تولیدات دامی
دوره ۲۱ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۸
صفحه‌های ۵۰۹-۴۹۹

برآورد نیاز متیونین بلدرچین ژاپنی در شرایط تنش مزمن گرمایی از هفت تا ۲۱ روزگی

حسن شیرزادی[۱*]، غلامرضا زابلی[۲]
۱. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۱۲

چکیده
این پژوهش به‌منظور برآورد نیاز بلدرچین ژاپنی (*Coturnix coturnix japonica*) از هفت تا ۲۱ روزگی به اسید آمینه متیونین با استفاده از رگرسیون خط شکسته خطی و خط شکسته درجه دو تحت شرایط محیطی تنش مزمن گرمایی انجام شد. به‌همین منظور از تعداد ۴۸۰ قطعه بلدرچین در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار (جیره‌های حاوی سطوح ۰/۴۰، ۰/۴۵، ۰/۵۰، ۰/۵۵، ۰/۶۰ و ۰/۶۵ درصد متیونین) و چهار تکرار استفاده شد. جیره پایه براساس ذرت- کنجاله سویا به‌صورت آردی تهیه شد و برای تهیه جیره‌های آزمایشی مکمل دی ال- متیونین جایگزین نشاسته در جیره پایه شد. جوجه‌ها تا سن هفت روزگی با جیره یکسانی پرورش و پس از وزن‌کشی، به‌صورت تصادفی بین تیمارها توزیع شدند. پرندگان از ۸ روزگی روزانه ۶ ساعت (دمای ۰/۸±۳۷ درجه سلسیوس از ساعت ۱۰ صبح تا ۴ عصر) در معرض تنش مزمن گرمایی قرار گرفتند. میزان نیاز متیونین برای افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک و تولید ماهیچه سینه براساس رگرسیون خط شکسته خطی به‌ترتیب ۰/۵۵، ۰/۵۷ و ۰/۶۰ درصد جیره و براساس رگرسیون خط شکسته درجه دو به‌ترتیب ۰/۵۸، ۰/۵۹ و ۰/۶۲ درصد جیره برآورد شد. براساس یافته‌های این تحقیق، جهت دستیابی به عملکرد بهینه بلدرچین‌های ژاپنی تحت شرایط استرس گرمایی مزمن، به‌نظر می‌رسد میزان نیاز به متیونین بالاتر از توصیه‌های رایج است.

کلیدواژه‌ها: احتیاجات، اسیدآمینه، بازده گوشت سینه، ضریب تبدیل غذایی، مدل‌های خط شکسته.

Estimation of methionine requirement of Japanese quails exposed to chronic heat stress during 7 to 21 days of age

Hassan Shirzadi[1*], Gholam-Reza Zaboli[2]
1. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
Received: June 26, 2019 Accepted: August 3, 2019

Abstract
The aim of this research is to estimate the methionine requirement of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) from 7 to 21 d of age using linear and quadratic broken-line regressions under chronic heat stress. A total of 480 quails were distributed according to a completely randomized design in 6 experimental treatments (diets containing 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60 and 0.65% of methionine), with 4 replicates of 20 birds each. The basal diet was based on the corn-soybean meal and was formulated in mash form. Supplemental DL-methionine was added to the basal diet at the expense of corn starch to create experimental diets. The birds were fed a standard diet up to d 7, and then were weighed and randomly allotted to the experimental treatments. Birds exposed to chronic heat stress from 8 d of age for 6 h daily (37 ± 0.8°C from 10 AM to 16 AM). The optimal amounts of methionine for body weight gain, feed conversion ratio, and breast meat yield were obtained with 0.55, 0.57, and 0.60% of the diet as estimated by linear broken-line regression. However, based on the quadratic broken-line regression, the corresponding values were estimated at 0.58, 0.59, and 0.62% of the diet, respectively. According to the findings of this study, It seems that amounts of methionine higher than the usual recommendations are needed for Japanese quails to achieve optimal performance under chronic heat stress.

Keywords: Amino acid, breast meat yield, broken-line modeling, feed conversion ratio, requirement.

* نویسنده مسئول Email: h.shirzadi@ilam.ac.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر پدیده گرم‌شدن کره زمین صنعت طیور را متحمل چالش گرمایی و ضررهای اقتصادی ناشی از آن نموده است. این در حالی است که بهبود ژنتیکی برای سرعت رشد و متابولیسم بیش‌تر باعث ناتوانی سامانه تنظیم دمایی پرنده در برابر تنش گرمایی شده و از طرف دیگر پرورش جوجه‌ها تحت شرایط متراکم و به‌ویژه در هفته‌های آخر دوره پرورش احتمال این تنش را افزایش می‌دهد، لذا این موضوع بر شدت تنش گرمایی طیور در فصول گرم می‌افزاید [۱۳]. کشور ایران روی کمربند گرم کره زمین قرار گرفته و این امر موجب شده تا در بسیاری از نقاط کشور دمای محیط از اردیبهشت‌ماه تا آبان‌ماه در دامنه ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد و به‌تبع اثرات منفی اقتصادی بر صنعت طیور باقی گذارد [۲]. تنش گرمایی موجب کاهش مصرف خوراک، کاهش تولید و کیفیت گوشت شده و در نهایت منجر به ضرر اقتصادی می‌شود [۲۳]. راه‌های مختلفی برای مقابله با اثرات منفی آن پیشنهاد شده است که یکی از آنها بهینه‌کردن مقادیر اسید آمینه جیره است [۱۴]. تنش گرمایی از یک طرف کاتابولیسم اسیدهای آمینه را افزایش داده و منجر به افزایش نیاز جیره‌ای شده و از طرف دیگر موجب افزایش مقادیر چربی لاشه و کاهش اندازه سینه می‌شود؛ هم‌چنین این تغییرات در ترکیب بدن پرنده موجب تغییر احتیاجات اسیدهای آمینه پرنده نسبت به شرایط ایده‌آل می‌گردد [۲۱]؛ لذا تخمین احتیاجات غذایی در شرایط تنش گرمایی، به‌منظور تأمین دقیق مواد مغذی مورد نیاز بلدرچین و کاهش هزینه پرورش ضروری است.

پروتئین و اسیدهای آمینه از گران‌ترین بخش جیره به‌شمار می‌روند. اسیدهای آمینه ضروری ۱۰ تا ۱۳ درصد هزینه جیره طیور را تشکیل می‌دهند [۴]. هرگونه عدم تناسب در الگوی اسیدهای آمینه جیره باعث افزایش هزینه‌های تولید و آلودگی محیط زیست می‌گردد [۶]. هم‌چنین تنش گرمایی احتیاجات اسید آمینه‌ای پرندگان را تغییر می‌دهد، به‌گونه‌ای پژوهش‌گران توصیه کرده‌اند که در شرایط افزایش دمای محیطی میزان نیاز به اسیدهای آمینه ضروری در جیره افزایش می‌یابد [۱۵]. افزون بر این، افزایش دمای محیطی قابلیت هضم اسیدهای آمینه را نیز کاهش می‌دهد و لذا منجر به افزایش احتیاجات پرنده به اسیدهای آمینه می‌شود [۱۱]. هرچند در این خصوص نظریه‌های متضاد اندکی نیز منتشر شده است به‌نحوی‌که برخی از پژوهش‌گران توصیه کرده‌اند که در زمان تنش گرمایی بایستی مقادیر اسیدهای آمینه جیره را کاهش داد [۳].

متیونین به‌عنوان اولین اسیدآمینه محدودکننده در جیره‌های بر پایه ذرت- کنجاله سویا نقش مهمی در رشد و تولید داشته و به عنوان دهنده گروه متیل، عامل لیپوتروپیک و کاهش دهنده چربی بدن عمل می‌کند [۶]، هم‌چنین به‌عنوان پیش‌ساز اسید آمینه سیستین و ترکیبات مهمی نظیر کارنیتین، کراتین، اپی‌نفرین، ملاتونین و کولین ایفای نقش می‌کند و بر میزان رشد سینه تأثیر چشم‌گیری دارد [۸]. متیونین در جلوگیری از کاهش اثرات منفی تنش گرمایی نقش مهمی دارد [۵]. گزارش شده است که افزایش سطح متیونین جیره از کاتابولیسم پروتئینی القاشده توسط تنش گرمایی ممانعت به‌عمل می‌آورد [۵]. افزایش دمای محیط باعث بالارفتن دمای بدن، ایجاد تنش و ترشح کورتیکوسترون می‌گردد، که این عامل تجزیه پروتئین را القا نموده و متعاقباً منجر به افزایش گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود [۱۲].

متیونین از طریق افزایش بیان ژن‌های درگیر در ساخت پروتئین و همین‌طور کاهش بیان ژن‌های درگیر در تجزیه آن سبب کاهش اثرات نامطلوب تنش گرمایی روی تجزیه پروتئین شده و لذا ذخیره پروتئین را افزایش می‌دهد [۵]. گزارش شده است که متیونین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان از وقوع واکنش‌های اکسیداتیو در لیپیدها و

پروتئین‌های بدن جلوگیری به‌عمل می‌آورد [۱۳]. با توجه به این‌که واکنش‌های اکسیداتیو از مهم‌ترین اثرات منفی تنش گرمایی هستند [۲۳]، لذا متیونین به‌عنوان یک اسید آمینه مناسب جهت مقابله با تنش گرمایی موردتوجه قرار گرفته است. نشان داده شده است که در شرایط تنش گرمایی میزان نیاز جوجه‌های گوشتی به متیونین برای افزایش وزن [۱ و ۱۸] و ماهیچه سینه [۱] بالاتر از مقادیر توصیه‌شده [۴] است.

میزان احتیاجات متیونین برای عملکرد و پاسخ ایمنی بلدرچین‌های ژاپنی در هفته‌های اول پرورش به‌ترتیب ۰/۵۰ و ۰/۵۵ درصد جیره برآورد شده است [۱۶]. مهم‌ترین منبع مورداستفاده برای بیان نیازهای بلدرچین ژاپنی [۴]، مقدار متیونین برای دوره ۱ تا ۴۲ روزگی بلدرچین ژاپنی را ۰/۵۰ درصد جیره توصیه کرده است. از طرفی پژوهش‌گران نشان داده‌اند که توصیه مذکور با توجه به پیشرفت‌های ژنتیکی در طیور و افزایش عملکرد، هم‌چنین در شرایط دمای بالای محیط بیان‌کننده نیازهای سویه‌های کنونی نیست [۱۵، ۲۳ و ۲۵].

شیوه محاسباتی برآورد احتیاجات اسید آمینه از عوامل تأثیرگذار در دقت و میزان تخمین است [۱۷]. برآورد احتیاجات به شیوه خط شکسته درجه دو دقیق‌تر و به احتیاجات واقعی نزدیک‌تر است [۲۴]. در شرایط کشور پژوهش‌هایی در خصوص تعیین احتیاجات متیونین [۱۰]، انرژی و پروتئین [۷] بلدرچین‌های ژاپنی انجام گرفته است، اما در ارتباط با احتیاجات متیونین بلدرچین ژاپنی در شرایط تنش گرمایی مزمن گزارشی دیده نشده است. با توجه به توسعه ژنتیکی سویه‌های جدید و شرایط تنش گرمایی مزمن در کشور، بازنگری احتیاجات طیور ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این پژوهش برآورد احتیاجات متیونین در شرایط تنش گرمایی مزمن در هفته دوم و سوم پرورش بلدرچین ژاپنی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جوجه بلدرچین‌های ژاپنی (*Coturnix coturnix japonica*) از یک گله مادر با سن ۱۰ هفته تهیه شدند و از سن یک تا هفت روزگی به‌صورت مخلوط با جیره یکسان که برای تأمین احتیاجات مواد مغذی توصیه‌شده تنظیم شده بود [۴] پرورش داده شدند. در روز هفتم پس از وزن‌کشی ۴۸۰ قطعه جوجه هفت روزه بلدرچین در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار (۲۰ پرنده نر و ماده با نسبت مساوی در هر تکرار) به‌صورت تصادفی در قفس‌های آزمایشی (به ابعاد ۱×۱ مترمربع) توزیع شدند. جیره پایه با ۲۹۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم، ۲۴ درصد پروتئین خام و ۰/۴۰ درصد متیونین تهیه شد (جدول ۱).

تمام اسیدهای آمینه ضروری به‌استثنای متیونین، به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد بالاتر از مقادیر توصیه‌شده [۴] در نظر گرفته شدند تا کمبود احتمالی آنها وجود نداشته باشند. قابل ذکر است که والین و آرژنین اندکی بیش‌تر از این دامنه تأمین گردید. سپس سطوح افزایشی متیونین (۰/۰۵ درصد جیره) به جیره پایه برای تهیه جیره‌های آزمایشی (۰/۴۰، ۰/۴۵، ۰/۵۰، ۰/۵۵، ۰/۶۰ و ۰/۶۵ درصد) افزوده شد. برای این منظور مکمل دی‌ال- متیونین جایگزین نشاسته ذرت در جیره پایه شد. لازم به ذکر است که قبل از جیره‌نویسی مواد خوراکی شامل گندم، ذرت، کنجاله سویا، گلوتن ذرت و پودر ماهی برای تعیین پروتئین خام و اسیدهای آمینه به روش NIR آنالیز شدند. در طول آزمایش، نور به‌صورت ۲۴ ساعته تأمین شد و دمای سالن با رطوبت نسبی ۵۰ تا ۵۵ درصد در طول هفته اول پرورش روی ۳۲ درجه سانتی‌گراد ثابت حفظ شد ولی در هفته دوم و سوم دمای سالن روزانه به‌مدت شش ساعت از ساعت ۱۰ تا ۱۶ در محدوده دمایی ۳۷±۰/۸ °C درجه سانتی‌گراد حفظ شد، که له‌له‌زدن حدود نیمی از پرندگان مشاهده شد.

جدول ۱. ترکیب و ارزش غذایی جیره پایه

ماده خوراکی (درصد)	ترکیب جیره (درصد؛ در غیر این‌صورت گزارش شده است)	
ذرت	۴۳/۰۵	انرژی متابولیسمی (کیلوکالری بر کیلوگرم) ۲۹۰۰
گندم	۱۵/۰۰	پروتئین خام ۲۴
کنجاله سویا	۳۲/۸۷	کلسیم ۰/۸۰
پودر ماهی	۶/۱۹	فسفر قابل دسترس ۰/۳۰
نشاسته ذرت	۰/۲۵	آرژینین ۱/۴۲
روکسازایم	۰/۰۱	لیزین ۱/۴۸
دی کلسیم فسفات	۱/۶۳	متیونین ۰/۴۰
نمک	۰/۲۲	متیونین + سیستین ۰/۸۲
ال-لیزین	۰/۱۰	ترئونین ۱/۱۵
ال-ترئونین	۰/۱۸	تریپتوفان ۰/۲۵
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	ایزولوسین ۱/۱۳
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	والین ۱/۱۱
جمع کل	۱۰۰	فنیل آلانین ۱/۰۸

۱. مکمل ویتامینی مقادیر زیر را در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: ویتامین A ۹۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین D_3 (کوله کلسیفرول) ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۱۸ واحد بین‌المللی، ویتامین K_3 ۲ میلی‌گرم، ریبوفلاوین ۶/۶ میلی‌گرم، نیاسین ۳۰ میلی‌گرم، اسید پانتوتنیک ۱۰ میلی‌گرم، پیریدوکسین ۳ میلی‌گرم، اسید فولیک ۱ میلی‌گرم، تیامین ۱/۸ میلی‌گرم، سیانوکبالامین ۱۵ میکروگرم، بیوتین ۰/۱ میلی‌گرم، کولین کلراید ۵۰۰ میلی‌گرم و اتوکسی کوئین ۰/۱ میلی‌گرم.
۲. مکمل معدنی مقادیر زیر را در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: سلنیم ۰/۲ میلی‌گرم، ید ۱ میلی‌گرم، مس ۱۰ میلی‌گرم، آهن ۵۰ میلی‌گرم، روی ۸۵ میلی‌گرم و منگنز ۱۰۰ میلی‌گرم.

در پایان ۲۱ روزگی پس از سه ساعت گرسنگی جوجه‌ها توزین شدند و میزان خوراک مصرفی، افزایش وزن، ضریب تبدیل و درصد ماندگاری محاسبه شد. از هر واحد آزمایشی چهار قطعه پرنده با میانگین وزنی نزدیک به آن واحد کشتار شد و پس از خون‌گیری و پوست‌کنی عمل تفکیک قطعات لاشه (ماهیچه سینه، چربی شکمی و درصد لاشه) صورت پذیرفت. در پایان، داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Excel ثبت شدند و با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) رویه مدل خطی عمومی، برای مدل آماری ۱ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

رابطه ۱)
$$Y_{ij}= \mu + T_i + e_{ij}$$

در این رابطه، Y_{ij}، مقدار مشاهده تیمار iام در تکرار jام؛ μ، میانگین جامعه؛ T_i، اثر تیمار iام و e_{ij}، اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار iام در تکرار jام می‌باشد. هم‌چنین برای برآورد احتیاجات متیونین از دو رگرسیون خط شکسته خطی (Linear Broken-Line, LBL) و خط شکسته درجه دو (Quadratic Broken-Line, QBL) با مدل‌های ۲ و ۳ استفاده شد.

رابطه ۲) مدل خط شکسته خطی

$$Y=L+U\times(R-X) \quad \text{if } R<X,\ (R-X)=0$$

رابطه ۳) مدل خط شکسته درجه دو

$$Y=L+U\times(R-X)\ (R-X) \quad \text{if } R<X,\ (R-X)=0$$

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف متیونین بر عملکرد و صفات لاشه بلدرچین ژاپنی در جدول ۲ گزارش شده است. بالاترین افزایش وزن بدن مربوط به پرندگان تغذیه‌شده با سطوح ۰/۵۵ و ۰/۶۰ درصد متیونین بود (P<۰/۰۵). هم‌چنین پرندگان مذکور خوراک مصرفی بالاتر و ضریب تبدیل پایین‌تری داشتند (P<۰/۰۵). تغذیه سطوح ۰/۶۰ و ۰/۶۵ درصد متیونین منجر به کم‌ترین چربی شکمی و بیش‌ترین بازده گوشت سینه در بلدرچین‌ها شد. از نظر بازده گوشت نیز، بالاترین مقدار مربوط به گروه‌های تغذیه شده با سطوح ۰/۵۵، ۰/۶۰ و ۰/۶۵ درصد متیونین بود (P<۰/۰۵).

اثر سطوح مختلف متیونین بر افزایش وزن و بازده لاشه در شرایط تنش مزمن گرمایی بر گروه‌های مختلف در سنین هفت تا ۲۱ روزگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵، جدول ۲). براساس رگرسیون خط شکسته خطی و درجه دو میزان نیاز متیونین برای حداکثر افزایش وزن بدن در شرایط تنش گرمایی مزمن به‌ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۵۸ درصد جیره برآورد شد (جدول ۳ و شکل‌های ۱ و ۲). مقدار برآوردشده بیش‌تر از مقدار برآورد سایر پژوهش‌گران در شرایط متعارف دمایی بود، به‌طوری‌که میزان بهینه نیاز بلدرچین‌های ژاپنی به متیونین جهت دست‌یابی به بالاترین وزن در دوره رشد ۰/۵۲۱ [۱۰] و ۰/۵۰ [۱۶] درصد جیره گزارش شده است. این تفاوت نشان می‌دهد که بلدرچین در شرایط تنش گرمایی به مقادیر بیش‌تری متیونین برای رشد بهتر نیاز دارد. با استفاده از مدل خط شکسته درجه دو مقدار متیونین برآوردشده بیش‌تر از مقدار برآوردشده توسط مدل خط شکسته خطی است که این تفاوت ناشی از ماهیت بخش صعودی مدل‌های اسپلاین است [۱۷]. ازآنجایی‌که بخش صعودی مدل خط شکسته درجه دو به‌صورت غیرخطی افزایش می‌یابد و از قانون بازده نهایی نزولی تبعیت می‌کند احتمال برآورد کم‌تر براساس مدل خط شکسته خطی را کاهش می‌دهد [۱۷].

جدول ۲. عملکرد و صفات لاشه بلدرچین ژاپنی با جیره حاوی سطوح مختلف دی‌ال- متیونین از هفت تا ۲۱ روزگی

عملکرد	سطوح متیونین جیره (درصد)						SEM	P-value
	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۵		
افزایش وزن بدن (گرم)	۸۰^{c}	۸۵^{b}	۸۵^{b}	۹۳/۵^{a}	۹۳^{a}	۸۵^{b}	۲/۲	<۰/۰۱
مصرف خوراک (گرم)	۲۶۲^{c}	۲۶۱^{c}	۲۶۴^{c}	۲۹۰^{a}	۲۸۳^{ab}	۲۷۲^{b}	۴	<۰/۰۱
ضریب تبدیل خوراک (گرم برگرم)	۳/۳۰^{a}	۳/۳۱^{a}	۳/۱۵^{b}	۳/۱۱^{bc}	۳/۰۵^{c}	۳/۱۹^{ab}	۰/۰۶	<۰/۰۱
صفات لاشه								
چربی شکمی (درصد نسبت به وزن زنده)	۲/۷۳^{a}	۲/۵۱^{b}	۲/۴۵^{bc}	۲/۲۰^{c}	۱/۷۹^{d}	۱/۸۲^{d}	۰/۱۳	<۰/۰۱
بازده گوشت سینه (درصد نسبت به وزن لاشه)	۴۰^{c}	۴۰^{c}	۴۳^{b}	۴۴^{ab}	۴۶^{a}	۴۷^{a}	۲/۹	<۰/۰۱
بازده لاشه (درصد نسبت به وزن زنده)	۵۸^{b}	۵۸^{b}	۶۰^{ab}	۶۲^{a}	۶۲^{a}	۶۲^{a}	۲/۰	<۰/۰۱
میزان ماندگاری (درصد)	۹۷	۹۵	۹۸	۹۶	۹۶	۹۷	۳/۰	ns

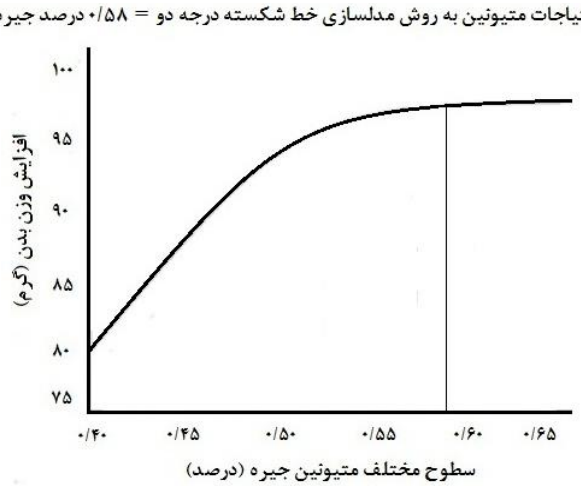
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

a-d: تفاوت میانگین‌ها با حروف‌های غیرمشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

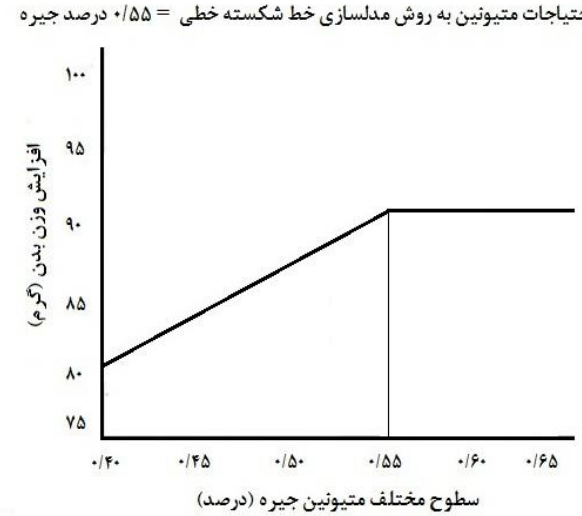
جدول ۳. میزان احتیاجات اسیدآمینه متیونین بلدرچین ژاپنی در سنین هفت تا ۲۱ روزگی با استفاده از شیوه مدل‌سازی (درصد)

	افزایش وزن بدن		ضریب تبدیل خوراک		وزن ماهیچه سینه	
	LBL	QBL	LBL	QBL	LBL	QBL
حد نیاز	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۶۲
۹۵ درصد حدود اطمینان	۰/۵۰–۰/۵۸	۰/۵۳–۰/۵۹	۰/۵۴–۰/۶۰	۰/۵۵–۰/۶۲	۰/۵۷–۰/۶۶	۰/۶۰–۰/۶۵
SEM	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۲۰
R^2	۰/۹۰		۰/۶۷		۰/۸۷	

LBL: مدل خط شکسته خطی $Y=L+U(R-x)(x-R)$ می‌باشد که اگر $X<R$ باشد. L= مقدار عرض از مبدأ و U= مقادیر تصادفی شیب خط و R= نقطه شکست است.
QBL: مدل خط شکسته درجه دو $Y=L+U(R-x)$ می‌باشد که اگر $X<R$ باشد. L= مقدار عرض از مبدأ و U= مقادیر تصادفی شیب خط و R= نقطه شکست است.
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها. R^2: ضریب تبیین.



شکل ۱. بیان میزان احتیاجات متیونین در سنین هفت تا ۲۱ روزگی بلدرچین ژاپنی با استفاده از شیوه مدل‌سازی خط شکسته درجه دو برای افزایش وزن بدن

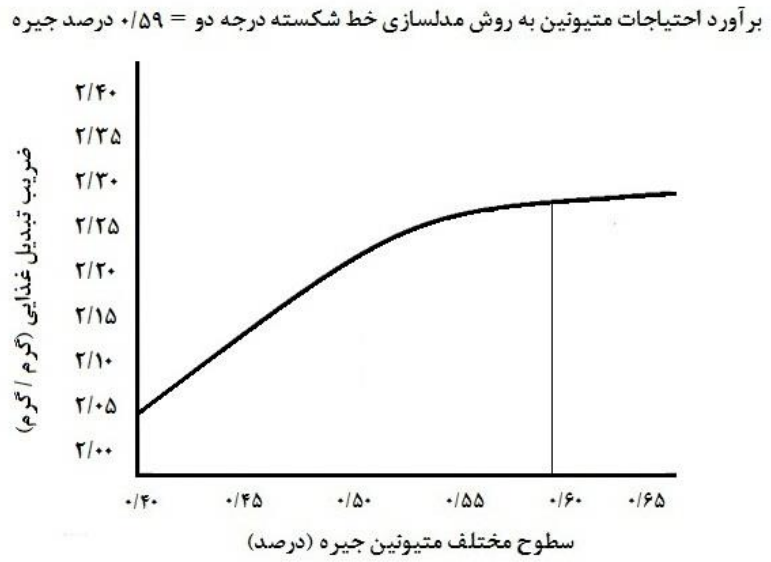


شکل ۲. بیان میزان احتیاجات متیونین در سنین هفت تا ۲۱ روزگی بلدرچین ژاپنی با استفاده از شیوه مدل‌سازی خط شکسته خطی برای افزایش وزن بدن

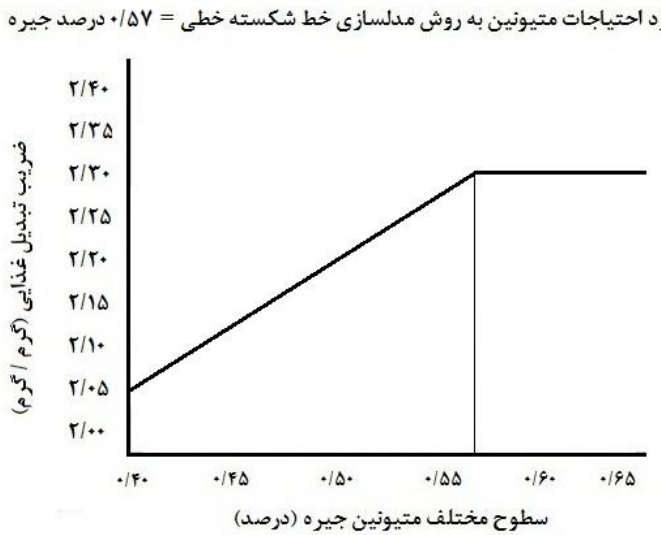
برخی از پژوهش‌گران میزان احتیاجات بلدرچین‌های ژاپنی به متیونین را در دوره یک تا ۳۵ روزگی معادل ۰/۵۰ درصد جیره برآورد کرده‌اند [۱۶]، که تفاوت آن با پژوهش حاضر می‌تواند به‌خاطر دمای متفاوت در دو محیط پرورش و یا مربوط به اختلاف در مدل آماری مورد استفاده برای برآورد باشد. به‌طوری‌که این پژوهش‌گران از آزمون مقایسه میانگین‌ها برای یافتن سطح متیونین موردنیاز پرنده استفاده کردند که با استناد به گزارش برخی از پژوهش‌گران [۱۷] به‌کارگیری روش مقایسه میانگین برای داده‌های مقدار- پاسخ احتمال کم برآوردکردن و خطای مقدار برآوردشده را افزایش می‌دهد. علاوه بر این سن پرنده در هنگام برآورد احتیاجات نیز می‌تواند عامل اختلاف در مقادیر گزارش شده باشد [۱۷ و ۲۳]. به‌طوری‌که پژوهش‌گران مذکور آزمایش خود را در سن یک تا ۳۵ روزگی انجام دادند درحالی‌که در پژوهش حاضر پرندگان از سن هفت تا ۲۱ روزگی مورد آزمایش قرار گرفتند، که با تغییرات سن مقدار نیاز به اسیدهای آمینه تغییر می‌کند [۶].

اثر سطوح مختلف متیونین بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های بلدرچین معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). رگرسیون خط شکسته خطی و خط شکسته درجه دو میزان احتیاجات را به‌ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۵۹ درصد جیره برآورد کرد (جدول ۳ و شکل‌های ۳ و ۴).

همانند برآورد برای افزایش وزن بدن، مقدار برآورد نیازها به‌وسیله خط شکسته درجه دو بیش‌تر از مدل شکسته خطی است که این ویژگی به‌خاطر ماهیت مدل‌های اسپلاین است [۱۷]. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میزان احتیاجات برای بهترین ضریب تبدیل بیش‌تر از نیاز برای بیش‌ترین افزایش وزن است که گزارش‌های مشابهی هم حاکی از این است که برای بهترین ضریب تبدیل مقادیر احتیاجات افزایش می‌یابد [۱۹ و ۲۰]. گزارش شده است که میزان نیاز به متیونین برای بهبود بازده خوراک بیش از افزایش وزن است، زیرا متیونین به‌عنوان یک محرک اشتها می‌تواند مصرف خوراک را تنظیم کند [۱۹].



شکل ۳. بیان میزان احتیاجات متیونین در سنین هفت تا ۲۱ روزگی بلدرچین ژاپنی با استفاده از شیوه مدل‌سازی خط شکسته درجه دو برای ضریب تبدیل غذایی



شکل ۴. بیان میزان احتیاجات متیونین در سنین هفت تا ۲۱ روزگی بلدرچین ژاپنی با استفاده از شیوه مدل‌سازی خط شکسته خطی برای ضریب تبدیل غذایی

هم‌چنین گزارش شده است که بهترین ضریب تبدیل در سطح ۰/۵۵ درصد متیونین به‌دست می‌آید [۱۶]، بنابراین به‌نظر می‌رسد که احتیاجات غذایی توصیه‌شده [۴] احتمالاً برای بهترین ضریب تبدیل کم‌تر از نیاز واقعی است. به‌طوری‌که گزارش شده است که میزان نیاز جوجه‌های گوشتی به متیونین تا ۱۵ درصد بیش از مقادیر توصیه شده [۴] است [۲۰]. هم‌چنین جهت حصول بهترین ضریب تبدیل غذایی، میزان نیاز بلدرچین‌های ژاپنی به متیونین ۰/۵۱۲ درصد جیره برآورد شده است که به میزان ۲/۴۰ درصد بالاتر از مقدار توصیه‌شده [۴] می‌باشد [۱۰]. با توجه به برآورد دقیق‌تر احتیاجات براساس مدل خط شکسته درجه دو، در این پژوهش میزان نیاز به متیونین برای بهترین ضریب تبدیل غذایی ۱۸ درصد بالاتر از مقدار توصیه شده [۴] تعیین شد و دلیل این اختلاف با برآورد پژوهش‌گران مذکور این است که تحقیق آنها تحت شرایط متعارف دمایی انجام شده است و لذا اختلاف مشاهده‌شده نشان‌دهنده نقش بارز تنش گرمایی در افزایش نیاز به این متیونین می‌باشد.

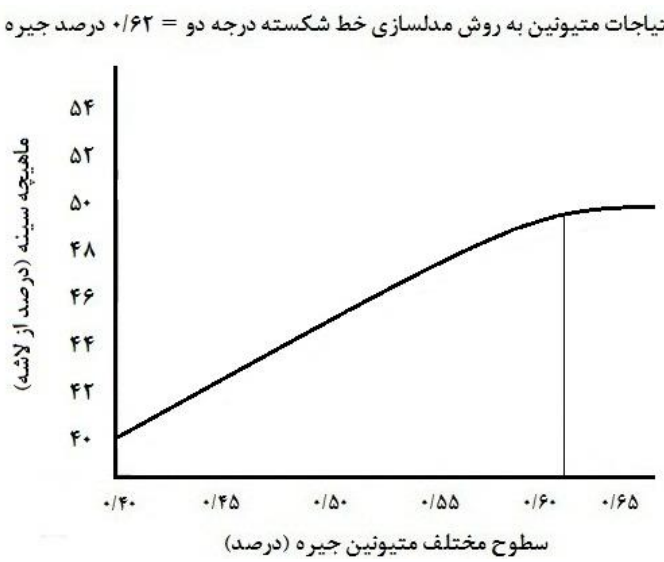
تیمارهای مختلف اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک گروه‌های آزمایشی داشتند ($P<0/05$). تیمار حاوی مقدار ۰/۵۵ درصد متیونین منجر به بیش‌ترین مصرف خوراک شد (جدول ۲). این موضوع نشان‌دهنده این است که میزان نیاز برای حداکثر مصرف خوراک ۱۰ درصد بیش‌تر از مقدار توصیه شده [۴] می‌باشد. سطوح پایین‌تر متیونین به‌طور معنی‌داری مصرف خوراک را کاهش دادند. به‌نظر می‌رسد که متیونین عاملی مؤثر بر افزایش مصرف خوراک باشد، به‌گونه‌ای‌که از طریق تحریک اشتها مصرف خوراک را افزایش می‌دهد [۶، ۱۹ و ۲۰].

سطوح مختلف متیونین اثر معنی‌داری بر وزن ماهیچه سینه پرنده‌ها داشت ($P<0/05$). افزایش میزان متیونین جیره نسبت به مقدار توصیه‌شده [۴] باعث افزایش معنی‌داری در وزن ماهیچه سینه گردید، به‌طوری‌که با افزایش متیونین جیره وزن این ماهیچه نیز افزایش پیدا کرد. پژوهش‌گران دیگری نیز افزایش رشد عضله سینه در پاسخ به سطوح بالاتر از مقادیر توصیه شده [۴] را گزارش کرده‌اند [۱ و ۲۰]. علت این امر ممکن است ناشی تأثیر

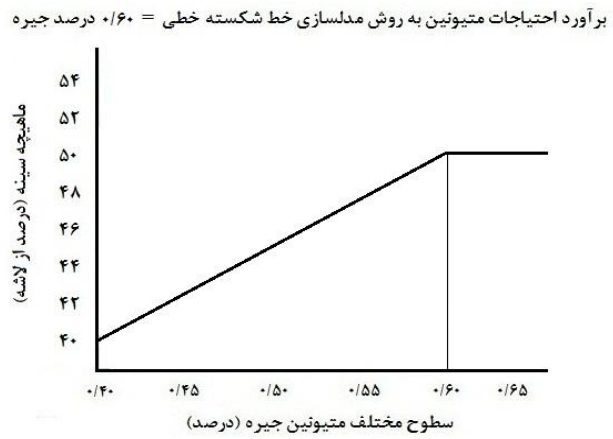
متیونین روی افزایش ذخیره پروتئین در این عضله باشد [۲۲]. متیونین رشد عضله سینه را از طریق افزایش بیان ژن‌های تنظیم‌کننده اصلی رشد عضلات اسکلتی (Myf5 و MEF2B) و کاهش بیان ژن میوستاتین که سبب مهار شدید رشد این عضلات می‌شود، افزایش می‌دهد [۲۲].

هم‌چنین گزارش شده است که تحت شرایط تنش گرمایی افزایش سطوح متیونین باعث افزایش ژن‌های سنتز پروتئین شده و هم‌زمان از بیان ژن‌های تجزیه‌کننده پروتئین ممانعت به‌عمل می‌آورد [۵]، لذا این موضوع ضمن اثبات افزایش نیاز به متیونین در شرایط تنش گرمایی جهت ابقای پروتئین، گویای این امر است که افزودن متیونین تحت این شرایط از دفع ازت ناشی از کاتابولیسم پروتئین ممانعت به‌عمل آورده و لذا در حفظ محیط زیست مؤثر می‌باشد.

رگرسیون‌های خط شکسته خطی و خط شکسته درجه دو مقدار نیاز برای حداکثر وزن سینه را به‌ترتیب ۰/۶۰ و ۰/۶۲ درصد برآورد نمودند (جدول ۳ و شکل‌های ۵ و ۶) که همانند افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل، میزان نیاز برآوردشده براساس رگرسیون خط شکسته درجه دو بیش‌تر از برآورد براساس رگرسیون خط شکسته خطی بود [۱۷]. در آزمایشی که روی بلدرچین‌های ژاپنی در دمای معمولی انجام گرفت مقدار احتیاجات متیونین برای حداکثر رشد سینه بیش‌تر از نیاز به افزایش وزن برآورد شد [۱۰]. هم‌چنین این نتیجه حاکی از آن است که میزان نیاز برای حداکثر افزایش وزن سینه بیش از احتیاجات برای افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی است. پژوهش‌گران دیگری نیز بالاتربودن نیاز به متیونین را برای حداکثر پاسخ به ماهیچه سینه در مقایسه با وزن بدن گزارش کرده‌اند [۹، ۱۹ و ۲۰]. عضله سینه با داشتن بیش‌ترین تراکم پروتئین احتمالاً بیش‌ترین تأثیرپذیری را نیز می‌تواند از اسیدآمینه‌ها داشته باشد. افزایش وزن طیور و بهبود درصد لاشه مرتبط با افزایش وزن ماهیچه سینه است و بیش‌ترین تأثیر را بر رشد ماهیچه سینه در بین اسیدهای آمینه، اسید آمینه لیزین و متیونین دارد که می‌تواند تمام فراسنجه‌های عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد [۶].



شکل ۵. بیان میزان احتیاجات متیونین در سنین هفت تا ۲۱ روزگی بلدرچین ژاپنی با استفاده از شیوه مدل‌سازی خط شکسته درجه دو برای ماهیچه سینه



شکل ۶. بیان میزان احتیاجات متیونین در سنین هفت تا ۲۱ روزگی بلدرچین ژاپنی با استفاده از شیوه مدل‌سازی خط شکسته خطی برای ماهیچه سینه

سطوح مختلف متیونین بر چربی حفره شکمی اثر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵، جدول ۲). به‌طوری‌که با افزایش متیونین جیره میزان چربی بطنی کاهش یافت و تیمار حاوی ۰/۶۰ درصد متیونین کم‌ترین چربی حفره شکمی را باعث شد. به‌نظر می‌رسد که متیونین به‌عنوان یک عامل لیپوتروپیک (تحریک‌کننده متابولیسم چربی از طریق دهنده بنیان متیل) باعث کاهش چربی بدن می‌شود [۱۹]. افزایش متیونین جیره با اثرگذاری بر فرایند سنتز پروتئین و جلوگیری از تجزیه آن مقدار چربی لاشه را کاهش داده و سایر گزارش‌ها نیز با نتایج این گزارش مطابقت دارد [۱، ۱۹ و ۲۰]، لذا جهت کاهش چربی لاشه می‌توان از سطوح بالاتری از متیونین در جیره استفاده کرد.

به‌طورکلی براساس یافته‌های این تحقیق، به‌نظر می‌رسد مقدار توصیه‌شده اسید آمینه متیونین در جیره بلدرچین در شرایط تنش حرارتی کافی نبوده و لازم است سطح آن افزایش داده شود تا ضمن بهبود عملکرد رشد، کیفیت لاشه نیز به‌واسطه کاهش مقدار چربی حفره شکمی بهبود یابد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Ahmed ME and Abbas TE (2011) Effects of dietary levels of methionine on broiler performance and carcass characteristics. International Journal of Poultry Science, 10(2): 147-151.
2. Akbarian A, Michiels J, Degroote J, Majdeddin M, Golian A, and De Smet S (2016) Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. Journal of Animal Science and Biotechnology, 7(37): 1-14.
3. Cheng TK, Hamre ML, and Coon CN (1997) Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. Journal of Applied Poultry Research 6(1): 18-33.
4. Council NR (1994) Nutrient Requirements of poultry 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington. D. C.
5. Del Vesco AP, Gasparino E, Grieser DO, Zancanela V, Voltolini DM, Khatlab AS, Guimarães SEF, Soares MAM, and Neto ARO (2015) Effects of methionine supplementation on the expression of protein deposition-related genes in acute heat stress-exposed broilers. PloS One, 10(2): 1-11.
6. D'Mello J (2003) Amino acids in animal nutrition. CABI Publishing, Cambridge.
7. Ghazaghi M, Mehri M, Yousef-Elahi M, and Rokouei M (2012) Response surface of dietary energy and protein in Japanese quail from 7 to 14 days of age. Poultry Science, 91(11): 2958-2962.

8. Goulart CdC, Costa FGP, Silva J, Souza J, Rodrigues VP, and Oliveira C (2011) Requirements of digestible methionine+ cystine for broiler chickens at 1 to 42 days of age. Brazilian Journal of Animal Science, 40(4): 797-803.
9. Han Y and Baker DH (1994) Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. Poultry Science, 73(11): 1739-1745.
10. Khosravi H, Mehri M, Bagherzadeh-Kasmani F, and Asghari-Moghadam M (2016). Methionine requirement of growing Japanese quails. Animal Feed Science and Technology, 212: 122-128.
11. Larbier Z, Chagneau A, and Geraert P (1993) Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. Poultry Science, 72(2): 289-295.
12. Lin H, Jiao H, Buyse J, and Decuypere E (2006) Strategies for preventing heat stress in poultry. World's Poultry Science Journal, 62(1): 71-86.
13. Liu GC, Magnuson AD, and Lei XG (2018) Potential role of methionine in improving performance of broiler chicks under heat stress. In College Administration and Conference Speakers and Staff (p. 175).
14. Mujahid A (2011) Nutritional strategies to maintain efficiency and production of chickens under high environmental temperature. The Journal of Poultry Science, 48(3): 145-154.
15. Ojano-Dirain CP and Waldroup PW (2002) Evaluation of Lysine, Methionine and Threonine Needs of Broilers Three to Six Week of Age under Moderate Temperature Stress. International Journal of Poultry Science, 1: 16-21.
16. Parvin R, Mandal AB, Singh SM, and Thakur R (2010) Effect of dietary level of methionine on growth performance and immune response in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(3): 471-481.
17. Pesti G, Vedenov D, Cason J, and Billard L (2009) A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. British Poultry Science, 50(1): 16-32.
18. Sahebi Ala F, Hassanabadi A, and Golian A (2019) The effect of dietary supplemental methionine source and betaine replacement on the growth performance and carcass characteristics of normal and heat-stressed broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research, 10 (4) 525-540.
19. Schutte J and Pack M (1995) Effects of dietary sulphur-containing amino acids on performance and breast meat deposition of broiler chicks during the growing and finishing phases. British Poultry Science, 36(5): 747-762.
20. Schutte J and Pack M (1995) Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight days of age. 1. Performance and carcass yield. Poultry Science, 74(3): 480-487.
21. Temim S, Chagneau A-M, Peresson R, and Tesseraud S (2000) Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. The Journal of Nutrition, 130(4): 813-819.
22. Wen C, Chen X, Chen G, Wu P, Chen Y, Zhou Y, and Wang T (2014) Methionine improves breast muscle growth and alters myogenic gene expression in broilers. Journal of Animal Science, 92(3): 1068-1073.
23. Zaboli G, Huang X, Feng X, and Ahn DU (2018) How can heat stress affect chicken meat quality?–a review. Poultry Science, 98(3): 1551-1556.
24. Zaboli G, Jalilvand G, Davarpanah A-A, and Mehri M (2011) Estimation of standardized ileal digestible lysine requirement of starting broiler chicks fed soybean-and cottonseed meal-based diets. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(10): 1278-1282.
25. Zaboli G, Jalilvand G, Piri I, Elahi M, Shojaian K, and Bazi H (2011). Performance of broiler chickens in the starter diet based on soybean meal and cottonseed meal and determination of the best level of lysine supplement. Iranian Journal of Animal Science Research, 4(3): 335-343.