اثر سطوح متفاوت اسیدهای آمینه گوگرددار در جیره پیش دان جوجه‌های گوشتی بر عملکرد هفتگی و شاخص های هماتولوژی

محمد امیری‌اندی[1]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۸

چکیده

اثر سطوح متفاوت اسیدهای آمینه گوگرددار در جیره آغازین جوجه های گوشتی بر افزایش وزن، مصرف غذا و ضریب تبدیل غذا در یک طرح کاملا تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۲۸۸ قطعه جوجه یکروزه سویه راس ۳۰۸ به ۱۶ گروه تقسیم شدند. تیمارهای غذایی چهار سطح ۰/۷، ۰/۸ (توصیه *NRC*)، ۰/۹ و ۱/۰ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار بودند. مصرف غذا و افزایش وزن بصورت هفتگی اندازه گیری شدند و ضریب تبدیل بر مبنای آن ها محاسبه شد. شاخص های هماتولوژی در ۲۱ روزگی اندازه گیری شدند. در ۸ تا ۱۴ روزگی، افزایش وزن جوجه هایی که سطوح ۰/۹ و ۱/۰ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار را مصرف کردند بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) از گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد بیشتر بود. در سن ۱۵ تا ۲۱ روزگی، گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) افزایش وزن و مصرف غذای کمتری نسبت به سایر گروه ها داشت. فقط در ۱۵ تا ۲۱ روزگی، گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار، بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$)، مصرف غذای کمتری نسبت به سایر گروه ها داشت. فقط در ۸ تا ۱۴ روزگی، ضریب تبدیل غذایی جوجه هایی که ۰/۹ درصد از اسید آمینه گوگرددار را در جیره مصرف کردند، بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) کمتر از گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار بود. گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار در ۲۱ روزگی وزن نهایی کمتری ($p<۰/۰۵$) نسبت به گروه های دیگر داشت. تیمارهای غذایی تاثیری بر شاخص های هماتولوژی نداشتند. طبق نتایج این تحقیق، به نظر می رسد که سطح اسیدهای آمینه گوگرددار جیره پیشدان جوجه های گوشتی که توسط انجمن تحقیقات ملی (۱۹۹۴) توصیه شده است، کافی می باشد.

واژگان کلیدی: اسیدهای آمینه گوگرددار، جوجه‌های گوشتی، عملکرد، جیره پیشدان.

مقدمه

متیونین اسید آمینه ای ضروری برای طیور می‌باشد (۳، ۵ و ٦) بنابراین باید در جیره طیور موجود باشد. متیونین اولین اسید آمینه محدودکننده در جیره های بر پایه ذرت – سویا می‌باشد که به تغذیه جوجه های گوشتی می رسند (۵ و٦). مقدار این اسید آمینه در این

۱- گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج- پست الکترونیکی : m-amiriandi@iausdj.ac.ir

جیره‌ها آن قدر نیست که نیاز جوجه‌های گوشتی را تامین کند، بنابراین متیونین باید بصورت مکمل غذایی به جیره جوجه‌های گوشتی اضافه شود. دی ال- متیونین شکل سنتتیک این اسید آمینه است که در جیره طیور بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (٣). چون متیونین در بدن پرنده به سیستین تبدیل می‌شود (٣، ٥ و ٦)، نیاز مرغ بصورت متیونین+ سیستین بیان می شود که حداقل ٥٠ درصد آن باید متیونین باشد (٦).

انتخاب شدید برای رشد زیاد در گله های اجداد و مادر گوشتی موجب شده است تا سرعت رشد نتاج آن‌ها (جوجه های گوشتی امروزی) زیاد باشد که این مهم جز با مدیریت کارآمد محیط پرورش، بهداشت، تهویه و بخصوص تغذیه کافی، دست یافتنی نیست. این در حالی است که مراکز علمی معتبر دنیا بویژه انجمن تحقیقات ملی (NRC) هنوز در رابطه با احتیاجات جوجه های گوشتی تجدید نظری انجام نداده و آخرین ویرایش مربوط به احتیاجات مواد مغذی طیور مربوط به سال ١٩٩٤ میلادی می باشد. از طرف دیگر احتیاجات معرفی شده در این نشریه علمی فقط جهت پیشگیری از علایم کمبود توصیه شده است و حداکثر رشد یا تولید اقتصادی را که مد نظر شرکت های پرورش دهنده می باشد، در نظر نگرفته است. شاخص های هماتولوژی می توانند معیاری برای کفایت تغذیه طیور باشند (١ و ٢). از آنجایی که اسیدهای آمینه گوگرددار نقش مهمی در ساخت پروتئین دارند، بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثر سطوح متفاوت اسیدهای آمینه گوگرددار در جیره پیش دان جوجه های گوشتی بر افزایش وزن، مصرف غذا و ضریب تبدیل غذایی در هفته های مختلف می باشد.

مواد و روش کار

- پرورش و مدیریت جوجه های گوشتی

تعداد ٢٨٨ قطعه جوجه گوشتی یکروزه آمیخته رأس ٣٠٨ با میانگین وزن حدود ٣٥ گرم از یک جوجه کشی تجاری تهیه شد. سن گله مادر در زمان تخمگذاری ٥١ هفته بود. جوجه های مذکور بصورت تصادفی به ١٦ گروه ١٨ تایی تقسیم شدند و در ١٦ قفس (واحد آزمایشی) به ابعاد (٢×١) متر توزیع شدند. مدیریت پرورش، تهویه و نور مطابق با توصیه راهنمای پرورش جوجه های گوشتی آمیخته راس ٣٠٨ صورت گرفت. غذا و آب بصورت آزاد در اختیار جوجه ها قرار گرفت. برنامه واکسیناسیون طبق برنامه پیشنهادی اداره کل دامپزشکی استان کردستان انجام شد.

- تیمارهای غذایی

تیمارهای غذایی شامل ٤ سطح اسیدهای آمینه گوگرددار (متیونین+سیستین) بودند. این سطوح حاوی ٠/٧، ٠/٨، ٠/٩ و ١ درصد اسیدهای آمینه گوگرددار بودند. جهت ایجاد این سطوح از اسیدهای آمینه گوگرددار مقادیر ٠، ٠/١٠١، ٠/٢٠٢ و ٠/٣٠٣ درصد دی ال- متیونین سنتتیک به جیره پایه (جدول ١) اضافه شد. متیونین جیره ها به روش HPLC اندازه گیری شد.

جوجه های گوشتی در آغاز یکروزگی (بصورت دسته جمعی) و روزهای ٧، ١٤ و ٢١ روزگی بصورت انفرادی با ترازوی دیجیتالی (دقت ١ گرم) وزن کشی شدند. خوراک مصرفی در هر واحد آزمایشی نیز از کسر باقیمانده خوراک در انتهای هر هفته از خوراک ریخته شده در ابتدای هر هفته مشخص شد. جهت محاسبه افزایش وزن روزانه و خوراک مصرفی روزانه جوجه ها از روش روز جوجه استفاده شد. با تقسیم خوراک مصرفی روزانه هر جوجه بر افزایش وزن روزانه هر جوجه ضریب تبدیل غذا به افزایش وزن بدست آمد. اندازه گیری شاخص های هماتولوژی شامل گلبول سفید، گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCH و MCHC با روش توضیح داده شده توسط راس و همکاران (١٩٧٦) صورت گرفت (٩).

روش آماری بصورت یک طرح کاملا تصادفی با٤ تیمار و٤ تکرار اجرا شد. مشاهدات این طرح با استفاده

از روش ANOVA یک طرفه و رویه GLM نرم‌افزار SAS تجزیه آماری شدند (۱۱). مقایسه میانگین‌های تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

نتایج مربوط به اثر تیمارهای غذایی بر افزایش وزن روزانه، مصرف غذای روزانه، ضریب تبدیل غذا و وزن نهایی در هفته های ۱، ۲ و ۳ (دوره آغازین) در جدول ۲ نشان داده شده است. در سن ۸ تا ۱٤ روزگی، افزایش وزن جوجه هایی که سطوح ۰/۹ و ۱/۰٪ از اسیدهای آمینه گوگرددار را مصرف کردند بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) از گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار بیشتر بود. در سن ۱۵ تا ۲۱ روزگی، گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) افزایش وزن کمتری نسبت به ۳ گروه دیگر داشت. فقط در سن ۱۵ تا ۲۱ روزگی، گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار بطور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$)، مصرف غذای کمتری نسبت به ۳ گروه دیگر داشت. فقط در سن ۸ تا ۱٤ روزگی، ضریب تبدیل غذایی جوجه هایی که ۰/۹٪ اسید آمینه گوگرددار را در جیره مصرف کردند، بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) کمتر از گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار بود. گروه تغذیه شده با ۰/۷ درصد از اسیدهای آمینه گوگرددار در ۲۱ روزگی وزن نهایی کمتری ($p<۰/۰۵$) نسبت به گروه‌های دیگر داشت. تیمارهای غذایی تاثیری بر شاخص‌های هماتولوژی نداشتند (جدول ۳).

جدول ۱ـ ترکیب جیره پایه

اجزای خوراک	٪ جیره
ذرت	۵۹/۱۸
کنجاله سویا	۳۵/۹۷
روغن آفتابگردان	۱/۲۵
دی کلسیم فسفات	۱/۴۲
صدف	۱/۲۶
نمک	۰/۴۲
مکمل ویتامینی*	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی**	۰/۲۵
ترکیبات محاسبه شده***	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۰۰
پروتئین خام	۲۰/۸۴
اسید لینولئیک	۱/۴۵
الیاف خام	۲/۷
کلسیم	۰/۹
فسفر قابل دسترس	۰/۴۱
سدیم	۰/۱۸
لیزین	۱/۱۲
متیونین+سیستین	۰/۷
آرژینین	۱/۳۵
ترئونین	۰/۷۸
تریپتوفان	۰/۲۸
فنیل آلانین+تیروزین	۱/۸۴
ترکیبات آنالیز شده	
پروتئین خام	۲۰/۵۲
کلسیم	۰/۹۲
فسفر کل	۰/۴۰
متیونین کل****	۰/۳۸

* مقدار ویتامین ها در هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل: ویتامین A ،۱۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین D3، ۱۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی؛ویتامین E، ۳۶۰۰۰ میلی گرم؛ ویتامین K3، ۵۰۰۰ میلی گرم؛ تیامین، ۱۵۳۰ میلی گرم؛ ریبوفلاوین، ۷۵۰۰ میلی گرم؛ نیاسین، ۳۰۴۰۰ میلی گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۲۲۴۰ میلی گرم؛ بیوتین، ۵۰۰۰ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۱۲۶۰ میلی گرم؛ ویتامین B12، ۱۶۰۰۰ میکرو گرم و اتوکسی کویین ۱۰۰ میلی گرم.

**مکمل مواد معدنی شامل املاح زیر می باشد که در ۲/۵ کیلوگرم مکمل بیان شدند: منگنز، ۱۶۱/۳ گرم؛ روی، ۸۴/۵ گرم؛ آهن، ۲۵۰ گرم؛ مس، ۲۰ گرم؛ ید، ۱/۶ گرم؛ کبالت، ۰/۴۷ گرم و سلنیم ۲۰ گرم.

*** بر اساس آنالیز مواد خوراکی انجمن تحقیقات ملی (۱۹۹۴).

**** مقادیر متیونین در سه جیره دیگر به ترتیب ۰/۴۹، ۰/۵۸ و ۰/۷۰ درصد بوده است.

جدول ۲- اثر سطوح متفاوت اسیدهای آمینه گوگرددار در جیره آغازین جوجه های گوشتی بر افزایش وزن، مصرف غذا، ضریب تبدیل غذا به افزایش وزن و وزن زنده در هفته های مختلف دوره پیش دان*

(متیونین+سیستین)	افزایش وزن روزانه (روز/جوجه/گرم)			
٪ جیره پیش دان	۱ تا ۷ روزگی	۸ تا ۱۴ روزگی	۱۵ تا ۲۱ روزگی	۱ تا ۲۱ روزگی
۰/۷	۱۱/۴۸±۰/۸۱	۲۱/۳۴ ^{b}±۱/۰۰	۳۲/۰۵ ^{b}±۰/۹۰	۲۱/۶۲ ^{b}±۰/۸۲
۰/۸	۱۲/۹۲±۰/۷۱	۲۳/۱۹ ^{ab}±۱/۳۱	۳۷/۴۱ ^{a}±۲/۱۶	۲۴/۴۱ ^{a}±۱/۲۶
۰/۹	۱۲/۸۳±۰/۵۵	۲۴/۸۱ ^{a}±۰/۴۵	۳۹/۱۱ ^{a}±۱/۶۰	۲۵/۵۹^{a}±۰/۳۳
۱/۰	۱۳/۳۲±۰/۴۴	۲۴/۵۳ ^{a}±۰/۸۳	۴۰/۰۳ ^{a}±۰/۸۳	۲۵/۹۶ ^{a}±۰/۴۹
	مصرف غذا (روز/جوجه/گرم)			
۰/۷	۱۷/۷۵±۰/۹۶	۳۵/۴۶±۱/۰۰	۵۶/۹۶ ^{b}±۳/۰۰	۳۶/۷۲ ^{b}±۱/۴۱
۰/۸	۱۹/۵۰±۱/۰۱	۳۵/۷۰±۲/۱۲	۶۵/۰۱ ^{a}±۲/۵۱	۴۰/۰۷ ^{a}±۱/۲۸
۰/۹	۱۹/۲۹±۰/۶۲	۳۶/۲۵±۱/۷۲	۶۹/۰۰ ^{a}±۱/۹۷	۴۱/۵۲^{a}±۰/۷۴
۱/۰	۱۹/۳۷±۰/۳۳	۳۶/۲۴±۱/۳۳	۶۴/۰۴ ^{a}±۱/۳۵	۳۹/۹۲ ^{a}±۰/۳۵
	ضریب تبدیل غذا به افزایش وزن (گرم/گرم)			
۰/۷	۱/۵۵±۰/۰۶	۱/۶۷ ^{a}±۰/۰۴	۱/۷۷±۰/۰۵	۱/۷۰ ^{a}±۰/۰۱
۰/۸	۱/۵۴±۰/۰۵	۱/۵۴ ^{ab}±۰/۰۵	۱/۷۴±۰/۰۹	۱/۶۵ ^{ab}±۰/۰۶
۰/۹	۱/۵۱±۰/۰۵	۱/۴۶^{b}±۰/۰۵	۱/۷۷±۰/۱۱	۱/۶۲^{ab}±۰/۰۵
۱/۰	۱/۴۶±۰/۰۴	۱/۴۹ ^{b}±۰/۰۸	۱/۶۰±۰/۰۳	۱/۵۴ ^{b}±۰/۰۳
	وزن بدن (گرم)			
	۱روزگی	۷ روزگی	۱۴ روزگی	۲۱ روزگی
۰/۷	۳۶/۱۰±۰/۵۸	۱۲۶/۱۰±۲/۵۸	۲۷۴/۷۰ ^{b}±۶/۵۶	۴۶۶/۷۸^{b}±۱۱/۱۹
۰/۸	۳۵/۹۸±۰/۸۹	۱۳۴/۱۱±۲/۸۹	۲۹۶/۱۹ ^{ab}±۶/۷۴	۵۲۰/۱۰ ^{a}±۱۱/۶۹
۰/۹	۳۵/۹۷±۰/۵۴	۱۳۵/۸۲±۲/۵۴	۳۰۹/۴۱ ^{ab}±۶/۴۵	۵۴۹/۰۳^{a}±۱۱/۸۲
۱/۰	۳۵/۹۹±۰/۶۰	۱۳۹/۲۴±۲/۶۰	۳۱۱/۱۰ ^{a}±۶/۷۹	۵۴۷/۹۵ ^{a}±۱۰/۷۴

* مقادیر بصورت (انحراف معیار± میانگین) نشان داده شده‌اند.

a-b : در هر ستون (برای هر صفت در هر دوره هفتگی) اعدادی که حروف مشابه ندارند، تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) دارند.

جدول ۳- اثر سطوح متفاوت اسیدهای آمینه گوگرددار در جیره آغازین جوجه های گوشتی بر شاخص‌های خون شناختی در ۲۱ روزگی*

صفت مورد مطالعه	متیونین+سیستین (٪ جیره پیش دان)			
	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱/۰
گلبول سفید هزار در میلیمتر مکعب	۳۴/۵۵±۰/۸۶	۳۶/۰۷±۱/۸۴	۳۳/۸۷±۱/۹۸	۳۴/۹۷±۱/۷۰
گلبول قرمز میلیون در میلیمتر مکعب	۲/۲۲±۰/۰۴	۲/۳۷±۰/۱۶	۲/۱۹±۰/۱۰	۲/۲۵±۰/۱۲
هموگلوبین ۱۰۰میلی لیتر/ گرم	۱۳/۰۰±۰/۳۴	۱۳/۰۷±۰/۸۲	۱۲/۲۵±۰/۷۸	۱۲/۷۷±۰/۶۵
هماتوکریت ٪	۳۱/۸۰±۰/۷۷	۳۳/۱۲±۲/۲۹	۳۰/۱۷±۱/۴۴	۳۱/۹۲±۱/۶۳
MCV میلی متر مکعب	۱۴۱/۷۷±۱/۹۴	۱۳۹/۳۵±۰/۵۶	۱۳۸/۵۰±۱/۰۷	۱۴۱/۸۷±۰/۸۵
Pg – MCH	۲۹/۰۳±۰/۵۲	۲۷/۹۰±۰/۶۵	۲۸/۷۲±۱/۴۲	۲۸/۷۷±۰/۴۶
MCHC ۱۰۰میلی لیتر/ گرم	۴۰/۹۰±۰/۶۲	۳۹/۵۵±۰/۴۶	۴۰/۵۲±۰/۸۵	۴۰/۰۰±۰/۲۷

* مقادیر بصورت (انحراف معیار ± میانگین) نشان داده شده اند.

بحث

ارتباط نزدیک و مستقیمی بین مصرف غذا و افزایش وزن در جوجه های گوشتی وجود دارد (٣، ٥، ٦، ١٤ و١٥)، که در این تحقیق نیز این نتیجه بدست آمد. از طرف دیگر، سطح اسیدهای آمینه در جیره، می‌تواند مصرف غذای پرنده را تحت تاثیر قرار دهد (٣، ٦ و ١٤). اگر افزایش یا کاهش اسیدهای آمینه جیره خیلی زیاد نباشد، مصرف خوراک هم چندان تحت تاثیر قرار نمی کیرد، اما اگر افزایش یا کاهش اسیدهای آمینه جیره خیلی زیاد باشد، مصرف غذا شدیداً کاهش می‌یابد. علت آن هم به هم خوردن توازن اسید آمینه‌ای خون می باشد، که بر هیپوتالاموس اثر می‌گذارد (٣). در این تحقیق وقتی سطح اسیدهای آمینه گوگرددار جیره پیش دان از ٠/٨٪ (توصیه انجمن تحقیقات ملی) به ٠/٩٪ رسید (انرژی جیره ٢٩٠٠ کیلو کالری در کیلوگرم می‌باشد)، مصرف خوراک افزایش یافت، طوری که در ١٥ تا ٢١ روزگی، این افزایش به ٤ گرم در روز به ازای هر جوجه رسید. این کار موجب تفاوت ٣٠ گرمی در وزن ٢١ روزگی جوجه های این دو گروه شد (اگرچه تفاوت معنی‌دار نبود). نتایج مشابهی توسط محققین دیگر گزارش شده است (١٠، ١٢، ١٣، ١٤ و ١٥). اگرچه برخی این موضوع را تایید نکردند (٤ و ٨). اهمیت این موضوع از آنجایی مشخص می‌شود که جوجه‌هایی که در هفته های اول افزایش وزن و وزن بالاتری دارند، تا انتهای پرورش این برتری را در شرایط یکسان حفظ می کنند.

شاخص‌های خون شناختی از آن جهت اهمیت دارد که می‌تواند نشان دهنده تغذیه کافی و در حد سلامتی پرندگان باشد (١ و ٢). در این تحقیق سطوح اسیدهای آمینه گوگرددار جیره تاثیری بر شاخص‌های خون شناختی نداشتند، ولی از آنجایی که شاخص‌های اندازه‌گیری شده در محدوده طبیعی قرار داشتند (در مقایسه با اطلاعات گزارش شده بل و استورکی در سال ١٩٦٥)، می‌توان نتیجه گرفت که همه پرندگان تحت آزمایش از بابت شاخص‌های خونی تغذیه کافی داشتند. عدم تاثیر مکمل متیونین در جیره پیش دان جوجه‌های گوشتی بر شاخص‌های خون شناختی در این آزمایش با نتیجه ال مایا (٢٠٠٦) و اولوبو و همکاران (١٩٨٦) در تناقض می‌باشد. آن‌ها نشان دادند که مکمل متیونین در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی موجب بهبود معنی‌دار ($p<0/05$) شاخص‌هایی چون هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز خون، تعداد گلبول های سفید خون، MCHC، MCH و MCV می‌شود. به نظر می رسد که این اختلافات به دلیل مدت، مقدار و شیوه استفاده از مکمل متیونین در این آزمایشات بوده باشد.

طبق نتایج این تحقیق، به نظر می‌رسد که سطح اسیدهای آمینه گوگرددار جیره پیش دان جوجه‌های گوشتی که توسط انجمن تحقیقات ملی (١٩٩٤) توصیه شده است، به منظور حفظ عملکرد جوجه‌های گوشتی کافی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج در خصوص انجام این طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1- Al-Mayah, A.A.S. (2006): Immune response of broiler chicks to DL- methionine supplementation at different ages. Int. J. Poult. Sci., 5: 169-172.

2- Bell, D.J. and Sturkie, P.D. (1965): Chemical constituents of blood. In Avian Physiology. P.32. Edited by Paul D. Sturkie Comstock publishing associates a division of Cornell University Press, Ithaca, New York.

3- D'Mello, J.P.F. (1995): Amino Acids in Farm Animal Nutrition. CAB INTERNATIONAL.

4- Fatufe, A. A. and Rodehutscord, M. (2005): Growth, body composition, and marginal efficiency of methionine utilization are

affected by nonessential amino acid nitrogen supplementation in male broiler chicken. Poult. Sci. 84: 1584-1592.

5- McDonald, P., Edwards, R. A. , Greenhalgh, J.F. D. and Morgan, C. A. (1995): Animal Nutrition. 5th ed. Longman Scientific & Technical. J. Willy Press, UK.

6- National Research Council (1994): Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed., National Academy Press, Washington, DC.

7- Ologhobo, A.D., Tewe, O.O. and Adejumo, O. (1986): Proceeding of The 11th Annual conference of the Nigerian society of Animal Producion, ABV, Zaria, Nigeria.

8- Rama Rao, S. V., Praharaj,N. K. , Ramasubba Reddy, Panda, V. A. K. (2003): Interaction between genotype and dietary concentration of methionine for immune function in commercial broilers. Br. Poult. Sci. 44:104-112.

9- Ross, J.G., Christie Halliday, W.G. and Jones, R.M. (1976): Determination of hematology and blood chemistry values in healthy six-week-old broiler hybrids. Avian Patho. 5: 273-281.

10- Rubin, L. L., Canal, C. W. , Kessler, A. , Silva, I. , Trevizan, L. , Viola, T. , Raber, Goncalves, M. T. A. and Kras, R. (2007): Effect of methionine and arginine dietary levels on the immunity of broiler chickens submitted to immunological stimuli. Brazilian J. Poul. Sci. 9: 241-247.

11- SAS Institute (1996): The SAS system for windows, version 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.

12- Tsiagbe, V. K., Cook, M. E. , Harper, A. E. and Sunde, M. L. (1987a): Enhanced immune responses in broiler chicks fed methionine-supplemented diets. Poult. Sci. 66: 1147-1154.

13- Tsiagbe, V. K., Cook, M. E. , Harper, A. E. and Sunde, M. L. (1987b): Efficacy of cysteine in replacing methionine in the immune responses of broiler chicks. Poult. Sci. 66: 1138-1146.

14- Vieira, S. L., Lemme, A. , Goldenberg, D. B. and Brugalli, I. (2004): Responses of growing broilers to diets with increased sulfur amino acids to lysine ratios at two dietary protein levels. Poult. Sci. 83: 1307-1313.

15- Zhan, X. A., Li, J. X. , Xu, Z. R. and Zhao, R. Q. (2006): Effect of methionine and betaine supplementation on growth performance, carcass composition and metabolism of lipids in male broilers. Br. Poult. Sci. 47: 576-580.