

بررسی نسبت‌های ایده‌آل آرژنین به لایزین قابل هضم با و بدون مکمل گوانیدینواستیک اسید بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های بوقلمون

• حمید اسماعیلی

دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

• سید ناصر موسوی (نویسنده مسئول)

گروه علوم دامی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

• نیما ایلا

گروه علوم دامی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۶

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۶۰۲۱۳۲

Email: snmousavi@hotmail.com

• حامد محمدی

گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

به منظور بررسی نسبت‌های ایده‌آل آرژنین به لایزین قابل هضم با و بدون مکمل گوانیدینواستیک اسید بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های بوقلمون، تعداد ۴۸۰ قطعه جوجه یک روزه بوقلمون نر (BUT6) به صورت فاکتوریل ۲×۴، به ۸ تیمار، ۶ تکرار و ۱۰ قطعه در هر تکرار اختصاص یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ نسبت مختلف آرژنین به لایزین قابل هضم (۸۵، ۹۵، ۱۰۵ و ۱۱۵ درصد) و ۲ سطح کرامینو به عنوان منبع گوانیدینواستیک اسید (GAA، صفر و ۰/۰۶ درصد) در دو دوره سنی آغازین (۲۱-۰ روزگی) و رشد (۴۹-۲۲ روزگی) مورد استفاده قرار گرفتند. در پایان دوره از هر واحد آزمایشی دو پرنده به طور تصادفی انتخاب و کشتار شده و خصوصیات لاشه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، تیمار با نسبت ۸۵ درصد آرژنین به لایزین نسبت به تیمارهای ۱۰۵ و ۱۱۵ درصد بدون مکمل GAA افزایش وزن کمتری داشتند و افزودن GAA آن را جبران کرد. استفاده از مکمل GAA، طی دوره‌ی رشد و کل دوره، به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان خوراک مصرفی شد. گروه‌های با نسبت ۸۵ درصد آرژنین به لایزین در مقایسه با نسبت‌های دیگر به طور معنی‌داری ضریب تبدیل خوراک بیشتری در دوره آغازین داشتند. در همه دوره‌ها سطح ۰/۰۶ درصد GAA به طور معنی‌داری ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد. افزودن مکمل GAA درصد وزن لاشه، سینه و بال را به طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج این آزمایش نشان داد، مکمل GAA می‌تواند اثرات کمبود سطوح پایین آرژنین در جیره بوقلمون‌های نر جوان را جبران و عملکرد را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: بازده لاشه، بوقلمون، عملکرد، گوانیدینواستیک اسید، نسبت آرژنین به لایزین

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 116 pp: 205-218

Effects of ideal ratios of digestible Arg:Lys with or without guanidinoacetic acid on growth performance and carcass traits of turkey poults

By: H. Esmaili¹, S. N. Mousavi^{2*}, N. Eila³, H. Mohammadi⁴

1: MSc Graduate, Department of Animal Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

2: Department of Animal Science, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

3: Department of Animal Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

4: Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran

Received: August 2016

Accepted: March 2017

A total of 480 one-day-old male turkey (B.U.T.6) were assigned to eight treatments with six replicates and 10 birds in each replicate in a 4x2 factorial arrangement. Treatment groups were four ideal ratios of digestible Arg to Lys (85, 95, 105, and 115%) and two levels of CreAmino (0 and 0.06%) as a guanidinoacetic acid (GAA) source. Body weight gains (BWG), feed conversion ratio (FCR) and feed intake (FI) were measured during two periods of starter (0-21d) and grower (22-49d). At the end of experiment (49 d) two birds per replicate were selected, slaughtered and their carcass traits were measured. The main effect of Arg:Lys on BWG was significant during starter period ($P<0.05$). Birds fed diets with 85 % Arg:Lys ratio without GAA had significantly lower BWG compared to 105 and 115 % ratios ($P<0.05$). Dietary supplementation of GAA improved the lower BWG. During the growing and overall periods, dietary addition of GAA significantly decreased FI ($P<0.05$). FCR was significantly higher for birds fed diets with 85% digestible Arg:Lys compared to the higher Arg:Lys ratios at starter period ($P<0.05$). Dietary supplementation of GAA (0.06%) significantly improved FCR ($P<0.05$). The main effect of GAA addition (0.06%) was significant for carcass, breast and wing yield ($P<0.05$). Results of the current experiment showed that dietary GAA supplementation has a potential to compensate low Arg:Lys ratio in turkey poults and improve growth performance.

Key words: Arg:Lys ratio, Carcass yield, Guanidino acetic acid, Performance, Turkey

مقدمه

(Waguespack و همکاران، ۲۰۰۹؛ Han و همکاران، ۱۹۹۲؛ Fernandez و همکاران، ۲۰۰۰). در جیره های بوقلمون بر اساس توصیه منابع مختلف به خصوص در دوره آغازین، آرژنین، پس از متیونین، لایزین و ترئونین به عنوان چهارمین آمینواسید محدود کننده به حساب می آید (Aviagen Turkeys، ۲۰۱۲). یکی از اعمال آرژنین شرکت در ساختمان گوانیدینوآستیک اسید (GAA) است. ^۱GAA ماده پیش ساز کراتین بوده و در کبد و کلیه از آرژنین و گلایسین ساخته می شود و بعد از متیله شدن با اس-آدنوزیل متیونین^۲ به کراتین تبدیل می شود. تبدیل آمینواسید

امروزه در تغذیه طیور، تامین دقیق احتیاجات پرنده، کاهش هزینه های جیره و توجه به اثرات زیست محیطی آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کاهش سطح پروتئین جیره و تامین آمینو اسیدها از منبع سنتتیک یکی از راهکارهای تامین دقیق آمینواسیدهای مورد نیاز پرنده، کاهش هزینه جیره و کاهش دفع نیتروژن به محیط می باشد (Dilger و همکاران، ۲۰۱۳). از راه های دیگر کاهش هزینه، استفاده از مواد جایگزین یا پیش ساز آمینواسیدها با قیمت پایین نسبت به آمینواسیدهای مصنوعی است. آرژنین یکی از آمینواسیدهای مهم و به عنوان پنجمین آمینواسید محدود کننده در جیره غذایی طیور برپایه کنجاله سویا-ذرت می باشد

¹-Guanidinoacetic acid

² S-adenosylmethionin

سطح پروتئین و در نتیجه قیمت جیره های بوقلمون را کاهش داد، ضمن اینکه از سایر قابلیت‌های GAA در جیره‌های بوقلمون نیز بهره برد. بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی اثر نسبت‌های ایده-آل مختلف آرژنین به لایزین قابل هضم، با و بدون مکمل GAA بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه بوقلمون‌های نر بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۶۴۰ قطعه جوجه‌ی یک روزه‌ی بوقلمون نر سویه BUT6 به صورت فاکتوریل ۲×۴ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی به ۶ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ نسبت آرژنین به لایزین قابل هضم (۸۵، ۹۵، ۱۰۵ و ۱۱۵ درصد) در دو سطح GAA (صفر و ۰/۰۶ درصد، به عنوان منبع GAA) بود. جوجه‌ها تا سن ۴۹ روزگی پرورش داده شدند. در طی این مدت، جوجه‌ها دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند. جوجه‌های بوقلمون در سن ۱۰ روزگی نوک‌چینی شدند. پرورش جوجه‌ها بر اساس توصیه‌های راهنمای پرورش سویه BUT6 انجام گرفت. تا سن ۳ روزگی، از ۲۴ ساعت روشنایی مداوم استفاده شد. از روز هفتم تا روز چهاردهم روزی یک ساعت خاموشی اضافه شد و از روز چهاردهم تا آخر دوره ۷ ساعت خاموشی استفاده شد. شدت روشنایی در حد ۲۵ لوکس با دیمر نصب شده در سالن تنظیم و تامین شد. به منظور افزایش دقت در تنظیم جیره‌های آزمایشی ابتدا نمونه‌هایی از ذرت و کنجاله سویای مورد استفاده در جیره، جهت تعیین میزان پروتئین خام و آنالیز پروفایل آمینواسیدها به روش طیف‌بینی با اشعه مادون قرمز^۵، به آزمایشگاه شرکت ایوانیک آلمان فرستاده شد. سپس بر اساس داده‌های بدست آمده و با توجه به توصیه‌های تغذیه‌ای راهنمای پرورشی BUT6 جیره‌های آزمایشی برای دو مرحله تغذیه‌ای آغازین (۱-۲۱ روزگی) و رشد (۲۲-۴۹ روزگی) تنظیم و به صورت آردی تهیه شدند (جدول‌های ۱ و ۲). برای ایجاد نسبت‌های آرژنین به لایزین قابل هضم پروتئین خام جیره تا حفظ حداقل نسبت آرژنین به لایزین ۸۵ درصد کاهش داده شد. برای ایجاد نسبت‌های بالاتر، از آرژنین مصنوعی استفاده شد. علی‌رغم کاهش سطح پروتئین از میزان توصیه راهنما، سطح تمامی

ال-آرژنین و گلايسين به GAA توسط آنزیم AGAT^۳ و تبدیل GAA به کراتین با استفاده از اس-آدنوزیل متیونین و در حضور آنزیم GAMT^۴ صورت می‌گیرد. کراتین حاصل وارد جریان خون شده و در تمام بدن خصوصاً در بافت‌های عضلانی انتشارگسترش می‌یابد و به عنوان یک ذخیره سلولی فسفات پر انرژی و سیستم انتقال انرژی عمل می‌کند (Kaddurah و Wyss، ۲۰۰۰).

کراتین مورد نیاز در حیوانات در حال رشد بیشتر از حیوانات بالغ است و حیوانات سریع‌الرشد قادر به سنتز تمام کراتین مورد نیاز خود می‌باشند (Wallimann و همکاران، ۱۹۹۲). در تحقیقی بر نوزادهای خوک مشخص شد که ۷۵ درصد از کراتین مورد نیاز توسط خود حیوان ساخته می‌شود و ۲۵ درصد دیگر بایستی از طریق شیر تامین شود (Brosnan و همکاران، ۲۰۰۹). در تغذیه طیور جیره‌های گیاهی رایج، فاقد کراتین و GAA بوده و باید در بدن پرنده سنتز شوند. بر اساس گزارشات موجود سنتز کراتین و GAA در جوجه‌های گوشتی نیز برای حداکثر عملکرد کافی نمی‌باشد (Lemme و همکاران، ۲۰۰۷ a,b). در تحقیقات صورت گرفته روی GAA استفاده از این محصول اثرات مثبتی روی برخی از صفات عملکرد جوجه‌های گوشتی و بوقلمون داشته است (Dilger و همکاران، ۲۰۱۳؛ Lemme و همکاران، ۲۰۰۷ a,b؛ ۲۰۱۰؛ Michiels و همکاران، ۲۰۱۲). Mousavi و همکاران، (۲۰۱۳) نشان دادند استفاده از GAA در جیره سبب بهبود ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی پرورش جوجه شد. اخیراً در تحقیقی مشخص شد که GAA قابلیت جایگزینی با آرژنین جیره را دارد (Bryant-Angeloni، ۲۰۱۰؛ Dilger و همکاران ۲۰۱۳). با توجه به اینکه در جیره‌های آغازین و رشد بوقلمون بر پایه ذرت و سویا، آرژنین پس از متیونین، لایزین و ترئونین، چهارمین آمینواسید محدود کننده بوده و عدم استفاده از منبع سنتتیک این آمینواسید، سطح بالایی از پروتئین جیره را تحمیل می‌کند. به نظر می‌رسد با جایگزینی بخشی از آرژنین با GAA (Dilger و همکاران ۲۰۱۳) بتوان

³ Arginine:glycine amidinotransferase

⁴ Guanidinoacetate N-Methyl transferase

⁵ Near Infrared Spectroscopy

نتایج

اثرات اصلی و متقابل نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین و مکمل GAA بر افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و خصوصیات لاشه در جداول ۳ تا ۶ نشان داده شده است. در بررسی اثر اصلی نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین بر افزایش وزن در دوره آغازین (۲۱-۱ روزگی) بوقلمون‌هایی که از تیمار ۸۵ درصد آرژنین به لایزین استفاده کرده بودند دارای افزایش وزن کمتری نسبت به سطوح بالاتر آرژنین به لایزین (۹۵، ۱۰۵ و ۱۱۵) بودند ($P < 0/05$) ولی نسبت‌های ۹۵، ۱۰۵ و ۱۱۵ اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. اثر اصلی افزودن GAA بر افزایش وزن در دوره‌های مختلف معنی دار نبود. در بررسی اثرات متقابل نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین و مکمل GAA بر افزایش وزن مشخص شد که تیمارهای ۱۰۵ و ۱۱۵ درصد بدون مکمل GAA (سطح صفر درصد) نسبت به تیمار ۸۵ درصد بدون مکمل GAA باعث افزایش وزن بیشتر پرنده‌ها در دوره آغارین شدند ($P < 0/05$) در حالی که چنین تفاوتی با تیمار ۸۵ درصد GAA مشاهده نشد. اثرات اصلی و متقابل نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین بر افزایش وزن در دوره‌های رشد و کل دوره معنی دار نبود ($P > 0/05$).

آمینواسیدهای ضروری با استفاده از آمینواسیدهای مصنوعی متوازن شد. برای محاسبه میزان آمینواسیدهای قابل هضم مواد خوراکی از ضرایب هضمی شرکت ایوانیک استفاده شد. مکمل GAA استفاده شده در این آزمایش با نام تجاری کرآمینو بود. کرآمینو محصول شرکت ایوانیک آلمان ماده‌ای گرانوله و پودری سفید رنگ با فرمول شیمیایی $C_3H_7N_3O_2$ ، از مشتقات آمینواسید گلايسين و حاوی حداقل ۹۶ درصد GAA بود.

صفات عملکردی شامل افزایش وزن بدن، میزان خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در دو دوره سنی آغازین (۲۱-۱ روزگی) و رشد (۴۹-۲۲ روزگی) اندازه گیری یا محاسبه شدند. در سن ۴۹ روزگی تعداد دو قطعه پرنده از هر پن آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و خوراک به مدت ۱۲ ساعت از دسترس آنها خارج شده، سپس کشتار شدند. پس از کشتار، اجزا لاشه تفکیک و توزین شدند. سپس هر یک به صورت درصدی از وزن زنده محاسبه شد.

داده‌های آزمایش با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS 9.1 با رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی^۶ انجام شد. مدل آماری طرح مورد استفاده به صورت زیر بود.

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ij}$$

y_{ij} = مقدار هر مشاهده

μ = میانگین داده‌ها

α_i = اثر عامل نسبت آرژنین به لایزین قابل هضم

β_j = اثر عامل گوانیدینوآستیک اسید

$\alpha\beta_{ij}$ = اثر متقابل دو عامل α و β

e_{ij} = اثر خطای آزمایشی

⁶ Least squares means (LS-means)

جدول ۱- ترکیب مواد خوراکی جیره های آزمایشی در دوره آغازین و رشد

تیمارها								
رشد (۲۲-۴۹ روزگی)				آغازین (۰-۲۱ روزگی)				نسبت آرژنین به لیزین (درصد)
۱۱۵	۱۰۵	۹۵	۸۵	۱۱۵	۱۰۵	۹۵	۸۵	
۵۳/۶۲	۵۳/۹۱	۵۴/۲۱	۵۴/۵۵	۴۷/۴۹	۴۷/۸۳	۴۸/۱۷	۴۸/۵۱	ذرت
۳۴/۱۷	۳۴/۱۲	۳۴/۰۷	۳۳/۹۶	۴۰/۰۴	۳۹/۹۸	۳۹/۹۲	۳۹/۸۶	کنجاله سویا (۰/۴۶/۳)
۲/۱۹	۲/۰۹	۱/۹۹	۱/۸۸	۱/۸۳	۱/۷۲	۱/۶۱	۱/۴۹	روغن سویا
۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۰	سبوس گندم
۲/۹۹	۲/۹۹	۲/۹۹	۲/۹۹	۳/۲۸	۳/۲۸	۳/۲۸	۳/۲۸	دی کلسیم فسفات
۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۹	۱/۴۹	۱/۴۹	۱/۴۹	کربنات کلسیم
۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	نمک
۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	جوش شیرین
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی ^۱
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی ^۲
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	ضد کوکسیدیوز (کلینوکس)
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	کولین کلراید ۶۰٪
۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	دی ال - متیونین
۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	ال - لایزین هیدروکلراید
۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	ال - تروفونین
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	ال - والین
۰/۴۴	۰/۳۰	۰/۱۵	۰	۰/۵۰	۰/۳۴	۰/۱۷	۰	ال - آرژنین
۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	ال - ایزولوسین
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰	۰	۰	ال - تریپتوفان
۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	پرکننده

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامینه حاوی ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۴ میلی‌گرم ویتامین K3، ۰/۱۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۰/۱۵ میلی‌گرم بیوتین، ۱ میلی‌گرم فولاسین، ۳۰ میلی‌گرم نیاسین، ۲۵ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۲/۹ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۶/۶ میلی‌گرم ریوفلاوین، ۳/۵ میلی‌گرم تیامین بود.
 ۲- هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی حاوی ۱۰ میلی‌گرم مس، ۰/۹۹ میلی‌گرم ید، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۹۹ میلی‌گرم، اکسید منگنز، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۸۴ میلی‌گرم روی بود.

جدول ۲- مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره آغازین و رشد

تیمارها				آغازین (۰-۲۱ روزگی)				نسبت آرژنین به لایزین (درصد)
رشد (۲۲-۴۹ روزگی)								
۱۱۵	۱۰۵	۹۵	۸۵	۱۱۵	۱۰۵	۹۵	۸۵	
۲۹۰۹	۲۹۰۹	۲۹۰۹	۲۹۰۹	۲۸۴۰	۲۸۴۰	۲۸۴۰	۲۸۴۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلوگرم)
۲۱/۶	۲۱/۶	۲۱/۶	۲۱/۶	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	پروتئین خام (%)
۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	متیونین (/قابل هضم)
۱/۴۸	۱/۴۸	۱/۴۸	۱/۴۸	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۶۷	لایزین (/قابل هضم)
۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	متیونین + سیستین (/قابل هضم)
۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	ترئونین (/قابل هضم)
۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	تریئوفان (/قابل هضم)
۱/۷۰	۱/۵۵	۱/۴۱	۱/۲۶	۱/۹۲	۱/۷۵	۱/۵۹	۱/۴۲	آرژنین (/قابل هضم)
۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲	ایزو لوسین (/قابل هضم)
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	والین (/قابل هضم)
۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۶۶	لوسین (/قابل هضم)
۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	کلسیم (%)
۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	فسفر قابل دسترس (%)
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	سدیم (%)
۲۱۵/۹۰	۲۱۵/۹۰	۲۱۵/۹۰	۲۱۵/۴۳	۲۲۱/۷۱	۲۲۱/۶۴	۲۲۱/۵۷	۲۲۱/۵۰	تعادل الکترولیت جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم)

خوراک را کاهش داد ($P < 0/05$). استفاده از GAA در تمام سطوح سبب کاهش مصرف خوراک شد و این اثر در نسبت ۹۵ درصد آرژنین به لایزین قابل هضم معنی دار بود ($P < 0/05$). سطح ۹۵ درصد بدون مکمل GAA در مقایسه با سطوح ۹۵ و ۱۰۵ درصد با مکمل GAA و همچنین سطح ۱۱۵ درصد بدون مکمل GAA در مقایسه با سطح ۹۵ درصد با مکمل GAA به طور معنی داری باعث افزایش میزان خوراک مصرفی در کل دوره شدند ($P < 0/05$).

اثرات اصلی نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین بر مصرف خوراک در هیچ یک از دوره‌ها معنی دار نبود. افزودن مکمل GAA تاثیر معنی داری بر مصرف خوراک در دوره آغازین (۱-۲۱ روزگی) نداشت، ولی باعث کاهش معنی دار مصرف خوراک در دوره رشد (۲۲-۴۹ روزگی) و کل دوره (۱-۴۹ روزگی) شد ($P < 0/05$). در بررسی اثرات متقابل نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین و مکمل GAA بر مصرف خوراک مشخص شد که این اثرات در هیچ سطحی در دوره آغازین معنی دار نبود. در دوره‌های رشد و کل دوره، استفاده از GAA به طور معنی داری مصرف

جدول ۳- اثرات اصلی و متقابل نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین قابل هضم و GAA بر افزایش وزن جوجه های بوقلمون (گرم)

اثرات اصلی			اثرات متقابل	
۴۹-۲۲ روزگی	۴۹-۲۱ روزگی	۴۹-۱ روزگی	GAA (%)	Arg:Lys (%)
۱۹۶۷/۱	۱۵۶۷/۰	۴۰۰/۱ ^b	۸۵	
۱۹۵۱/۲	۱۵۲۸/۱	۴۲۳/۱ ^a	۹۵	نسبت آرژنین به لایزین (%)
۱۹۱۶/۳	۱۴۹۳/۹	۴۲۲/۳ ^a	۱۰۵	
۱۹۳۹/۹	۱۵۱۵/۵	۴۲۴/۴ ^a	۱۱۵	
۲۷/۷	۲۴/۹	۶/۳۴		خطای معیار میانگین (SEM)
۱۹۲۳/۰	۱۵۰۵/۹	۴۱۷/۱	۰	GAA (%)
۱۹۶۴/۲	۱۵۴۶/۴	۴۱۷/۹	۰/۰۶	
۱۹/۹	۱۷/۸	۴/۶		خطای معیار میانگین (SEM)
۱۹۳۰/۱	۱۵۴۵/۳	۳۸۷/۷ ^b	۰	
۲۰۰۴/۳	۱۵۸۸/۷	۴۱۵/۶ ^{ab}	۰/۰۶	۸۵
۱۹۶۱/۳	۱۵۳۵/۸	۴۲۵/۵ ^{ab}	۰	
۱۹۳۲/۲	۱۵۱۷/۶	۴۱۴/۶ ^{ab}	۰/۰۶	۹۵
۱۹۰۴/۷	۱۴۷۴/۴	۴۳۰/۳ ^a	۰	
۱۹۲۸/۰	۱۵۱۳/۶	۴۱۴/۴ ^{ab}	۰/۰۶	۱۰۵
۱۹۰۹/۰	۱۴۷۲/۲	۴۳۶/۸ ^a	۰	
۱۹۷۹/۴	۱۵۶۱/۵	۴۱۷/۹ ^{ab}	۰/۰۶	۱۱۵
۳۹/۹	۳۵/۹	۹/۲		خطای معیار میانگین (SEM)
سطح معنی داری				
۰/۶۳	۰/۲۲	۰/۰۲۳	نسبت آرژنین به لایزین	
۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۵۸	GAA	
۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۰۳	GAA×Arg	

ab: میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون و زیرگروه از نظر آماری اختلاف معنی دار دارند ($P < 0/05$).

دوره آغازین سطح ۹۵ درصد با مکمل و همچنین سطوح ۱۰۵ و ۱۱۵ درصد بدون مکمل در مقایسه با سطح ۸۵ درصد بدون مکمل به طور معنی داری باعث کاهش ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین شدند ($P < 0/05$).

افزایش نسبت آرژنین به لایزین قابل هضم از ۸۵ درصد به سطوح بالاتر سبب کاهش معنی دار ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین شد ($P < 0/05$). در همه دوره ها سطح ۰/۰۶ درصد به طور معنی داری باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک شد ($P < 0/05$). در

جدول ۴- اثرات اصلی و متقابل نسبت های مختلف آرژنین به لایزین قابل هضم و GAA بر مصرف خوراک جوجه های بوقلمون (گرم)

اثرات اصلی			اثرات متقابل	
۴۹-۱روزگی	۴۹-۲۲روزگی	۲۱-۱روزگی	GAA (%)	Arg:Lys (%)
۳۸۴۳/۳	۳۱۰۸/۳	۷۳۵/۰	۸۵	
۳۸۴۷/۶	۳۱۰۴/۱	۷۴۳/۵	۹۵	
۳۷۶۹/۷	۳۰۳۴/۷	۷۳۵/۰	۱۰۵	نسبت آرژنین به لایزین (%)
۳۹۰۱/۴	۳۱۵۷/۴	۷۴۴/۰	۱۱۵	
۷۶/۸۳	۷۷/۰۰	۹/۹۲		SEM
۳۹۱۶/۰ ^a	۳۱۶۷/۹ ^a	۷۴۸/۱	۰	
۳۷۶۵/۰ ^b	۳۰۳۴/۳ ^b	۷۳۰/۶	۰/۰۶	GAA (%)
۳۱/۱	۳۱/۵	۶/۷		SEM
۳۸۸۷/۵ ^{abc}	۳۱۵۹/۷ ^{ab}	۷۲۷/۸	۰	۸۵
۳۷۹۹/۰ ^{abc}	۳۰۵۶/۹ ^{ab}	۲/۷۴۲	۰/۰۶	۸۵
۴۰۳۶/۶ ^a	۳۲۷۲/۴ ^a	۷۶۴/۲	۰	۹۵
۳۶۵۹/۴ ^c	۲۹۳۷/۷ ^b	۷۲۱/۷	۰/۰۶	۹۵
۳۷۹۳/۴ ^{abc}	۳۰۴۶/۹ ^{ab}	۷۴۶/۶	۰	۱۰۵
۳۷۴۵/۹ ^{bc}	۳۰۲۲/۴ ^{ab}	۷۲۳/۵	۰/۰۶	۱۰۵
۳۹۴۵/۴ ^{ab}	۳۱۹۰/۰ ^{ab}	۷۵۵/۳	۰	۱۱۵
۳۸۵۶/۷ ^{abc}	۳۱۲۳/۰ ^{ab}	۷۳۳/۶	۰/۰۶	۱۱۵
۶۲/۶۰	۶۳/۴۰	۱۳/۵۶		SEM
۰/۲۲	۰/۲۹	۰/۸۳		منبع تغییرات
۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۷		نسبت آرژنین
۰/۰۲۵	۰/۰۱	۰/۲۲		GAA
				GAA×Arg

ab: میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون و زیر گروه از نظر آماری اختلاف معنی دار دارند ($P < 0.05$).

جدول ۵- اثرات اصلی و متقابل نسبت‌های مختلف آرژنین به لایزین قابل هضم و GAA بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های بوقلمون

اثرات اصلی				
۱-۴۹ روزگی	۲۲-۴۹ روزگی	۱-۲۱ روزگی		
۱/۹۶	۱/۹۹	۱/۸۴ ^a	۸۵	
۱/۹۸	۲/۰۳	۱/۷۶ ^b	۹۵	
۱/۹۷	۲/۰۴	۱/۷۴ ^b	۱۰۵	
۲/۰۱	۲/۱۰	۱/۷۶ ^b	۱۱۵	
۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	SEM	
۲/۰۴ ^a	۲/۱۱ ^a	۱/۸۰ ^a	۰	
۱/۹۲ ^b	۱/۹۷ ^b	۱/۷۵ ^b	۰/۰۶	
۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	SEM	
اثرات متقابل				
			GAA (%)	Arg:Lys (%)
۲/۰۲	۲/۰۵	۱/۹۰ ^a	۰	۸۵
۱/۹۱	۱/۹۴	۱/۷۹ ^{ab}	۰/۰۶	۸۵
۲/۰۷	۲/۱۴	۱/۸۱ ^{ab}	۰	۹۵
۱/۸۹	۱/۹۳	۱/۷۴ ^b	۰/۰۶	۹۵
۱/۹۹	۲/۰۷	۱/۷۴ ^b	۰	۱۰۵
۱/۹۵	۲/۰۰	۱/۷۵ ^{ab}	۰/۰۶	۱۰۵
۲/۰۷	۲/۱۸	۱/۷۳ ^b	۰	۱۱۵
۱/۹۶	۲/۰۱	۱/۷۶ ^{ab}	۰/۰۶	۱۱۵
۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۴	SEM	
منبع تغییرات				
۰/۶۹	۰/۳۷	۰/۰۲	نسبت آرژنین	
۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۱۸	GAA	
۰/۶۵	۰/۷۱	۰/۰۴	GAA×Arg	

ab: میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون و زیرگروه از نظر آماری اختلاف معنی دار دارند ($P < 0/05$).

ولی معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در بررسی اجزای لاشه مشخص شد که تنها اثر اصلی مکمل (در سطح ۰/۰۶ درصد) درصد وزن لاشه، سینه و بال را به طور معنی‌داری افزایش داد ($P < 0/05$), ولی در رابطه با سایر صفات اختلاف معنی‌دار نبود ($P > 0/05$).

اثر GAA در کاهش ضریب تبدیل خوراک در نسبت ۸۵ درصد آرژنین به لایزین قابل هضم بیشتر از سایر نسبت‌ها بود. در دوره‌های رشد (۲۲-۴۹ روزگی) و کل دوره (۱-۴۹ روزگی) در تمامی نسبت‌ها افزودن GAA سبب کاهش ضریب تبدیل خوراک شد

بحث

خوراک توسط پرندۀ ندارد. با این حال در تحقیق Mousavi و همکاران (۲۰۱۳) افزودن ۰/۰۶ درصد GAA به جیره در دوره پایایی تمایل به کاهش مصرف خوراک داشت ($P < 0/09$). با استناد به این اصل اثبات شده که مهمترین عامل در میزان مصرف خوراک توسط مرغ، سطح انرژی خوراک است (پوررضا و همکاران ۱۳۸۷)، می توان این گونه استنباط نمود که استفاده از مکمل GAA در جیره باعث افزایش سنتز^۷ کراتین در کبد و بافت‌های ماهیچه‌ای پرندۀ شده و کراتین نیز به نوبه خود با افزایش ساخت مجدد ATP از ADP، انرژی بیشتری را در دسترس پرندۀ قرار می‌دهد؛ لذا استفاده از مکمل GAA در جیره، موجب کاهش میزان مصرف خوراک در مرغ شده است.

در تحقیق حاضر مکمل GAA ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های بوقلمون در سن ۲۱-۱، ۴۹-۲۲ و ۴۹-۱ روزگی به طور معنی‌داری کاهش داد. در مطالعات صورت گرفته روی مکمل GAA بیشترین تاثیر مشخص GAA در بهبود ضریب تبدیل خوراک بوده است. در پژوهش Mousavi و همکاران (۲۰۱۳) استفاده از GAA باعث کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل (۲۳ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۴۰ روزگی) و مصرف خوراک (۲۳ تا ۴۰ روزگی) جوجه‌های گوشتی شد. جوان جدیدت خواه (۲۰۰۹) نشان داد که افزودن ۰/۰۵ درصد GAA به جیره سبب کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک در کل دوره و دوره پایانی و افزایش وزن در دوره رشد گردید. در گزارش دیگری نیز مشخص شد که افزودن کراتین و GAA هر دو می‌تواند ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن را به صورت معنی‌داری بهبود دهد (Ringel و همکاران، ۲۰۰۷). Lemme و همکاران (۲۰۰۷ a) نشان دادند که GAA می‌تواند موجب بهبود راندمان انرژی شود و مشکل جیره‌های کاملاً گیاهی در کمبود کراتین را برطرف کند. Lemme و همکاران (b و a) (۲۰۰۷) نیز در سه آزمایشی که بر روی تاثیرات GAA بر عملکرد جوجه‌های گوشتی و بوقلمون (۲۰۱۰) انجام دادند، نتایج متفاوتی با این پژوهش گزارش کردند. آن‌ها ابتدا تاثیرات مکمل GAA بر متابولیسم انرژی در جوجه‌های گوشتی را مورد مطالعه قرار دادند. طبق یافته‌های آن‌ها، استفاده از ۰/۰۶ درصد مکمل GAA در جیره جوجه‌های گوشتی، تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک

در این تحقیق در جیره‌های بدون GAA، افزایش نسبت آرژنین به لایزین قابل هضم از ۸۵ درصد به سطوح بالاتر سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های بوقلمون در دوره آغازین شد و استفاده از GAA توانست کاهش عملکرد ناشی از کمبود آرژنین (در نسبت ۸۵ درصد) را جبران کند. تحقیقات اندکی در زمینه تاثیر استفاده از GAA و همچنین آرژنین در جوجه‌های بوقلمون صورت گرفته است. در مورد اثر افزودن مکمل GAA بر افزایش وزن در جوجه‌های گوشتی هم گزارشات متفاوتی وجود دارد. Michiels و همکاران (۲۰۱۲)، Lemme و همکاران (۲۰۱۰؛ a, b ۲۰۰۷)، Mousavi و همکاران (۲۰۱۳) و Lemme و همکاران (۲۰۱۰) اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن بین تیمارهای تغذیه شده با ۰/۰۶ درصد GAA و تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های کاملاً گیاهی مشاهده نکردند. همچنین، جوان جدیدت خواه (۱۳۸۸) نشان داد که افزودن سطح ۰/۰۵ درصد GAA به جیره، تاثیری بر افزایش وزن در پایان دوره نداشت. در حالی که در آزمایش Ringle و همکاران (۲۰۰۷) استفاده از ۰/۰۶ درصد GAA در جیره جوجه‌های گوشتی به طور معنی‌داری سبب افزایش وزن بدن نسبت به جیره تمام گیاهی بدون GAA شد.

از نتایج اثرات متقابل افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک دوره آغازین این پژوهش این طور می‌توان نتیجه‌گیری کرد که GAA توانایی تامین آرژنین برای دستیابی به حداکثر وزن را دارد. این نتیجه با یافته‌های Dilger و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. این محققین نتیجه‌گیری نمودند که GAA کارایی جایگزینی با آرژنین در جوجه‌های گوشتی جوان را دارد. داده‌های بدست آمده در آزمایش حاضر نشان دادند که استفاده از مکمل GAA در جیره، هم در دوره رشد (۲۲ تا ۴۹ روزگی) و هم در کل دوره (۱ تا ۴۹ روزگی) به طور معنی‌داری سبب کاهش مصرف خوراک شد ($P < 0/05$). این نتایج در حالی بدست آمد که پیش از این Lemme و همکاران (b و a ۲۰۰۷)، Ringle و همکاران (۲۰۰۷) و Lemme و همکاران (۲۰۱۰) و Michiels و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرده بودند که استفاده از GAA در جیره جوجه‌های گوشتی و بوقلمون، هیچ اثر معنی‌داری بر میزان مصرف

⁷ De novo

Mousavi و همکاران (۲۰۱۳) مکمل GAA تاثیر بر خصوصیات لاشه نداشت. جوان جدید خواه (۱۳۸) نیز عدم تاثیر مکمل GAA را بر بازده لاشه گزارش نمود. در آزمایشی که بر روی گوشت سینه‌ی مرغ‌های تغذیه شده با دوزهای مختلف GAA انجام شد، مشخص شد که مصرف GAA موجب افزایش کراتین گوشت سینه می شود و از طرف دیگر موجب کاهش محتوای GAA گوشت سینه شده به خاطر غیر فعال شدن آنزیم AGAT بوده است. این آنزیم موجب کاتالیز شدن شکل-گیری GAA از گلايسين و آرژنين می‌شود (Wyss و Kuddurah, ۲۰۱۰). در حالی که در نتایج تحقیق Mousavi و همکاران (۲۰۱۳) درصد کبد در جیره های حاوی مکمل GAA به طور معنی داری کمتر از جیره های بدون مکمل بودند. در این آزمایش کبد پرندگان وابسته به تیمارهای حاوی GAA نسبت به گروهی که با جیره تمام گیاهی تغذیه شده بودند، به طور عددی پایین تر بود که بدیهی است می توان این اختلاف را با بار متابولیکی بیشتری که مصرف GAA به کبد تحمیل می سازد، مرتبط دانست. نتیجه گیری کلی: نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که مهم ترین تاثیر مکمل GAA بر عملکرد جوجه های بوقلمون، مربوط به بهبود ضریب تبدیل خوراک و نسبت گوشت سینه به وزن بدن و وزن لاشه و وزن بال بود. بدین ترتیب که استفاده از GAA باعث کاهش مصرف خوراک شد؛ هرچند این عامل تاثیر زیادی در افزایش وزن جوجه ها نداشت، ولی با توجه به بهبود ضریب تبدیل خوراک، و نظر به اینکه اثر متقابل بین استفاده از مکمل GAA و آرژنین خوراک تنها در دوره آغازین بطور معنی داری وجود داشت؛ این گونه استنتاج می شود که استفاده از مکمل GAA می تواند اثرات کمبود سطوح پایین آرژنین را تا حدی جبران و باعث بهبود عملکرد جوجه های بوقلمون شود.

تشکر و قدردانی

از شرکت ایوانیک برای تامین آمینواسیدهای سنتتیک، کرامینو و آنالیز آمینواسیدهای مواد خوراکی آزمایش قدردانی می شود.

نداشت اما در سطح استفاده از ۰/۰۴ درصد GAA در جیره، ضریب تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد به طور معنی داری بهبود پیدا کرد. در آزمایش دیگری که این گروه تحقیقاتی بر تاثیر استفاده از مکمل GAA بر عملکرد جوجه های تفکیک جنسیت شده نر و ماده به انجام رساندند، گزارش کردند که با استفاده از ۰/۰۶ درصد مکمل GAA در جیره، ضریب تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد منفی (جیره کاملاً گیاهی) به طور معنی داری کمتر شد اما تفاوت معنی داری با گروه شاهد مثبت (جیره حاوی ۰/۰۶ درصد پودر گوشت و استخوان) نداشت. Lemme و همکاران (۲۰۱۰)، با تکرار آزمایش خود بر روی بوقلمون، گزارش کردند که استفاده از مکمل GAA در جیره، تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک ندارد. هر چند جوان جدید خواه (۱۳۸) با استفاده از سطوح ۰/۰۵ درصد GAA در جیره جوجه های گوشتی، بهبود ضریب تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد را گزارش نمودند، داده های بدست آمده در این پژوهش با نتایج تحقیق صورت گرفته جوان جدید خواه (۱۳۸) مطابقت می کند. Ringle و همکاران (۲۰۰۷) نیز طی تحقیقات خود گزارش کردند تیمارهای حاوی سطوح ۰/۰۳، ۰/۰۹ و ۰/۱۲ درصد GAA در جیره، به طور معنی داری ضریب تبدیل خوراک پایین تری در قیاس با تیمار شاهد داشتند اما تیمار حاوی سطح ۰/۰۶ درصد GAA در جیره، از این حیث تفاوت معنی داری با شاهد نداشت. به نظر می رسد که استفاده از مکمل GAA، اغلب در دوره رشد یعنی هنگامی که نرخ رشد در بالاترین سطح قرار دارد، سودمندتر است. در این تحقیق استفاده از GAA در جیره موجب افزایش درصد بازده لاشه، سینه و بال شد ($P < 0.05$). این نتایج مطابق با یافته های Ringle و همکاران (۲۰۰۷) است که با افزودن ۰/۱۲ درصد GAA در جیره و نیز صرفاً مورد مطالعه قرار دادن جوجه های گوشتی جنس نر، گزارش دادند که استفاده از مکمل GAA در جیره سبب افزایش بازده گوشت سینه می شود، در تحقیق Michiels و همکاران (۲۰۱۲) و Lemme و همکاران (۲۰۰۷ a) نیز افزودن GAA به جیره جوجه های گوشتی درصد گوشت سینه را افزایش داد. با این حال در تحقیق

منابع

- Lemme, A., Gobbi, R., Helmbrecht, A., Van Der Klis, J. D., Firman, J., Jankowski, J., Kozlowsk K. (2010). Use of guanidino acetic acid in all-vegetable diets for turkeys. *4th Turkey Science and Production Conference*, Macclesfield, UK. 57-61.
- Lemme, A., Ringel J., Rostagno, H.S., and Redshaw, M.S. (2007a). Supplemental guanidino acetic acid improved feed conversion, weight gain, and breast meat yield in male and female broilers. *16th European Symposium on Poultry Nutrition*, 26-30. August, Strasbourg, France: 335-338.
- Lemme, A., Ringel J., Sterk, A. and Young, J.f. (2007b). Supplemental guanidino acetic acid affects energy metabolism of broilers. *16th European Symposium on Poultry Nutrition*, 26.-30. August, Strasbourg, France: 339-342.
- Michiels, J., Maertens, L., Buyse, J., Lemme, A., Rademacher, M., Dierick, N. A., and De Smet, S. (2012). Supplementation of guanidino acetic acid to broiler diets: Effects on performance carcass characteristics, meat quality and energy metabolism. *Poultry Science*. 91:402-412.
- Mousavi, S. N., Afsar, A., and Lotfollahian, H. (2013). Effects of guanidinoacetic acid supplementation to broiler diets with varying energy contents. *Journal of Applied Poultry Research*. 22:47-54.
- Ringel, J., Lemme, A., Knox, A., McNab, J., and Redshaw, M. S. (2007). Effects of Graded Levels of Creatine And Guanidine acetic acid in Vegetable-based diets on performance and biochemical parameters in muscle tissue. *European Symposium on Poultry Nutrition*. 388-390.
- پور رضا، ج.، و صادقی، ق. (۱۳۸۳). تغذیه مرغ. انتشارات ارکان اصفهان.
- جوان جدید خواه، م. ج. (۲۰۰۹). اثر استفاده از گوانیدینوآستات به عنوان جایگزین منبع پروتئین حیوانی بر عملکرد جوجه های گوشتی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا.
- Aviagen Turkeys. (2012). Management essentials for commercial turkeys. B.U.T. 6 Commercial performance goals. 6th ed. Accessed Sep. 22, 2012. <http://www.aviagenturkeys.co>
- Brosnan J.T., and Brosnan, M. E. (2007). Creatine: endogenous metabolite, dietary, and therapeutic supplement. *Annual Review of Nutrition*. 27: 241-261.
- Brosnan, J. T., Wijekon, E. P., and Warford-Woolgar, L. (2009). Creatine synthesis is a major metabolic process in neonatal piglets and has important implications for amino acid metabolism and methyl balance. *Journal of Nutrition*. 139:1292-1297.
- Dilger, R. N., Bryant-Angeloni, K., Payne, R. L., Lemme, A., and Parsons, C. (2013). Dietary guanidino acetic acid is an efficient replacement for arginine in young chicks. *Poultry Science*. 92:171-177.
- Fernandez, S. R., Aoyag, I. S., and Parsons, C. M. (2000). Limiting order of amino acids in corn and soy bean meal for growth of chick. *Poultry Science*. 83:1807-1896.
- Han, Y., Suzuki, H., Parsons, C. M., and Baker, D. H. (1992). Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. *Poultry Science*. 71:1168-1178.

Waguespack, A. M., Powell, S., Bidner, T. D., Payne, R. L., and Southern, L. L. (2009). Effect of incremental levels of l-lysine and determination of the limiting amino acids in low crude protein corn-soybean meal diets for broilers. *Poultry Science*. 88:1216–1226.

Wallimann, T., Wyss, M., Brdiczka, D., Nicolay, K., and Eppenberger, H. M. (1992). Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the ‘phosphocreatine circuit’ for cellular energy homeostasis. *Biochemistry Journal*. 281:21–40.

Wyss, M. and Kaddurah-Daouk, R. (2000). Creatine and creatinine metabolism. *Physiology Review*. 80 (3):1107-1213.

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □