیک مانند طیور فاقد آنزیم کربامیل فسفات سنتتاز ۱ هستند که باعث تبدیل اورنیتین به سیترولین و نهایتاً آرژنین می گردد. بنابراین پرندگان قادر به سنتز آرژنین نمی باشند و نیاز آن ها باید از طریق جیره تامین گردد (Tan et al., 2007). جایگزینی سطوح بالای کنجالة کانولا با کنجالة سویا ممکن است باعث کاهش مقدار آرژنین جیره نسبت به مقدار مورد نیاز و لذا کاهش فراهمی نیتریک اکسید در شرایط سرعت رشد بالا گردد (Wideman et al., 1996).

افزودن آل آرژنین به جیره می تواند باعث افزایش فعالیت نیتریک اکسید سنتز اندوتلیالی و متعاقباً افزایش تولید نیتریک اکسید و کاهش هماتوکریت گردد (Dobosz et al., 2005). با کاهش ویسکوزیته خون و مقاومت عروق ریوی، بطن راست قلب جهت پمپاژ خون به سمت اندام ها به نیروی کمتری نیاز خواهد داشت و در نتیجه نسبت RV/TV کاهش می یابد. وزن نسبی قلب انعکاسی از میزان فعالیت این اندام در بدن است و از آنجاییکه با افزودن آرژنین به جیره، ویسکوزیته خون و مقاومت عروق ریوی کاهش می یابد، لذا کاهش وزن نسبی قلب نیز متصور است. استفاده از سطوح بالای کنجالة کانولا باعث کاهش معنی دار غلظت نیتریک اکسید پلاسما و افزایش معنی دار وزن نسبی قلب، نسبت وزن بطن راست به کل بطن ها در جوجه های گوشتی تحت استرس سرمایی گردید، در حالیکه با افزودن آل آرژنین به جیره از نظر غلظت نیتریک اکسید پلاسما و نسبت RV/TV، بین جیره های بر پایه کنجالة کانولای مکمل شده با آرژنین و تیمار بر پایه کنجالة سویا تفاوتی مشاهده نگردید (Khajali et al., 2011). در آزمایش دیگری، مکمل سازی ۱۰ گرم در کیلوگرم آرژنین به جیره جوجه های گوشتی منجر به افزایش غلظت اکسید نیتریک سرم، کاهش هماتوکریت و کاهش نسبت RV/TV گردید (Khajali et al., 2013).

نتیجه گیری کلی

مکمل سازی جیره بر پایه کنجالة کانولا با آرژنین می تواند باعث بهبود همودینامیک های ریوی گردد. همچنین می توان نتیجه گرفت که عمل آوری کنجالة کانولا با مکمل مس می تواند باعث تعدیل اثرات نامطلوب گلوکوزینولات ها بر عملکرد گردد.

منابع

- پیوستگان، س.، فرهومند، پ.، شهرز، ر.، دلفانی، ن. و طلا تپه، ا. (۱۳۹۰). اثرات سطوح مختلف کنجالة کانولا و مس بر عملکرد، حساسیت به آسیت و برخی فراسنجه های خونی جوجه های گوشتی. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۰۵، ص ۵۵-۶۶.
- خضرای، پ.، عرب، ح.، زعیمی، م.، جمشیدی، ر. و خضرای نی، س. (۱۳۸۸). تغییرات کلینیکال پاتولوژی سندرم آسیت تجربی در جوجه های گوشتی. نشریه دامپزشکی پژوهش و سازندگی. شماره ۸۲، ص ۷۴-۷۹.
- کریم زاده، ص. (۱۳۹۰). ارزش غذایی کنجالة کلزا در جیره غذایی مرغان تخمگذار، مرغان مادر و جوجه های گوشتی در ایران، فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۳۱، ص ۱۲-۱۷.
- مجابی، ع.، نظیفی حبیب آبادی، ف. س. و صافی، ش. ا. (۱۳۹۰). بیوشیمی درمانگاهی دامپزشکی. چاپ دوم، انتشارات نوربخش.

- Attia YA, Qota EM, Zeweil HS, Bovera F, Abd al-hamid AE and Sahledom MD (2012). Effect of different dietary concentrations of inorganic and organic copper on growth performance and lipid metabolism of White Pekin male ducks. *British Poultry Science*, 53:77-88.
- Baker DH, Odle J, Funk MA and Wieland TM (1991). Bioavailability of copper in cupric oxide, cuprous, and in a copper-lysine complex. *Poultry Science*, 70: 177-179.
- Bunch RJ, McCall JT, Speer VC and Hays VW (1965). Copper supplementation for weanling pings. *Journal of Animal Science*, 24: 995-1000.
- Choi Y J and Paik IK (1989). The effect of supplementing copper sulfate on the performance of broiler chicken. *Journal of Nutrition and Feed Technology (Korea)*, 13: 193-200.
- Dobosz M, Hac S, Mionskowska L, Dymecki D, Dobrowski S and Wajda Z (2005). Organ microcirculatory disturbances in experimental acute pancreatitis. A role of nitric oxide. *Physiology Research*, 54:363-368.
- Gambling L, Kennedy C and McArdele HJ (2011). Iron and copper in fetal development. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 22:637-644.
- Hawbaker JA, Speer VC, Hays VW and Catron DV (1961). Effect of copper sulfate and other chemotherapeutics in growing swine rations. *Journal of Animal Science*, 20: 163-167.
- Hazim JA and Atta MS (2012). Effect of Dietary L-Arginine on Productive Performance of Broiler Chickens. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11: 252-257.
- Izadinia M, Nobakht M, Khajali F, Faraji M, Zamani F, Qujeq D and Karimi I (2010). Pulmonary hypertension and ascites as affected by dietary protein source in broiler chickens reared in cool temperature at high altitudes. *Animal Feed Science and Technology*, 155: 194-200.
- Kermanshahi H and Abbasi Pour AR (2006). Replacement value of soybean meal with rapeseed meal supplemented with or without a dietary NSP-degrading enzyme on performance, carcass traits and thyroid hormones of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 5:925-930
- Khajali F, Tahmasebi M, Hassanpour H, Akbari MR, Qujeq D and Wideman RF (2011). Effects of supplementation of canola meal-based diets with arginine on performance, plasma nitric oxide, and carcass characteristics of broiler chickens grown at high altitude. *Poultry Science*, 90: 2287-2294.
- Khajali F and Wideman RF (2010). Dietary arginine: metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships. *World's Poultry Science Journal*, 66, pp 751766 .
- Kidd MT, Peebles ED, Whitmarsh SK, Yeatman JB and Wideman RF (2001). Growth and immunity of broiler chicks as affected by dietary arginine. *Poultry Science*, 80: 1535-1542.
- Kwak H, Austic R and Dietert R (1999). Influence of dietary arginine concentration on lymphoid organ growth in chickens. *Poultry Science*, 78: 1536-1541.
- Ludke H and Schone F (1988). Copper and iodine in pig diets with high glucosinolate rapeseed meal. I. performance and thyroid hormone status of growing pigs fed on a diet with rapeseed meal treated with copper sulphate solution or untreated and supplements of iodine, copper or a quinoxaline derivative. *Animal Feed Science and Technology*, 22: 33-43.
- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirement of Poultry*. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington DC.
- Pang Y and Applegate TJ (2007). Effects of dietary copper supplementation and copper source on digesta pH, calcium, zinc, and copper complex size in the gastrointestinal tract of broiler chicken. *Poultry Science*, 86: 531-537.
- Payvastegan S, Farhoomand P and Delfani N (2013). Growth Performance, Organ Weights and, Blood Parameters of Broilers Fed Diets Containing Graded Levels of Dietary Canola Meal and Supplemental Copper. *Journal of Poultry Science*, 50: 354-363.
- Pekel AY, Patterson PH, Hulet RM, Acar N, Cravener TL, Dowler DB and Hunter JM (2009). Dietary camelina meal versus flaxseed with and without supplemental copper for broiler chickens: live performance and processing yield. *Poultry Science*, 88: 2392-2398.
- Pesti GM and Bakalli RI (1996). Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. *Poultry Science*, 75: 1086-1091.
- Rowan TG, Lawrence TLJ and Kershaw SJ (1991). Effects of dietary copper and probiotic on glucosinolate concentrations in ileal digesta and in faeces of growing pigs given diets based on rapeseed meals. *Animal Feed Science and Technology*, 35: 247-258.
- Samanta B, Biswas A and Ghosh PR (2011). Effects of dietary copper supplementation on production performance and plasma biochemical parameters in broilers chickens. *British Poultry Science*, 52: 573-577.

- Schöne F, Jahreis G and Richter G (1993). Evaluation of rapeseed meal in broiler chickens: effect of iodine supply and glucosinolate degradation by myrosinase and copper. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 61: 245-252.
- Schöne F, Ludke H, Hennig A and Jahreis G (1988). Copper and iodine in pig diets with high glucosinolate rapeseed meal. 2. Influence of different iodine supplements to diets with untreated rapeseed meal or rapeseed meal treated with copper ions on performance and thyroid hormone status of growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 22: 45-59.
- Schöne F, Winnefeld K, Kirchner E, Grun M, Ludke H and Hennig A (1990). Copper and iodine in pig diets with high glucosinolate rapeseed meal. 3. Treatment of rapeseed meal with copper, and the effect of iodine supplementation on trace element status and some related blood (serum) parameters. *Animal Feed Science and Technology*, 30: 143-154.
- Shaul PW (2002). Regulation of endothelial nitric oxide synthase: location. *Annual Review of Physiology*, 64: 749-774.
- Smith TK (1990) Effect of dietary putrescine on whole body growth and polyamine metabolism. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 194: 332-336.
- Tan X, Pan JQ, Li JC, Liu YJ, Sun WD and Wang XL (2005). L-arginine inhibiting pulmonary vascular remodelling is associated with promotion of apoptosis in pulmonary arterioles smooth muscle cells in broilers. *Research in Veterinary Science*, 79: 203-209
- Tripathi MK and Mishra AS (2007). Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 132: 1-27.
- Tripathi MK, Mishra AS, Misra AK, Mondal D and Karim SA (2001). Effect of groundnut with high glucosinolate mustard (*Brassica juncea*) meal on nutrient utilization, growth, vital organ weight and blood composition in lambs. *Small Ruminant Research*, 39: 261-267.
- Wideman RF, Bowen OT, Erf GF and Chapman ME (2006). Influence of aminoguanidine, an inhibitor of inducible nitric oxide synthase, on the pulmonary hypertensive response to micro-particle injections in broilers. *Poultry Science*, 85: 511-527.
- Xia MS, Hu CH and Xu ZR (2004). Effects of copper-bearing montmorillonite on growth performance, digestive enzyme activities and intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*, 83: 1868-1875.
- Zeb A (1998). Possibilities and limitations of feeding rapeseed meal to broiler chicks. Ph.D. degree thesis. Georg-August university goettingen, 125pp.