

تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه ترئونین بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین

- ابراهیم بحرینی

دانشجوی دکتری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

- محمد بوجارپور

استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

- سید عبدالله حسینی (نویسنده مسئول)

دانشیار، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

- سمیه سالاری

استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

- هدایت اله روشنفکر

استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۱۱۹۹۰۱

Email: hosseini1355@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه ترئونین بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین (۱ تا ۲۱ روزگی)، آزمایشی با استفاده از ۶۰۰ قطعه جوجه گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار، ۵ تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر واحد آزمایشی انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح ۰/۷۶، ۰/۸۶، ۰/۹۶، ۱/۰۶ و ۱/۱۶ درصد ترئونین بودند. فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی و پاسخ‌های ایمنی بودند. نتایج نشان داد که افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر سطوح ترئونین قرار گرفتند ($P < 0/05$). از طرفی، پاسخ به گلبول قرمز گوسفندی، ایمنوگلوبولین G، ایمنوگلوبولین M، هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P < 0/05$). بر اساس نتایج بست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از ترئونین به میزان ۰/۸۶ درصد در جیره باعث بهبود در عملکرد پرند می‌شود.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 114 pp: 3-10

Effect of different levels of threonine on performance and immune response of Arian broiler chickens in starter periods.

Bahreini, E., P.H.D student, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan.

Bojarpour, E., Assistant professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan

*Hosseini, S.A. Associated proffssor, Agricultural Research, Education and Extension Organization

Animal Science Research Institute.

Salari, S. Assistant professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan

Roshanfekar, H. Assistant professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan

Received: November 2015

Accepted: February 2016

An experiment was conducted to investigate the effects of different levels of the threonine on performance and immune response of Arian broiler chickens in starter periods (1 to 21 days). 600 broiler chicks were used in a completely randomized design with 6 treatments, 5 replicate. Experimental treatments were consisting of 0.66, 0.76, 0.86, 0.96, 1.06 and 1.16 percent of threonine amino acid. During experimental performance, humeral responses were investigated. The results showed live body weight and feed conversion ratio at 21 day of age were affected by level of threonine significantly ($p < 0.05$). humeral immune responses parameters as heterophile, lymphocyte, heterophile to lymphocyte ratio, SRBC response, IgG and IgM didn't affected by level of threonine ($p > 0.05$). Finally according to results, increasing threonine levels up to 0.86 percentages could be suggested for Arian broilers diet in starter periods.

Key words: threonine, performance, immune responses, broiler

مقدمه

اسیدهای آمینه‌ای که در زمره محدودکننده‌ترین‌ها هستند، سطح پروتئین جیره را به الگوی پروتئین ایده‌آل نزدیک‌تر نموده و باعث کاهش میزان هدرروی و دفع ازت به محیط می‌شود (Bregendahl et al., 2002). صنعت طیور با افزایش تراکم اسید آمینه در جیره در زمینه عملکرد و تولید جوجه‌های گوشتی به پیشرفت‌هایی دست‌یافته است. از جمله این دستاوردها جهت کاهش هزینه خوراک افزودن اسید آمینه ترئونین به جیره‌ی جوجه-های گوشتی است که امکان کاهش درصد پروتئین خام جیره را فراهم می‌آورد (Everett et al., 2010).

اهمیت ترئونین به دلیل نقش نگه‌دارنده آن در حفظ دستگاه گوارش (Stoll et al., 1998) و تولید (Dozier et al., 2000) می‌باشد. مکمل ترئونین در جیره برای رشد مطلوب جوجه ضروری است و کمبود آن می‌تواند منجر به کاهش حجم سینه و کاهش رشد لاشه شود (Corzo et al., 2007). از طرفی، ترئونین در سنتز پروتئین در بدن ضروری است و نقش

با توجه به این که در پرورش جوجه‌های گوشتی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد هزینه‌های تولید را هزینه‌های مربوط به خوراک تشکیل می‌دهد، لذا صنعت طیور هم با تبعیت از دیگر صنایع دامی همواره به دنبال بهره‌گیری از هر راه‌کاری به منظور به حداقل رساندن هزینه خوراک بوده است. بررسی میزان اسیدهای آمینه یکی از این موارد است. آمینواسیدهای ضروری برای پرندگان شامل متیونین، لیزین، ترئونین، لوسین، والین، ایزولوسین، آرژنین، فنیل آلانین، هیستیدین و تربیتوفان می‌باشند. برای پرندگان، آمینواسیدها حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از خوراک را شامل می‌شوند در صورتی که ۴۰ تا ۴۵ درصد از هزینه‌ی خوراک را تشکیل می‌دهند (Parsons, 1992). ترئونین به‌عنوان سومین آمینواسید محدودکننده بعد از متیونین و لیزین در جیره طیور می‌باشد (Kidd et al., 2000) بدین معنا که اگر آمینواسیدهای متیونین و لیزین در جیره تأمین گردند، حداکثر عملکرد پرنده بستگی به تأمین کافی ترئونین در جیره خواهد داشت. به‌طور کلی، می‌توان گفت که استفاده از

مواد و روش‌ها

این آزمایش، به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف ترئونین بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی سویه آرین انجام گردید. در این آزمایش از ۶۰۰ قطعه جوجه گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار، سطح ترئونین کل (۰/۶۶ تا ۱/۱۶)، ۵ تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر واحد آزمایشی انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: سطح ۰/۶۶ درصد ترئونین، سطح ۰/۷۶ درصد ترئونین، سطح ۰/۸۶ درصد ترئونین، سطح ۰/۹۶ درصد ترئونین، سطح ۱/۰۶ درصد ترئونین و سطح ۱/۱۶ درصد ترئونین بودند. در طول این مدت (۲۱ روز)، دسترسی به آب و خوراک به صورت آزاد بود. الگوی آمینواسیدی و میزان پروتئین مواد خوراکی تعیین شده و جیره نویسی با استفاده از نتایج آنالیز شیمیایی اقلام خوراکی و برنامه کامپیوتری صورت گرفت (جداول ۱ و ۲). جهت جلوگیری از اثرات محدودکنندگی سایر آمینواسیدها، سطوح سایر اسیدهای آمینه بالاتر از توصیه تنظیم گردید. در طول دوره آزمایش، صفات عملکردی مانند میانگین وزن زنده (گرم)، میانگین افزایش وزن روزانه (گرم به ازای هر پرنده در روز)، میانگین خوراک مصرفی روزانه (گرم به ازای پرنده در روز)، ضریب تبدیل غذایی و پاسخ ایمنی مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۴)، رویه عمومی خطی (GLM) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

مدل آماری ۱: مدل آماری طرح به شرح ذیل بود.

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

در این مدل:

Y_{ij} : مقدار هر مشاهده در آزمایش
 T_i : اثر تیمارهای آزمایشی
 μ : میانگین صفات مورد مطالعه
 e_{ij} : اثرات باقیمانده

مهمی در متابولیسم سرین و گلايسين دارد (Peng *et al.*, 2007).

اثرات مثبت این اسید آمینه بر برخی از صفات چون مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی خوراک گزارش شده است (Martinez *et al.*, 1999). این اسید آمینه در ایمنی پرنده نیز نقش دارد، به طوری که در ستر پروتئین موسین، تحریک و تکثیر لنفوسیت‌ها، افزایش تولید آنتی‌بادی نقش دارد (Shan *et al.*, 2002). ترئونین به میزان زیادی در گاماگلوبین‌های جوجه‌های گوشتی وجود دارد (Tenenhouse and Deutsch, 1966). گاماگلوبین‌ها نمایانگر بخشی از سرم هستند که حاوی بالاترین مقدار ایمنوگلوبولین (آنتی‌بادی) هستند. در تحقیقی، Defa و همکاران (۱۹۹۹)، سطوح مختلفی از ترئونین را به خوک‌های نر و ماده در حال رشد خوراندند و پاسخ تولید آنتی‌بادی را بررسی کردند. نتایج نشان دادند که پاسخ ایمنی نسبت به رشد به ترئونین بیشتری نیاز دارد (Defa *et al.*, 1999). از طرفی دیگر، مشخص شده که سن (Veldkamp *et al.*, 2000)، جنسیت (Han and baker, 1993) و ژنوتیپ (D'Mello and Emmans, 1975) بر میزان نیاز پرنده به اسیدهای آمینه تأثیر گذار است.

با توجه به این که تحقیقاتی در مورد سطح مناسب ترئونین در سویه آرین وجود ندارد و با توجه به پیشرفت ژنتیکی که در چند سال اخیر در این لاین ایجاد شده، نیازهای غذایی آن تغییر یافته است لذا هدف از این آزمایش، تعیین بهترین سطح آمینواسید ترئونین با ارزیابی‌های عملکردی و ایمنی در مرحله آغازین می‌باشد.

جدول ۱- اجزای خوراکی مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آغازین (۲۱-۰ روزگی)

سطوح تیمار ترئونین (درصد)						اقلام خوراکی
۱/۱۶	۱/۰۶	۰/۹۶	۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۶۶	
۱۱/۲۷	۱۱/۲۴	۱۱/۷۷	۱۱/۷۳	۱۱/۷۱	۱۱/۹۸	کنجاله کنجد
۶۴/۵۹	۶۴/۷۴	۶۲/۹۸	۶۳/۱۳	۶۳/۲۵	۶۲/۳۵	ذرت
۱۸/۱۹	۱۸/۱۹	۱۷/۹۶	۱۷/۹۶	۱۷/۹۶	۱۷/۸۳	کنجاله سویا
۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۷	روغن
۲	۲	۲	۲	۲	۲	دی کلسیم فسفات
۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۶۹	صدف
۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	نمک
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	جوش شیرین
۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۵	متیونین
۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	لیزین
۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱	۰	ترئونین
۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	ایزولوسین
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع

مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین می‌نمود. ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی. ویتامین B_۱، ۸/۱ میلی‌گرم. ویتامین B_۲، ۶/۶ میلی‌گرم. نیاسین، ۳۰ میلی‌گرم. کلسیم پانتوتات، ۱۰ میلی‌گرم. ویتامین B_۵، ۳ میلی‌گرم. فولیک اسید ۱ میلی‌گرم. ویتامین B_{۱۲}، ۰/۱۵ میلی‌گرم. بیوتین ۱/۰ میلی‌گرم. ویتامین D_۳، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی. ویتامین E، ۱۸ واحد بین‌المللی. ویتامین K_۳، ۲ میلی‌گرم. کولین کلراید ۵۰۰ میلی‌گرم.

مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین می‌نمود. منگنز (اکسید منگنز)، ۱۰۰ میلی‌گرم. آهن (سولفات آهن، FeSO_۴)، ۵۰ میلی‌گرم. روی (اکسید روی)، ۱۰۰ میلی‌گرم. مس (سولفات مس، CuSO_۴)، ۱۰ میلی‌گرم. ید (یدات کلسیم)، ۱ میلی‌گرم. سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۲ میلی‌گرم.

جدول ۲- مقادیر مواد مغذی محاسبه شده

سطوح ترئونین در جیره‌های غذایی (درصد)						اجزای شیمیایی
۱/۱۶	۱/۰۶	۰/۹۶	۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۶۶	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)
۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	پروتئین خام (درصد)
۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	کلسیم (درصد)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	فسفر قابل دسترس (درصد)
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	سدیم (درصد)
۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	متیونین + سیستین (درصد)
۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	لیزین (درصد)
۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	

نتایج و بحث

صفات عملکردی

صفات عملکردی شامل خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در جدول شماره ۳ گزارش شده است. نتایج حاصل از این آزمایش تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) در افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارها نشان داد. بیشترین افزایش وزن و بهترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به سطح ۰/۸۶ درصد ترئونین بود. از طرفی بیشترین خوراک مصرفی در سطح ۰/۹۶ درصد ترئونین مشاهده گردید. افزایش وزن بدن با افزایش سطح ترئونین (۰/۸۶ درصد نسبت به ۰/۶۶ و ۰/۷۶) با نتایج به دست آمده توسط محققین دیگر مطابقت دارد (Douglas and Parsons, 1999; Khan et al., 2006). مهران و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که ترئونین، اثری مستقیم بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی داشته و با افزایش سطح ترئونین جیره، افزایش وزن نیز به طور چشمگیری افزایش می‌یابد. از طرفی، آزمایش‌های دیگر نشان داد که افزایش سطح ترئونین وزن بدن را بهبود نمی‌بخشد (Everett et al., 2010). نشان داده شده که در جوجه‌های در حال رشد با افزایش ترئونین ضریب تبدیل خوراک بهینه شد (Lemme, 2003). نتایج این تحقیق با نتایج Khan و همکاران (۲۰۰۶) مبنی بر عدم بهبود ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطوح ترئونین از ۰/۷۷۸ درصد در دوره ۱-۳۵ روزگی مغایرت دارد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان دادند که سطوح بالاتر ترئونین باعث افزایش خوراک مصرفی می‌گردد که با نتایج محققین دیگر مغایرت دارد (Mohammadi gheisar et al., 2011; Figueiredo et al., 2012). آن‌ها اعلام کردند که افزودن ترئونین به جیره، تاثیری بر مصرف خوراک ندارد. به طور کلی عدم تعادل آمینواسیدهای موجود در پلاسما موجب کاهش مصرف خوراک می‌گردد (Austic et al., 2000). دلیل این

تفاوت‌ها ممکن است، تفاوت در نوع و سویه طیور و همچنین شرایط محیطی باشد.

بررسی ایمنی

نتایج حاصل از ایمنی همورال در جداول ۴ و ۵ آمده است. بر اساس نتایج، سطوح مختلف ترئونین بر فراسنجه‌های ایمنی سلولی مانند تعداد گلبول قرمز، هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت اثر معنی‌داری نداشت ($P < 0.05$) ولی تعداد گلبول‌های سفید تمایل به معنی‌داری نشان داد ($P < 0.1$) در مورد ایمنی همورال نیز فراسنجه‌های عیار پاسخ علیه آنتی بادی گوسفندی (SRBC)، IgG و IgM تحت تاثیر سطوح ترئونین قرار نگرفتند که با گزارشات Corzo و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. محققین دیگری هم گزارش کردند که نسبت هتروفیل به لنفوسیت تحت تاثیر معنی‌داری ترئونین در جیره قرار نگرفت (Kidd et al., 2003). به طور کلی در بین آمینواسیدها، ترئونین در سیستم ایمنی پرنده نقش مهمی دارد به طوری که ترئونین عمده‌ترین بخش گاماگلوبولین در طیور، خرگوش و انسان می‌باشد (Tenenhouse and Deutsch, 1966). گاماگلوبولین نمایانگر بخشی از سرم است که حاوی بالاترین مقدار آنتی‌بادی می‌باشد. از آنجایی که نقش آنتی‌بادی بستگی به توالی آمینواسیدها در منطقه اتصال به آنتی‌ژن دارد، کمبود ترئونین در این منطقه موجب کاهش فعالیت آنتی‌بادی می‌شود (Tenenhouse and Deutsch, 1966).

در پایان بر اساس نتایج این آزمایش، بالاترین وزن در سن ۲۱ روزگی (۳۵/۱) و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی اصلاح شده مربوط به سطح ۰/۸۶ درصد ترئونین بود و صفات ایمنی تحت تاثیر سطوح ترئونین قرار نگرفتند و لذا این سطح جهت استفاده در تغذیه جوجه‌های گوشتی سویه آرین ۳۸۶ توصیه می‌گردد.

جدول ۳- تأثیر سطوح ترئونین صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی آرین در دوره آغازین (۰-۲۱ روزگی)

سطح ترئونین	وزن بدن (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	مصرف خوراک (گرم)
۰/۶۶	۶۴ ^c	۱/۶۶۷ ^b	۱۰۶۵/۲
۰/۷۶	۶۸۶ ^{ab}	۱/۵۹۸ ^{ab}	۱۰۸۹/۴
۰/۸۶	۷۳۵ ^a	۱/۴۷۹ ^b	۱۰۸۵
۰/۹۶	۶۹۵ ^{ab}	۱/۶۲۷ ^b	۱۱۲۸/۱
۱/۰۶	۶۷۱ ^{abc}	۱/۵۸۷ ^{ab}	۱۰۶۴/۳
۱/۱۶	۶۱۹ ^c	۱/۶۷۶ ^b	۱۰۳۸/۶
میانگین خطای معیار	۱۰/۳۲	۰/۰۱۹	۱۰/۵
ارزش احتمال	۰/۰۰۹*	۰/۰۳۹*	۰/۲۲۴

جدول ۴- تأثیر سطوح ترئونین بر فراسنجه‌های مربوط به ایمنی در دوره آغازین (۰-۲۱ روزگی)

سطح ترئونین	گلبول‌های قرمز	گلبول‌های سفید	هتروفیل	لنفوسیت	هتروفیل به لنفوسیت
۰/۶۶	۲/۳۲۸	۲۹۷۲۰	۲۶/۸	۷۲	۰/۳۷۸
۰/۷۶	۲/۳۷۸	۲۹۰۶۰	۲۸/۸	۶۸/۲	۰/۴۲۵
۰/۸۶	۲/۳۴۰	۲۸۰۴۰	۲۹/۸	۶۸/۲	۰/۴۳۹
۰/۹۶	۲/۲۲۶	۲۵۷۸۰	۲۸/۸	۶۸	۰/۴۲۹
۱/۰۶	۲/۴۳۰	۲۷۲۴۰	۲۸/۴	۶۹/۶	۰/۴۱۰
۱/۱۶	۲/۳۱۰	۲۵۹۲۰	۲۸	۷۰/۲	۰/۴۰۲
میانگین خطای معیار	۰/۰۳۱	۴۷۴/۳	۰/۰۴۹۷	۰/۵۱۳	۰/۰۱
ارزش احتمال	۰/۵۷۸	۰/۰۶۶	۰/۶۷۹	۰/۴۴۳	۰/۶۳۶

جدول ۵- تأثیر سطوح ترئونین بر عیار آنتی بادی علیه گلبول قرمز گوسفندی (SRBC)، ایمنوگلوبولین G و M

سطح ترئونین	عیار آنتی بادی علیه گلبول قرمز گوسفندی	IgG	IgM
۰/۶۶	۳/۸۶۷	۳/۰۶	۲/۰۰
۰/۷۶	۴/۲	۲/۷۳	۲/۰۳
۰/۸۶	۵/۹	۳/۶۷	۱/۶۷
۰/۹۶	۵/۳	۳/۴۷	۱/۶۰
۱/۰۶	۶/۷	۳/۲۶	۲/۰۰
۱/۱۶	۴/۵	۳/۰۷	۱/۶۷
میانگین خطای معیار	۰/۳۶۷	۰/۱۹۶	۰/۰۹۷
ارزش احتمال	۰/۱۹۲	۰/۸۲	۰/۶۳

- quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 64: 743-750.
- Han, Y. and Baker, D.H. (1993). Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. *Poultry Science*, 72: 701-708.
- Khan, A., Nawaz, H. and Zahoor, I. (2006). Effect of different levels of digestible Threonine on growth performance of broiler chicks. *Journal Animal Poultry Science*, 16: 1-2.
- Kidd, M. T. (2000). Nutritional consideration concerning threonine in broilers. *World Poultry Science Journal*, 56: 139-151.
- Kidd, M., Gerard, P., Heger, J., Kerr, B., Rowe, D., Sistani, K. and Burnham, D. (2001). Threonine and crude protein responses in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 94: 57-64.
- Kidd, M., Barber, S., Virden, W., Dozier, W., Chamblee, D. and Wiernusz, C. (2003). Threonine responses of Cobb male finishing broilers in differing environmental conditions. *The Journal of Applied Poultry Research*, 12: 115-123.
- Lemme, A. (2003). Reassessing amino acid levels for Pekin ducks-today's meat-type ducks have higher essential amino acid requirements than we thought. *Poultry International*, 42: 18-25.
- Martinez-Amezcuca, C., Laparra-Vega, J., Avila-Gonzalez, E., Fuente, F., Jinez, T. and Kidd, M. (1999). Dietary L-threonine responses in laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 8: 236-241.
- Mohammadi Gheisar, M., Foroudi, F. and Ghazikhani, A. (2011) Effect of using L-threonine and reducing dietary levels of crude protein on egg production in layers. *Journal of Applied Animal Science*, 1:65-68.
- Austic, R.E., Keene, J.C. and Yuan, J.H. (2000). Effect of dietary protein level on amino acid imbalance and toxicity. Paper presented at the Proc. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers (Rochester).
- Bregendahl, K., J. L. Sell and D. R. Zimmerman. 2002. Effect of low protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. *Poult. Sci*, 81:1156-1167.
- Corzo, A., Kidd, M., Dozier, W., Pharr, G. and Koutsos, E. (2007). Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16: 574-582.
- Defa, L., Changting, X., Shiyang, Q., Jinhui, Z., Johnson, E. and Thacker, P. (1999). Effects of dietary threonine on performance, plasma parameters and immune function of growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 78: 179-188.
- D'Mello, J. and Emmans, G. (1975). Amino acid requirements of the young turkey: lysine and arginine. *British Poultry Science*, 16: 297-306.
- Douglas, M.W. and Parsons, C.M. (1999) . Dietary formulation with rendered spent hen meals on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. *Poultry Science*, 78: 556-560.
- Dozier, W., Moran, E. and Kidd, M. (2000). Threonine requirements for broiler males from 42 to 56 days of age. *The Journal of Applied Poultry Research*, 9: 214-222.
- Everett, D. L. Corzo, A. Dozier, W. A. Tillman, P. B. and Kidd, M. T. (2010). Lysine and threonine responses in Ross TP16 male broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 19 : 321-326.
- Figueiredo, G.O., Bertechini, A.G., Fassani, E.J., Rodrigues, P.B., Brito, J.A.G. and Castro, S.F. (2012) Performance and egg

