

اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ و ساختار بافتی ژژنوم مرغ‌های تخم‌گذار

احسان مقدس^۱، سیدامیرحسین مهدوی^{۲*}، عبدالحسین سمیع^۲ و محمد علی عباسی^۱

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۲ استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*مسئول مکاتبه: Email: mahdavi@cc.iut.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ و ساختار بافتی ژژنوم مرغ‌های تخم‌گذار، آزمایشی با استفاده از ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه های-لاین W36 (در سن ۴۸ هفتگی) و به مدت ۷۰ روز انجام پذیرفت. مرغ‌ها به صورت تصادفی بین ۹ تیمار آزمایشی متشکل از ۴ تکرار و ۵ قطعه مرغ در هر تکرار و در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی اختصاص یافتند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سه سطح پروتئین خام (۱۰۰، ۹۵ و ۹۰ درصد توصیه راهنمای پرورش های-لاین W36) و سه سطح ترئونین (۱۰۰، ۱۱۰ و ۱۲۰ درصد توصیه راهنمای پرورش های-لاین W36) بود. میانگین مصرف خوراک روزانه، ضریب تبدیل خوراک، درصد تولید، وزن و بازده روزانه تولید تخم‌مرغ در سه بازه زمانی شامل ۳۵ روز اول، ۳۵ روز دوم و کل دوره محاسبه شد. در پایان دوره اول و دوم صفات کیفی تخم‌مرغ شامل واحد هاو، شاخص زرده، رنگ زرده، کیفیت و استحکام پوسته مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دهنده آن بود که کاهش ۱۰ درصدی پروتئین خام جیره و همچنین افزایش ۲۰ درصدی سطح ترئونین جیره هیچ گونه تأثیر معنی‌داری بر میانگین مصرف خوراک روزانه، درصد تولید تخم‌مرغ، بازده روزانه تولید تخم‌مرغ، ضریب تبدیل خوراک و هم چنین شاخص های کیفیت تخم مرغ مانند واحد هاو، شاخص زرده، ضخامت و استحکام پوسته نداشت. اما کاهش ۱۰ درصدی پروتئین خام سبب کاهش وزن تخم‌مرغ در هر سه بازه زمانی گردید ($P < 0.05$). از سوی دیگر هر چند کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره هیچ گونه تأثیر نامطلوبی بر شاخص‌های طول پرز، عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت نداشت، اما تغذیه این سطح از پروتئین موجب کاهش تعداد نسبی سلول‌های جامی ناحیه ژژنوم شد که این امر با افزودن سطح ۱۲۰ درصد ترئونین جبران گردید. لذا یافته های آزمایش حاضر بیان گر آن است که هر چند کاهش ۱۰ درصدی پروتئین خام جیره مرغ‌های تخم‌گذار تأثیر نامطلوبی بر صفات عملکردی، کیفیت تخم مرغ و ساختار بافتی ژژنوم مرغ‌های تخم‌گذار نداشت، اما با این وجود بیشترین تعداد نسبی سلول های جامی ژژنوم زمانی حاصل گردید که از بالاترین سطح ترئونین استفاده شد.

واژه‌های کلیدی: مرغ‌های تخم‌گذار، پروتئین، ترئونین، عملکرد، کیفیت تخم مرغ، ساختار بافتی ژژنوم

Effect of feeding different protein and threonine levels on performance, egg quality and histological structure of jejunum in laying hens

A Moghaddas¹, AH Mahdavi^{2*}, AH Samie² and MA Abassi¹

Received: August 13, 2012 Accepted: May 1, 2012

¹MSc Student, Department of Animal Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

²Assistant professor, Department of Animal Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

*Corresponding author: E mail: mahdavi@cc.iut.ac.ir

Abstract

This experiment was designed to evaluate the effects of different levels of dietary crude protein and threonine on performance, egg quality and histological structure of jejunum in laying hens. One hundred and eighty 48-week old white leghorn hens (Hy-Line, W-36) were randomly assigned to a 3×3 factorial arrangement of treatments based on a completely randomized design that consisted of 9 dietary treatments with 4 replicates of 12 birds each. Experimental diets were included three levels of crude protein (90, 95 and 100% of Hy-Line W36 recommendations) and three levels of dietary threonine (100, 110 and 120% of Hy-Line W36 specifications). The experimental period lasted for a total of 10 weeks and egg quality and performance parameters of laying hens were assessed two times at the end of 5th and 10th weeks of experiment. At final day of trial, two hens per cage were slaughtered to investigate the influence of dietary treatments on jejunal histological structure. Our results showed that decrease in dietary crude protein percent up to 10% and increase of dietary threonine percent up to 20% had no significant effect on average daily feed consumption, egg production, egg mass, feed conversion ratio, Haugh unit, yolk index and eggshell thickness and hardness. Nonetheless, feeding low-crude protein diets caused to significant decrease on the average of egg weight ($P < 0.05$). On the other hand, although dietary crude protein reduction had no remarkable effects on villus height, crypt depth and the ratio of villus height to crypt depth, fortification of low-crude protein diets (90% of recommendations) decreased the relative jejunal goblet cell numbers; however, supplementation of diets with 120% threonine could compensate these alterations. In conclusion, although reduction of dietary crude protein level up to 10% had no adverse impact on performance, egg quality and jejunal histological structure of laying hens, the highest relative goblet cell numbers observed when the birds fed high-threonine diets.

Keywords: Laying Hens, Protein, Threonine, Performance, Egg quality, Intestinal histology

مقدمه

امروزه در اغلب کشورها، صنعت پرورش طیور به عنوان یکی از صنایع مهم جهت تأمین غذای جمعیت رو به رشد مطرح است. در طی سال‌های اخیر، پیشرفت‌های ژنتیکی بسیاری با هدف تولید مرغ‌های گوشتی و تخم-گذار پرتولید انجام گرفته و جانوران به‌نژاد حاصل، بازده بالاتری را جهت تولید محصولات دامی مختلف نسبت به نژادهای قبلی دارا هستند. در کنار این سرعت رشد و تولید بالا، حساسیت جانوران نسبت به شیوع

بیماری‌ها و تنش‌های متفاوت، افزایش یافته و به عبارتی راندمان تولیدی حیوانات به‌نژاد شده صنعتی، با سهولت بیشتری تحت تأثیر منفی شرایط تنش‌زا قرار گرفته است (ورستگن و جاگلود ۲۰۰۳). از سوی دیگر با پیشرفت علم و فعالیت‌های اصلاح نژادی در راستای تولید بیشتر، نیاز تغذیه‌ای حیوانات افزایش یافت، به گونه ای که برآورده کردن این احتیاجات غذایی مستلزم استفاده از منابع غذایی متنوع و با کیفیت در جیره غذایی آن‌ها می‌باشد. به‌طور کلی یکی از اجزاء اصلی

ای، فرصت‌های قابل ملاحظه‌ای را جهت کاهش هزینه خوراک و کاهش دفع نیتروژن در محیط پیدا نموده‌اند (خواجه‌علی و همکاران ۲۰۰۸). قابلیت دسترسی تجاری به اسیدهای آمینه سنتتیک مانند متیونین، لیزین و ترئونین، امکان کاهش سطح پروتئین جیره را تا زمانی فراهم می‌نماید که نیازهای آمینواسیدی طیور جهت نگهداری و رشد بافت‌ها تأمین گردد. کاهش سطح پروتئین جیره، بازده استفاده از نیتروژن را بهبود بخشیده و دفع نیتروژن را کاهش می‌دهد. همچنین تحمل حرارتی طیور را در محدوده حرارتی بالا، بهبود بخشیده و سطح آمونوم را در بستر کاهش می‌دهد. به-هرحال، در نتیجه کاهش سطح پروتئین جیره، ترکیب آمینواسیدی جیره می‌تواند با نیازهای آمینواسیدی طیور برای نگهداری، رشد پیوسته بافت‌ها و تولید مطلوب تطبیق یابد (پارامنتیر و همکاران ۲۰۰۲).

ترئونین سومین اسید آمینه محدودکننده بعد از متیونین و لیزین در جیره‌های بر پایه ذرت-کنجاله سویا و یا گندم-کنجاله سویا بوده (کاید و بکر ۱۹۹۶) و دارای نقش‌های مهمی در ساختار و وظایف دستگاه گوارش می‌باشد (بال ۲۰۰۱). استفاده از ترئونین در جیره دام-های اهلی از هنگام انتشار گزارش‌هایی حاکی از افزایش عملکرد تولیدی و بهبود ترکیب محصولات حیوانی (بایلان و همکاران ۲۰۰۶ و پلیتز و همکاران ۲۰۰۷) اهمیت بیشتری یافته است. برخی از گزارش‌ها حکایت از آن دارد که استفاده از ترئونین سبب افزایش عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار (ایشیباشی و همکاران ۱۹۹۸ و فاریا و همکاران ۲۰۰۲) و جوجه‌های گوشتی (بنسال و اوچائو ۲۰۰۳ و سیفتسی و سیلان ۲۰۰۶) گردیده است. لاو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که به‌دنبال تغذیه جیره‌های با کمبود ترئونین وزن نسبی روده، تعداد سلول‌های جامی و مقدار موسین تولید شده در روده به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. لذا به-نظر می‌رسد که تامین سطوح کافی ترئونین در جیره، جهت نگهداری و تکامل بافت اپیتلیوم روده و انجام

تشکیل دهنده جیره غذایی طیور، منابع پروتئینی (مانند کنجاله سویا) می‌باشند که این بخش از جیره بیش‌ترین سهم را در قیمت نهایی جیره به خود اختصاص می‌دهد (کاید و همکاران ۲۰۰۱). نیاز پرندگان به پروتئین در جیره غذایی به علت نیاز آن‌ها به آمینواسیدهای موجود در آن است (ورستگن و جاگلوبود ۲۰۰۳). اگرچه تمام اسیدهای آمینه را می‌توان مهم تلقی نمود، اما با این وجود برخی از اسیدهای آمینه نسبت به برخی دیگر دارای ضرورت بیشتری می‌باشند که تحت عنوان اسیدهای آمینه ضروری شناخته می‌شوند (لامونت ۱۹۹۲). در این بین تنها بخشی از آمینواسیدهای جذب شده مورد نیاز بدن بوده (نوواک و همکاران ۲۰۰۶) و از آنجاکه بدن توانایی ذخیره‌سازی طولانی مدت آمینواسیدها به صورت آزاد را ندارد (دملو ۲۰۰۳)، این آمینواسیدهای اضافی تجزیه و نیتروژن آن‌ها عموماً به صورت اسیداوریک از بدن دفع می‌شوند (کاید و همکاران ۲۰۰۱ و ورستگن و جانگلوبود ۲۰۰۳). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، نشان داده شده است که در حدود دوسوم از نیتروژن موجود در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار، پس از مصرف دفع می‌گردد (ریتز و همکاران ۲۰۰۴ و پترسون و آدریزال ۲۰۰۵). این امر علاوه بر آن‌که سبب تحمیل بار متابولیکی اضافی بر بدن پرنده و مصرف انرژی بیشتر می‌گردد (اسکلان و پلاونیک ۲۰۰۲)، سبب افزایش آلودگی‌های زیست محیطی مربوط به نیتروژن (خواجه‌علی و همکاران ۲۰۰۸)، افزایش آمونیاک محیط پرورش و در نتیجه اختلال در آسایش پرندگان و کارگران (ریتز و همکاران ۲۰۰۴)، کاهش عملکرد پرنده و افزایش حساسیت آن‌ها به بیماری‌های تحت تأثیر آمونیاک (باکر و همکاران ۲۰۰۴ و رابرتس و همکاران ۲۰۰۷) می‌شود.

در سال‌های اخیر علاقه فراوانی جهت استفاده از جیره‌های با پروتئین پایین همراه با اسیدهای آمینه سنتتیک در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار به وجود آمده است. زیرا متخصصین جیره‌نویسی با کمک مکمل‌های اسید آمینه

نمودن مقدار باقیمانده از مقدار کل جیره غذایی عرضه شده، میزان کل خوراک مصرفی هر قفس در دوره‌های اول، دوم و کل دوره محاسبه شد و با تقسیم آن بر تعداد روز و میانگین تعداد مرغ هر قفس در هر روز، مصرف خوراک روزانه به ازای هر پرنده به دست آمد. تخم‌مرغ‌های تولید شده هر قفس به صورت روزانه و در یک ساعت مشخص جمع‌آوری و تعداد و وزن آنها ثبت می‌گردید. درصد تولید، میانگین وزن تخم‌مرغ‌ها و بازده روزانه تولید تخم مرغ نیز برای سه بازه زمانی ۳۵ روز اول، ۳۵ روز دوم و برای کل دوره محاسبه شدند. ضریب تبدیل غذایی نیز از حاصل تقسیم گرم خوراک مصرف شده به ازای هر مرغ در روز بر بازده روزانه تولید تخم‌مرغ برای سه دوره زمانی مذکور برآورد گردید.

بهبود وظایف دیواره مخاطی حائز اهمیت می‌باشد. با این وجود مطالعات در راستای بررسی اثرات متقابل سطوح مختلف این اسیدآمین با سطوح مختلف پروتئین بر عملکرد و بافت‌شناسی روده کوچک مرغ‌های تخم‌گذار محدود است. لذا، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف اسیدآمین ترئونین همراه با کاهش متناوب درصد پروتئین جیره بر عملکرد، صفات کیفی تخم مرغ و ساختار بافتی ژل‌نوم مرغ‌های تخم‌گذار طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پرنده‌ها، جیره‌ها و طرح آزمایشی

در آزمایش حاضر، تعداد ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های-لاین (Hy-Line, W36) چهل و هشت هفته، در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ بر پایه یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ سطح پروتئین (توصیه راهنمای پرورش های-لاین W36، کاهش ۵ و ۱۰ درصدی پروتئین خام شامل ۱۵/۱۴، ۱۴/۳۹ و ۱۳/۶۳ درصد جیره) و ۳ سطح ترئونین (۱۰۰، ۱۱۰ و ۱۲۰ درصد توصیه راهنمای پرورش های-لاین W36 شامل ۰/۵۸، ۰/۶۴ و ۰/۷۰ درصد جیره) و با ۴ تکرار (۵ قطعه مرغ در هر قفس) مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش به مدت ۷۰ روز به طول انجامید و صفات مربوط به عملکرد تولیدی و کیفیت تخم مرغ در دو دوره ۳۵ روزه مورد بررسی قرار گرفتند. پرنده‌ها در طول دوره آزمایش دسترسی آزاد به آب و جیره‌های آزمایشی داشتند.

نمونه برداری‌ها و جمع‌آوری داده‌ها

صفات تولیدی

در روز نخست آزمایش دانخوری‌ها کاملاً تمیز گردید و سپس جیره آزمایشی هر قفس در اختیار مرغ‌ها قرار گرفت. در روز ۳۶ و ۷۱، مقادیر باقیمانده خوراک هر قفس به طور جداگانه جمع‌آوری و توزین گردید. با کم

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه مورد استفاده مرغ‌های تخم‌گذار

اجزای جیره (درصد)	جیره پایه اول	جیره پایه دوم	جیره پایه سوم
ذرت	۵۸/۰۰	۶۰/۰۶	۶۲/۳۲
کنجاله سویا	۲۲/۹۴	۲۱/۰۰	۱۸/۸۴
نشاسته ذرت	۰/۵	۰/۵	۰/۵
روغن سویا	۲/۲۰	۲/۰۰	۱/۹۰
پودر چربی	۲/۲۶	۲/۱۱	۱/۸۷
مونوکلسیم فسفات	۱/۵۸	۱/۵۹	۱/۶۱
صدف معدنی	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰
کربنات کلسیم	۵/۸۹	۵/۹۰	۵/۹۱
DL-متیونین	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۱
L-لیزین هیدروکلراید	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۱۵
L-ترئونین	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۷
نمک	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۹
بی‌کربنات سدیم	۰/۷۰	۰/۸۲	۰/۹۳
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ترکیب شیمیایی			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۳۰	۲۸۳۰	۲۸۳۰
پروتئین خام (درصد)	۱۵/۱۴	۱۴/۳۹	۱۳/۶۳
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶
کلسیم (درصد)	۴/۳۲	۴/۳۲	۴/۳۲
متیونین (درصد)	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴
متیونین+سیستئین (درصد)	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷
لیزین (درصد)	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷
ترئونین (درصد)	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸
تریپتوفان (درصد)	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۷
ایزولوسین (درصد)	۰/۶۷	۰/۶۴	۰/۶۰
تعادل آنیون-کاتیون جیره (میلی اکی والان بر کیلوگرم)	۲۹۴/۶	۲۴۹/۷۶	۲۴۹/۷۹

^۱ میزان ویتامین‌های تامین شده توسط مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم خوراک: A، ۱۰۰۰۰ IU، D3، ۲۵۰۰ IU، E، ۱۰ IU، B1، ۲/۲ میلی‌گرم؛ B2، ۴ میلی‌گرم؛ B3، ۸ میلی‌گرم؛ B6، ۲ میلی‌گرم؛ B9، ۰/۵۶ میلی‌گرم؛ B12، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ H2، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۲۰۰ میلی‌گرم.

^۲ میزان مواد معدنی تامین شده توسط مکمل معدنی در هر کیلوگرم خوراک: منگنز، ۸۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۰ میلی‌گرم؛ مس، ۵ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ و سلنیوم، ۰/۱ میلی‌گرم.

ارزیابی ویژگی‌های کیفی تخم‌مرغ

در روز ۳۶ و ۷۱ آزمایش از هر قفس سه تخم‌مرغ به طور تصادفی انتخاب و صفات کیفی آنها بر اساس روش‌های پیشنهادی هوپالاهتی و همکاران (۲۰۰۷) و خواجه‌علی و همکاران (۲۰۰۸) ارزیابی گردیدند. هر تخم‌مرغ، ابتدا توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و سپس استحکام پوسته آن توسط دستگاه استحکام‌سنج (FHK, Fujihira Industry Co., Tokyo, Japan) با دقت ۰/۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، اندازه‌گیری گردید. پس از آن، محتویات داخلی تخم‌مرغ بر روی سطح شیشه‌ای مخصوص منتقل شد و با استفاده از میکرومتر سه‌پایه، ارتفاع سفیده غلیظ در سه نقطه به فواصل یکسان از زرده و با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان ارتفاع سفیده تعیین شد. جهت برآورد شاخص زرده، بزرگ‌ترین قطر و بلندترین ارتفاع زرده توسط کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و از تقسیم ارتفاع زرده به قطر آن، شاخص زرده محاسبه گردید. شدت رنگ زرده نیز با بهره‌گیری از مقایسه با نوارهای رنگی استاندارد (Roche Yolk Color Fan, DSM Co., Switzerland) تعیین شد. قطر پوسته در سه محل (انتهای باریک، مرکز و انتهای پهن) به کمک ضخامت‌سنج با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر (FHK, Fujihira Industry Co., Tokyo, Japan) اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان شاخص ضخامت پوسته در نظر گرفته شد. واحد‌ها و نیز به عنوان معیار کیفی سفیده با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردید:

$$\left(\frac{1}{V} - \text{ارتفاع سفیده} + \frac{7}{57} \right) \times 100 = \text{واحد‌ها} \\ \left[\text{وزن تخم‌مرغ} \right]^{0.27}$$

مطالعه ساختار بافتی ژژنوم

در پایان آزمایش، دو مرغ از هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و جهت بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر تغییرات ساختار بافتی ژژنوم کشتار گردیدند. سپس نمونه‌ای از ناحیه ژژنوم و در حدود ۱/۵ سانتی‌متری

زائده مکل انتخاب و جدا گردید. نمونه‌های بافتی بلافاصله در ظروف حاوی فرمالین ۱۰ درصد که به عنوان تثبیت‌کننده در نظر گرفته شده بود، قرار داده شدند. محلول فرمالین در سه نوبت و به فواصل زمانی ۴۸ ساعت یکبار تعویض گردید تا نمونه‌ها کاملاً تثبیت شدند. در پایان، پس از طی مراحل پاساژ بافتی، از قالب‌های تهیه شده، توسط دستگاه میکروتوم برش‌هایی به ضخامت ۵ میکرومتر تهیه و روی لام قرار داده شد. سپس رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ئوزین صورت گرفت و اندازه‌گیری طول پرز و عمق کریپت‌ها توسط عدسی مدرج و برآورد تعداد نسبی سلول‌های جامی (به صورت رتبه‌ای) بر اساس روش مهدوی و همکاران (۲۰۱۰) توسط میکروسکوپ نوری انجام پذیرفت.

مدل آماری طرح

این طرح در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. پس از ثبت و ویرایش داده‌ها، تجزیه و تحلیل نهایی با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۱) انجام پذیرفت و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل مربعات مورد مقایسه قرار گرفتند. مدل آماری که جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت به شرح ذیل بود:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

که در این مدل Y_{ijk} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین مشاهدات، A_i = اثر سطح i از عامل A (سطح پروتئین)، B_j = اثر سطح j از عامل B (سطح ترئونین)، $(AB)_{ij}$ = اثر متقابل بین دو فاکتور $A \times B$ و e_{ijk} = اثرات باقی مانده می‌باشد.

نتایج و بحث

مصرف خوراک روزانه

میانگین مصرف خوراک روزانه مرغ‌های تخمگذار در ۳۵ روز اول، ۳۵ روز دوم و کل دوره، در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود،

آمینه محدودکننده متیونین، لایزین و تریپتوفان به جیره کم پروتئین، تغییرات مصرف خوراک تصحیح گردیده است. این یافته‌ها می‌توانند به خوبی تفسیر کننده عدم تاثیر کاهش پروتئین جیره، بر مصرف خوراک باشند؛ چرا که در جیره های غذایی آزمایش حاضر (با هر سطحی از پروتئین)، اسیدهای آمینه محدودکننده متیونین و لایزین در سطوح توصیه شده تامین گردیده بودند. لذا نتایج بیانگر آن است که در صورت تامین اسیدهای آمینه محدود کننده، کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره مرغ‌های تخمگذار تاثیر نامطلوبی بر مصرف خوراک نداشته است.

تغییرات وزن بدن

در مطالعه حاضر تغییرات سطوح پروتئین و ترئونین جیره تأثیری بر تغییرات وزن بدن در طول مدت آزمایش نشان نداد (جدول ۲). به طور کلی در انتهای دوره این تغییرات وزنی برای همه گروه‌ها مثبت بود و به صورت میانگین ۱۰۱ گرم افزایش وزن در گله مشاهده گردید. اگرچه نتایج بسیاری از تحقیقات گذشته نیز مؤید عدم تأثیر سطوح مختلف ترئونین (ایشیباشی و همکاران ۱۹۹۸ و نیمیر ۲۰۰۵) و پروتئین (لیسون و کاستون ۱۹۹۶، ملئوزی و همکاران ۲۰۰۱ و رابرتس و همکاران ۲۰۰۷) بر تغییرات وزن بدن مرغ‌های تخم‌گذار است، ولی نواک و همکاران (۲۰۰۶) ثابت کردند که مصرف جیره‌های کم پروتئین در مدت زمان طولانی باعث کاهش معنی‌دار اضافه وزن بدن در مرغ‌های تخمگذار گردیده است. سامرز و همکاران (۱۹۹۱) نیز نشان دادند که با کاهش قابل ملاحظه سطح پروتئین جیره مرغ‌های تخمگذار از ۱۷ به ۱۰ درصد و تغذیه پرندگان به مدت ۲۴ هفته، وزن بدن کمتری قابل مشاهده است. به هر حال در آزمایش کنونی، هم به دلیل کوتاه تر بودن دوره آزمایش و هم کاهش کمتر سطح پروتئین جیره، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در وزن پرندگان تخمگذار مشاهده نگردید.

در هر سه بازه زمانی، تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین تغییر قابل ملاحظه‌ای را در مصرف خوراک پرندگان ایجاد نکرده است. میزان انرژی جیره و دمای محیط از مهم‌ترین عوامل شناخته شده‌ای هستند که می‌توانند بر مصرف خوراک پرندگان تأثیرگذار باشند. از سوی دیگر نیاز نگهداری پرندگان تحت تاثیر وزن آنها بوده و این نیاز در حیوانات سنگین وزن بیشتر است (چنگ و همکاران ۱۹۹۷). همان گونه که در جدول ۲ ارائه گردیده است، در آزمایش حاضر، وزن اولیه پرندگان تفاوت معنی داری را نشان نداد، لذا می‌توان نتیجه گرفت که نیاز نگهداری مرغ‌ها در گروه‌های مختلف یکسان بوده و با توجه به این‌که مقدار انرژی جیره‌ها و دمای محیط برای همه گروه‌ها مشابه بود، مرغ‌ها مقدار خوراک یکسانی مصرف نموده و تغییر سطوح پروتئین و ترئونین این مقدار را تحت تأثیر قرار نداده است ($P > 0.05$). این نتیجه هم‌سو با نتایج مطالعات مارتینز و همکاران ۱۹۹۹، نیمایر ۲۰۰۵ و آزام و همکاران ۲۰۱۱ می‌باشد که نشان دادند با تغذیه سطوح بیش از نیاز ترئونین، مصرف خوراک تغییر نیافته است. همچنین فاریا و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند که مصرف سطوح کم‌تر از ۰/۴۰ درصد ترئونین در جیره مرغ‌های تخمگذار سبب کاهش مصرف خوراک می‌گردد، که با توجه به آنکه در آزمایش حاضر از سطوح بالاتر ترئونین در جیره استفاده گردیده بود، این نتایج تایید می‌گردد.

عدم تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره بر مصرف خوراک نیز با بسیاری از نتایج مطالعات پیشین (لیسون و کاستون ۱۹۹۶، ملئوزی و همکاران ۲۰۰۱، رابرتس و همکاران ۲۰۰۷ و خواجه‌علی و همکاران ۲۰۰۸) منطبق است. هرچند مطالعات کشاورز و آستیک (۲۰۰۴) و نواک و همکاران (۲۰۰۶) نشان دهنده آن است که با کاهش سطح پروتئین جیره مرغ‌های تخمگذار، مصرف خوراک به دلیل عدم تعادل اسیدهای آمینه کاهش یافته است، اما آنها گزارش نمودند که با افزودن اسیدهای

جدول ۲- اثر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین جیره بر مصرف خوراک روزانه و تغییرات وزن بدن مرغ‌های تخم‌گذار

میانگین وزن بدن (گرم)		میانگین مصرف خوراک روزانه هر مرغ (گرم)			سطوح ترئونین (درصد جیره)	سطوح پروتئین (درصد جیره)
تغییرات وزن	وزن اولیه	کل دوره	۳۵ روز دوم	۳۵ روز اول		
+ ۱۰۶/۷۰	۱۴۸۸/۳۰	۱۰۴/۵۶	۱۰۴/۷۰	۱۰۴/۴۰	۱۰۰	۱۰۰
+ ۱۰۰/۷۵	۱۴۷۵/۲۵	۱۰۵/۱۰	۱۰۵/۵۲	۱۰۴/۶۰	۱۱۰	۱۰۰
+ ۷۷/۵۰	۱۴۶۰/۰۰	۱۰۵/۹۹	۱۰۵/۷۵	۱۰۶/۲۲	۱۲۰	۱۰۰
+ ۱۴۰/۲۵	۱۴۴۹/۷۵	۱۰۵/۶۰	۱۰۵/۵۲	۱۰۶/۶۷	۱۰۰	۹۵
+ ۹۸/۰۰	۱۴۴۷/۳۳	۱۰۵/۵۲	۱۰۴/۸۲	۱۰۶/۱۵	۱۱۰	۹۵
+ ۱۰۲/۲۵	۱۴۴۳/۷۵	۱۰۴/۴۳	۱۰۴/۳۳	۱۰۴/۵۰	۱۲۰	۹۵
+ ۷۶/۶۷	۱۵۳۱/۰۰	۱۰۵/۶۳	۱۰۶/۱۷	۱۰۵/۱۰	۱۰۰	۹۰
+ ۱۱۶/۲۵	۱۴۰۹/۷۵	۱۰۴/۵۵	۱۰۴/۶۷	۱۰۴/۴۵	۱۱۰	۹۰
+ ۸۰/۰۰	۱۴۷۶/۵۰	۱۰۴/۷۰	۱۰۵/۱۲	۱۰۴/۳۰	۱۲۰	۹۰
۲۵/۵۴	۲۶/۵۵	۱/۶۷	۱/۶۶	۱/۸۴		SEM
-/۶۷	-/۲۳	-/۹۳	-/۹۶	-/۸۵		سطح احتمال
						سطوح مختلف پروتئین
+ ۹۴/۹۸	۱۴۷۳/۵۲	۱۰۵/۲۱	۱۰۵/۳۲	۱۰۵/۰۸		۱۰۰
+ ۱۱۳/۵۰	۱۴۴۶/۹۴	۱۰۵/۱۹	۱۰۴/۵۶	۱۰۵/۷۷		۹۵
+ ۹۰/۹۷	۱۴۷۲/۰۸	۱۰۴/۹۶	۱۰۵/۳۲	۱۰۴/۶۲		۹۰
۱۴/۷۷	۱۵/۳۵	-/۹۷	-/۹۶	۱/۰۶		SEM
-/۵۳	-/۴۱	-/۹۸	-/۸۱	-/۷۴		سطح احتمال
						سطوح مختلف ترئونین
+ ۱۰۷/۸۷	۱۴۸۹/۳۵	۱۰۵/۲۷	۱۰۵/۱۳	۱۰۵/۳۹		۱۰۰
+ ۱۰۵/۰۰	۱۴۴۳/۱۱	۱۰۵/۰۶	۱۰۵/۰۱	۱۰۵/۰۷		۱۱۰
+ ۸۶/۵۸	۱۴۶۰/۰۸	۱۰۵/۰۴	۱۰۵/۰۷	۱۰۵/۰۱		۱۲۰
۱۴/۷۷	۱۵/۳۵	-/۹۷	-/۹۶	۱/۰۶		SEM
-/۵۴	-/۱۳	-/۹۸	-/۹۹	-/۹۷		سطح احتمال

عملکرد تولیدی

درصد تولید تخم‌مرغ

نتایج حاصل از تأثیر تغییر سطوح پروتئین و ترئونین جیره غذایی بر درصد تولید تخم‌مرغ در جدول ۳ ارائه گردیده است. کاهش سطح پروتئین جیره، تأثیری بر میزان تولید تخم‌مرغ در دوره‌های اول، دوم و کل دوره نداشت. در این تحقیق تمامی اسیدهای آمینه محدود کننده در هر سه سطح پروتئین، بر اساس نیاز توصیه

شده توسط راهنمای پرورش سویه مورد آزمون (تحقیقات بین‌المللی‌های-لاین، ۲۰۰۹) تأمین گردید و لذا تنها بخشی از پروتئین خام جیره که تامین کننده اسیدهای آمینه غیرضروری و یا نیتروژن غیرپروتئینی بود، کاهش پیدا نموده بود. از این رو کاهش میزان پروتئین خام جیره بر سطح تولید تخم مرغ اثری را نشان نداد. در این راستا سامرز و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که کاهش شدید پروتئین خام از ۱۷ به ۱۰

کوتاه می‌باشد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. لذا به نظر می‌رسد که کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره پرندگان تخم‌گذار به مدت ۱۰ هفته، تاثیر نامطلوبی بر درصد تولید تخم مرغ نخواهد داشت.

استفاده از سطوح مختلف ترئونین نیز تاثیر معنی‌داری بر میزان تولید تخم‌مرغ در دوره‌های اول، دوم و کل دوره نداشت ($P > 0.05$ ، جدول ۳). بر اساس یافته‌های نیمایر (۲۰۰۵)، در مرغ‌هایی که سطوح بالای ترئونین دریافت نموده‌اند، اگر سطوح برخی از آمینواسیدهای محدودکننده دیگر به‌طور هم‌زمان در جیره افزایش نیابد، ممکن است سبب ممانعت از بهبود عملکرد تخم‌گذاری آن‌ها گردد. به‌طور مشابه مارتینز و همکاران (۱۹۹۹) بهترین سطح تولید را در حضور ۰/۵۴ درصد ترئونین دانستند و افزایش مقادیر این اسیدآمینو را بر درصد تولید بی‌اثر اعلام نمودند. آزام و همکاران (۲۰۱۱) نیز با به‌کار بردن سطوح مختلف ترئونین کل از ۰/۴۷ تا ۰/۸۷ درصد جیره در شرایط تنش گرمایی، نشان دادند که بهترین سطح این اسیدآمینو به‌منظور دستیابی به تولید بهینه، سطح ۰/۶۷ درصد بوده است. با این وجود فاریا و همکاران (۲۰۰۲) با کاهش سطح ترئونین جیره مرغ‌های لگهورن، از ۰/۵۸ به ۰/۴۵ درصد، شاهد کاهش معنی‌دار درصد تولید بودند. لذا مجموع یافته‌های فوق‌گویی آن است که هرچند کمبود شدید ترئونین می‌تواند نرخ تولید تخم‌مرغ را کاهش دهد، اما افزایش بیش از نیاز آن (۰/۵۸ درصد) نقش قابل‌ملاحظه‌ای در بهبود تولید ندارد.

درصد در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار، سبب افت چشمگیر درصد تولید تخم‌مرغ گردید؛ با این وجود اضافه نمودن اسیدهای آمینه متیونین و لایزین به جیره کم‌پروتئین، درصد تولید را تنها به‌طور نسبی بهبود داد. اما کشاورز و آستیک (۲۰۰۴) در مطالعه خود به خوبی نشان دادند که اگرچه کاهش کمتر سطح پروتئین خام (از ۱۶ به ۱۳ درصد جیره) نیز، درصد تولید را به شکل معنی‌داری کاهش داد، اما افزودن اسیدهای آمینه لایزین، متیونین و تریپتوفان تا سطوح توصیه شده، درصد تولید را تا سطح گروه شاهد بهبود بخشید. این نتایج با یافته‌های آزمایش حاضر مطابقت کامل دارد.

عامل مهم دیگری که می‌تواند بر شدت تأثیر جیره‌های کم پروتئین بر نرخ تولید تخم‌مرغ دخیل باشد، مدت زمان مصرف این جیره‌ها و دوره تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار است. ملئوزی و همکاران (۲۰۰۱) ثابت نمودند که کاهش سطح پروتئین جیره در ۸ هفته اول دوره تولید تخم مرغ، بر درصد تولید تأثیری نداشت، در صورتی که در ۸ هفته دوم سبب کاهش معنی‌دار تولید گردید. هم‌چنین نواک و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که کاهش سطح پروتئین جیره در دوره ۲۰ تا ۴۳ هفتگی اثر قابل‌توجهی بر میزان تولید نگذاشت، اما پس از آن، در طی دوره ۴۴ تا ۶۳ هفتگی، دریافت روزانه ۱۳/۸ گرم پروتئین خام به ازای هر مرغ، درصد تولید تخم‌مرغ را کاهش داد. یافته‌های رابرتز و همکاران (۲۰۰۷) نیز موید آن است که با کاهش پروتئین جیره مرغ‌های تخم‌گذار، نرخ تخم‌گذاری در دوره اول یکسان بوده، در حالی‌که در دوره دوم ۱/۵ درصد و در دوره سوم ۲/۷ درصد کاهش یافت. به‌طور مشابه خواجه‌علی و همکاران (۲۰۰۸) نیز در طی یک مطالعه ۱۲ ماهه، تأثیر کاهش سطح پروتئین جیره بر درصد تولید را تنها در ۴ ماهه آخر معنی‌دار بیان نمودند. با این وجود مطالعه وئو و همکاران (۲۰۰۷) مؤید عدم تأثیر کاهش سطح پروتئین جیره بر میزان تولید تخم‌مرغ در مدت زمان

جدول ۳- اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر درصد تولید و میانگین وزن تخم‌مرغ مرغ‌های تخم‌گذار

وزن تخم‌مرغ (گرم)			تولید تخم‌مرغ (درصد)			سطوح ترئونین	سطوح پروتئین
کل دوره	دوره دوم	دوره اول	کل دوره	دوره دوم	دوره اول	(درصد جیره)	(درصد جیره)
۶۳/۸۸	۶۴/۴۲	۶۳/۳۳	۸۱/۴۳	۸۱/۷۲	۸۱/۱۴	۱۰۰	۱۰۰
۶۳/۸۹	۶۴/۴۱	۶۳/۴۱	۸۰/۹۳	۷۷/۸۶	۸۴/۰۰	۱۱۰	۱۰۰
۶۳/۸۳	۶۴/۲۴	۶۳/۴۳	۸۳/۰۰	۸۲/۲۸	۸۳/۷۱	۱۲۰	۱۰۰
۶۴/۹۲	۶۵/۰۹	۶۴/۷۵	۸۱/۸۵	۸۰/۵۷	۸۳/۱۴	۱۰۰	۹۵
۶۴/۵۶	۶۴/۷۶	۶۴/۳۵	۸۳/۴۴	۸۳/۴۳	۸۳/۵۷	۱۱۰	۹۵
۶۴/۲۸	۶۴/۴۷	۶۴/۰۸	۸۲/۹۵	۸۲/۸۶	۸۳/۵۰	۱۲۰	۹۵
۶۲/۹۵	۶۳/۳۳	۶۲/۵۹	۸۰/۰۹	۷۸/۴۸	۸۱/۷۱	۱۰۰	۹۰
۶۳/۱۳	۶۳/۷۹	۶۲/۴۵	۷۹/۹۳	۸۰/۴۳	۷۹/۴۳	۱۱۰	۹۰
۶۲/۵۰	۶۲/۹۰	۶۲/۰۹	۸۲/۵۷	۸۲/۱۴	۸۳/۰۰	۱۲۰	۹۰
۰/۷۴	۰/۷۷	۰/۷۵	۲/۸۴	۳/۰۷	۲/۹۷		SEM
۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۸۲	۰/۹۰		سطح احتمال
							سطوح مختلف پروتئین
۶۳/۸۷ ^a	۶۴/۳۶ ^a	۶۳/۳۹ ^a	۸۱/۷۸	۸۰/۶۲	۸۲/۹۵		۱۰۰
۶۴/۵۹ ^a	۶۴/۷۷ ^a	۶۴/۳۹ ^a	۸۲/۷۵	۸۲/۲۹	۸۳/۲۵		۹۵
۶۲/۸۶ ^b	۶۳/۳۴ ^b	۶۲/۳۸ ^b	۸۰/۸۷	۸۰/۳۵	۸۱/۳۸		۹۰
۰/۴۳	۰/۴۴	۰/۴۴	۱/۶۴	۱/۷۷	۱/۷۲		SEM
۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۷۲	۰/۷۱	۰/۷۱		سطح احتمال
							سطوح مختلف ترئونین
۶۳/۹۲	۶۴/۲۸	۶۳/۵۶	۸۱/۱۳	۸۰/۲۶	۸۲/۰۰		۱۰۰
۶۳/۸۶	۶۴/۳۲	۶۳/۴۱	۸۱/۴۳	۸۰/۵۷	۸۲/۳۳		۱۱۰
۶۳/۵۴	۶۳/۸۷	۶۳/۲۰	۸۲/۸۴	۸۲/۴۳	۸۳/۲۵		۱۲۰
۰/۴۳	۰/۴۴	۰/۴۳	۱/۶۴	۱/۷۷	۱/۷۲		SEM
۰/۸۰	۰/۷۳	۰/۸۵	۰/۷۴	۰/۶۵	۰/۸۷		سطح احتمال

a-b میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

میانگین وزن تخم‌مرغ

یافته‌های مربوط به تغییرات وزن تخم‌مرغ در جدول ۳ ارائه گردیده است. میانگین وزن تخم‌مرغ‌های حاصل از همه گروه‌های آزمایشی در ۳۵ روز دوم نسبت به ۳۵ روز اول بیش‌تر بود که این تغییرات با افزایش سن مرغ‌ها، امری طبیعی به شمار می‌آید. با مقایسه میانگین‌ها می‌توان دریافت که در هر سه بازه زمانی کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره موجب کاهش معنی‌دار وزن

تخم مرغ‌های تولیدی گردید ($P < 0.05$)، حال آنکه پرندگانی که با جیره‌های حاوی ۹۵ درصد پروتئین مورد نیاز تغذیه شده بودند تفاوت‌های قابل‌توجهی را در وزن تخم مرغ نشان ندادند. به‌طور کلی اندازه تخم‌مرغ به میزان موجودیت مواد مغذی مورد نیاز جهت ساخت پروتئین‌های تخم‌مرغ و دیگر ترکیبات آن بستگی دارد. تاکنون عوامل غذایی مختلفی از قبیل سطوح پروتئین خام، متیونین، اسید لینولئیک، چربی خام،

اسیدهای چرب و برخی از ویتامین‌های جیره و هم چنین وزن بدن به عنوان فراسنجه‌های موثر بر وزن تخم‌مرغ معرفی گردیده اند (مارتینز و همکاران ۱۹۹۹). طی بررسی‌های صورت گرفته، مشخص گردیده است که کاهش سطح پروتئین جیره در مرغ‌های تخمگذار تجاری (پنژ و جنسون ۱۹۹۱، سامرز و همکاران ۱۹۹۱، کشاورز و آستیک ۲۰۰۴ و بومرکیوزمونتر و ۲۰۰۷) و مرغان مادر گوشتی (لوپز و لیسون ۱۹۹۵ و جوزف و همکاران ۲۰۰۰) موجب کاهش وزن تخم‌مرغ شده است. هرچند، برخی از محققین این تأثیر را تنها در دوره‌های پایانی تولید مشاهده کرده اند (ملئوزی و همکاران ۲۰۰۱ و نواک و همکاران ۲۰۰۶) و برخی دیگر نیز با کاهش سطح پروتئین جیره تغییر چشمگیری را در اندازه تخم‌مرغ‌های حاصله یافت نکردند (لیسون و کاستون ۱۹۹۶، رابرتس و همکاران ۲۰۰۷ و خواجه‌علی و همکاران ۲۰۰۸). آنچه مسلم است آن است که کاهش سطح پروتئین جیره سبب دریافت مقادیر پائین‌تر برخی از آمینواسیدها توسط پرند و تولید تخم‌مرغ‌های کوچک‌تر شده است. همان‌گونه که سهیل و همکاران (۲۰۰۲) نیز دریافتند، تغییر سطوح مخلوطی از اسیدهای آمینه لایزین، متیونین، ترئونین و تریپتوفان، وزن تخم مرغ‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. نشان داده شده است که متیونین یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر اندازه تخم‌مرغ در مراحل اولیه تولید (کشاورز ۱۹۹۵)، مراحل انتهایی تولید (پترسون و همکاران ۱۹۸۳) و در دوره تولید پس از پرریزی (گومز و آنجلس ۲۰۰۹) می‌باشد. کشاورز (۲۰۰۲) نیز کمبود متیونین، ویتامین ب۱۲، کولین و اسید فولیک جیره غذایی را عاملی جهت کاهش وزن تخم‌مرغ دانست. سامرز و لیسون (۱۹۸۳) و کشاورز (۱۹۹۵) نیز نشان دادند که میانگین وزن تخم مرغ‌های به‌دست آمده از مرغ‌های سنگین‌تر، بالاتر بوده است. یکی دیگر از عوامل مؤثر بر اندازه تخم‌مرغ چربی جیره می‌باشد. در آزمایشی افزایش سطح چربی جیره صرف نظر از تفاوت انرژی باعث افزایش وزن زرده در

مراحل اولیه تولید گردید که علت آن نیاز بیش‌تر مرغ‌های جوان تازه بالغ به چربی جیره برای ساخت لیپوپروتئین‌های زرده بیان شد (سل و همکاران ۱۹۸۷). وایت‌هد (۱۹۹۵) پیشنهاد کرد تأثیر مثبت چربی جیره بر وزن تخم‌مرغ می‌تواند به دلیل دخالت برخی از اسیدهای چرب غیراشباع بر تولید هورمون استروژن که در ترشح سفیده نقش دارد، باشد؛ بنابراین در مرغ‌های جوان وزن تخم‌مرغ ممکن است تحت تأثیر وزن زرده و سفیده قرار گیرد، حال آن‌که در مرغ‌های مسن، افزایش وزن تخم‌مرغ می‌تواند به خاطر افزایش تولید سفیده باشد. لینولئیک‌اسید مهم‌ترین اسید چرب غیر اشباع مؤثر بر اندازه تخم‌مرغ، شناخته شده است و نشان داده شده که افزایش سطح آن در جیره از ۰/۷۹ به ۱/۰۳ باعث افزایش وزن تخم‌مرغ و نسبت سفیده به زرده گردیده ولی در سطوح بالاتر وزن تخم‌مرغ‌ها ثابت مانده است (گروپز و همکاران ۱۹۹۹). در مطالعه دیگری افزودن ۴ درصد چربی از منابع مختلف به جیره باعث افزایش سطح انرژی جیره و افزایش اندک وزن تخم‌مرغ در اواخر دوره تولید شد (هارمز و ریوسل ۲۰۰۴). پس از آن صفا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با مصرف جیره حاوی ۳ درصد روغن گیاهی در مقایسه با سطح ۱/۱ درصدی آن و با مقادیر انرژی یکسان، تخم‌مرغ‌های سنگین‌تری حاصل گردیده است. در مطالعه حاضر وزن مرغ‌ها یکسان بود و جیره‌های پایه از لحاظ انرژی، متیونین، لایزین و ترئونین یکسان بودند ولی همزمان با کاهش پروتئین خام، علاوه بر کاهش بخش ازت غیرپروتئینی و دیگر آمینواسیدها، میزان چربی جیره نیز اندکی کاهش یافت. از این رو تولید تخم مرغ‌های سبک‌تر در گروهی که سطح ۹۰ درصد پروتئین را دریافت نمودند ممکن است به سبب چربی کمتر جیره و یا سطوح حاشیه‌ای برخی آمینواسیدها به خصوص تریپتوفان باشد.

با توجه به جدول ۳، در مطالعه حاضر افزایش سطح ترئونین جیره تأثیری بر وزن تخم‌مرغ در هیچ یک از

های تخم‌گذار در محدوده سنی ۵۵ تا ۶۷ هفتگی، تغییری در بازده تولید گزارش نکردند؛ هرچند در برخی از تحقیقات (لیسون و کاستون ۱۹۹۶، بونچاسک و همکاران ۲۰۰۵ و خواجه‌علی و همکاران ۲۰۰۸) به علت اثر منفی جیره های کم پروتئین بر درصد تولید و یا وزن تخم‌مرغ، بازده تولید پائین‌تری حاصل گردیده است.

با توجه به این‌که افزایش ترئونین جیره در هر سه دوره آزمایشی، بر درصد تولید و میانگین وزن تخم‌مرغ اثرگذار نبود، از این‌رو در بازده روزانه تولید نیز تغییری مشاهده نگردید (جدول ۴). در این زمینه فاریا و همکاران (۲۰۰۲) نیز تغییر محسوسی را در بازده روزانه تولید تخم‌مرغ، با تغذیه سطوح ۰/۴۵ تا ۰/۵۸ درصد گزارش نکردند. نتیجه مطالعه گومز و آنجلس (۲۰۰۹) نیز حاکی از عدم تأثیر سطوح مختلف ترئونین بر بازده تولید تخم‌مرغ می‌باشد.

ضریب تبدیل غذایی

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر ضریب تبدیل غذایی در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌گونه که از این جدول استنباط می‌شود، در همه بازه‌های زمانی تفاوت معنی‌داری برای ضریب تبدیل خوراک در بین گروه‌هایی که مقادیر مختلف پروتئین و یا ترئونین دریافت نموده بودند وجود نداشت. ولی به لحاظ عددی، ضریب تبدیل غذایی در مرغ‌هایی که سطح دوم پروتئین را مصرف کرده بودند کمتر بود که این به سبب تولید تخم‌مرغ‌های سنگین‌تر نسبت به گروهی بود که جیره با ۹۰ درصد پروتئین به آنها اختصاص یافته بود. هرچند در مطالعه دیگری افزودن آمینواسیدهای متیونین، لایزین و تریپتوفان به جیره‌های کم پروتئین باعث بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک گردید (کشاورز و آستیک ۲۰۰۴)، اما نتایج حاضر هم‌سو با یافته‌های ملئوزی و همکاران (۲۰۰۱)، نوک و همکاران (۲۰۰۶)، وئو و همکاران (۲۰۰۷) و خواجه‌علی و همکاران (۲۰۰۸) می‌باشد که بیان داشتند با تغذیه جیره

دوره‌های مورد آزمون نداشت. مشابه این نتیجه، مارتینز و همکاران (۱۹۹۹) نیز با افزایش میزان این اسیدآمینو در جیره، بیش‌ترین وزن تخم‌مرغ‌ها را در گروهی به دست آوردند که جیره حاوی ۰/۵۲ درصد ترئونین کل به آن‌ها اختصاص یافته بود، ولی در سطوح ۰/۵۲ تا ۰/۵۷ درصد، وزن تخم‌مرغ یکسانی مشاهده نمودند. به طور مشابه گومز و آنجلس (۲۰۰۹) با تغذیه سطوح ۰/۴۲ تا ۰/۵۴ درصد ترئونین قابل هضم و همچنین آزام و همکاران (۲۰۱۱) با ارائه سطوح ۰/۴۷ تا ۰/۸۷ درصد ترئونین کل، تفاوتی در وزن تخم‌مرغ‌های حاصل نیافتند. اما در مطالعه دیگری نشان داده شد که کاهش ترئونین تا مقادیر کمتر از ۰/۴۵ درصد، وزن تخم‌مرغ‌ها را به طور معنی‌داری کاهش داد (فاریا و همکاران ۲۰۰۲). به هر حال با عنایت به یافته‌های این محققین و با توجه به عدم کمبود ترئونین در جیره‌های آزمایش حاضر، به نظر می‌رسد که مقادیر بالاتر از ۰/۵۸ درصد ترئونین توصیه شده تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر میانگین وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی ندارد.

بازده روزانه تولید تخم‌مرغ

این صفت گویای گرم تخم‌مرغ به دست آمده به ازای هر مرغ در روز می‌باشد و مقدار آن به درصد تولید و میانگین وزن تخم‌مرغ بستگی دارد. در این تحقیق با وجود تغییر محسوس در وزن تخم‌مرغ، تحت تأثیر سطوح مختلف پروتئین، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ بازده روزانه تولید تخم‌مرغ در هیچ یک از دوره‌های زمانی وجود نداشت؛ هرچند از نظر عددی، گروهی که سطح ۹۵ درصد پروتئین را دریافت کرده بودند، به‌خصوص در طی ۳۵ روز ابتدایی، بالاترین بازده تولید را نشان دادند (جدول ۴). این نتیجه موافق با یافته رابرتز و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد که با تغذیه جیره کم پروتئین اما با مقادیر ثابت اسیدهای آمینو محدودکننده اصلی، در طی ۸ هفته اول آزمایش بازده روزانه تولید یکسانی مشاهده نمودند. همچنین وئو و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعه‌ای مشابه بر روی مرغ

رابطه مستقیم و شدیدتری با ارتفاع سفیده دارد. ارتفاع سفیده نیز که به قوام آن بستگی دارد ممکن است تحت تأثیر مقادیر آمینواسیدهایی قرار گیرد که در ساخت پروتئین‌های سفیده به‌خصوص گلیکوپروتئین اووموسین، که عامل ایجاد حالت ژله‌ای سفیده می‌باشد، مشارکت دارند. ولی علاوه بر این، واحد هاو متناسب با درصد آب و مواد محلول موجود در تخم مرغ نیز می‌تواند تغییر یابد. در این مطالعه تغییر سطوح پروتئین تأثیری بر واحد هاو چه در دوره اول و چه در دوره دوم نداشت. در این زمینه نتایج مختلفی توسط محققین گزارش شده است. خواجه‌علی و همکاران (۲۰۰۸) در طول یک سال تغییری در ارتفاع سفیده تخم‌مرغ‌های حاصل از مرغ‌هایی که جیره کم پروتئین با مقادیر ثابت اسیدهای آمینه متیونین و لایزین دریافت کرده بودند، مشاهده نکردند در صورتی که قبل از آن لیسون و کاستون (۱۹۹۶) با تغذیه جیره های حاوی ۱۴/۴ درصد پروتئین خام، ارتفاع سفیده بیش‌تری در هفته‌های اول تولید نسبت به جیره های با پروتئین بالاتر، به‌دست آورده بودند. همچنین در آزمایش دیگری نیز که توسط نوک و همکاران (۲۰۰۶) انجام پذیرفت واحد هاو در اوایل تولید، بین جیره های با پروتئین متفاوت، مشابه بود اما در اواخر تولید با تغذیه سطح ۱۳ درصد پروتئین، واحد هاو ۱/۵ واحد افزایش یافت. لذا هر چند پروتئین جیره ها در آزمایش حاضر تا سطح ۱۳/۶۳ درصد کاهش یافت، اما به‌نظر می‌رسد که جهت مشاهده تاثیر جیره های کم پروتئین بر تغییرات واحد هاو، نیاز به یک دوره طولانی مصرف این گونه جیره ها می‌باشد.

های کم پروتئین، ضریب تبدیل غذایی مرغ‌های تخم‌گذار تفاوت قابل توجهی را نشان نداده است. افزایش سطح ترئونین جیره نیز در هیچ یک از دوره‌های مورد آزمون، تأثیری بر ضریب تبدیل خوراک نشان داد (جدول ۴). مارتینز و همکاران (۱۹۹۹) با افزایش درصد ترئونین جیره مرغان تخم‌گذار از ۰/۴۷ به ۰/۵۲ ضریب تبدیل بهتری به‌دست آوردند؛ هرچند در سطوح بالاتر این آمینواسید، بهبودی در این صفت مشاهده نمودند. در آزمایش دیگری نیاز ترئونین قابل هضم برای بهترین بازده خوراک ۴۰۰ میلی‌گرم در روز به ازای هر مرغ در اوایل دوره تولید برآورد شد (ایشیباشی و همکاران ۱۹۹۸) اما این مقدار برای دوره تولید پس از پرریزی، ۴۵۵ میلی‌گرم گزارش گردید (گومز و آنجلس ۲۰۰۹). در مطالعه ما، مصرف روزانه ترئونین در کم‌ترین مقدار ۶۱۰ میلی‌گرم در روز بود که بر این اساس عدم تأثیر سطوح بالاتر آن بر ضریب تبدیل خوراکی منطقی به نظر می‌رسد. همچنین آزام و همکاران (۲۰۱۱) نیز با استفاده از سطوح ۰/۴۷ تا ۰/۸۷ درصد این اسیدآمینه، تغییری در ضریب تبدیل خوراک نیافتند. لذا نتایج بیان گر آن است که کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره غذایی (بدون نیاز به افزایش بیش از مقادیر توصیه شده اسیدهای آمینه ضروری) هیچ‌گونه تاثیر نامطلوبی بر ضریب تبدیل غذایی پرندگان تخم‌گذار ندارد.

صفات کیفی تخم‌مرغ

نتایج مربوط به صفات کیفی تخم‌مرغ شامل واحد هاو، شاخص زرده، رنگ زرده، استحکام پوسته و ضخامت آن در پایان دوره اول (روز ۳۵ آزمایش) و پایان دوره دوم (روز ۷۰ آزمایش) به‌ترتیب در جداول ۵ و ۶ نشان داده شده است.

واحد هاو

این صفت به عنوان شاخص کیفیت سفیده در نظر گرفته می‌شود. با توجه به نحوه محاسبه واحد هاو، معلوم می‌گردد که این شاخص نسبت عکس با وزن تخم‌مرغ ولی

جدول ۴- اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر بازده روزانه تولید تخم‌مرغ و ضریب تبدیل غذایی

ضریب تبدیل غذایی			بازده روزانه تولید تخم مرغ			سطوح ترئونین	سطوح پروتئین
کل دوره	دوره دوم	دوره اول	کل دوره	دوره دوم	دوره اول	(درصد جیره)	(درصد جیره)
۲/۰۲	۱/۹۹	۲/۰۳	۵۲/۰۴	۵۲/۶۶	۵۱/۴۱	۱۰۰	۱۰۰
۲/۰۳	۲/۱۱	۱/۹۷	۵۱/۶۶	۵۰/۱۱	۵۳/۲۲	۱۱۰	۱۰۰
۲/۰۱	۲/۰۱	۲/۰۱	۵۳/۰۳	۵۲/۹۱	۵۳/۱۵	۱۲۰	۱۰۰
۱/۹۹	۲/۰۰	۱/۹۸	۵۳/۱۶	۵۲/۴۴	۵۳/۸۸	۱۰۰	۹۵
۱/۹۶	۱/۹۵	۱/۹۸	۵۳/۸۶	۵۴/۰۰	۵۳/۷۶	۱۱۰	۹۵
۱/۹۷	۱/۹۶	۱/۹۷	۵۳/۳۱	۵۳/۴۳	۵۳/۱۹	۱۲۰	۹۵
۲/۱۰	۲/۱۴	۲/۰۶	۵۰/۴۳	۴۹/۷۱	۵۱/۱۵	۱۰۰	۹۰
۲/۰۸	۲/۰۵	۲/۱۱	۵۰/۵۳	۵۱/۳۷	۴۹/۶۸	۱۱۰	۹۰
۲/۰۳	۲/۰۴	۲/۰۳	۵۱/۶۰	۵۱/۶۷	۵۱/۵۳	۱۲۰	۹۰
۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۲/۰۱	۲/۱۴	۲/۱۰		SEM
۰/۹۹	۰/۷۱	۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۸۴	۰/۹۳		سطح احتمال
							سطوح مختلف پروتئین
۲/۰۲	۲/۰۴	۲/۰۰	۵۲/۲۴	۵۱/۸۹	۵۲/۵۹		۱۰۰
۱/۹۷	۱/۹۷	۱/۹۷	۵۳/۴۴	۵۳/۲۹	۵۳/۶۱		۹۵
۲/۰۷	۲/۰۸	۲/۰۷	۵۰/۸۵	۵۰/۹۲	۵۰/۷۹		۹۰
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۱/۱۶	۱/۲۴	۱/۲۱		SEM
۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۲۷		سطح احتمال
							سطوح مختلف ترئونین
۲/۰۴	۲/۰۴	۲/۰۳	۵۱/۸۸	۵۱/۶۱	۵۲/۱۵		۱۰۰
۲/۰۳	۲/۰۴	۲/۰۲	۵۲/۰۲	۵۱/۸۳	۵۲/۲۲		۱۱۰
۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۵۲/۶۵	۵۲/۶۷	۵۲/۶۲		۱۲۰
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۱/۱۶	۱/۲۴	۱/۲۱		SEM
۰/۸۴	۰/۷۹	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۹۶		سطح احتمال

از آن جمله می‌توان به مطالعه نیمایر (۲۰۰۵) اشاره نمود که بیان نمود با مصرف مقادیر بسیار بالای ترئونین (بیش از ۹۰۰ میلی‌گرم در روز) پروتئین سفیده و تا حدودی مواد جامد آن در تخم‌مرغ‌های تولیدی افزایش یافته است.

هرچند ترئونین فراوان‌ترین اسید آمینه در پروتئین اووموسین سفیده می‌باشد (نواک و همکاران ۲۰۰۶)، اما ارزیابی تخم‌مرغ‌ها در میان‌دوره و پایان‌دوره حاکی از آن است که در طول این پژوهش، افزایش میزان ترئونین جیره نیز تغییری در واحد هاو ایجاد نکرد. تاکنون مطالعات بسیار اندکی در رابطه با تأثیر این اسید آمینه بر کیفیت سفیده و یا واحد هاو صورت گرفته است که

جدول ۵- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر صفات کیفی تخم‌مرغ در پایان ۳۵ روز اول

ضخامت پوسته (mm)	استحکام پوسته (Kg/cm ²)	شاخص رنگ زرده	شاخص زرده	واحد هاو	سطوح ترئونین (درصد جیره)	سطوح پروتئین (درصد جیره)
۰/۳۶	۲/۱۲	۶/۱۵	۰/۴۳	۸۲/۷۷	۱۰۰	۱۰۰
۰/۳۷	۲/۸۱	۶/۱۷	۰/۴۳	۸۶/۴۹	۱۱۰	۱۰۰
۰/۳۸	۲/۹۶	۶/۲۳	۰/۴۳	۸۵/۱۰	۱۲۰	۱۰۰
۰/۳۷	۳/۰۰	۶/۳۲	۰/۴۲	۸۵/۹۰	۱۰۰	۹۵
۰/۳۹	۳/۱۶	۶/۵۰	۰/۴۳	۸۶/۵۸	۱۱۰	۹۵
۰/۳۶	۲/۹۴	۶/۳۳	۰/۴۴	۸۳/۷۸	۱۲۰	۹۵
۰/۳۷	۲/۸۳	۶/۲۹	۰/۴۳	۸۳/۲۵	۱۰۰	۹۰
۰/۳۶	۲/۹۴	۶/۴۷	۰/۴۳	۸۳/۷۹	۱۱۰	۹۰
۰/۳۷	۲/۷۳	۶/۵۸	۰/۴۳	۸۶/۵۸	۱۲۰	۹۰
۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۰۸	۲/۱۰		SEM
۰/۱۸	۰/۳۷	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۵۶		سطح احتمال
						سطوح مختلف پروتئین
۰/۳۷	۲/۹۶	۶/۱۸	۰/۴۳	۸۴/۷۹		۱۰۰
۰/۳۷	۳/۰۳	۶/۳۹	۰/۴۳	۸۵/۴۲		۹۵
۰/۳۷	۲/۸۳	۶/۴۴	۰/۴۳	۸۴/۵۴		۹۰
۰/۰۰۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۰۵	۱/۲۱		SEM
۰/۵۵	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۸۳	۰/۸۷		سطح احتمال
						سطوح مختلف ترئونین
۰/۳۶	۲/۹۸	۶/۲۵	۰/۴۳	۸۳/۹۷		۱۰۰
۰/۳۷	۲/۹۷	۶/۳۷	۰/۴۳	۸۵/۶۲		۱۱۰
۰/۳۷	۲/۸۸	۶/۳۸	۰/۴۴	۸۵/۱۵		۱۲۰
۰/۰۰۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۰۵	۱/۲۱		SEM
۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۶۲	۰/۵۳	۰/۶۱		سطح احتمال

شاخص زرده

شاخص زرده تحت تاثیر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین واقع نگردید. به‌طور کلی از نظر مواد تشکیل دهنده زرده تخم‌مرغ، پس از آب و چربی، پروتئین در مقام سوم قرار دارد (هوپالاهتی و همکاران ۲۰۰۷). با توجه به این‌که پروتئین‌های زرده در کبد ساخته می‌شوند و کبد نیز پس از دریافت آمینواسیدهای جذب شده ابتدا نیاز خود را برطرف می‌سازد، از این‌رو این

احتمال وجود دارد که سطوح حداقل پروتئین و ترئونین عرضه شده در آزمایش حاضر نیز، جهت ساخت پروتئین‌های زرده کافی بوده و لذا این شاخص تحت تاثیر قرار نگرفته است.

شاخص رنگ زرده

همان‌گونه که در جداول ۵ و ۶ ارائه گردیده است، کاهش سطح پروتئین جیره موجب افزایش نسبی رنگ زرده در میان‌دوره و پایان دوره گردید. به‌گونه‌ای که

پروتئین جیره تأثیر معنی داری بر ضخامت پوسته (خواجه‌علی و همکاران ۲۰۰۸)، وزن پوسته (لیسون و کاستون ۱۹۹۶) و درصد پوسته (نواک و همکاران ۲۰۰۶، رابرتس و همکاران ۲۰۰۷ و وئو و همکاران ۲۰۰۷) نداشته است. در رابطه با تأثیر اسیدآمینه ترئونین بر کیفیت پوسته نیز نیمایر (۲۰۰۵) دریافت که مصرف این آمینواسید درمقادیر بیش از ۹۲۶ میلی‌گرم در روز توانست موجب افزایش قابل ملاحظه مقاومت و ضخامت پوسته گردیده، حال آنکه در سطوح مشابه با سطوح مورد استفاده در آزمایش حاضر نتایج مشابهی حاصل گردید.

بررسی ساختار بافتی ژژنوم

در مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین جیره غذایی بر تغییرات ساختار بافتی ژژنوم از این ناحیه، به‌عنوان ناحیه عمده جذب در روده (هورن و همکاران ۲۰۰۹)، نمونه‌برداری انجام پذیرفت که نتایج آن در جدول ۷ ارائه گردیده است. همان‌گونه که در این جدول می‌توان ملاحظه نمود، کاهش سطح پروتئین خام یا افزایش درصد ترئونین جیره اثر معنی‌داری بر طول پرز، عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت نداشت ($P > 0.05$). به‌طور کلی کریپت‌ها پایه شکل‌گیری پرز محسوب شده و سلول‌های تمایز نیافته موجود در کریپت‌ها قادر به ایجاد سلول‌های تخصص‌یافته‌ای مانند سلول‌های جامی و یا سلول‌های جذب‌کننده (انتروسایت) می‌باشند. از این‌رو افزایش عمق کریپت نشانه‌ای از نیاز به ترمیم بافتی بوده (ژئو و همکاران ۲۰۰۳) و هر عاملی که تخریب بافت روده و به‌خصوص پرزها را افزایش دهد، می‌تواند سبب افزایش عمق کریپت و کاهش ارتفاع پرز و نسبت آن به عمق کریپت گردد. به‌عنوان مثال، استفاده از سطوح بالای فیبر در جیره یکی از مهم‌ترین عوامل شناخته شده در این زمینه است (ژاین و همکاران ۱۹۹۴). به‌علاوه لاو و همکاران (۲۰۰۷) با کاهش شدید ترئونین جیره غذایی خوک‌های جوان دریافتند که ارتفاع پرز و نسبت طول

در روز ۷۰ آزمایش، رنگ زرده تولید شده در مرغهایی که سطح ۹۰ درصد پروتئین خام را مصرف کرده بودند نسبت به رنگ زرده گروهی که سطح ۱۰۰ درصد پروتئین به آن‌ها تعلق یافته بود، شدت بیشتری داشت ($P = 0.05$). یافته‌های رابرتس و همکاران (۲۰۰۷) و وئو و همکاران (۲۰۰۷) نیز هم‌چون نتایج آزمایش حاضر مؤید بهبود رنگ زرده هم‌زمان با کاهش سطح پروتئین جیره می‌باشد.

کیفیت پوسته

پوسته تخم‌مرغ از دو بخش اصلی آلی و معدنی تشکیل می‌شود. غشای آلی در حدود یک سوم از کل ضخامت پوسته را شکل می‌دهد که قسمت عمده آن از پروتئین ساخته شده است و کربنات کلسیم (کلسیت) بر روی آن رسوب می‌کند (هوپالاهتی و همکاران ۲۰۰۷). ارزیابی کیفیت پوسته در هر دو مرحله نشان می‌دهد که کاهش پروتئین و یا افزایش ترئونین جیره غذایی تغییر معنی‌داری در استحکام و ضخامت پوسته ایجاد ننموده است (جدول ۵ و ۶). با این وجود در پایان دوره اول استحکام پوسته تخم‌مرغ به‌دست آمده از گروهی که سطح ۹۵ درصد پروتئین خام را مصرف کرده بودند به لحاظ عددی بیش‌تر بود ($P = 0.16$).

با توجه به این‌که وزن تخم‌مرغ در این گروه بیش‌تر بود بنابراین انتظار می‌رفت که مقاومت پوسته کاهش یافته باشد. چراکه ثابت گردیده است که عموماً وزن پوسته در تخم‌مرغ‌های با وزن متفاوت ثابت بوده و با افزایش وزن تخم‌مرغ کیفیت پوسته ممکن است کاهش یابد (رولاند ۱۹۷۹). بنابراین با توجه به آنکه در این سطح پروتئین بهترین استحکام پوسته در سطح ۱۱۰ درصد ترئونین بروز نموده بود، این احتمال وجود دارد که فراهم نمودن سطوح بالاتر این اسیدآمینه توانسته است مقاومت بافت آلی پوسته را افزایش داده و از این رو موجبات بهبود استحکام پوسته را فراهم آورد. در بسیاری از مطالعات دیگر نیز همسو با یافته‌های آزمایش حاضر، نشان داده شده است که کاهش سطح

عدم تغییر در ساختار بافتی روده در آزمایش حاضر، نشان‌دهنده وضعیت مشابه و سلامت روده در بین گروه‌ها است؛ هر چند که از این لحاظ، تفاوت‌های فردی در بین پرندگان قابل مشاهده بود.

پرز به عمق کریپت کاهش یافت. آنها در مطالعه خود سطح ترئونین جیره را به شدت کاهش دادند، در صورتی که در مطالعه حاضر میزان این آمینواسید افزایش داده شد که شاید علت تناقض بین نتیجه کنونی و یافته‌های لاو و همکارانش (۲۰۰۷) باشد. به هر حال

جدول ۶- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر صفات کیفی تخم‌مرغ در پایان ۳۵ روز دوم

ضخامت پوسته (mm)	استحکام پوسته (Kg/cm ²)	شاخص رنگ زرده	شاخص زرده	واحد‌هاو	سطوح ترئونین (درصد جیره)	سطوح پروتئین (درصد جیره)
۰/۳۹	۲/۷۰	۵/۸۰	۰/۴۴	۸۴/۵۹	۱۰۰	۱۰۰
۰/۳۷	۲/۵۸	۵/۷۰	۰/۴۳	۸۸/۶۶	۱۱۰	۱۰۰
۰/۳۸	۲/۴۶	۵/۹۱	۰/۴۳	۸۵/۸۱	۱۲۰	۱۰۰
۰/۳۸	۲/۵۸	۶/۰۰	۰/۴۲	۸۵/۲۸	۱۰۰	۹۵
۰/۳۹	۲/۴۶	۶/۱۰	۰/۴۴	۹۱/۱۸	۱۱۰	۹۵
۰/۳۸	۲/۵۴	۶/۰۱	۰/۴۵	۸۶/۸۵	۱۲۰	۹۵
۰/۳۸	۲/۵۸	۶/۲۲	۰/۴۵	۹۲/۰۸	۱۰۰	۹۰
۰/۳۷	۲/۴۱	۶/۳۳	۰/۴۴	۸۶/۵۸	۱۱۰	۹۰
۰/۳۸	۲/۵۹	۶/۲۵	۰/۴۵	۸۴/۷۸	۱۲۰	۹۰
۰/۰۰۸	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۰۱	۲/۳۰		SEM
۰/۳۰	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۱۲	۰/۱۱		سطح احتمال
						سطوح مختلف پروتئین
۰/۳۸	۲/۵۸	۵/۹۳	۰/۴۳	۸۶/۳۵		۱۰۰
۰/۳۸	۲/۵۲	۶/۰۳	۰/۴۳	۸۷/۷۷		۹۵
۰/۳۷	۲/۵۳	۶/۲۷	۰/۴۴	۸۷/۸۱		۹۰
۰/۰۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰۴	۱/۳۳		SEM
۰/۵۲	۰/۹۰	۰/۰۵	۰/۳۳	۰/۶۸		سطح احتمال
						سطوح مختلف ترئونین
۰/۳۸	۲/۶۲	۶/۰۱	۰/۴۳	۸۷/۳۲		۱۰۰
۰/۳۷	۲/۴۸	۶/۱۱	۰/۴۴	۸۸/۸۱		۱۱۰
۰/۳۸	۲/۵۳	۶/۱۲	۰/۴۴	۸۵/۸۱		۱۲۰
۰/۰۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰۴	۱/۳۳		SEM
۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۸۷	۰/۶۸	۰/۲۷		سطح احتمال

سطوح بالاتر پروتئین و ترئونین را دریافت کرده بودند (شکل ۱). بر اساس یافته‌های قبلی (بال ۲۰۰۱ و لاو و

در بررسی‌های میکروسکوپی، بیش‌ترین تعداد نسبی سلول‌های جامی در ژژنوم پرندگان مشاهده گردید که

دنبال افزایش تعداد نسبی این سلولها، با افزایش سطح ترئونین جیره، میزان تولید و ترشح موسین تقویت گردیده باشد (شکل ۱، D).

همکاران (۲۰۰۷) ترئونین بیشترین سهم را در ساختار بیوشیمیایی گلیکوپروتئین موسین دارا بوده و با توجه به این‌که مهمترین وظیفه سلول‌های جامی، تولید و ترشح موسین است، لذا این احتمال وجود دارد که به

جدول ۷- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر بافت‌شناسی روده کوچک (ژژنوم) مرغ‌های تخم‌گذار

تعداد نسبی سلول‌های جامی	نسبت طول پرز به عمق کریپت	عمق کریپت (میکرومتر)	طول پرز (میکرومتر)	سطوح ترئونین (درصد جیره)	سطوح پروتئین (درصد جیره)
+++ ^۱	۵/۷۹	۱۳۲/۵۷	۷۶۵/۰۷	۱۰۰	۱۰۰
+++	۵/۲۵	۱۲۵/۷۴	۶۵۸/۴۹	۱۱۰	۱۰۰
++++	۵/۳۱	۱۳۹/۳۷	۷۴۴/۹۱	۱۲۰	۱۰۰
++	۵/۷۹	۱۳۲/۳۳	۷۳۹/۸۲	۱۰۰	۹۵
++	۵/۷۱	۱۲۱/۴۸	۶۹۴/۳۵	۱۱۰	۹۵
++++	۵/۶۳	۱۳۱/۸۴	۷۳۴/۳۵	۱۲۰	۹۵
+	۵/۸۶	۱۳۵/۲۸	۷۸۵/۲۹	۱۰۰	۹۰
++	۵/۷۲	۱۳۸/۸۳	۷۸۵/۵۹	۱۱۰	۹۰
++++	۵/۲۷	۱۲۶/۷۱	۶۶۵/۸۱	۱۲۰	۹۰
	۰/۴۴	۷/۵۹	۵۷/۳۳		SEM
	۰/۹۶	۰/۴۷	۰/۴۵		سطح احتمال
					سطوح مختلف پروتئین
+++	۵/۴۵	۱۳۲/۵۶	۷۲۲/۸۲		۱۰۰
+++	۵/۷۱	۱۲۸/۵۵	۷۲۰/۸۴		۹۵
++	۵/۶۲	۱۳۳/۶۰	۷۴۵/۵۶		۹۰
	۰/۲۵	۴/۳۸	۱/۳۳		SEM
	۰/۷۶	۰/۶۹	۰/۸۵		سطح احتمال
					سطوح مختلف ترئونین
++	۵/۸۲	۱۳۳/۳۹	۷۶۳/۳۹		۱۰۰
++	۵/۵۶	۱۲۸/۶۸	۷۱۲/۸۱		۱۱۰
++++	۵/۴۰	۱۳۲/۶۴	۷۱۵/۰۲		۱۲۰
	۰/۲۵	۴/۳۸	۳۳/۱۰		SEM
	۰/۵۱	۰/۷۲	۰/۴۸		سطح احتمال

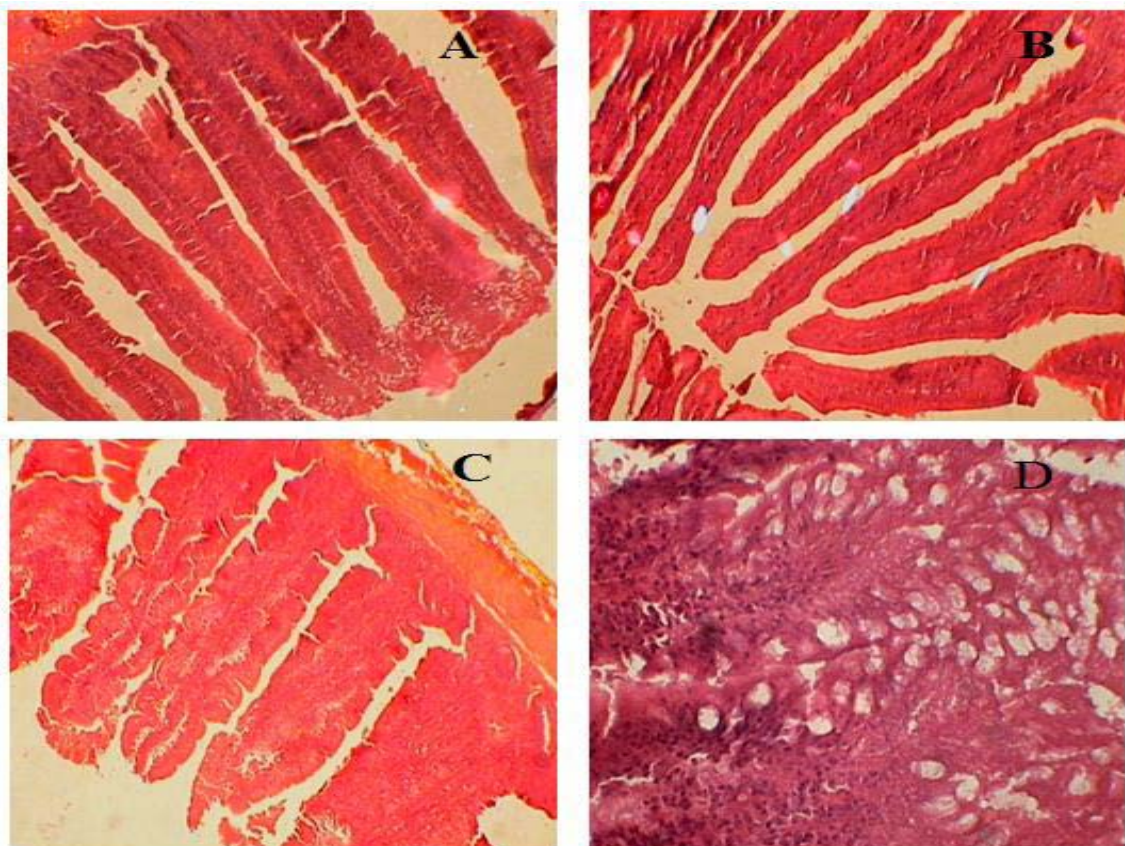
^۱ تعداد نشان‌های + به معنای شدت تغییرات بافتی است (بر اساس روش مهدوی و همکاران ۲۰۱۰).

جامی زمانی می‌تواند چشم‌گیر باشد که جیره غذایی از لحاظ ترئونین فقیر باشد. در این زمینه مطالعاتی صورت پذیرفته است که نتایج متفاوتی داشته‌اند. به عنوان مثال پلیترنر و همکاران (۲۰۰۷) به دنبال تغذیه

با این وجود، نکته قابل توجه آن است که بافت روده در استفاده از مواد مغذی از جمله آمینواسیدها مقدم بوده و پس از جذب آنها، در ابتدا نیاز خود را برطرف می‌نماید. بنابراین تغییر در تراکم و عملکرد سلول‌های

اسیدآمین در مقادیر بسیار کمتر از نیاز، دفع موسین روده‌ای کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته است. لذا نتایج حاضر نشان دهنده آن است که کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره پرندگان تخم‌گذار، هیچ گونه تاثیر منفی بر شاخص‌های بافتی سلول‌های جذبی روده نداشته و تنها سبب کاهش نسبی تعداد سلول‌های جامی ناحیه ژژنوم گردیده است، که این امر نیز با افزودن سطح ۱۲۰ درصد ترئونین و احتمالاً فراهمی بیشتر این اسیدآمین جهت ساخت موسین قابل جبران بوده است.

سطوح مختلف ترئونین، بیان نمودند که تراکم سلول‌های جامی در روده‌های کوچک و بزرگ خوک‌های در حال رشد تحت تاثیر قرار نگرفت حال آنکه لاو و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که کاهش شدید ترئونین جیره غذایی می‌تواند تعداد سلول‌های جامی روده کوچک را به صورت نسبی کاهش دهد. هورن و همکاران (۲۰۰۹) نیز با کاهش سطح ترئونین جیره غذایی جوجه‌های گوشتی و اردک تا ۴۰ درصد نیاز به مدت ۷ روز، تغییری در تراکم سلول‌های جامی در ناحیه ژژنوم مشاهده نکردند. اما آنها دریافتند که با تغذیه این



شکل ۱) نمای برش عرضی بافت ژژنوم

A, تراکم زیاد سلول‌های جامی در انتهای پرز (پروتئین ۹۰ درصد و ترئونین ۱۲۰ درصد); B, تراکم کم سلول‌های جامی (پروتئین ۹۰ درصد و ترئونین ۱۰۰ درصد); C, پرزهای کوتاه (بزرگ‌نمایی ۲۰۰ برابر); D, تراکم سلول‌های جامی در انتهای پرز (سطح ۱۲۰ درصد ترئونین، بزرگ‌نمایی ۴۰۰ برابر)

نتیجه گیری کلی

یافته‌های آزمایش حاضر بیان گر آن است که هرچند کاهش ۱۰ درصدی پروتئین خام جیره مرغ‌های تخم‌گذار تاثیر نامطلوبی بر صفات عملکردی، کیفیت

تخم‌مرغ و ساختار بافتی ژژنوم مرغ‌های تخم‌گذار نداشت، اما با این وجود بیشترین تعداد نسبی سلول‌های جامی ژژنوم زمانی حاصل گردید که از بالاترین سطح ترئونین بهره برده شده بود.

منابع مورد استفاده

- Azzam MM, Dong XY, Xie P, Wang C and Zou XT, 2011. The effect of supplemental L-threonine on laying performance, serum free amino acids, and immune function of laying hens under high-temperature and high-humidity environmental climates. *J Appl Poult Res* 20: 361-370.
- Baker A, Vanhooser SL, Swartzlander JH and Teeter RG, 2004. Atmospheric ammonia concentration effects on broiler growth and performance. *J Appl Poult Res* 13: 5-9.
- Ball RO, 2001. Threonine requirement and the interaction between threonine intake and gut mucins in pigs. In: Symposium of the 2001 Degussa Banff Pork Seminar Banff Alberta Canada.
- Bansal V and Ochoa JB, 2003. Arginine availability, arginase, and the immune response. *Curr Opin Clin Nutr Met Care* 6: 223-228.
- 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*. *Int J Poult Sci* 5: 635-638.
- Bohórquez Montero DV, 2007. Dietary and housing effects on growth performance, gut health and salmonella colonization of salmonella-challenged broilers, Master of Science, North Carolina State University.
- Bunchasak C, Poosuwan K, Nukraew R, Markvichitr K and Choothesa A, 2005. Effect of dietary protein on egg production and immunity responses of laying hens during peak production period. *Int J Poult Sci* 4: 701-708.
- Cheng TK, Hamre LM and Coon CN, 1997. Response of broiler to dietary protein levels and amino acid supplementation to low-protein diets at various environmental temperatures. *J Appl Poult Res* 6: 18-33.
- Ciftci I and Ceylan N, 2004. Effects of dietary threonine and crude protein on growth performance, carcass and meat composition of broiler chickens. *Br Poult Sci* 45: 280-289.
- D'Mello JPF, 2003. An outline of pathways in amino acid metabolism. PP. 71-86. In: J P F D'Mello (Ed.) *Amino Acids in Animal Nutrition* CABI Edinburgh UK.
- Faria DE, Harms RH and Russell GB, 2002. Threonine requirement of commercial laying hens fed a corn-soybean meal diet. *Poult Sci* 81: 809-814.
- Gomez S and Angeles M, 2009. Effect of threonine and methionine levels in the diet of laying hens in the second cycle of production. *J Appl Poult Res* 18: 452-457.
- Grobos S, Mateos GG and Mendez J, 1999. Influence of dietary linoleic acid on production and weight of eggs and egg components in young brown hen. *J Appl Poult Res* 8: 177-184.
- Harms RH and Russell GB, 2004. Performance of commercial laying hens when fed diets with various sources of energy. *J Appl Poult Res* 13: 365-369.
- Horn NL, Donkin SS, Applegate TJ and Adeola O, 2009. Intestinal mucin dynamics: Response of broiler chicks and White Pekin ducklings to dietary threonine. *Poult Sci* 88: 1906-1914.
- Huopalahti R, López-Fandiño R, Anton M and Schade R, 2007. *Bioactive Egg Compounds*. Springer-Verlag, Berlin.
- Hy-Line International. Hy-Line W36 Commercial Management Guide, 2009. Hy-Line Int. USA.
- Ishibashi T, Ogawa Y, Itoh T, Fujimura S, Koide K And Watanabe R, 1998. Threonine requirements of laying hens. *Poult Sci* 77: 998-1002.
- Ishibashi T, Ogawa Y, Itoh T, Fujimura S, Koide K and Watanabe R, 1998. Threonine Requirements of Laying Hens. *Poult Sci* 77:998-1002.
- Jin L, Reynolds LP, Redmer DA, Caton JS and Crenshaw JD, 1994. Effect of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. *J Anim Sci* 72: 2270-2278.
- Joseph NS, Robinson FE, Korver DR and Renema RA, 2000. Effect of dietary protein intake during the pullet-to-breeder transition period on early egg weight and production in broiler breeders. *Poult Sci* 79: 1790-1796.
- Keshavarz K and Austic RE, 2004. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid-and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. *Poult Sci* 83: 75-83.

- Keshavarz K, 1995. Further investigations on the effect of dietary manipulations of nutrients on early egg weight. *Poult Sci* 74: 62-74.
- Keshavarz K, 2003. Effects of reducing dietary protein, methionine, choline, folic acid and vitamin B12 during the late stages of the egg production cycle on performance and eggshell quality. *Poult Sci* 82: 1407-1414.
- Khajali F, Khoshouie EA, Dehkordi SK and Hematian M, 2008. Production performance and egg quality of hy-line w36 laying hens fed reduced-protein diets at a constant total sulfur amino acid:lysine ratio. *J Appl Poult Res* 17: 390-397.
- Kidd MT and Kerr BJ, 1996. L-threonine for poultry: A review. *J Appl poult Res* 5: 358-367.
- Kidd MT, Gerard PD, Heger J, Kerr BJ, Rowe D, Sistani K and Burnham DJ, 2001. Threonine and crude protein responses in broiler chicks. *Anim Feed Sci Technol* 94: 57-64.
- Lamont JT, 1992. Mucus: the front line of intestinal mucosal defense. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 664: 190-201.
- Law GK, Bertolo RF, Adjiri-Awere A, Pencharz PB and Ball RO, 2007. Adequate oral threonine is critical for mucin production and gut function in neonatal piglets. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol* 292: 1293-1301.
- Leeson S and Caston LJ, 1996. Response of laying hens to diets varying in crude protein or available phosphorus. *J Appl Poult Res* 5: 289-296.
- Lopez G and S Leeson, 1995. Response of broiler breeders to low-protein diets. 1. Adult breeder performance. *Poult Sci* 74: 685-695.
- Mahdavi AH, Rahmani HR, Nili N, Samie AH, Soleimani-Zad S and Jahanian R, 2010. Effects of dietary egg yolk antibody powder on growth performance, intestinal *Escherichia coli* colonization, and immunocompetence of challenged broiler chicks. *Poult Sci* 89:484-494.
- Martinez-Amezua C, Laparra-Vega JL, Avila-Gonzalez E, Fuente B, Jinez T and Kidd MT, 1999. Dietary L-threonine responses in laying hens. *J Appl poult Res* 8: 236-241.
- Meluzzi A, Sirri F, Tallarico N and Franchini A, 2001. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. *Br Poult Sci* 42: 213-217.
- National Research Council, 1994. *Nutrient Requirements for Poultry*. 9th rev ed. Natl Acad Press Washington DC.
- Niemeyer PR, 2005. The impact of supplemental L-threonine in laying hen diets on egg component yield, composition, and functionality, doctor of philosophy, Texas A&M University.
- Novak C, Yakout HM and Scheideler SE, 2006. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. *Poult Sci* 85: 2195-2206.
- Parmentier HK, Baelmans R, Nieuwl MG, Dorny P and Demey F, 2002. Haemolytic complement activity, C3 and factor B consumption in serum from chickens divergently selected for antibody responses to sheep red blood cells. *Vet Immunol Immunopathol* 90: 91-100.
- Patterson PH and Adrizal A, 2005. Management strategies to reduce air emissions: emphasis-dust and ammonia. *J Appl Poult Res* 14: 638-650.
- Penz AM and Jensen LS, 1991. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high- or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. *Poult Sci* 70: 2460-2466.
- Petersen CF, Sauter EA, Steele EE and Parkinson JF, 1983. Use of methionine intake restriction to improve egg shell quality by control of egg weight. *Poult Sci* 62: 2044-2047.
- Plitzner C, Etle T, Handl S, Schmidt P and Windisch W, 2007. Effects of different dietary threonine levels on growth and slaughter performance in finishing pigs. *Czech J Anim Sci* 52: 447-455.
- Ritz CW, Fairchild BD and Lacy MP, 2004. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: a review. *J Appl Poult Res* 13: 684-692.
- Roberts SA, Xin H, Kerr BJ, Russell JR and Bregendahl K, 2007. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. *Poult Sci* 86: 1716-1725.
- Roland DA, 1979. Factors influencing shell quality of aging hens. *Poult Sci* 58: 774-777.

- Safaa HM, Serrano MP, Valencia DG, Arbe X, Jimenez-Moreno E, Lazaro R and Mateos GG, 2008. Effects of the levels of methionine, linoleic acid, and added fat in the diet on productive performance and egg quality of brown laying hens in the late phase of production. *Poult Sci* 87: 1595–1602.
- SAS Institute, 2001. SAS User's Guide. Version 8.02 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sell JL, Angel CR and Escribano F, 1987. Influence of supplemental fat on weights of eggs and yolks during early egg production. *Poult Sci* 66: 1807-1812.
- Sklan D and Plavnik I, 2002. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. *Br Poult Sci* 43: 442-449.
- Sohail SS, Bryant MM and Roland DA, 2002. Influence of supplemental lysine, isoleucine, threonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy-Line W-36 hens. *Poult Sci* 81: 1038-1044.
- Summers JD and Leeson S, 1983. Factors influencing early egg size. *Poult Sci* 62: 1155-1159.
- Summers JD, Atkinson JL and Spratt D, 1991. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. *Can J Anim Sci* 71: 211-220.
- Verstegen MWA and Jongbloed AW, 2003. Crystalline amino acids and nitrogen emission. PP. 449-458. In: D'Mello JPF (Ed.). *Amino Acids in Animal Nutrition*, CABI, Edinburgh, UK.
- Whitehead CC, 1995. Plasma oestrogen and the regulation of egg weight in laying hens by dietary fats. *Anim Feed Sci Technol* 53: 91-98.
- Wu G, Gunawardana P, Bryant MM, Voitle RA and Roland DA, 2007. Effects of dietary energy and protein on performance egg composition egg solids egg quality and profit of hy line w36 hens during phase 3. *J Poult Sci* 44: 52-57.
- Xu ZR, Hu CH, Xia MS, Zhan XA and Wang MQ, 2003. Effects of dietary fructooligosaccharides on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poult Sci* 82: 1030-1036.