

اثرات سطوح مختلف آرژنین در جیره‌های بر پایه کنجاله کانولای عمل‌آوری شده و یا بدون عمل‌آوری با مس بر عملکرد، وزن اندام‌ها و برخی از فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

صبا عظیمی‌یوالاری^۱، پرویز فره‌مند^۲، سینا پیوستگان^۳ و پیام باغبان کنعانی^{۴*}

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۶

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ارومیه

^۲ استاد گروه علوم دامی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ارومیه

^۳ دانشجوی دکتری گروه علوم دامی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ارومیه

^۴ دانشجوی دکتری گروه علوم دامی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: E-mail: p.baghbakanani@tabrizu.ac

چکیده

زمینه مطالعاتی: مس و آرژنین دارای وظایف فراوانی می‌باشند که می‌توانند برای جوجه‌های گوشتی مفید باشند. هدف: این آزمایش به منظور مطالعه اثر عمل‌آوری کنجاله کانولا با سطوح مختلف یون مس و مکمل آرژنین بر عملکرد، وزن اندام‌های بدن و برخی متابولیت‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام شد. روش کار: آزمایش به شکل آزمون فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از سه سطح مس (صفر، ۱۲۵ و ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و سه سطح آرژنین (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) با تعداد ۴۰۵ قطعه جوجه‌ی گوشتی نر (سویه راس ۳۰۸) در ۹ تیمار، ۵ تکرار و در هر تکرار ۹ جوجه در یک دوره‌ی ۳ هفته‌ای (۲۲-۴۲ روزگی) صورت گرفت. **نتایج:** افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک با عمل‌آوری کنجاله کانولا با سطح ۲۵۰ میلی‌گرم مس به طور معنی‌داری بهبود یافت ($P<0/05$). عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس ($P<0/01$) و افزودن سطح ۰/۲ درصد آرژنین ($P<0/05$) به جیره به طور معنی‌داری وزن سینه را افزایش داد. مکمل‌سازی ۰/۲ درصد آرژنین باعث کاهش چربی حفره شکمی و وزن شش‌ها و بالعکس افزایش وزن دوازدهه ($P<0/05$) و ژژنوم ($P<0/01$) گردید. پایین‌ترین وزن سکوم در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های بر پایه کنجاله کانولا عمل‌آوری شده با سطح ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس مشاهده شد ($P<0/05$). غلظت پلاسمایی اسید اوریک در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های مکمل شده با ۰/۲ درصد آرژنین نسبت به دو سطح دیگر پایین‌تر بود ($P<0/01$). **نتیجه‌گیری نهایی:** به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس می‌تواند باعث کاهش اثرات مضر گلوکوزینولات‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی گردد و همچنین افزودن ۰/۲ درصد آرژنین می‌تواند موجب تغییر متابولیسم انرژی به سمت ذخیره پروتئین شود.

واژگان کلیدی: جوجه‌های گوشتی، عمل‌آوری با مس، عملکرد، مکمل‌سازی آرژنین

مقدمه

کانولا به گونه‌ای از گیاه منداب اطلاق می‌شود که میزان اسید اروسیک موجود در روغن آن کمتر از ۲ درصد و میزان گلوکوزینولات موجود در کنجاله آن کمتر از ۳۰ میکرومول بر گرم می‌باشد (زب ۱۹۹۸). گلوکوزینولات‌ها از مهم‌ترین ترکیبات ضدتغذیه‌ای کنجاله‌ی کانولا می‌باشند که در حالت عادی سمی نیستند، ولی محصولات ثانویه حاصل از تجزیه آن‌ها می‌توانند اثرات نامطلوبی بر عملکرد پرنده داشته باشند (تریپاتی و میشر ۲۰۰۷). این ترکیبات توسط آنزیم مایروزیناز که در بخش‌های مختلف گیاه وجود داشته و نیز توسط برخی از میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش طیور ساخته می‌شود هیدرولیز شده و به گلوکز و آگلیکون ناپایدار تبدیل می‌گردند (تریپاتی و میشر ۲۰۰۷). آگلیکون تحت شرایط خاصی همچون تغییرات pH و حضور یون آهن دو ظرفیتی تبدیل به ترکیباتی مانند تیوسیانات، ایزوتیوسیانات، نیتریل، گواترین و اپی تیونیتریل می‌گردد که دارای فعالیت ضد تیروئیدی می‌باشند (کلاندینین و رابلی ۱۹۸۳ و ماوسن و همکاران ۱۹۹۳). طبق گزارش‌ها، مصرف بالای گلوکوزینولات‌ها در جیره جوجه‌های گوشتی موجب کاهش مصرف خوراک، کاهش نرخ رشد، پرکاری تیروئید، کاهش سطح هورمون‌های تیروئیدی، بزرگ شدن کبد، کلیه و غده‌ی تیروئید، تغییر فعالیت آنزیم‌های کبدی و نیز افزایش تلفات می‌گردند (مک نیل و همکاران ۲۰۰۴؛ کرمانشاهی و عباسی پور ۲۰۰۶). یکی از روش‌های خنثی‌سازی اثرات نامطلوب گلوکوزینولات‌ها استفاده از مکمل جیره‌ای مس است (تریپاتی و میشر ۲۰۰۷). احتمالاً افزودن مکمل مس به جیره با تغییر در نوع محصولات حاصل از تجزیه‌ی گلوکوزینولات‌ها، تشکیل کمپلکس با آن‌ها و یا تولید محصولات ثانویه‌ی حاصل از تجزیه، میزان سمیت گلوکوزینولات‌ها را کاهش و ارزش تغذیه‌ای کنجاله کانولا را افزایش می‌دهد (تریپاتی و میشر ۲۰۰۷). لادکی و اسچون (۱۹۹۸) گزارش کردند که

افزودن مس مازاد بر نیاز می‌تواند با غیر فعال نمودن ترکیبات حاصل از تجزیه‌ی گلوکوزینولات‌ها، موجب کاهش اثرات بازدارندگی رشد این ترکیبات در هنگام استفاده از سطوح بالای کنجاله‌ی کانولا در جیره جوجه‌های گوشتی گردد. با این وجود، افزودن مکمل مس به صورت خشک در جیره، قابلیت استفاده از سطوح بالاتر کنجاله کانولا در جیره جوجه‌های گوشتی را تغییر نداد (پیوستگان و همکاران ۲۰۱۳). در حالیکه، نتایج بررسی‌های انجام گرفته توسط محققین دیگر نشان داده است که عمل‌آوری کنجاله کلزا با سولفات مس محلول عملکرد، وضعیت غده تیروئید و هورمون‌های تیروئیدی را در خوک‌های تغذیه شده با جیره‌ی حاوی کنجاله‌ی کلزا بهبود بخشید (اسچون و همکاران ۱۹۸۸؛ لادکی و اسچون ۱۹۸۸). آرژنین به‌عنوان پیش‌ساز جهت سنتز بسیاری از مولکول‌های زیستی مانند پروتئین‌ها، اکسیدنیتریک، کراتین، اورنیتین، گلوتامات، پرولین، گلوتامین و پلی-آمین‌ها لازم است (خواجعلی و ویدمن ۲۰۱۰). این آمینواسید در تولید بسیاری از آنزیم‌ها و هورمون‌های مختلف بدن دخالت دارد و کمبود آن می‌تواند تولید انسولین، متابولیسم گلوکز، اسیدهای آمینه و چربی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (بالچ و همکاران ۱۹۹۷). طی مطالعات صورت گرفته بین گونه‌های مختلف حیوانات، بالاترین نیاز به آرژنین در پرندگان گزارش شده است (فواد و همکاران ۲۰۱۳). از آنجایی که گونه‌های دفع کننده اسید اوریک (اوریکوتلیک‌ها) نظیر پرندگان فاقد آنزیم کربامیل فسفات سنتتاز ۱ می‌باشند، این گونه‌ها قادر به سنتز درون زادی آرژنین نیستند و لذا نیاز آن‌ها باید از طریق جیره تامین گردد (تان و همکاران ۲۰۰۷). از سوی دیگر به دلیل سرعت رشد بالا، آرژنین مورد نیاز جوجه‌های گوشتی برای ذخیره پروتئین بالا است (بال و همکاران ۲۰۰۷). مقدار آرژنین و قابلیت هضم آرژنین کنجاله کانولا نسبت به کنجاله سویا پایین‌تر می‌باشد (۲/۰۸ گرم در کیلوگرم در برابر ۳/۱۴

مورد استفاده قرار گرفتند. هر یک از ۹ جیره آزمایشی در ۵ تکرار که در هر تکرار ۹ قطعه جوجه وجود داشت از سن ۲۲ روزگی تا سن ۴۲ روزگی (جیره رشد) به جوجه‌ها خورانده شد. جیره‌های آزمایشی با سطوح انرژی قابل متابولیسم و پروتئین یکسان بر اساس توصیه‌های NRC (۱۹۹۴) تنظیم شدند (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی شامل: جیره‌ی حاوی صفر میلی‌گرم در کیلوگرم مس + صفر درصد آرژنین، جیره‌ی حاوی صفر میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۱ درصد آرژنین، جیره‌ی حاوی صفر میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۲ درصد آرژنین، جیره‌ی حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + صفر درصد آرژنین، جیره‌ی حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۱ درصد آرژنین، جیره‌ی حاوی ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۲ درصد آرژنین، جیره‌ی حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + صفر درصد آرژنین، جیره‌ی حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس + ۰/۱ درصد آرژنین و جیره‌ی 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 دوره‌ی آزمایش در اختیار پرندگان قرار گرفت. برای عمل‌آوری کنجاله‌ی کانولا با یون مس از روش اسپری استفاده شد. بدین منظور مقدار ۱/۴۷ و ۲/۹۳ گرم سولفات مس پنتاهیدرات در مقدار ۹۰۰ سی‌سی آب (به ازای هر کیلوگرم کنجاله‌ی کانولا) به طور کامل حل و سپس به طور یکنواخت روی کنجاله‌ی کانولا اسپری گردید. کنجاله‌های عمل‌آوری شده به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت داده شدند.

گرم در کیلوگرم، NRC ۱۹۹۴ و خواجعلی و همکاران (۲۰۱۱). جایگزینی سطوح بالای کنجاله سویا با کنجاله کانولا می‌تواند باعث کاهش فراهمی آرژنین مورد نیاز در جیره طیور گردد (ایزدی‌نیا و همکاران ۲۰۱۰). کید و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که با مکمل‌سازی ۰/۲ درصد آرژنین در جیره جوجه‌های گوشتی عملکرد بهبود یافت. خواجعلی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که مکمل‌سازی ۰/۲ و ۰/۴ درصد آرژنین در جیره‌های بر پایه کنجاله کانولا موجب افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی شد. چاکت و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که سویه‌های جدید جوجه‌های گوشتی دارای ۱۵ تا ۲۰ درصد چربی می‌باشند که بیش از ۸۵ درصد آن فاقد کارکرد فیزیولوژیکی در بدن است. فرناندس و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی با بررسی اثر ۵ سطح مکمل آرژنین (۱/۳۹، ۱/۴۹، ۱/۵۸، ۱/۶۹ و ۱/۷۹ درصد) بر رشد ماهیچه سینه نشان دادند که مکمل‌سازی آرژنین موجب افزایش وزن ماهیچه سینه، فیله سینه و قطر مایوفیبریل گردید. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی اثرات مکمل‌سازی سطوح مختلف مس و آرژنین بر عملکرد، متابولیت‌های خون و وزن برخی از اندام‌های بدن جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بر پایه‌ی کنجاله‌ی کانولا بود. در رابطه با عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس، هدف از این آزمایش تعدیل اثرات ضد تغذیه‌ای گلوکوزینولات‌های موجود در کنجاله کانولا بر عملکرد پرنده و هدف از افزودن آرژنین، رفع کمبود احتمالی و بهبود عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ی بر پایه‌ی کنجاله‌ی کانولا بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۴۰۵ قطعه جوجه گوشتی نر یکروزه (راس ۳۰۸) در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ با ۳ سطح عمل‌آوری کنجاله کانولا با مکمل مس از منشأ سولفات (صفر، ۱۲۵ و ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس) و ۳ سطح آرژنین (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) بر پایه طرح کاملاً تصادفی

جدول ۱- اجزای جیره‌های آزمایشی

Table 1- Composition of experimental diets

Ingredients, % اقلام خوراکی %	Starter (1-21 d) جیره آغازین (۱-۲۱)	Grower (21-42 d) جیره رشد (۲۱-۴۲)
Corn ذرت	57.00	55.34
Soybean meal کنجاله سویا	38.00	0.00
Canola meal کنجاله کانولا	0.00	34.10
Corn Gluten meal کنجاله گلوتن ذرت	0.00	3.53
Soy oil روغن سویا	0.63	3.80
Dicalcium phosphate دی کلسیم فسفات	2.15	1.34
Calcium carbonate کربنات کلسیم	1.14	1.00
Salt نمک	0.30	0.30
Trace mineral supplement ¹ مکمل مواد معدنی	0.25	0.25
Multi vitamin supplement ² مکمل مولتی ویتامین	0.25	0.25
ترکیبات محاسبه شده (%)		
Calculated analyses (%)		
Metabolisable energy (Kcal/Kg) انرژی قابل متابولیسم	2900	3000
Crude protein پروتئین خام	22.00	20
Crude Fiber فیبر خام	2.74	5.06
Calcium کلسیم	1.01	0.91
Available phosphorus فسفات قابل دسترس	0.45	0.35
Arginine آرژینین	1.54	1.07
Lysine لیزین	1.35	1.05
Methionine + cysteine متیونین+سیستئین	0.90	0.74
Linoleic acid لینولئیک اسید	1.73	3.16

^۱ 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.

^۲ 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 آنتی‌اکسیدانت بود.

¹ Provided per kg of ration; copper 10mg (Cupric sulfate), iron 50 mg (ferrous sulfate), manganese 100 mg (manganese oxide), 85 mg zinc (zinc sulfate), selenium 0.2 mg (sodium selenite) and iodine 1.0 mg (calcium iodate).

² Provided per kg of ration; retinol 900 IU, cholecalciferol 2000 IU, tocopherol 18.0 IU, menadione 2.0 mg, thiamine 1.8 mg, riboflavin 6.6mg, pyridoxine 3.0mg, cyanocobalamin 0.015 mg, niacin 30mg, pantothenic acid 10mg, folic acid 1.25 mg, Choline 500 mg and biotin 0.1 mg.

هیدرولیز توسط آنزیم مایروزیناز برآورد شد. کلیه‌ی داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از مدل آماری زیر، در قالب یک آزمون فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی توسط رویه‌ی GLM نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه آماری گردید و مقایسه‌ی میانگین‌ها برای هر یک از صفات به روش LSMEANS و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} : مقدار صفت مورد نظر μ : میانگین کل A_i : اثر سطح i ام مس B_j : اثر سطح j ام آرژنین AB_{ij} : اثر متقابل مس و آرژنین ε_{ijk} : اثر خطای آزمایشی یا عوامل ناشناخته در هر مشاهده. بعلاوه برای بررسی روند پاسخ تمام متغیرها به اثر تیمارهای آزمایش مقایسات چند جمله‌ای متعامد توسط رویه GLM نرم افزار SAS انجام شد.

در طول مدت آزمایش خوراک مصرفی و وزن بدن به صورت هفتگی اندازه گیری شد. در سن ۴۲ روزگی، یک قطعه جوجه از هر تکرار (دارای وزن نزدیک به میانگین تکرار) انتخاب، کشتار و خون‌گیری انجام شد. سپس محتویات درونی از شکم خارج گردید. در جوجه‌های انتخاب شده وزن سینه، وزن شش‌ها، پیش معده، سنگدان، پانکراس، روده باریک (دوازدهه، ژژنوم، ایلئوم)، سکوم‌ها، بورس فابرسیوس و طحال مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از جدا سازی سرم از نمونه‌های خونی، غلظت پروتئین کل، آلبومین، اسید اوریک و نیز میزان آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز با استفاده از کیت‌های بیوشیمیایی شرکت پارس آزمون و توسط دستگاه اتوآنالیزر (Alyson 300، ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شدند. آنالیز کنجاله کانولا به روش اسپکتوفتومتری (کلیفورد و اسمیت ۱۹۸۷) و بر مبنای مقدار گلوکز آزاد شده پس از

جدول ۲- آنالیز مقدار گلوکوزینولات کنجاله کانولا

Table 2- Analysis of glucosinolates

مقدار گلوکوزینولات کنجاله کانولا ^۱ (میکرو مول/گرم کنجاله) Glucosinolate content of canola meal (micro mol/g meal) ¹	مقدار گلوکوزینولات جیره ^۲ (میکرو مول/گرم جیره) Glucosinolate content of the diet (micro mol/g diet) ²	میزان کاهش گلوکوزینولات در جیره پس از عمل‌آوری (%) The rate of glucosinolate decline in the diet after processing %	
کنجاله کانولا بدون عمل‌آوری Canola meal without processing	18.24	6.25	-
کنجاله کانولا عمل‌آوری شده با سطح ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم Canola meal processed with 125 mg / kg copper	16.09	5.49	12.16
کنجاله کانولا عمل‌آوری شده با سطح ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم Canola meal processed with 250 mg / kg copper	11.78	4.02	35.68

n=۳^۱

^۲محاسبه گلوکوزینولات جیره تنها بر اساس گلوکوزینولات کنجاله کانولا صورت گرفته است.

^۱n=3

^۲Glucosinolate calculated only based on glucosinolate canola meal diet.

نتایج

مکمل‌سازی مس و آرژنین در جیره قرار نگرفت ($P > 0/05$). اثرات متقابل مس و آرژنین بر تمامی صفات ذکر شده معنی‌دار نبود ($P > 0/05$).

نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد بدن در جدول ۲ ارائه گردیده است. مصرف خوراک تحت تأثیر هیچ یک از سطوح مختلف مس و آرژنین قرار نگرفت ($P > 0/05$). عمل‌آوری کنجاله کانولا با سطح ۲۵۰ میلی-گرم در کیلوگرم مس باعث افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌ها گردید ($P < 0/05$)، ولی افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر هیچ یک از سطوح مکمل‌سازی شده آرژنین در طول دوره آزمایش قرار نگرفت ($P > 0/05$). هرچند مکمل‌سازی آرژنین در جیره باعث بهبود غیر معنی‌دار عملکرد به ویژه ضریب تبدیل خوراک گردید. اثرات متقابل مس و آرژنین برای هیچ کدام از پارامترهای عملکردی شامل مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در دوره آزمایشی معنی دار نشد ($P > 0/05$).

افزودن سطوح مختلف مس و آرژنین بر وزن‌های نسبی پیش معده، سنگدان، بورس فابرسیوس و طحال تأثیر معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$)، درحالی‌که وزن نسبی سینه به طور معنی‌داری با عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس ($P < 0/01$) و مکمل‌سازی سطح ۰/۲ درصد آرژنین ($P < 0/05$) افزایش یافت (جدول ۴). همچنین مکمل‌سازی سطح ۰/۲ درصد آرژنین در جیره باعث کاهش معنی‌دار درصد چربی محوطه شکمی گردید ($P < 0/01$). نتایج حاصل از اثرات عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس و مکمل‌سازی آرژنین بر وزن نسبی بخش‌های مختلف روده باریک و سکوم در جدول ۵ نشان داده شده است. وزن نسبی دوازدهه ($P < 0/05$) و ژئوژنوم ($P < 0/01$) به طور معنی‌داری با مکمل‌سازی ۰/۲ درصد آرژنین افزایش یافت. وزن نسبی سکوم نیز تنها تحت تأثیر عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس قرار گرفت و کاهش یافت ($P < 0/05$). با این وجود، وزن ایلئوم تحت تأثیر

جدول ۳- اثرات عمل‌آوری کنجاله کانولا با محلول سولفات مس و مکمل سازی آرژنین بر مصرف خوراک، افزایش وزن و

ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ی بر پایه کنجاله کانولا

Table 3- The effects of processed canola meal with copper sulfate solution and different levels of supplemental arginine on feed intake, body weight gain and feed conversion ratio in broiler chickens fed by canola meal based diet

تیمارها ^۱ Treatments	مصرف خوراک (۲۲-۴۲ روزگی) Feed intake	افزایش وزن (۲۲-۴۲) Body weight gain	ضریب تبدیل خوراک (۲۲-۴۲ روزگی) Feed conversion ratio
Cu (mg/kg) مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)			
0	2389.35	970.12 ^b	2.55 ^a
125	2330.93	1035.005 ^{ab}	2.30 ^{ab}
250	2412.48	1125.68 ^a	2.18 ^b
SEM خطای استاندارد	29.71	40.12	0.09
Arg (%) آرژنین (%)			
0	3.58	7.70	93.85
0.1	3.61	7.87	89.44
0.2	3.72	7.68	88.19
SEM خطای استاندارد	0.06	0.19	1.73
Cu × Arg مس × آرژنین			
0×0	2425.37	910.76	2.75
0×0.1	2391.59	873.34	2.74
0×0.2	2351.09	1126.26	2.15
125×0	2327.55	1097.32	2.13
125×0.1	2346.59	948.79	2.53
125×0.2	2318.66	1058.90	2.25
250×0	2348.60	1016.08	2.34
250×0.1	2537.87	1193.88	2.13
250×0.2	2350.97	1167.06	2.06
SEM خطای استاندارد	51.46	69.50	0.16
P-value سطح احتمال			
Cu	NS	*	*
Arg	NS	NS	NS
Cu × Arg	NS	NS	NS

^۱ در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (P < 0.05).

^۱Means in the same column with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

NS = بدون معنی، * = (P < 0.05)، ** = (P < 0.01)

NS: not significant, * = (P < 0.05), ** = (P < 0.01)

جدول ۴- اثرات عمل‌آوری کنجاله کانولا با محلول سولفات مس و مکمل سازی آرژنین بر وزن نسبی^۲ اندام‌های داخلی در جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ی بر پایه کنجاله کانولا در سن ۴۲ روزگی

Table 4- The effects of treated canola meal with copper sulfate solution and different levels of supplemental arginine on relative weight of internal organs² in broiler chickens fed by canola meal based diet at 22-42 d of age

تیمارها ^۱ Treatments ¹	بازده لاشه Carcass yield %	سینه Breast	پیش معده proventriculus	سنگدان Gizzard	چربی شکمی Abdominal fat %	بورس bursa	طحال spleen	شش Lungs %
Cu (mg/kg) مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)								
0	57.93 ^b	21.27 ^b	0.53	1.69	1.64	0.16	0.13	0.53
125	60.48 ^a	22.38 ^a	0.54	1.67	1.59	0.16	0.13	0.48
250	60.70 ^a	22.46 ^a	0.53	1.76	1.46	0.16	0.13	0.48
خطای استاندارد SEM	0.59	0.27	0.01	0.06	0.06	0.005	0.005	0.01
Arg (%) آرژنین								
0	58.43 ^b	21.47 ^b	0.55	1.66	1.76 ^a	0.16	0.13	0.53 ^a
0.1	59.66 ^{ab}	22.14 ^{ab}	0.54	1.73	1.60 ^a	0.17	0.12	0.49 ^{ab}
0.2	61.02 ^a	22.52 ^a	0.52	1.72	1.33 ^b	0.16	0.13	0.47 ^b
خطای استاندارد SEM	0.59	0.27	0.01	0.06	0.06	0.005	0.005	0.01
Cu × Arg مس × آرژنین								
0×0	57.31	20.79	0.52	1.69	1.92	0.16	0.14	0.57
0.1×0	57.19	21.05	0.56	1.81	1.78	0.16	0.12	0.57
0.2×0	59.28	21.99	0.52	1.59	1.21	0.16	0.13	0.46
0×125	58.69	22.04	0.57	1.65	1.65	0.16	0.13	0.52
0.1×125	60.74	22.43	0.52	1.60	1.66	0.16	0.12	0.47
0.2×125	62.01	22.67	0.53	1.75	1.45	0.17	0.13	0.46
0×250	59.27	21.57	0.55	1.66	1.70	0.15	0.13	0.50
0.1×250	61.06	22.94	0.54	1.80	1.36	0.17	0.13	0.45
0.2×250	61.77	22.88	0.52	1.84	1.34	0.15	0.13	0.50
خطای استاندارد SEM	1.03	0.46	0.01	0.11	0.11	0.009	0.008	0.02
P-value سطح احتمال								
Cu مس	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Arg آرژنین	*	NS	NS	NS	**	NS	NS	*
مس×آرژنین Arg×Cu	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^۱ در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (P<0.05).

^۲ وزن اندام بر وزن زنده ضربدر ۱۰۰

NS= بدون معنی، *(P<0.05)، **=(P<0.01)

NS: not significant, *(P<0.05), **=(P<0.01)

^۱Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

^۲organ weight / live weight ×100

جدول ۵- اثرات عمل‌آوری کنجاله کانولا با محلول سولفات مس و مکمل آرژنین بر وزن نسبی^۲ دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم و سکوم در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ی بر پایه کنجاله کانولا در سن ۴۲ روزگی
 Table 5- The effects of treated canola meal with copper sulfate solution and different levels of supplemental arginine on relative weight of duodenum, jejunum, ileum and cecal² in broiler chickens fed by canola meal based diet at 22-42 d of age

تیمارها Treatments	دوازدهه Duodenum	ژژنوم Jejunum	ایلئوم Ileum	سکوم Cecal
Cu (mg/kg) مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
0	0.72	2.14	0.97	0.26 ^a
125	0.70	2.12	0.97	0.24 ^{ab}
250	0.69	2.08	0.96	0.22 ^b
SEM خطای استاندارد	0.01	0.02	0.02	0.01
Arg (%) آرژنین				
0	0.68 ^b	2.07 ^b	0.96	0.24
0.1	0.70 ^{ab}	2.09 ^b	0.95	0.24
0.2	0.73 ^a	2.18 ^a	0.98	0.23
SEM خطای استاندارد	0.01	0.02	0.02	0.01
Arg × Cu مس × آرژنین				
0×0	0.71	2.11	0.92	0.27
0.1×0	0.71	2.04	0.99	0.27
0.2×0	0.75	2.26	0.99	0.22
0×125	0.65	2.05	0.95	0.24
0.1×125	0.69	2.15	0.93	0.22
0.2×125	0.75	2.14	1.02	0.26
0×250	0.68	2.05	1.01	0.22
0.1×250	0.69	2.07	0.94	0.22
0.2×250	0.69	2.13	0.92	0.21
SEM خطای استاندارد	0.02	0.04	0.03	0.01
P-value سطح احتمال				
Cu	NS	NS	NS	*
Arg	*	**	NS	NS
Arg×Cu	NS	NS	NS	NS

^۱ در هر ستون اعدادی دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

^۲ وزن اندام بر وزن زنده ضربدر ۱۰۰

NS: not significant, *(P<0.05), **=(P<0.01) **=(P<0.05), *=(P<0.01) بدون معنی، NS

^۱Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

^۲organ weight / live weight ×100

شده است. براساس نتایج آزمایش، غلظت پلاسمايي آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز، پروتئین کل، آلبومین، تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای

نتایج مربوط به اثرات استفاده از سطوح مختلف مس و آرژنین و اثرات متقابل آن‌ها بر فعالیت آنزیم‌های کبدی، پروتئین کل، آلبومین، اسید اوریک در جدول ۶ ارائه

آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). با این وجود با مکمل- سازی سطوح ۰/۱ و ۰/۲ درصد آرژنین در جیره سطح اسید اوریک پلاسما به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.01$).

جدول ۶- اثرات عمل‌آوری کنجاله کانولا با محلول سولفات مس و مکمل سازی آرژنین بر آنزیم‌های آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)، آلکالین فسفاتاز (ALP)، پروتئین کل، آلبومین و اسید اوریک جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ی بر پایه کنجاله کانولا در سن ۴۲ روزگی

Table 6- The effects of processed canola meal with copper sulfate solution and different levels of supplemental arginine on Alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), Total protein, Albumin and Uric Acid in broiler chickens fed by canola meal based diet at 42 d of age

Treatments	آلانین آمینو ترانسفراز (واحد بین‌المللی در لیتر) ALT(U/L)	آلکالین فسفاتاز (واحد بین‌المللی در لیتر) ALP(U/L)	پروتئین تام (میلی‌گرم در دسی لیتر) Total protein (mg/dL)	آلبومین (میلی‌گرم در دسی لیتر) Albumin(mg/dL)	اسیداوریک (میلی‌گرم در دسی لیتر) Uric Acid (mg/dL)
Cu (mg/kg) مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)					
0	6.37	2484.20	3.31	1.53	4.88
125	6.34	2567.06	3.59	1.67	4.67
250	6.75	2350.46	3.40	1.63	4.37
خطای استاندارد SEM	0.298	79.93	0.08	0.06	1.50
Arg (%) آرژنین					
0	6.47	2441.13	3.50	1.69	5.27
0.1	6.19	2537.86	3.40	1.51	4.55
0.2	6.80	2422.73	3.41	1.64	4.11
خطای استاندارد SEM	0.29	79.932	0.08	0.06	0.15
Cu × Arg مس × آرژنین					
0×0	5.84	2589.00	3.24	1.50	5.42
0×0.1	6.84	2590.40	3.42	1.48	4.74
0×0.2	6.44	2273.20	3.28	1.62	4.50
125×0	6.74	2337.00	3.68	1.74	5.28
125×0.1	5.56	2640.20	3.54	1.62	4.36
125×0.2	6.72	2724.00	3.56	1.66	4.38
250×0	6.84	2397.40	3.58	1.82	5.12
250×0.1	6.18	2383.00	3.24	1.44	4.54
250×0.2	7.24	2271.00	3.38	1.64	3.46
خطای استاندارد SEM	0.51	138.45	0.15	0.11	0.25
P-value سطح احتمال					
Cu	NS	NS	NS	NS	NS
Arg	NS	NS	NS	NS	**
Cu × Arg	NS	NS	NS	NS	NS

^۱ در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۰ درصد اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

^۱Means in the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

NS: not significant, *($P < 0.05$), **=($P < 0.01$)

NS = بدون معنی، *($P < 0.05$)=، **=($P < 0.01$)=

بحث

بنابر نتایج آزمایش (جدول ۳)، کنجاله کانولای عمل‌آوری شده با مس، موجب افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه کنجاله کانولا در دوره رشد (۴۲-۲۲) گردید. یکی از راه‌های تعدیل اثرات ضد تغذیه‌ای گلوکوزینولات‌ها در جیره تک معده‌ای‌ها، مکمل‌سازی نمک‌های فلزی می‌باشد (تریپاتی و میشر ۲۰۰۷). افزودن مس مازاد بر نیاز می‌تواند با غیرفعال نمودن ترکیبات حاصل از تجزیه گلوکوزینولات‌ها موجب کاهش اثرات بازدارندگی رشد ناشی از استفاده از سطوح بالای کنجاله کانولا گردد (لادکی و اسچون ۱۹۹۸). تریپاتی و میشر (۲۰۰۷) نشان دادند که احتمالاً افزودن مکمل مس به جیره با تغییر در نوع محصولات حاصل از تجزیه‌ی گلوکوزینولات‌ها، تشکیل کمپلکس با آن‌ها و یا تولید محصولات ثانویه‌ی حاصل از تجزیه میزان سمیت گلوکوزینولات‌ها را کاهش و ارزش تغذیه‌ای کنجاله کانولا را افزایش می‌دهد. اسچون و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که پیش عمل‌آوری کنجاله کانولا با گلوکوزینولات بالا قبل از تغذیه می‌تواند موجب تعدیل اثرات نامطلوب گلوکوزینولات‌ها بر عملکرد گردد. عمل‌آوری کنجاله کلزا با محلول سولفات مس موجب بهبود عملکرد، وضعیت غده تیروئید و هورمون‌های تیروئیدی در خوک‌های تغذیه شده با جیره‌ی حاوی کنجاله‌ی کلزا گردید (اسچون و همکاران ۱۹۸۸؛ لادکی و اسچون ۱۹۸۸ و اسچون و همکاران ۱۹۹۰). علاوه بر اینکه مس نقش مهمی در تعدیل اثرات مضر گلوکوزینولات‌ها دارد، افزودن مس به جیره طیور در سطح دارویی می‌تواند به‌عنوان محرک رشد عمل کند (پستی و باکالی ۱۹۹۶). در بیان چندین مورد از عملکردهای مهم مس به‌عنوان محرک رشد می‌توان به نقش ضد باکتری‌ای مس در از بین بردن و یا توقف رشد باکتری‌های پاتوژن در دستگاه گوارش و در نتیجه افزایش دسترسی مواد مغذی برای میزبان اشاره کرد

(هاوبیکر و همکاران ۱۹۶۱). گزارش گردیده است که مس می‌تواند موجب بهبود فعالیت آنزیم‌های هضمی از جمله پروتئازها، آمیلاز و لیپاز گردد (زیا و همکاران ۲۰۰۴). همچنین مس ممکن است در بیان ژن هورمون رشد در هیپوفیز، ترشح چندین نوروپپتید محرک رشد از هیپوتالاموس و ترشح هورمون رشد از اکسپلنت‌های هیپوفیز گاو نقش داشته باشد (ژو و همکاران، ۱۹۹۴). لو و همکاران (۲۰۱۰) و کیم و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده کردند که افزودن مس به جیره در سطوح ۱۲۵ و ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، سبب بهبود رشد و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی گردید. همچنین پیوستگان و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که ضریب تبدیل خوراک و وزن بدن جوجه‌های گوشتی با افزودن سطوح ۱۲۵ و ۲۵۰ میلی‌گرم مس در جیره در دوره رشد و پایانی بهبود یافت. از نظر تأثیر مکمل‌سازی آرژنین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، نتایج به دست آمده از این آزمایش در راستای نتایج آزمایش‌های صورت گرفته توسط روبین و همکاران (۲۰۰۷)، فرناندس و همکاران (۲۰۰۹)، فواد و همکاران (۲۰۱۳)، ساکی و همکاران (۲۰۱۳) و خواجعی و همکاران (۲۰۱۳) بود که نشان دادند مکمل‌سازی سطوح مختلف آرژنین در جیره تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت. گزارش‌های مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که آرژنین با دخالت در متابولیسم چربی‌ها در بدن باعث کاهش درصد چربی لاشه و در نتیجه افزایش کیفیت آن می‌گردد (فواد وال سنوسی ۲۰۱۲). در آزمایشی با جوجه‌های گوشتی، فواد و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که با مکمل‌سازی جیره با ۰/۲۵ درصد آرژنین نسبت چربی حفره شکمی کاهش یافت و علت آن را مهار بیان mRNA اسید چرب سنتاز در کبد و افزایش بیان mRNA کارنیتین پالمیتوئیل ترانسفراز تیپ I و هیدروکسی آسیل کوآنزیم آ دهیدروژناز در قلب بیان کردند. آنزیم‌های کارنیتین پالمیتوئیل ترانسفراز تیپ I و هیدروکسی آسیل کوآنزیم آ دهیدروژناز به‌عنوان

پروتئین مشخص شده است (خواجهلی و ویدمن ۲۰۱۰).
 ۳) آرژنین در تحریک ترشح انسولین از سلول‌های بتا پانکراس و هورمون رشد از هیپوفیز نقش دارد (فرماندس و همکاران ۲۰۰۹). هورمون رشد اثر خود را به واسطه فاکتور رشد شبه انسولین اعمال می‌کند (له اورث و همکاران ۲۰۰۱). از وظایف فاکتور رشد شبه انسولین می‌توان به تحریک آغاز فرآیندهای آنابولیک در ماهیچه‌های اسکلتی مانند تکثیر و تمایز سلول‌های بنیادی ماهیچه و تجمع پروتئین فیبر عضلانی اشاره کرد (فرماندس و همکاران ۲۰۰۹). کیم و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی بر روی خوکچه‌ها گزارش کردند که اثر مکمل‌سازی آرژنین بر رشد ماهیچه‌های بدن می‌تواند مستقل از ارتباط آن با فاکتور رشد شبه انسولین باشد. این محققین بیان داشتند که با وجود عدم تغییر غلظت هورمون‌های آنابولیک در بدن خوک‌ها، مکمل‌سازی آرژنین موجب افزایش وزن بدن گردید. محققین اشاره کرده‌اند که آرژنین احتمالاً بواسطه تغییر در تعادل بین سنتز و تجزیه پروتئین باعث افزایش کارایی استفاده از مواد مغذی در بدن در جهت سنتز پروتئین می‌گردد (تسراد و همکاران ۱۹۹۶ و فرماندس و همکاران ۲۰۰۹). اسکلان و نوی (۲۰۰۴) دریافتند که تغییر در نسبت اسیدهای آمینه و محتوی آن‌ها در جیره، کاتابولسم اسیدهای آمینه را بسیار بیشتر از آنابولسم اسیدهای آمینه تحت تأثیر قرار می‌دهد. آرژنین بواسطه سنتز گلوتامین می‌تواند در تأمین پرولین و هیدروکسی پرولین که لازمه ساخت بافت همبند می‌باشند، مشارکت داشته باشد (پاپویک و همکاران ۲۰۰۷). آرژنین از طریق افزایش تولید اکسید نیتریک می‌تواند میزان جریان خون به سمت ماهیچه‌ها را افزایش دهد (ال دراجی و صالح ۲۰۱۲). افزایش میزان جریان خون به سمت عضلات، با افزایش دریافت هورمون‌ها توسط بافت و فراهمی بیشتر کربوهیدرات و سایر مواد مغذی برای رشد ماهیچه همراه است (چارموسوپولرت و همکاران ۲۰۰۲) و آرژنین به همراه

آنزیم‌های اصلی چرخه بتا-اکسیداسیون شناخته می‌شوند (ایتون و همکاران ۲۰۰۲). افزودن آرژنین در جیره‌ی گونه‌های مختلف پرندگان می‌تواند با مهار بیان mRNA اسید چرب سنتاز کبدی و افزایش بیان mRNA کارنیتین پالمیتوئیل ترانسفراز تیپ ۱ و هیدروکسی آسیل کوآنزیم آ دهیدروژناز، اندازه سلول‌های بافت چربی را کاهش داده و لذا باعث کاهش نسبت چربی محوطه شکمی گردد (فواد و ال سنوسی ۲۰۱۲). همچنین طی مطالعات صورت گرفته مشخص شد که مهار سنتز اکسید نیتریک باعث افزایش چربی خون و ذخیره چربی در بدن موش‌ها می‌گردد و در مقابل مکمل‌سازی آرژنین باعث کاهش ذخیره چربی بدن موش‌های دیابتی شد (جابگن و همکاران ۲۰۰۹). اکسید نیتریک به‌عنوان یک مولکول سیگنالی در تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب در داخل ماهیچه‌های اسکلتی، قلب، کبد و بافت چربی، مهار سنتز چربی در سلول‌های بافت چربی و کبد و همچنین تحریک لیپولیز در سلول‌های چربی نقش دارد (جابگن و همکاران ۲۰۰۹). کروزو و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که افزایش سطح آرژنین جیره جوجه‌های گوشتی به بالاتر از سطح توصیه شده توسط NRC (۱۹۹۴)، باعث کاهش نسبت چربی لاشه گردید. مکمل‌سازی جیره اردک‌های گوشتی با سطح ۱ درصد آرژنین، به طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های گلوکز ۶-فسفات دهیدروژناز، مالات دهیدروژناز و اسید چرب سنتاز (آنزیم‌های لیپوژنیک) را کاهش داده و موجب کاهش نسبت چربی حفره شکمی در بدن گردید (وو و همکاران ۲۰۱۱). آرژنین از طریق مسیرهای مختلفی سنتز پروتئین در بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد: ۱) آرژنین برای انتقال نیتروژن به داخل عضلات جهت متابولیسم ماهیچه و افزایش جذب گلوکز به داخل ماهیچه مورد نیاز می‌باشد (باربول ۱۹۸۶). ۲) آرژنین پیش‌ساز چندین فاکتور محرک رشد مانند پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین می‌باشد که نقش آن‌ها در تحریک سنتز

جهت سنتز پروتئین باشد (پیوستگان و همکاران ۲۰۱۳). کاهش وزن نسبی سکوم در جوجه‌های تغذیه شده با کنجاله کانولای عمل‌آوری شده با سطح ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس نیز می‌تواند به علت نقش ضد میکروبی مس بر میکروفلور مستقر در سکوم و در نتیجه کاهش ظرفیت تخمیر در سکوم باشد. گزارش‌های نشان داده است که افزودن سولفات مس به جیره خوک‌ها موجب کاهش تعداد باکتری‌های اورتوتلیک (که ۷۵ درصد آن‌ها را استرپتوکوکوسی تشکیل می‌دهد)، مهار کلی فرم‌ها در سکوم و کاهش تعداد باکتری‌های استرپتوکوکوسی در مدفوع گردید (پانگ و همکاران، ۲۰۰۹). زیا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزودن ۳۶/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس به جیره باعث کاهش تعداد باکتری‌های اشریشیا کلی و کلاستردیا در روده کوچک و سکوم جوجه‌های گوشتی گردید. افزودن سطح ۰/۲ درصد آرژنین در جیره باعث افزایش معنی‌دار وزن نسبی دوازدهه و ژژنوم گردید. گزارش‌های زیادی حاکی از نقش آرژنین بر فیزیولوژی روده ارائه شده است (رودز و وو ۲۰۰۹). یکی از اصلی‌ترین مسیرهای سیگنالی سهیم در فرآیند رشد سلول که به تحریک اسیدهای آمینه نیز پاسخگو می‌باشد، هدف راپا مایسین پستانداران^۱ (mTOR) است که بسیاری از اعمال فیزیولوژیک سلول از جمله ساخت پروتئین را کنترل می‌کند (دان و توماس ۲۰۰۶؛ بوچارت اورت و همکاران ۲۰۱۰). فرآیندهای آنابولیک سلولی ایجاد شده توسط mTOR عمدتاً در پاسخ به لوسین و آرژنین ایجاد می‌شوند (هارا و همکاران ۱۹۹۸). یوان و همکاران (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند که آرژنین قادر است فعالیت و بیان ژن مسیر سیگنالی mTOR را تحریک کرده و ساخت پروتئین را افزایش و تجزیه پروتئین را مهار کند. یوان و همکاران (۲۰۱۵) در آزمایش خود با موضوع بررسی اثر تحریکی آرژنین بر بیان ژن مسیر سیگنالی

گلیسین از پیش‌سازهای ساخت کراتین در بدن هستند (خواجعی و ویدمن ۲۰۱۰). کراتین به شکل ترکیب فسفات‌ها پر انرژی کراتین فسفات برای تأمین انرژی مورد نیاز مایوزین ماهیچه و همچنین تولید مجدد آدنوزین تری فسفات از آدنوزین منو فسفات برای فعالیت طبیعی ماهیچه لازم است (خواجعی و ویدمن ۲۰۱۰). فرناندس و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند وزن سینه، وزن فیله ماهیچه سینه، قطر فیله ماهیچه سینه و قطر مایوفیبریل‌های ماهیچه با افزایش درصد آرژنین قابل هضم در جیره جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی افزایش یافت. ال دراجی و صالحی (۲۰۱۲) گزارش کردند مکمل‌سازی سطوح ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد آرژنین در جیره جوجه‌های گوشتی موجب بهبود بازده لاشه، سینه، سر ران و ته ران گردید. خواجعی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که بازده لاشه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بر پایه کنجاله کانولا با مکمل‌سازی سطوح ۰/۲ و ۰/۴ درصد آرژنین در جیره افزایش یافت. مس از افزودنی‌های غیر آنتی‌بیوتیکی محرک رشد با نقش ضد میکروبی است. یکی از مکانیسم‌های پیشنهاد شده برای مس امکان تغییر جمعیت میکروبی روده به نفع پرنده می‌باشد که از نتایج آن می‌توان به کاهش حساسیت پرنده به بیماری-ها، کاهش نفوذپذیری تدریجی لنفوسیت‌های روده‌ای و در نهایت افزایش فراهمی و جذب مواد مغذی را نام برد (پانگ و همکاران ۲۰۰۹). جمعیت میکروبی روده نقش مهمی در قابلیت دسترسی مواد مغذی برای میزبان، دارند که این نقش را با اثر بر قابلیت هضم پروتئین، نیتروژن و چربی ایفا می‌کنند (آیدین و همکاران ۲۰۱۰). با توجه به اینکه کنترل جمعیت میکروبی با کاهش میکروب‌های پاتوژن دستگاه گوارش می‌تواند باعث افزایش دسترسی مواد مغذی برای میزبان گردد، لذا احتمالاً افزایش بازده سینه در نتیجه عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس می‌تواند ناشی از نقش ضد میکروبی مس و تأثیر آن بر افزایش دسترسی مواد مغذی برای میزبان

¹ mammalian target of rapamycin (mTOR)

mTOR و سنتز پروتئین در سلول‌های اپی‌تلیال روده-ای جوجه‌های گوشتی به شکل برون تنی مشاهده کردند که تزریق سطوح ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌مول آرژنین به محیط کشت باعث تحریک ساخت و مهار تجزیه پروتئین در سلول‌های اپی‌تلیال روده‌ای جوجه‌های گوشتی گردید. این محققین در یک آزمایش برون تنی مشاهده کردند که مکمل‌سازی آرژنین به مدت ۴ روز باعث افزایش مقدار سلول‌های موجود در فاز S (هماندسازی DNA) و G2/M (سلول‌های آماده برای ورود به میتوز) و کاهش مقدار سلول‌های موجود در فاز G0/G1 (سلول‌های آماده جهت سنتز DNA سلول‌های در حال استراحت) چرخه سلولی گردید. بعلاوه نقش محافظتی اکسید نیتریک از طریق جاروب کردن گونه‌های رادیکال آزاد مانند پراکسید هیدروژن نیز می‌تواند در فعالیت سلول‌های اپی‌تلیال روده تأثیرگذار باشد (اسکات و بولتون ۲۰۰۰). خواجهلی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که مکمل‌سازی جیره جوجه‌های گوشتی با ۱ درصد آرژنین، علی‌رغم عدم تغییر در عملکرد، طول و عرض ویلی و سطح جذبی در ژنوم را افزایش داد. وو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزودن ۰/۶ درصد آرژنین به جیره خوکچه‌ها، رشد روده کوچک، طور پرزها در دوازدهه، ژنوم و ایلئوم و تعداد سلول‌های گابلت درموکوس روده (ژنوم و ایلئوم) افزایش یافت. نتایج مشابهی هم در آزمایش یائو و همکاران (۲۰۱۱) یافت شد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که مکمل‌سازی جیره با سطح ۰/۲ درصد آرژنین در جیره باعث کاهش معنی‌دار وزن نسبی شش گردید. شریفی و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که افزودن سطح ۰/۴ درصد آرژنین به جیره‌ی جوجه‌های گوشتی باعث کاهش بیان ژن اندوتلین ۱ در ریه‌ها گردید. اندوتلین ۱ قوی‌ترین ترکیب منقبض کننده عروق مترشحه از سیستم قلبی-عروقی بدن می‌باشد (شریفی و همکاران ۲۰۱۵). کاهش وزن نسبی وزن ریه‌ها

احتمالاً به علت کاهش مقاومت عروق ریوی ایجاد شده توسط آرژنین می‌باشد. افزودن آرژنین به جیره موجب کاهش معنی‌داری در سطح اسید اوریک پلاسما گردید. بنابر نتایج آزمایش‌های صورت گرفته مشخص شده است که فعالیت اکسید نیتریک عروقی، آنزیم‌های دخیل در متابولیسم اسیداوریک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کوت و همکاران ۱۹۹۶ و هاستن و همکاران ۱۹۹۸). افزایش اتساع عروق سرخرگی می‌تواند منجر به بهبود جریان خون کلیوی و لذا افزایش دفع اسیداوریک گردد (تیکارسکی و همکاران ۱۹۹۱). همچنین اکسید نیتریک با هر دو بخش فلاوین گروه پروستتیک و یون مولیبدن جایگاه فعال آنزیم گزانتین اکسیداز دارای برهم‌کنش می‌باشد (لی و همکاران ۲۰۰۰). کاهش فعالیت نیتریک اکسید سنتاز عروقی موجب افزایش تولید اسید اوریک می‌گردد (آندرو و همکاران ۲۰۱۱). کوت و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که استفاده از آرژنین منجر به کاهش فعالیت آنزیم گزانتین اکسیداز در موش گردید. بعلاوه آنیون پروکسی نیتريت نیز ممکن است در روند کاهش سطوح اسیداوریک پلاسما شرکت داشته باشد (آندرو و همکاران ۲۰۰۱). آنیون پروکسی نیتريت از واکنش اکسید نیتریک با آنیون سوپراکسید تشکیل می‌شود (آندرو و همکاران ۲۰۰۱). اسیداوریک می‌تواند به سرعت توسط پروکسی نیتريت اکسید شده و در نتیجه از پلاسما پاک شود (هاستن و همکاران ۱۹۹۸). به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که عمل‌آوری کنجاله کانولا با مس می‌تواند باعث کاهش اثرات مضر گلوکوزینولات‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی گردد. علاوه بر این افزودن ۰/۲ درصد آرژنین می‌تواند باعث تغییر متابولیسم انرژی به سمت ذخیره پروتئین و بهبود کیفیت لاشه گردد.

منابع مورد استفاده

- Andrew J, Maxwell MD, Kristen A and Bruinsma MS, 2001. Uric Acid Is Closely Linked to Vascular Nitric Oxide Activity. *Journal of the American College of Cardiology* 38: 1850-1858.
- Aydin A, Pekel AY, Issa G, Demirel G and Patterson PH, 2010. Effect of dietary copper, citric acid and microbial phytase on digesta pH and ileal and carcass microbiota of broiler chickens fed a low available phosphorus diet. *Journal of Applied Poultry Research* 19:422-431.
- Balch MD, James F, Balch CNC and Phyllis A, 1997. Prescription for nutritional healing 2nd Edn. Avery Publishing group, New York pp: 35-36.
- Ball RO, Urschel KL and Pencharz PB, 2007. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. *Journal of Nutrition* 137:1626-1641.
- Barbul A, 1986. Arginine: Biochemistry, physiology, and therapeutic implications. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 10:227-238.
- Bauchart-Thevret C, Cui L, Wu G and Burrin DG, 2010. Arginine-induced stimulation of protein synthesis and survival in IPEC-J2 cells is mediated by mTOR but not nitric oxide. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism* 299: 899-909.
- Caspary WF, 1992. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. *American Journal of Clinical Nutrition* 55: 299-308.
- Chamruspollert G, Pesti GM and Bakalli RI, 2002. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. *British Journal of Nutrition* 88: 655-660.
- Choct M, Naylor A, Hutton O and Nolan J, 2000. Increasing efficiency of lean tissue composition in broiler chickens. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No 98/123.
- Clandinin DR and Robblee AR, 1983. Canola meal can be good source of high quality protein for poultry. *Feedstuffs* 55: 36-37.
- Clifford A and Smith DV, 1987. Rapid method for determining total glucosinolates in rapeseed by measurement of enzymatically released glucose. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 38: 141-150.
- Corzo A, Moran ETJ and Hoehler D, 2003. Arginine need of heavy broiler males: applying the ideal protein concept. *Poultry Science* 82: 402-407.
- Cote CG, Yu FS, Zulueta JJ, Vosatka RJ and Hassoun PM, 1996. Regulation of intracellular xanthine oxidase by endothelial-derived nitric oxide. *American Journal of Physiology* 271: 869-874.
- Cui HX, Zheng MQ, Liu RR, Zhao GP, Chen JL and Wen J, 2012. Liver dominant expression of fatty acid synthase (FAS) gene in two chicken breeds during intramuscular-fat development. *Molecular Biology Reports* 39:3479-3484.
- Dann SG and Thomas G, 2006. The amino acid sensitive TOR pathway from yeast to mammals. *The Federation of European Biochemical Societies Letters* 580:2821-2829.
- Eaton S, 2002. Control of mitochondrial beta-oxidation flux. *Progress in Lipid Research* 41: 197-239.
- Fernandes JIM, Murakami AE, Martins E, Sakamoto MI and Garcia ERM, 2009. Effect of arginine on the development of the pectoralis muscle and the diameter and the protein: deoxyribonucleic acid rate of its skeletal myofibers in broilers. *Poultry Science* 88: 1399-1406.
- Fouad AM, El-Senousey HK, Yang XJ and Yao JH, 2013. Dietary L-arginine supplementation reduces abdominal fat content by modulating lipid metabolism in broiler chickens. *Animal Science* 7:1239-1245.
- Fouad AM and El-Senousey HK, 2012. Nutritional Factors Affecting Abdominal Fat Deposition in Poultry: A Review. *Asian Australas. Journal of Animal Scienc* 27: 1057-1068.
- Hara K, Yonezaw K, Weng QP, Kozlowski MT, Belham C and Avruch J, 1998. Amino acid sufficiency and mTOR regulate p70 S6 kinase and eIF-4E BP1 through a common effector mechanism. *Journal of Biology Chemestiry* 273:14484-14494.
- 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.
- Houston M, Chumley P, Radi R, Rubbo H and Freeman BA, 1998. Xanthine oxidase reaction with nitric oxide and peroxynitrite. *Archive for Biochemistry and Biophysics* 355:1-8.

- 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.
- Jobgen W, Meininger CJ, Jobgen SC, Li P, Lee MJ, Smith SB, Spencer TE, Fried SK and Wu G, 2009. Dietary L-arginine supplementation reduces white fat gain and enhances skeletal muscle and brown fat masses in diet-induced obese rats. *Journal of Nutrition* 139: 230-237.
- 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 and Wideman RF, 2010. Dietary arginine: metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships. *World's Poultry Science Journal* 66: 751-766.
- Khajali F, Heydari Moghaddam M and Hassanpour H, 2013. An L-Arginine supplement improves broiler hypertensive response and gut function in broiler chickens reared at high altitude. *International Journal of Biometeorology* 58:1175-1179.
- Khajali F and Slominski BA, 2012. Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. *Poultry Science* 91:2564-2575.
- 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.
- 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.
- Kim DH and Sabatini DM, 2004. Raptor and mTOR: Subunits of a nutrient-sensitive complex. *Current Topics in Microbiology and Immunology* 279:259-270.
- Kim GB, Seo YM, Shin KS, Rhee AR, Han J and Paik IK, 2011. Effects of supplemental copper-methionine chelate and copper-soy-protein on performance, blood parameters, liver mineral content and intestinal microflora of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 20:21-32.
- Le Roith D, Bondy C, Yakar S, Liu JL and Butler A, 2001. The somatomedin hypothesis: 2001. *Endocrine Reviews* 22:53-74.
- Lee C, Liu X and Zweier JL, 2000. Regulation of xanthine oxidase by nitric oxide and peroxynitrite. *Journal of Biological Chemistry* 275:9369-76.
- Lu L, Wang RL, Zhang ZJ, Steward FA, Luo X and Liu B, 2010. Effect of dietary supplementation with copper sulphate or tribasic copper chloride on growth performance, liver copper concentrations of broiler in floor pens, and stabilities of vitamin E and phytase in feeds. *Biological Trace Elements Research* 138:181-189.
- Marangos A and Hill R, 1974. The hydrolysis and absorption of thioglycosides of rapeseed meal. *Proceedings of the Nutrition Society* 33:90A (abstract).
- Mawson R, Heany RK, Piskula M and Kozłowska H, 1993. Rapeseed meal glucosinolates and their antinutritional effects. Rapeseed production and chemistry of glucosinolates. *Die Nahrung* 37: 131-140.
- McNeill L, Bernard K and MacLeod MG, 2004. Food intake, growth rate, food conversion and food choice in broilers fed on diets high in rapeseed meal and pea meal, with observations on sensory evaluation of the resulting poultry meat. *British Poultry Science* 45:519-523.
- Murakami AE, Fernandes JIM, Hernandez L and Santos, TC, 2012. Effects of starter diet supplementation with arginine on broiler production performance and on small intestine morphometry. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 32: 259-266.
- NRC, 1994. *Nutrient Requirements for Poultry*, ninth rev. ed. National Research Council, NY.
- Pang Y, Patterson JA and Applegate TJ, 2009. The influence of copper concentration and source on ileal microbiota. *Poultry Science* 88:586-592.
- 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.
- Pesti GM, Bakalli RI, 1996. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. *Poultry Science* 75: 1086-1091.
- Pluske JR, Hampson DJ and Williams IH, 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig – a review. *Livestock Production Science* 51: 215- 236.

- Popovic PJ, Zeh HZ and Ochoa JB, 2007. Arginine and immunity. *Journal of Nutrition* 137:1681–1686.
- Rhoads JM and Wu GY, 2009. Glutamine, arginine, and leucine signaling in the intestine. *Amino Acids* 37:111–122.
- 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.
- Rubin LL, Canal CW, Ribeiro ALM, Kessler A, Silva I, Trevizan L, Viola T, Raber M, Gonçalves TA and Krás R, 2007. Effects of Methionine and Arginine Dietary Levels on the Immunity of Broiler Chickens Submitted to Immunological Stimuli. *Brazilian Journal of Poultry Science* 9: 241-247.
- Saki AA, Haghghat M and Khajali F, 2013. Supplemental arginine administered in ovo or in the feed reduces the susceptibility of broilers to pulmonary hypertension syndrome. *British Poultry Science* 54:575-580.
- Schöne F, Jahreis G and Richter G, 1993. Evaluation of rapeseed meal in broiler chicks: effect of iodine supply and glucosinolate degradation by myrosinase and copper. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 61: 245-252.
- Schone 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.
- Schone 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.
- Scott GS and Bolton C, 2000. L-Arginine modifies free radical production and the development of experimental allergic encephalomyelitis. *Inflammation Research* 49:720–726.
- Sharifi MR, Khajali F, Hassanpour H, Pour-Reza J and Pirany N, 2015. Supplemental L-arginine Modulates Developmental Pulmonary Hypertension in Broiler Chickens Fed Reduced-Protein Diets and Reared at High Altitude. *Poultry Science Journal* 3: 47-58.
- Sklan D and Noy Y, 2004. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: Effect of dietary supply. *Poultry Science* 83:952–961.
- Tan X, Hu SH and Wang XL, 2007. Possible role of nitric oxide in the pathogenesis of pulmonary hypertension in broilers: a synopsis. *Avian Pathology* 36: 261-267.
- Tesseraud S, Maa N, Peresson R and Chagneau AM, 1996. Relative responses of protein turnover in three different skeletal muscles to dietary lysine deficiency in chicks. *British Poultry Science* 37:641–650.
- 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.
- Tykowski A, 1991. Evaluation of renal handling of uric acid in essential hypertension: hyperuricemia related to decreased urate secretion. *Nephron* 59:364–8.
- Wu LY, Fang YJ and Guo XY, 2011. Dietary L-arginine supplementation beneficially regulates body fat deposition of meat-type ducks. *British Poultry Science* 52: 221–226.
- Wu X, Ruan Z, Gao Y, Yin Y, Zhou X, Wang L, Geng M, Hou Y and Wu G, 2010. Dietary supplementation with L-arginine or N-carbamyl glutamate enhances intestinal growth and heat shock protein-70 expression in weanling pigs fed a corn- and soybean meal-based diet. *Amino Acids* 39: 831-839.
- Xia MS, Hu HC and Xu RZ, 2004. Effects of copper bearing montmorillonite on growth performance, digestive enzyme activities and intestinal microflora and morphology of male broiler. *Poultry Science* 83: 1868-1875.
- Yao K, Guan S, Li T, Huang R, Wu G, Ruan Z and Yin Y, 2011. Dietary L-arginine supplementation enhances intestinal development and expression of vascular endothelial growth factor in weanling piglets. *British Journal of Nutrition* 105: 703-709.

- Yuan C, Ding Y, Qiang He, Azzam MMM, Lu JJ and Zou X T, 2015. L-arginine upregulates the gene expression of target of rapamycin signaling pathway and stimulates protein synthesis in chicken intestinal epithelial cells. *Poultry Science* 94:1043–1051.
- Zeb A, 1998. Possibilities and limitations of feeding rapeseed meal to broiler chicks. Ph.D. degree thesis. Georg-August University Goettingen 125pp.
- Zhou W, Kornegay ET, Lindemann MD, Swinkels JWGM, Welton MK and Wong E A, 1994. Stimulation of growth by intravenous injection of copper in weanling pigs. *Journal of Animal Science* 72: 2395–2403.

Influence of supplementing different levels of arginine to diets based on canola meal untreated or treated with copper on performance, organ weights and blood parameters of broilers

S Azimi Youvalari¹, P Farhoomand², S Payvastegan³ and P Baghban Kanani^{4*}

Received: March 10, 2016 Accepted: April 26, 2017

¹MSc Graduated, 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

⁴PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: Email: p.baghbakanani@tabrizu.ac

Introduction: The name canola was adopted for the double low varieties of rapeseed in 1979. By definition Canola seeds contain less than 2% and 30 μ moles for erucic acid and glucosinolates in defatted meal, respectively. Although the United States Department of Food and Drug Administration recognised Canola as a separate species, in the scientific writings the names canola and double low or double zero-rapeseed are used interchangeably (Zeb 1998). Glucosinolates are secondary plant metabolites that occur in all Brassica-originated feeds and fodders. Content and composition of Glcs vary due to plant species, agronomic practices and climatic conditions (Tripathi and Mishra 2007). Glucosinolates are present in all plant parts and are physically separated from the enzyme myrosinase. Injury of plant tissues during processing or ingestion facilitates the contact between Glucosinolates and myrosinase enzyme. The Glucosinolates are then hydrolysed by both myrosinase enzyme present in plant and myrosinase produced by intestinal microflora, to release a range of breakdown products (Tripathi and Mishra 2007).

Material and methods: A total of 405, 1-d-old male broiler chicks (Ross 308) obtained from a local hatchery and randomly allotted to 1 of 45 floors pens (with 5 replicates and 9 chicks in each replicate) measuring 1.5 m². The 1-d-old Chicks were weighed individually and allocated to pens so that their initial weights were similar across all pens. Three levels of treated Canola meal with copper sulphate (0, 125 and 250 mg/kg) and Arginine (0, 0.1 and 0.2%) in a 3×3 factorial design and nine dietary combinations in equinitrogenous and equicaloric diets (Table 1). The basal diets were formulated according the Ross requirements (Aviagen Company) guideline. The nine treatment diets were 1) 0 mg/kg of copper and 0 % of Arg, 2) 0 mg/kg of copper and 0.1 % of Arg, 3) 0 mg/kg of copper and 0.2 % of Arg, 4) 125 mg/kg of copper and 0 % of Arg, 5) 125 mg/kg of copper and 0.1 % of Arg, 6) 125 mg/kg of copper and 0.2 % of Arg, 7) 250 mg/kg of copper and 0 % of Arg, 8) 250 mg/kg of copper and 0.1 % of Arg, 9) 250 mg/kg of copper and 0.2 % of Arg. All chicks were provided ad libitum access to water and their assigned diets (in mash form). Source of copper was sulfate pentahydrate (Merck Company, Germany) and after calculating, the purity was added to basal diets. The experiment lasted for 21 d (21-42 d), and 24 h of light was provided throughout the experiment. Throughout the trials, feed was weighted when delivered and when mortality occurred. Based on the recorded data, feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR), body weight (BW) and body weight gain (BWG) were calculated. On day 42 of Trial, one bird per pen were randomly selected and commercially slaughtered for whole carcass analysis after 12 hours of fasting. After slaughter, the organs such as breast, thigh, drumstick, abdominal fat, lungs and intestine were weighted. For treating canola meal with copper sulfate ion, spray method was used. At first, canola meal were milled by grinder, then 1.47 and 2.93 grams of copper sulfate Pentahydrate is completely dissolved in 900 cc of water (per kg of canola meal) and were sprayed

uniformly on canola meal. Treating canola meal was heated for 24h at 60°C until to ensuring constant weight. After complete drying, canola meal treated with copper, ready to mix with other part of experimental diet (table 4). The experiment was conducted using completely randomized design with factorial structure. Data were subjected to ANOVA using the GLM procedure (SAS, version 9.1) as a 3×3 factorial, with the main effects of copper and Arginine, and the Arginine × copper interaction. Significant means among variables were separated by Duncan's multiple range tests at 5% level of significance.

Results and discussion: Average daily gain and feed conversion ratio were significantly affected ($P<0.05$) by 250 mg/kg copper treatment. Canola meal treatments with Cu ($P<0.01$) and addition of 0.2% Arg ($P<0.05$) significantly increased proportion of breast muscle. Also the use of 0.2% Arg significantly declined proportion of abdominal fat ($P<0.01$) and lungs weight ($P<0.05$) and conversely increased proportion of duodenum ($P<0.05$) and jejunum ($P<0.01$). Cecal relative weight was observed the lowest ($P<0.05$) for birds fed diets based on canola meal treated with 250 mg/kg Cu. Birds fed diets which supplemented by 0.2% Arg had lower ($P<0.01$) plasma uric acid concentration versus other supplementation levels. The broiler chick's nutritional requirement for copper is approximately 8 mg/kg (NRC 1994). Various processing techniques were applied to remove glucosinolates in order to minimize their deleterious effects on animals. One way to reduce the deleterious effects of glucosinolates in monogastric diets, supplementation with metal salts (Tripathi and Mishra 2007). The growth stimulation effects of Cu could be attributed to shifting the gastrointestinal microbiota, thereby reducing susceptibility of birds to disease, reducing intestinal lymphocyte recruitment and infiltration, and thus increasing nutrient absorption. Interestingly addition of Cu sulfate could improve intestinal mucosal-morphology, which may contribute to improve nutrient availability and is associated with increasing goblet cell numbers, total goblet cell area, goblet cell mean size, mucosal thickness and a greater number of segmented filamentous bacteria compared with controls (Payvastegan et al. 2013). Khajali et al (2013) demonstrated that supplementation of broiler diets with 1% arginine, despite any change in performance, enhanced the length and width of villus in the jejunum.

Conclusions: In conclusion, the results of this study showed that treatments of canola meal with Cu could alleviate adverse effects of glucosinolate on broilers performance. Moreover, these findings suggested that addition of 0.2% Arg able to change energy metabolism toward protein deposition.

Keywords: Arginine supplementation, Copper treatment, Performance, Broilers