نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰٤، پاییز ۱۳۹۳
ص‌ص: ۱۷۳~۱۸۲

تأثیر سطوح اسیدآمینهٔ ال‌ترئونین بر عملکرد، ارزیابی اندام های تولید مثلی و رشد پر در بلدرچین ژاپنی

- **دلنیا احمدپور**
دانش‌آموخته گروه پرورش و مدیریت طیور، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
- **محمد امیر کریمی ترشیزی** (نویسنده مسئول)
استادیار گروه پرورش و مدیریت طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
- **فرید شریعتمداری**
استاد گروه پرورش و مدیریت طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت : خرداد ماه ۹۲ تاریخ پذیرش : مرداد ماه ۹۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۵۹۹۴۴۶۱

Email: karimitm@modares.ac.ir

چکیده

آزمایش حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف اسیدآمینهٔ ال-ترئونین در جیرهٔ غذایی بر پایهٔ گندم در بلدرچین ژاپنی روی عملکرد، ارزیابی اندام‌های داخلی، ارزیابی اندام های تولید مثلی و رشد پر انجام گرفت. تعداد ١٤٤ قطعه بلدرچین یک-روزه به طور تصادفی بین ٦ تیمار آزمایشی و ٤ تکرار توزیع شدند. جیرهٔ پایه بر اساس گندم، بدون افزودن ال_ترئونین بود و سایر جیره‌های آزمایشی با افزودن سطوح ٠/٦، ١/٢، ١/٨، ٢/٤ و ٣/٠ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین تهیه شدند. افزایش سطوح ال-ترئونین به جیرهٔ پایه موجب افزایش معنی‌داری در وزن روزانهٔ کل دوره (P<٠/٠٥) شد. نتایج نشان داد که افزایش سطوح ترئونین تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک درکل دوره و ضریب تبدیل غذایی در دورهٔ ٢١ تا ٤٢روزگی نداشت، اما موجب کاهش در ضریب تبدیل غذایی در ١ تا ٢١ و ١ تا ٤٢ روزگی شد (P<٠/٠٥). وزن نسبی قلب، پیش‌معده، گناد و طول نسبی ایلئوم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما وزن نسبی سنگدان (P<٠/٠٥)، چربی محوطه‌ی بطنی و طول نسبی دوازدهه، ژژونوم با افزایش سطوح ال-ترئونین افزایش یافت (P<٠/٠١). رابطه‌ی خطی کاهشی و درجه دوم (P<٠/٠١) با افزایش سطوح در وزن نسبی کبد مشاهده می‌شود. حجم غده‌ی کلواکی نر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی روند خطی افزایشی با افزایش سطوح (P<٠/٠١) و درجه دوم (P<٠/٠٥) را تبعیت می‌کند اما تولید کف از غده‌ی کلواک نر معنی‌دار نیست. افزایش سطوح ترئونین باعث افزایش معنی‌داری در برخی ویژگی‌های پردرآوری مانند طول (P<٠/٠١) و وزن پر (P<٠/٠٥) شد. می-توان نتیجه گرفت که افزودن٢/٤ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین به جیرهٔ بلدرچین ژاپنی سبب بهبود عملکرد و رشد پر می‌گردد و سطوح بالاتر از NRC بر برخی شاخص‌های تولید مثلی اثر مثبت می‌گذارد.

واژه‌های کلیدی: ال- ترئونین- گندم- بلدرچین ژاپنی- عملکرد- اندام‌های داخلی- اندام‌های تولید مثلی- رشد پر.

Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 104 pp: 173-182

The effect of L-threonine supplementation of wheat based diet on performance, reproductive and internal organs and feathers growth in Japanese quail

Delnia Ahmadpour, Graduated from Department of Poultry Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University.Mohammad Amir Karimi Torshizi, Assistant professor, Department of Poultry Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. Farid Shariatmadari, Professor, Department of Poultry Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University*Corresponding Author, karimitm@modares.ac.ir, Tel.: +989125994461* **Received: June 2013** **Accepted: August 2013**

Recent experiment was performed in order to determine effects of dietary l-threonine supplementation levels in Japanese quails' diets on performance, reproductive and internal organs and feathers growth. One hundred and forty four, 1-d old Japanese quails, have been selected and randomly distributed between six treatments and four replicates. Basal experimental ration was based on wheat, without supplemental threonine, and other treatments were supplied by 0.6, 1.2, 1.8, 2.4 and 3.0 g/kg l-threonine. The results have shown that body weight gain was improved by dietary threonine supplementation levels ($P<0.05$), but daily feed intake during 1-42 days and feed conversion ratio during 21-42 days of experiment did not shown significant differences between experimental groups. Supplementation of l-threonine to quails' diets decreased feed conversion ratio of birds during 1-21 and 1-42 days ($P<0.05$). Experimental groups, have not significant difference on relative weight of heart, proventriculus, gonads and the relative length of ileum. Relative weight of gizzard ($P<0.05$), abdominal fat and relative length of duodenum and jejunum increased by increasing threonine levels ($P<0.01$). Decremental linear and quadratic trend by increasing threonine levels was observed in liver weight ($P<0.05$). Cloacal gland volume were influenced by dietary l-threonine supplementation and increased by increasing threonine levels but has not significant effect on cloacal foam in male quails. Supplementation levels of l-threonine have significant effect on increase feather length ($P<0.01$) and feather weight ($P<0.05$). Supplementation 2.4 g/kg of l-threonine to quails' diets improved body weight, feed conversion ratio and feather growth.

Key words: L-threonine- wheat- Japanese quail- performance- reproductive organs- feather growth- internal organs.

مقدمه

بلدرچین به دلیل مشخصات منحصر به فرد رشد سریع، بلوغ جنسی زودهنگام و دورهٔ تولید مثلی کوتاه، به عنوان پرنده‌ای پرورشی و آزمایشگاهی مورد توجه است. فرموله کردن جیره برای بلدرچین ژاپنی معمولا بر اساس جداول احتیاجات خوراکی دیگر کشورها، مانند انجمن ملی تحقیقات (۱۹۹۴) می‌باشد که قابل تعمیم به همه شرایط آب و هوایی نمی‌باشد. پروتئین با کیفیت بالا همراه با تعادل اسیدآمینه‌ای مناسب، یکی از مهمترین و گران‌ترین مواد مغذی برای طیور است. امروزه کمبود اسیدهای آمینه در جیره‌ها را با مکمل کردن اشکال سنتتیک آن‌ها جبران می‌کنند. دانه‌های غلات منابع غنی از کربوهیدارت به حساب می‌آیند و به عنوان منبع انرژی در تغذیه طیور مورد استفاده قرار می‌گیرند. این گروه از مواد خوراکی سهم قابل توجهی از کل اقلام خوراک مصرفی در صنعت طیور را به خود اختصاص می‌دهد. طبیعت ویسکوزهٔ پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP)[1] تأثیر مستقیمی روی جذب موادغذایی و تغییر عملکرد دارد (Law و همکاران، ۲۰۰۰). دسترسی وسیع تجاری به دو اسیدآمینهٔ محدود کننده برای پرندگان، متیونین و لیزین، توجه به جیره نویسی براساس کاهش سطوح پروتئین خام همراه با مکمل کردن اسیدآمینه را جلب کرده است. ترئونین به عنوان سومین اسیدآمینهٔ محدود کننده در طیور مطرح است و بلدرچین نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. تا به حال بیشتر تحقیقات، به‌منظور ارزیابی اثر ترئونین بر رشد و عملکرد پرنده انجام، و نتایج متناقضی مشاهده شده است. با این حال، تحقیقات کمی در مورد نیازمندی‌های اسیدآمینه‌ای و بویژه ترئونین در بلدرچین، صورت گرفته است. ترئونین به منظور ایجاد

[1] Non-starch polysaccharide

تعادل اسیدآمینه‌ای دقیق مطابق با احتیاجات غذایی حیوان، به جیره خوک‌ها و طیور اضافه می‌شود، در نتیجه افزودن این اسیدآمینهٔ سنتتیک ممکن است حیوان راندمان مصرف خوراک بالاتری داشته باشد. اهمیت ترئونین به‌دلیل نقش نگهدارنده آن در حفظ دستگاه گوارش، بهینه کردن عملکرد و رشد پرها (Dozier و همکاران، ۲۰۰۰) می‌باشد.

وجود عامل ضد تغذیه‌ای NSP در مواد خوراکی دفع داخلی روده و مخصوصا ترشح موسین را تحریک می‌نماید و منجر به کاهش بازده مصرف ترئونین برای ذخیره پروتئینی و سلامت دستگاه گوارش و متعاقب آن کاهش عملکرد (Iji و همکاران، ۲۰۰۱) می‌شود. یک شاخص مورد قبول می‌بایست در برگیرندهٔ کل فرآیند، مانند ورودی‌های مختلف (مثل هزینهٔ خوراک) و خروجی‌های متغیر (انواع محصولات قابل عرضه به بازار) باشد. با توجه به اهمیت این موضوع، مطالعهٔ حاضر با هدف افزودن ترئونین به عنوان یک اسیدآمینه‌ی دخیل در عملکرد و رشد پر، در جیرهٔ بر پایهٔ گندم به عنوان یک منبع حاوی پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای که اثر سوء بر عملکرد و جذب و هضم مواد مغذی دارد، می‌باشد. این آزمایش به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف اسیدآمینهٔ ال-ترئونین در جیرهٔ غذایی بر پایهٔ گندم در بلدرچین ژاپنی روی عملکرد، ارزیابی اندام‌های داخلی، ارزیابی اندام های تولید مثلی و رشد پر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۴۴ قطعه جوجه‌ی بلدرچین ژاپنی یک‌روزه از یک جمعیت ۳۰۰ قطعه‌ای (با وزن یکنواخت) انتخاب گردید. این جوجه‌ها به طور تصادفی بین ۶ تیمار و ۴ تکرار و در هر تکرار ۶ قطعه پرنده توزیع شدند.

جیرهٔ آزمایشی پایه بر اساس گندم و بدون افزودن ترئونین سنتتیک بود و بر اساس نیازهای توصیه شده برای بلدرچین ژاپنی توسط انجمن ملی تحقیقات (NRC, ۱۹۹۴) تنظیم شد (جدول ۱). سایر جیره‌های آزمایشی با افزودن سطوح ۰/۶، ۱/۲، ۱/۸، ۲/۴ و ۳/۰ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین (ThreAMINO®, Evonic, Germany) به جیرهٔ پایه تهیه شدند.

برای ارزیابی عملکرد مقدار خوراک مصرفی، افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی تا انتهای آزمایش یعنی ۴۲ روزگی به صورت هفتگی رکورد برداری شد.

جهت ارزیابی اندام های درونی در سن۴۲ روزگی از هر گروه آزمایشی ۴ پرنده جهت نمونه برداری از اندام‌های داخلی توزین و سپس کشتار شدند. کبد، پیش معده، سنگدان و قلب هر پرنده جهت تعیین وزن نسبی این اندام‌ها نسبت به وزن بدن جدا شده و بلافاصله با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ ± گرم توزین شدند. برای ارزیابی اندام های تولید مثلی در سن ۳۵، ۳۷، ۳۹ و ۴۱ روزگی از هر گروه آزمایشی ۴ پرنده نر جهت نمونه برداری انتخاب شدند.

پس از توزین طول، عرض و برآمدگی غده کلواکی و حجم کف اندازه‌گیری و سپس نسبت به وزن بدن تصحیح شدند. بعد از کشتار، وزن بیضه و تخمدان‌ها اندازه‌گیری شد و وزن نسبی آن نسبت به وزن بدن محاسبه گردید (Biswas و همکاران، ۲۰۰۷).

به منظور ارزیابی رشد پر، در سن ۴۲ روزگی از هر گروه آزمایشی ۴ پرنده نر به صورت تصادفی انتخاب، و سپس کشتار شدند. از بال راست پرنده‌های کشتار شده ۵ پر ابتدایی را جدا و به وسیله‌ی خط کش طول آن اندازه‌گیری شد. وزن پر نیز با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد (Urdaneta-Rincon و Leeson ، ۲۰۰۴).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS (SAS، ۲۰۰۴) رویهٔ GLM و در سطح احتمال ۰/۰۱ صورت گرفت.

مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای جدید دانکن انجام شد (Duncan، ۱۹۵۵).

جدول۱- اجزای جیره‌های غذایی و ترکیب شیمیایی آن

ترکیب جیره	جیرهٔ شماره ۱	جیرهٔ شماره ۲	جیرهٔ شماره ۳	جیرهٔ شماره ۴	جیرهٔ شماره ۵	جیرهٔ شماره ۶
	درصد					
گندم	۴۸/۷۲	۴۸/۷۲	۴۸/۷۲	۴۸/۷۲	۴۸/۷۲	۴۸/۷۲
کنجاله‌ی سویا	۴۳/۰۴	۴۳/۰۴	۴۳/۰۴	۴۳/۰۴	۴۳/۰۴	۴۳/۰۴
دی کلسیم فسفات	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴
روغن سویا	۴/۹۵	۴/۹۵	۴/۹۵	۴/۹۵	۴/۹۵	۴/۹۵
سنگ آهک	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴
مکمل ویتامینه[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
متیونین	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
نمک	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
ماسه	۰/۳۵	۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۰۲
	۰	۰/۰۶۶	۰/۱۳۱	۰/۱۹۷	۰/۲۶۲	۰/۳۲۸
ترکیب شیمیایی محاسبه شده[3]						
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۰۱/۹	۲۹۰۳/۸	۲۹۰۵/۷	۲۹۰۷/۶	۲۹۰۹/۴
پروتئین خام (درصد)	۲۴/۰۰	۲۴/۰۴	۲۴/۰۹	۲۴/۱۳	۲۴/۱۸	۲۴/۲۲
ترئونین (درصد)	۰/۸۹	۰/۹۵	۱/۰۱	۱/۰۷	۱/۱۳	۱/۱۹
کلسیم (درصد)	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰
فسفر قابل دسترس(درصد)	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
متیونین (درصد)	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
متیونین+سیستین (درصد)	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹
لیزین (درصد)	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰
سدیم (درصد)	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵

۱. هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی۹،۰۰۰،۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۲،۰۰۰،۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3 و ۱۸ گرم ویتامین E، ۲ گرم ویتامین K3، ۱/۸ گرم ویتامین B1، ۶/۶ گرم ویتامین B2، ۸/۸ گرم B3، ۲۹/۷ گرم B5، ۲/۹۴ گرم B6، ۱ گرم B9، ۱۵ میلی‌گرم B12، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین H و ۲۵۰ گرم کولین کلراید.

۲. هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۹۹/۲ گرم منگنز، ۵۰ گرم آهن، ۸۴/۷ گرم روی، ۱۰ گرم مس، ۱ گرم ید و ۰/۲ گرم سلنیوم.

۳. برآورد شده از (NRC، ۱۹۹۴)

نتایج

اثر گروه‌های آزمایشی بر میانگین افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل غذایی دوره‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. افزایش وزن روزانه در دورهٔ ۱ تا ۲۱ روزگی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، با این حال روند خطی افزایشی با افزایش سطوح را مشاهده می‌کنیم ($P<۰/۰۱$). اما سطوح متفاوت اسیدآمینهٔ افزوده به جیرهٔ پایه موجب تغییرات معنی‌داری در افزایش وزن ۲۱ تا ۴۲ روزگی ($P<۰/۰۱$) و ۱ تا ۴۲ روزگی ($P<۰/۰۵$) شد. در دورهٔ ۱ تا ۴۲ روزگی روند خطی معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$)، اما در دورهٔ ۲۱ تا ۴۲ روزگی داده‌ها روند خاصی را دنبال نمی‌کنند، با این حال بهترین افزایش وزن روزانه مربوط به گروه دریافت کنندهٔ ۲/۴ گرم در کیلوگرم اسیدآمینهٔ ترئونین می‌باشد. این سطح به میزان ۰/۶ گرم در هر کیلوگرم جیره، بالاتر از سطح پیشنهادی NRC می‌باشد. میانگین افزایش وزن روزانه‌ی سطح پیشنهادی NRC تنها با سطح ۲/۴ گرم در کیلوگرم اسیدآمینهٔ ترئونین دارای تفاوت می‌باشد و با سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در دورهٔ ۱ تا ۴۲ روزگی، سطح پیشنهادی NRC دارای تفاوت معنی‌داری با گروه پایهٔ بدون اسیدآمینهٔ ترئونین، گروه دریافت کنندهٔ ۱/۲ و ۳ گرم در کیلوگرم اسیدآمینهٔ ترئونین می‌باشد و با سایر گروه‌ها تفاوتی نشان نمی‌دهد.

جدول ۲- اثر جیره‌های آزمایشی بر میانگین افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل غذایی دوره های مختلف در بلدرچین ژاپنی

گروه‌های آزمایشی	افزایش وزن روزانه (گرم در روز)			خوراک مصرفی روزانه (گرم در روز)			ضریب تبدیل غذایی		
	۱-۲۱ روزگی	۲۱-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۲۱ روزگی	۲۱-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۲۱ روزگی	۲۱-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی
جیرهٔ پایه (بدون ال-ترئونین)	۵/۱۴	۴/۸۲ ^{b}	۴/۹۸ ^{b}	۱۱/۲۱ ^{b}	۲۲/۶۰	۱۶/۹۱	۲/۲۰ ^{ab}	۵/۱۳	۳/۶۷ ^{a}
۰/۶ گرم در کیلوگرم ال- ترئونین	۵/۶۰	۵/۲۶ ^{ab}	۵/۴۳ ^{ab}	۱۳/۳۵ ^{a}	۲۲/۲	۱۷/۷۹	۲/۴۷ ^{ab}	۵/۰۴	۳/۷۵ ^{a}
۱/۲ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۵/۶۲	۴/۳۹ ^{b}	۵/۰۰ ^{b}	۱۳/۸۳ ^{a}	۲۴/۷۳	۱۹/۲۸	۲/۵۶ ^{a}	۶/۰۵	۴/۰۴ ^{a}
۱/۸ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۵/۷۴	۵/۱۰ ^{b}	۵/۴۲ ^{ab}	۱۲/۶۲ ^{ab}	۲۲/۷۰	۱۷/۶۶	۲/۱۹ ^{ab}	۴/۷۴	۳/۴۶ ^{a}
۲/۴ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۶/۳۲	۷/۱۴ ^{a}	۶/۷۴ ^{a}	۱۲/۹۱ ^{ab}	۲۲/۸۹	۱۷/۹۰	۲/۰۵ ^{b}	۳/۹۷	۳/۰۲ ^{b}
۳/۰ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۶/۳۵	۴/۱۹ ^{b}	۵/۲۷ ^{b}	۱۳/۶۵ ^{a}	۲۲/۹۶	۱۸/۳۰	۲/۱۰ ^{b}	۶/۰۳	۴/۰۷ ^{a}
SEM	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۰۵	۰/۲۴	۰/۱۳
P-Value	۰/۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۳۰	۰/۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۷	۰/۰۵
تابعیت									
خطی	۰/۰۰۶	۰/۴۰	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۷۱	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۹۱	۰/۶۲
درجه دوم	۰/۹۳	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۰۷	۰/۳۰	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۴۲	۰/۷۳

^{ab}حروف غیر همنام نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان۹۹٪ است

SEM= خطای معیار میانگین

نتایج آزمایش نشان داد که اسیدآمینهٔ ترئونین در سطوح مختلف تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک در ۱ تا ۲۱ روزگی داشت و با افزایش سطوح، شاهد افزایش خوراک مصرفی به صورت خطی هستیم (P<۰/۰۵)، اما اثری بر خوراک مصرفی در ۲۱ تا ۴۲ و ۱ تا ۴۲ روزگی نداشت. کمترین خوراک مصرفی مربوط به گروه‌هایی با سطوح پایین ترئونین می‌باشد.

در دورهٔ ۱ تا ۲۱ روزگی سطح پیشنهادی NRC تفاوت معنی‌داری با جیرهٔ پایه، بدون افزودن ترئونین را نشان می‌دهد. افزایش سطوح اسیدآمینهٔ ترئونین در سن ۱ تا ۲۱ روزگی باعث کاهش معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی (P<۰/۰۱) همراه با روند خطی کاهشی و درجه دوم شد (P<۰/۰۱). این در حالی بود که اختلاف معنی‌داری در سن ۲۱ تا ۴۲ روزگی دیده نشد.

در دورهٔ ۱ تا ۴۲ روزگی تیمارهای آزمایشی باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی شد (P<۰/۰۵) به طوری که بهترین ضریب تبدیل مربوط به گروه دریافت کنندهٔ ۲/۴ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین می‌باشد و سطح پیشنهادی NRC نیز تنها با گروه دریافت کنندهٔ ۲/۴ گرم در کیلوگرم ترئونین دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. وزن نسبی قلب و پیش معده (جدول ۳) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند.

جدول۳ اثر گروه‌های آزمایشی بر میانگین وزن نسبی اندام‌های داخلی و طول نسبی رودهٔ بلدرچین ژاپنی نر (۴۹ روزگی)

گروه‌های آزمایشی	قلب	سنگدان	کبد	پیش معده	چربی محوطه بطنی	طول دوازدهه	طول ژژونوم	طول ایلئوم
	(گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن بدن)				سانتی متر به ازای ۱۰۰ گرم وزن بدن			
جیرهٔ پایه (بدون ال-ترئونین)	۰/۸۱	۲/۰۳^{abc}	۲/۳۱^{a}	۰/۳۷	۱^{b}	۶/۶۴^{b}	۱۴/۰۸^{c}	۱۲/۸۸
۰/۶ گرم در کیلوگرم ال- ترئونین	۰/۹۴	۲/۶۴^{a}	۱/۸۹^{ab}	۰/۳۵	۰/۷^{b}	۷/۱۷^{b}	۱۵/۷۰^{bc}	۱۲/۶۴
۱/۲ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۰/۸۹	۱/۹۵^{bc}	۱/۶۵^{b}	۰/۳۶	۱/۴^{ab}	۷/۶۸^{ab}	۱۷/۴۹^{ab}	۱۳/۷۷
۱/۸ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۰/۹۲	۲/۰۵^{abc}	۱/۶۵^{b}	۰/۳۶	۱/۹^{ab}	۷/۲۲^{b}	۱۸/۲۹^{a}	۱۳/۱۸
۲/۴ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۰/۹۲	۱/۷۵^{c}	۱/۵۴^{b}	۰/۳۹	۲/۱^{ab}	۸/۴۴^{a}	۱۸/۹۷^{a}	۱۲/۸۲
۳/۰ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۰/۹۲	۲/۴۸^{ab}	۱/۷۱^{b}	۰/۴۱	۳/۱^{a}	۶/۶۸^{b}	۱۴/۶۹^{c}	۱۲/۱۷
SEM	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۰۷	۰/۲	۰/۱۷	۰/۴۷	۰/۲۱
P-Value	۰/۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۴
تابعیت								
خطی	۰/۰۵	۰/۸	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۰۰۰۵	۰/۱	۰/۰۰۸	۰/۴
درجه دوم	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۱	۰/۱	۰/۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۱

SEM= خطای معیار میانگین

^{ab}حروف غیر همنام نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان۹۹٪ است

تغییر در درصد نسبی وزن سنگدان (P<۰/۰۱) در مقادیر میانگین تیمارها دیده می‌شود. داده‌ها از روند خاصی تبعیت نمی‌کنند، اما بالاترین و پایین‌ترین وزن نسبی سنگدان به ترتیب مربوط به گروه دریافت کننده‌ی ۰/۶ و ۲/۴ گرم در کیلوگرم مکمل ترئونین می‌باشد. کبد تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفته است (P<۰/۰۱). رابطه‌ی خطی کاهشی و درجه دوم (P<۰/۰۱) با افزایش سطوح در وزن نسبی کبد مشاهده می‌شود. در مورد چربی محوطهٔ بطنی تفاوت در مقادیر میانگین تیمارها همراه با روند خطی افزایشی با افزایش سطوح مکمل ترئونین دیده می‌شود (P<۰/۰۱). طول نسبی دوازدهه و ژژونوم تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار

گرفته (P<۰/۰۱) اما در طول نسبی ایلئوم تغییری ایجاد نشده است. روند خطی افزایشی و درجه دوم با افزایش سطوح اسیدآمینه در ژژونوم و درجه دوم در دوازدهه مشهود است (P<۰/۰۱). گروه‌های مختلف آزمایشی تأثیری روی وزن گناد (جدول ۴) در بلدرچین ژاپنی نر نداشت. حجم غده‌ی کلواکی در جنس نر تحت تأثیر سطوح متفاوت مکمل ال-ترئونین قرار گرفته و میانگین‌ها روند خطی افزایشی با افزایش سطوح (P<۰/۰۱) و درجه دوم (P<۰/۰۵) را تبعیت می‌کنند.

جدول ٤: اثر سطوح متفاوت مکمل ال-ترئونین بر دستگاه تولید مثلی بلدرچین ژاپنی نر (٤٩ روزگی)

گروه‌های آزمایشی	وزن بیضه‌ها (گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن)	حجم غده کلواکی (cm^3)	مقدار کف (mg)
جیرهٔ پایه (بدون ال-ترئونین)	۲/۴۷	۶ /۰۷ [b]	۱۴/۷۳
۰/۶ گرم در کیلوگرم ال- ترئونین	۲/۹۸	۶/۰۸ [b]	۱۵/۱
۱/۲ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۲/۶۵	۶/۱۹ [b]	۱۵/۱
۱/۸ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۲/۲۷	۶/۴۳ [b]	۱۵/۴۳
۲/۴ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۲/۷۹	۸/۰۸ [a]	۱۶/۵۶
۳/۰ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۲/۸۰	۸/۰۸ [a]	۱۶/۶۳
SEM	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۳۲
P-Value	۰/۱	۰/۰۰۰۸	۰/۴
خطی	۰/۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴
درجه دوم	۰/۵	۰/۰۲	۰/۶

SEM= خطای معیار میانگین

[ab]حروف غیر همنام نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان۹۹٪ است

این در حالی است که تولید کف از غده‌ی کلواک نر معنی‌دار نیست اما داده‌ها روند خطی افزایشی را تبعیت می‌کنند (P<۰/۰۱). هم مقدار کف تولیدی و هم حجم غده‌ی کلواکی در گروه‌های دریافت کننده‌ی ۲/۴ و ۳ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین که به ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۱۲ درصد بالاتر از سطح توصیه‌ی NRC (۱/۸ گرم در کیلوگرم) هستند در بالاترین مقدار بین دیگر گروه‌ها می‌باشد.

در جدول ۵، اثر گروه‌های آزمایشی بر روی رشد پر مشاهده می‌شود. سطوح اسیدآمینهٔ ترئونین باعث افزایش معنی‌داری در طول پر همراه با روند خطی افزایشی با افزایش سطوح ترئونین شد (P<۰/۰۱). جیرهٔ پایهٔ فاقد اسیدآمینهٔ ترئونین کمترین طول پر را به خود اختصاص داده است که با گروه‌های دریافت کنندهٔ ۰/۶ و ۱/۲ گرم در کیلوگرم ال- ترئونین تفاوت معنی‌داری ندارد، اما بین گروه جیرهٔ بدون اسیدآمینهٔ ترئونین و سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. گروه سطح پیشنهادی NRC، با گروه بدون اسیدآمینهٔ ترئونین تفاوت معنی‌داری در طول پر نشان می‌دهد. اسیدآمینهٔ ترئونین اثر معنی‌داری بر وزن پر داشت (P<۰/۰۵) با این حال داده‌ها روندی خاص را تبعیت نمی‌کنند. بیشترین وزن پر مربوط به گروه دریافت کنندهٔ ۱/۸ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین (NRC) بود.

جدول۵: اثر سطوح متفاوت اسیدآمینهٔ ترئونین بر رشد پر بلدرچین ژاپنی (۴۹ روزگی)

گروه‌های آزمایشی	طول پر* (سانتی‌متر)	وزن پر* (گرم)
جیرهٔ پایه (بدون ال-ترئونین)	۷/۶۰ b	۰/۰۴ b
۰/۶ گرم در کیلوگرم ال- ترئونین	۸/۱۹ ab	۰/۰۶ ab
۱/۲ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۸/۲۴ ab	۰/۰۴ b
۱/۸ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۸/۹۶ a	۰/۰۷ a
۲/۴ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۹/۰۸ a	۰/۰۴ b
۳/۰ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین	۸/۶۱ a	۰/۰۴ b
SEM	۰/۱۴	۰/۰۰۳
	۰/۰۰۲	۰/۰۴
تابعیت		
خطی	۰/۰۰۰۳	۰/۶
درجه دوم	۰/۰۲	۰/۰۹

حروف غیر همنام نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان۹۹٪ است

* میانگین تعداد ۵ پر ابتدایی بال هر پرنده

SEM= خطای معیار میانگین

بحث

در تایید نتایج افزایش وزن، خان و همکاران و داگلاس و همکاران طبق آزمایش‌های خود روی جوجهٔ گوشتی اعلام کردند با افزایش سطح ترئونین قابل هضم مصرف خوراک و وزن بدن به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Douglas و Parsons، ۱۹۹۹; Khan و همکاران، ۲۰۰۶; Mehri و همکاران، ۲۰۱۰). اما آزمایش‌هایی دیگر نشان داد که افزایش سطح ترئونین قابل هضم جیره جوجه‌های گوشتی از ۰/۶۹٪ به ۰/۸۱٪ در طی دوره رشد، وزن بدن را بهبود نمی‌بخشد (Everett و همکاران، ۲۰۱۰). در آزمایش‌های انجام گرفته روی بلدرچین نتایج متناقضی دیده می‌شود. کاهش سطح اسیدآمینه‌های ضروری می‌تواند دلیلی بر کاهش مصرف خوراک باشد (Ferguson و همکاران، ۱۹۹۸). هم‌چنین عدم تعادل آمینواسیدهای موجود در پلاسما موجب کاهش مصرف خوراک می‌گردد (Austic و همکاران، ۲۰۰۰). در توافق با نتایج ما محققین گزارش کردند که بین مصرف خوراک در سطوح بالای ترئونین با سطوح پایین تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک وجود دارد و این افزایش عددی می‌تواند بیان کند که افزایش سومین اسیدآمینه‌ی محدود کننده ممکن است اثر محرکی بر مصرف خوراک داشته باشد (Shan و همکاران، ۲۰۰۲). در آزمایشی که جهت تعیین نیاز ترئونین در جوجه‌های گوشتی در طول ابتلا به عفونت سالمونلایی انجام گرفت افزایش نسبت ترئونین به لایزین باعث افزایش خوراک مصرفی و افزایش وزن پرنده شد به طوری که پرنده‌های مبتلا به عفونت سالمونلا با نسبت پایین ترئونین به لایزین تا پایان دوره عملکرد ضعیفی داشتند که ممکن است به خاطر کاهش مصرف خوراک و تحت تأثیر واقع شدن ایمنی از طریق کاهش پروتئین بدن پرنده بوده باشد (Star و همکاران، ۲۰۱۲). تحقیقات در بلدرچین تخمگذار نیز نشان داد افزایش نسبت ترئونین به لایزین موجب بهبود عملکرد می‌شود (de Lim و همکاران، ۲۰۱۳). (Figueiredo و همکاران، ۲۰۱۲) و(Mohammadi Gheisar و همکاران، ۲۰۱۱) اعلام کردند که ترئونین افزوده به جیره، تاثیری بر مصرف خوراک ندارد، که با نتایج ما همراه نبود. همچنین ممکن است که بلدرچین‌ها قادر به جبران کمبود ترئونین، به صورت افزایش مصرف خوراک نباشند (Canogullari و همکاران، ۲۰۰۹; Mandal و همکاران، ۲۰۰۶). محققین در پژوهشی اعلام کردند. تحقیقات نشان داد افزودن سطوح ترئونین ضریب تبدیل را در بلدرچین بهینه نکرده است (Baylan و همکاران، ۲۰۰۶) اما گزارش‌های دیگر بهبود ضریب تبدیل را با افزایش

ترئونین در جیرهٔ بلدرچین ژاپنی گزارش کردند (Canogullari و همکاران، ۲۰۰۹). طبیعت ویسکوزهٔ پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای تأثیر نامطلوبی روی جذب موادغذایی و تغییر عملکرد دارد (Law و همکاران، ۲۰۰۰; Iji و همکاران، ۲۰۰۱) و از سویی دیگر ترئونین سبب بهبود عملکرد می‌گردد لذا برهم کنش آن‌ها جای توجه دارد. ضروری بودن ترئونین برای بدن پرنده و از طرفی تنها آمینواسید درگیر در متابولیسم احشایی، بستر را برای تأثیر گذاری در وزن اندام‌های گوارشی فراهم می‌سازد (Schaart و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش وزن نسبی کبد ممکن است مربوط به افزایش فعالیت لیپوژنیکی در جیره‌ی دارای کمبود آمینو اسید و پروتئین، باشد. زیرا کبد اولین مکان سنتز چربی در جوجه‌هاست (Rosebrough و McMurtry ، ۱۹۹۳). کل دستگاه گوارش به اضافه لوزالمعده و طحال که خون آن‌ها توسط سیاهرگ باب جذب می‌شود نیاز احشایی ضروری بالایی برای ترئونین دارد و با سرعت بالایی از ترئونین عمدتا به دلیل الحاق به پروتئین‌های مخاطی استفاده می‌شود (Schaart و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش چربی محوطهٔ بطنی نشان دهندهٔ این واقعیت است که تامین بیش از نیاز مقدار آمینواسید منجر به عدم مصرف موثر آن و افزایش وزن ناموثر و غیر اقتصادی می‌شود (Kerr و Kidd، ۱۹۹۹). بررسی تصویری از غده کلواک و کف غده‌ی کلواک ممکن است یک ابزار غیر تهاجمی ارزشمند برای پیش بینی توانایی لقاح پرنده نر باشد (Biswas و همکاران، ۲۰۰۷). محققین گزارش کردند کف کلواک به بهبود حمل و نقل اسپرم در لوله فالوپ ماده کمک می‌کند و پرنده‌ی ماده نیز بلدرچین نر با غده کلواک بزرگ‌تر را در طول جفتگیری ترجیح می‌دهد (Singh ، ۲۰۱۲). تلاش-های زیادی برای شناخت ارتباط غده کلواک با بیضه، تستوسترون و باروری در خطوط مختلف بلدرچین ژاپنی انجام گرفته است. در پایان آزمایشی (۲۴ هفته‌ای) داده ها نشان داد که اندازه غده کلواک به طور مستقیم متناسب با تخلیه کف، وزن کف، وزن بیضه، باروری و غلظت هورمون تستوسترون در پلاسما است و نتیجه حاصل شد که مساحت غده کلواک در بلدرچین ژاپنی با وزن بیضه، سطح هورمون تستوسترون در پلاسما و باروری در ارتباط مستقیم (مثبت) است. محققین سیستم تولید کف در بلدرچین ژاپنی نر را یک مشخصه سیستم منحصر به فرد عصبی و عضلانی درگیر در رفتار باروری می داند که به ماده در هنگام آمیزش منتقل، و افزایش موفقیت لقاح را تضمین می‌کند (Seiwert و Adkins-Regan، ۱۹۹۸). اسپرم و مایع منی غنی از ترئونین است (Hood و همکاران، ۱۹۶۷). در آزمایشی که به منظور بررسی اثر ترئونین روی عملکرد تولید مثلی موش‌های چالش داده شده با ویروس (peseudorabies) انجام گرفته بود افزایش سطوح ترئونین کیفیت اسپرم و تستوسترون در موش‌های آلوده را افزایش داد زیرا پروسه‌ی اسپرماتوژنز به تعدیل و تنظیم سیگنال‌های متقابل اندوکراین و پاراکرین بستگی دارد و گمان می‌رود تستوسترون مستقیما اثر تحریک کنندگی در اسپرماتوژنز داشته باشد و این نظریه با یافتن مقدار مناسب ترئونین برای پشتیبانی کردن هورمون‌های جنسی منطقی به نظر می‌رسد (Lin و همکاران، ۲۰۱۲). رشد مناسب پر از طریق ایجاد عایق بهتر می‌تواند به حفظ دمای پرنده و کاهش نیاز نگهداری انرژی کمک نماید. اسید آمینهٔ سرین بیش از ۲۰ درصد اسیدهای آمینه پر را تشکیل می‌دهند و نقش مهمی در سنتز پر به عهده دارد. ترئونین ابتدا به گلیسین و سپس به سرین تبدیل می‌شود که این تبدیل از طریق عمل ترئونین آلدولاز و ترئونین دهیدروژناز صورت می‌گیرد (Baker و همکاران، ۱۹۶۸).

نتیجه گیری

استفاده از سطوح متفاوت ال-ترئونین در جیره های بر پایهٔ گندم در بلدرچین ژاپنی روی عملکرد، و رشد پرها موثر بود. مناسب‌ترین ضریب تبدیل و بهترین عملکرد در سطح ۰/۰۶درصد بالاتر از NRC (۲/۴ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین) مشهود است. همگام با بهتر بودن عملکرد بیشترین رشد طول پر نیز در این سطح صورت گرفته است. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش برای بهینه کردن عملکرد و رشد پر سطح ۲/۴ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین و برای و اندام‌های تولید مثلی بلدرچین ژاپنی سطوح بالاتر از توصیهٔ NRC (۲/۴ و ۳ گرم در کیلوگرم ال-ترئونین) به عنوان سطح مناسب توصیه می‌شود.

منابع

1- 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).

2- Baker, D.H., Sugahara, M. and Scott, H.M. (1968) The glycine-serine interrelationship in chick nutrition. Poultry Science. 47(4): 1376-1377.

3- Baylan, M., Canogullari, S., Ayasan, T. and Sahin, A. (2006) Dietary threonine supplementation for improving growth performance and edible carcass parts in Japanese quails, *Coturnix coturnix* Japonica. International Journal of Poultry Science. 5 (7): 635-638.

4- Biswas, A., Ranganatha, O., Mohan, J. and Sastry, K . (2007) Relationship of cloacal gland with testes, testosterone and fertility in different lines of male Japanese quail. Animal Reproduction Science. 97(1): 94-102.

5- Canogullari, S., Baylan, M. and Ayasan, T. (2009) Threonine requirement of laying Japanese quails. Journal of Animal and Veterinary Advances. 8: 1539-1541.
6- de Lim, M.R., Costa, F.G.P., Guerra, R.R,. Silva J.H V., Rabelllo, C.B.V,. Miglino,. M.A., lobatp G.B.V., Netto, S.B.S. and Dantas L.D.S. (2013) Threonine:lysine ratio for Japanese quail hen diets. The Journal of Applied Poultry Research. 22(2): 260-268.
7- Douglas, M. and Parsons, C. (1999) Dietary formulation with rendered spent hen meals on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. Poultry Science. 78(4): 556-560.
8- Dozier, W.A., Moran, E.T. and Kidd, M.T. (2000) Threonine requirements for broiler males from 42 to 56 days of age. Journal of Applied Poultry Research. 9(2): 214-222.
9- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F test. Biometrics 11: 42.
10-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(4): 321-326 .
11-Ferguson, N.S., Gates, R.S., Taraba, J.L., Cantor, A.H., Pescatore, A.J., Ford, M.J. and Burnham, D.J. (1998) The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. Poultry Science. 77(10): 1481-1487.
12-Figueiredo, G.O., Bertechini, A.G., Fassani, E.J., Rodrigues, P.B., Brito, J.A.G. and Castro, S.F. (2012) Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia. 64 (3): 743-750.
13-Hood, R.D ,.Witters, W.L., Foley, C.W. and Erb, R.E. (1967) Free amino acids in porcine spermatozoa. Animal Scinece. 26(5): 1101-1103.
14-Iji, P.A., Saki, A.A and Tivey. D.R. (2001). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. Science of Food and Agriculture. 81: 1192-1186.
15- Kerr, B., and M. Kidd. (1999) Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. The Journal of Applied Poultry Research,. 8(3):. 298-309.
16-Khan, A.R., 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.
17-Law, G., Adjiri-Awere, A. and Pencharz, P.B. (2000) Gut mucins in piglets are dependent upon dietary threonine. Advances in Pork Production. Alberta.
18-Lin, Y., Wu, D., Zeng, W.X., Fang, Z.F. and Che, L.Q. (2012) Effect of threonine on immunity and reproductive performance of male mice infected with pseudorabies virus. Animal Science. 6(11): 1821-1829.
19-Mandal, A.B., Sarabmeet, K., Anurag, K.J., Arumbackam, V.E., Chandra, D, and Harendra, P.S. (2006) Response of growing Japanese quails to dietary concentration of L-threonine. Journal of the Science of Food and Agriculture. 86: 793–798.
20-Mehri, M., Nassiri- Moghaddam, H., Kermanshahi, H. and Danesh- Mesgaran, M. (2010) Digestible threonine needs of straight- run broiler during the growing period. International Journal of Animal and Veterinary Advances. 9 (16): 2190- 2193.
21-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.
22-NRC (National Research Council). (1994) Nutrient Requirements of Poultry. National Academies Press.
23-Rosebrough, R.W. and McMurtry, J.P. (1993) Protein and energy relationships in the broiler chicken. Effects of protein quantity and quality on metabolism. British Journal of Nutrition. 70(3): 667-678.
24- SAS Institute. (2004). SAS User's Guide: Statistics version 7. SAS Institute. USA.
25- Schaart, M.W., Schierbeek, H., van der Schoor, S.R., Stoll, B., Burrin, D.G., Reeds, P.J. and van Goudoever, J.B. (2005) Threonine utilization is high in the intestine of piglets. Journal of Nutition. 135(4): 765-770.
26-Seiwert, C. and Adkins-Regan, E. (1998) The foam production system of the male Japanese quail: characterization of structure and function. Structures, Brain, Behavior and Evolution. 52(2): 61-80.
27-Shan, A.S., Sterling, K.G., Pesti, G.M., Bakalli, R.I., Driver, J.P. and Atencio, T. (2002) The influence of temperature on the threonine requirement of young broiler chicks. Poultry Scinece Association. 91st Annual Meeting. Abstract: 11-14.
28-Singh, R., Sastry, K., Pandey, N., Singh, K., Malecki, I., Farooq, U., Mohan, J., Saxena, V. and Moudgal, R. (2012) The role of the male cloacal gland in reproductive success in Japanese quail (*Coturnix japonica*). Reproduction, Fertility and Development. 24(2): 405-409.
29-Star, L., Rovers, M., Corrent, E. and vander Klis, J.D. (2012) Threonine requirement of broiler chickens during subclinical intestinal *Clostridium* infection. Poultry Science. 91(3): 643-652.
30-Urdaneta-Rincon, M., and Leeson, S. (2004) Effect of dietary crude protein and lysine on feather growth in chicks to twenty-one days of age. Poultry Science. 83: 1713–1717.