

اثر سطوح مختلف ترئونین بر عملکرد و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی

ترجمه: محمد علی عباسی

دانشجوی دکترای تخصصی تغذیه طیور دانشگاه تهران

مقدمه

امروزه صنعت پرورش طیور به‌عنوان یکی از مهمترین صنایع در حال رشد به شدت مورد توجه قرار گرفته و تقاضا جهت محصولات حاصل از این صنعت نیز به طور چشمگیری افزایش یافته است. از مهمترین مشخصات صنعت دامپروری امروز، افزایش تراکم دام و طیور در مزارع جدید، اعمال مدیریت‌های خاص علمی در این مزارع، کوشش در جهت بهبود ضریب تبدیل غذایی و تسریع در رشد دام و طیور می‌باشد. اما این افزایش سریع در بازدهی تولید و تغییر در نظام طبیعی زندگی دام و طیور، هرگز بدون هزینه نبوده است. شیوع سریع انواع بیماری‌ها و پیدایش ناهنجاری‌های متابولیک از ثمرات پرورش صنعتی دام و طیور می‌باشد (Britton و همکاران، 1964).

یکی از راه‌حل‌های مفید جهت بهبود وضعیت سیستم ایمنی و کاهش حساسیت حیوانات به بیماری‌های عفونی، استفاده از محرک‌های سیستم ایمنی می‌باشد (Liu، 1999). کمبودهای مزمن و شدید مواد مغذی، پاسخ‌های ایمنی را دچار اختلال نموده و حساسیت به بیماری‌های عفونی را افزایش می‌دهند. کمبودهای شدید مواد مغذی به‌خصوص زمانی برای سیستم ایمنی زیان‌آور هستند که در اوایل زندگی و در زمان توسعه بافت‌های لنفوئیدی اولیه و تکامل سیستم ایمنی رخ دهند (Kirk، 1997).

قابلیت دسترسی تجاری به اسیدهای آمینه‌ای مانند متیونین، لیزین و ترئونین، امکان کاهش سطح پروتئین جیره را تا موقعی فراهم می‌کند که نیازهای آمینواسیدی طیور برای 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 آمونیاک را در بستر کاهش می‌دهد. اما هم‌زمان با کاهش سطح پروتئین جیره، ترکیب آمینواسیدی جیره باید با نیازهای آمینواسیدی طیور برای نگهداری و رشد پیوسته بافت‌ها به منظور به دست آوردن عملکرد بهینه، مطابقت پیدا کند.

در دهه 90 میلادی مطالعات درباره سطح نیاز ترئونین، بازده ترئونین در جیره‌های با پروتئین پایین، مسیرهای آنزیمی برای کاتابولیسم ترئونین و تأثیر این اسیدآمینه بر سیستم ایمنی آغاز گردیده که تا به امروز نیز این مطالعات ادامه داشته و در حال بررسی جزئیات مربوط به اثرات بیولوژیک ترئونین می‌باشند (Kidd و همکاران، 1996).

استفاده از ترئونین در جیره دام‌های اهلی از هنگام انتشار گزارش‌هایی حاکی از افزایش عملکرد تولیدی و بهبود ترکیب محصولات حیوانی (Baylan و همکاران، 2006) اهمیت بیشتری یافته است. گزارش شده که مصرف ترئونین باعث

افزایش عملکرد تولیدی در جوجه‌های گوشتی (Ciftci و همکاران، 2004) و مرغ‌های تخمگذار (Faria و همکاران، 2002) و نیز افزایش قدرت سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی (Jahanian، 2010) می‌گردد.

صفات عملکردی

Ramaru و همکاران (2011) بیان نمودند عملکرد جوجه‌هایی که با جیره‌های کم پروتئین، ولی با ترئونین مکمل تغذیه شده بودند، نسبت به گروهی که فقط جیره کم پروتئین دریافت کرده بودند، بهبود یافت. آن‌ها همچنین گزارش کردند که با تغذیه جوجه‌ها با جیره‌های کم پروتئین حاوی 0/64 درصد لیزین و ترئونین، در سن 14 روزگی، مصرف خوراک افزایش و ضریب تبدیل بهبود یافت. Barkley و همکاران (2001) عنوان کردند که سطح پروتئین جیره غذایی مهم‌ترین عامل موثر بر پاسخ جوجه‌ها به ترئونین است و همچنین وجود رابطه بین نیاز به ترئونین و غلظت پروتئین جیره را گزارش کردند. در مطالعه‌ی دیگری نشان داده شد که در جیره‌های کم پروتئین در دوره‌های استارتر و پایانی، افزودن اسیدهای آمینه مثل ترئونین، سبب حفظ عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود (Ciftci و همکاران، 2004). Kidd و همکاران (2003) گزارش نمودند که وزن بدن و بازده خوراک در جوجه‌های گوشتی تحت رقابت باکتریایی، با افزایش ترئونین، به صورت خطی افزایش یافت که این‌گونه واکنش‌ها بیانگر این حقیقت می‌باشد که ترئونین برای نگهداری بافت روده، مهم می‌باشد. بخشی از نیاز بالای ترئونین در روده، برای سنتز موسین می‌باشد که حدود 30 درصد ترکیب آمینواسیدی آن را تشکیل می‌دهد (Lu؛ 1992، Lamont و همکاران، 2001). بنابراین سطوح کافی از ترئونین در جیره، برای نگهداری و تکامل اپیتلیوم روده و وظایف دیواره مخاطی، دارای اهمیت اول می‌باشد.

عملکرد بهینه طیور، در استفاده از جیره‌های کم پروتئین، بستگی به بالانس بودن جیره از نظر مکمل‌های آمینواسیدی دارد (Ceylan و همکاران؛ 2004) و براساس نتایج Kidd و همکاران (2002)، مکمل نمودن جیره‌های کم پروتئین با مخلوطی از اسیدآمینه‌ها، موجب بهبود عملکرد می‌شود (Kidd و همکاران؛ 2002) که این موضوع از لحاظ اقتصادی شایان توجه است.

نتایج Kidd و همکاران (1997)، مبنی بر این که افزایش وزن با استفاده از ترئونین دارای رابطه مثبت درجه دوم و همچنین بهبود ضریب تبدیل با استفاده از ترئونین به صورت منحنی درجه دوم، می‌باشد، تأییدی بر نتایج حاصل از این تحقیق است. Kidd و همکاران (1996) نیز گزارش کردند که کمبود پلاسمایی ترئونین سبب بروز یک پاسخ ایمنی شد که مصرف خوراک را کاهش داد.

در بررسی‌های گذشته (Smlth و همکاران، 1988؛ Chung و همکاران، 1995 و Jahanian، 2010) گزارش شده که سطوح مختلف ترئونین موجب بهبود رشد در طول دوره رشد (24-13 روزگی) شد. همچنین در مطالعه Chung و همکاران (1995) نشان داده شد که در دوره پایانی نیز سطوح مختلف ترئونین موجب بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی گردید. Kidd و همکاران (1996) بهبود معنی‌دار در ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی را با افزودن ترئونین به جیره نشان دادند. یافته‌های حاضر نشان می‌دهد که نیاز طیور برای بهبود عملکرد نسبت به نیاز برای بهبود سیستم ایمنی برای ترئونین کمتر است. Tagay و همکاران (2009)، گزارش دادند که

مقدار 0/75 درصد ترئونین در جیره بیشترین وزن را در پی دارد و بر طبق این آزمایش، حداکثر وزن با 110 درصد ترئونین جیره حاصل می‌شود. Dozier و همکاران (2001) نشان دادند که ترئونین باعث افزایش وزن نمی‌شود. Lemme و همکاران (2001) سطح 0/66 درصد را برای افزایش وزن در مقایسه با 0/74 درصد NRC (1994) پیشنهاد دادند.

در آزمایشات دیگری نشان داده شد افزایش ترئونین جیره از 6 به 7 گرم در کیلوگرم جیره، سبب بهبود وزن بدن و خوراک مصرفی شد. وزن اندام‌های ایمنی با افزایش ترئونین از 6 به 7 گرم در کیلوگرم تحت تأثیر قرار نگرفت اما ضریب تبدیل در این جیره‌ها بهبود یافت. هر چند در جوجه‌های تغذیه شده با 8 گرم در کیلوگرم ترئونین، زمانیکه با 225 گرم پروتئین در کیلوگرم تغذیه شدند، ضریب تبدیل پایین‌تری نسبت به زمانیکه با 195 گرم در کیلوگرم پروتئین تغذیه شدند، داشتند. عملکرد جوجه‌های نر زمانیکه با 7 گرم ترئونین در کیلوگرم تغذیه شدند، بهبود یافت (Kidd و همکاران، 2002).

Kidd و همکاران (2002) گزارش کردند که افزایش ترئونین به جیره‌های حاوی پروتئین کم و زیاد، سبب بهبود ضریب تبدیل شد و این درحالی بود که در جوجه‌های تغذیه شده با 8 گرم ترئونین در جیره‌های حاوی سطح بالای پروتئین، سبب کاهش ضریب تبدیل نسبت به زمانی شد که پروتئین جیره پایین بود. حداکثر ترئونین مورد نیاز برای وزن بدن 0/76 درصد تخمین زده شد (Dozier و همکاران، 2000). به گزارش Smlth و همکاران (1988) ترئونین مورد نیاز برای ضریب تبدیل مطلوب در دوره رشد جوجه‌های گوشتی 0/79 درصد بود، اما مقدار آن برای وزن بدن، 0/68 درصد به دست آمد.

در آزمایش Abbasi و همکاران (2014) ترئونین عملکرد رشد را از طریق بهبود شاخص‌های سلامت روده بهبود می‌بخشد. استفاده از حداقل سطح 110 درصد ترئونین در جیره (10 درصد بیشتر از نیاز پیشنهادی راس 308) نسبت طول پرز به عمق کریپت را افزایش می‌دهد که این افزایش نشان دهنده تخریب کمتر بافت‌های روده و نیاز کمتر به انرژی و اسیدهای آمینه است. افزایش طول پرز منجر به افزایش ناحیه جذب پرز می‌گردد. همچنین در پرزهای با ارتفاع بیشتر، فعالیت آنزیم‌های گوارشی که از رأس پرز ترشح می‌گردند افزایش و در پی آن قابلیت هضم بهبود می‌یابد (Horn و همکاران، 2009). همچنین در آزمایش Abbasi و همکاران (2014) افزایش سطح ترئونین در جیره موجب افزایش قابل ملاحظه تعداد سلول‌های جامی گردید که سلول‌های جامی از طریق تولید موسین موجب حفاظت از روده و ناحیه جذب مواد مغذی می‌گردند. بنابراین نتایج آن‌ها نشان داد که جیره با 110 درصد ترئونین از طریق توسعه مورفولوژی روده همانند افزایش سطح ناحیه جذب و تعداد سلول‌های جامی، سلامتی دستگاه گوارش و متعاقباً عملکرد رشد را بهبود می‌بخشد.

یافته‌های قبلی (Li و همکاران، 1999؛ Jahanian، 2010) بیان می‌کنند که یک همبستگی منفی بین عملکرد رشد و تحریکات سیستم ایمنی وجود دارد. نتایج مطالعه Abbasi و همکاران (2014) بیانگر آن است که جیره حاوی 110 درصد ترئونین نه تنها ضریب تبدیل غذا و میانگین افزایش وزن روزانه را بهبود می‌بخشد، بلکه این سطح از مکمل ترئونین سبب تحریک تولید آنتی‌بادی می‌گردد. این یافته‌ها بیانگر آن است که نیاز ترئونین جوجه‌های گوشتی برای تولید آنتی‌بادی بیشتر از نیاز آن برای رشد می‌باشد (Bhargava و همکاران، 1971)؛ زیرا صرف نظر از میزان

سطح پروتئین جیره، بالاترین سطح تیتراکتیوادی علیه SRBC متعلق به تیمارهایی بود که با سطوح بالایی از ترئونین تغذیه شده بودند.

خصوصیات لاشه

Kidd و همکاران (1998) نشان دادند با افزایش میزان ترئونین جیره به میزان 0/81 درصد وزن لاشه گرم و وزن سینه و وزن چربی بطنی افزایش یافت. همچنین نتایج Kidd و همکاران (1997) نیز نشان داد کاهش سطح ترئونین در جیره موجب کاهش میزان چربی بطنی می شود. مقدار ترئونین جیره تأثیر مهمی بر گوشت سینه دارد به طوری که محدودیت ترئونین می تواند باعث کاهش وزن نسبی سینه شود (Baylan و همکاران، 2006).

Abbasi و همکاران (2014) گزارش کردند که افزایش سطوح مختلف ترئونین صرف نظر از میزان پروتئین، بر وزن سینه و ران موثر بود و با افزایش سطح ترئونین میزان وزن سینه و ران افزایش یافت. Ciftci و همکاران (2004) نشان دادند افزایش غلظت ترئونین جیره موجب افزایش میزان سینه در جیره های با کم پروتئین و با پروتئین بالا شد در صورتیکه وزن ران فقط در تیمارهای با پروتئین خام بالا با افزایش غلظت ترئونین افزایش یافت. برخی گزارش ها پیشنهاد می کنند که افزایش ترئونین جیره موجب افزایش درصد گوشت قابل مصرف بیشتر می شود. گزارشات اخیر (Aletor و همکاران، 2000؛ Alleman و همکاران، 2000) بیانگر افزایش وزن نسبی چربی بطنی پس از تغذیه جیره های با پروتئین پایین می باشد. در یافته های Abbasی و همکاران (2014) تغذیه ترئونین تأثیر معنی داری بر روی این صفت نداشت که این نتیجه مطابق با یافته های Mack و همکاران (1999)، Dozier و همکاران (2001)، Rosa و همکاران (2001) و Jahanian (2010) می باشد.

Aletor و همکاران (2000) و Alleman و همکاران (2000) نشان دادند نسبت وزن چربی به شکل عددی با جیره های پروتئین خام پایین کاهش یافت و افزودن ترئونین اثری بر روی چربی بطنی نداشت. Dozier و همکاران (2000) بیان نمودند بازده گوشت سینه تحت تأثیر غلظت ترئونین جیره قرار نگرفت. Alleman و همکاران (2000) گزارش نمودند که با کاهش غلظت پروتئین جیره، میزان گوشت سینه جوجه های گوشتی کاهش یافت، اما مطالعات بسیاری بیانگر این حقیقت می باشند که با افزایش ترئونین جیره، بازده و وزن نسبی سینه (Ciftci و همکاران، 2004؛ Dozier و همکاران، 2000 و 2001؛ Jahanian، 2010؛ Mack و همکاران، 1999) و ران (Ciftci و همکاران، 2004؛ Dozier و همکاران، 2000 و 2001؛ Mack و همکاران، 1999) به طور آشکار افزایش می یابد. Ciftci و همکاران (2004) نشان دادند که افزایش ترئونین جیره، سبب افزایش معنی داری در بازده گوشت سینه در هر دو سطح بالا و پایین پروتئین خام و همچنین افزایش بازده ران در جیره های با پروتئین بالا - گردید. Kidd و همکاران (1997) بیان نمودند که نیاز ترئونین جوجه های گوشتی برای بازده گوشت سینه بالاتر از نیاز آن برای افزایش وزن است. همچنین Chung و همکاران (1995) نشان دادند که بازده گوشت سینه و ران در پاسخ به ترئونین افزایش می یابد.

سیستم ایمنی

اغلب گزارش‌ها نشان داده‌اند که ترئونین نقش تنظیمی در سیستم ایمنی دارد (Bhargava و همکاران، 1971؛ Li و همکاران، 2007؛ و Wang و همکاران، 2006) و سیستم ایمنی به دریافت ترئونین حساس می‌باشد (Li و همکاران، 1999). Kim و همکاران (2007) گزارش کردند که ترئونین ترکیب اصلی گاماگلوبولین‌ها بوده و نیاز ترئونین جوجه‌های گوشتی برای تولید آنتی‌بادی بیشتر از نیاز آن‌ها برای رشد می‌باشد (Bhargava و همکاران، 1971). نیاز جوجه‌ها به ترئونین، برای تولید آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل بوده و مقدار بیشتر آن جهت رشد مصرف شد. والین نیز سبب افزایش تولید آنتی‌بادی در بدن جوجه‌ها شد (Bhargava و همکاران، 1971). Ramaru و همکاران (2011) عنوان نمودند اثر افزودن ترئونین به جیره‌های کم پروتئین بر روی تولید آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل تاثیر گذار نبود. Jahanian (2010) گزارش کرد که افزودن 0/64 درصد ترئونین به جیره جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین، بر روی پاسخ ایمنی جوجه‌ها به بیماری نیوکاسل مؤثر بوده و سبب افزایش پاسخ اولیه علیه بیماری نیوکاسل شد.

Corzo و همکاران (2003)، گزارش کردند که ترئونین بر پاسخ آنتی‌بادی علیه SRBC مؤثر واقع شد؛ مطالعه کار این محققین بر روی سطوح مختلف ترئونین بود که در سطح 0/07 درصد معنی‌دار بوده و سبب افزایش تولید آنتی‌بادی شد و عنوان کردند که این افزایش به علت فعال شدن سیستم ایمنی بود. Li و همکارانش (2007) نیز اظهار کردند که به طور کلی اسیدآمینها بر روی تولید آنتی‌بادی‌ها مؤثر بودند.

نتایج حاصل از بررسی اثر تیتراژ ثانویه علیه SRBC نشان داد که هم پروتئین و هم آل ترئونین بر غلظت IgG و آنتی‌بادی کل مؤثر بودند و سبب افزایش این فاکتورها، شدند که احتمالاً این اثرات به علت سن پرنده و تحریک بیشتر سیستم ایمنی جوجه‌ها بود (Li و همکاران، 2007). این یافته‌ها در تطابق با کار Konashi و همکاران (2000) است که گزارش کردند اسیدآمینها (گلیسین + سرین + هیستیدین + ترئونین + تریپتوفان) سبب افزایش پاسخ آنتی‌بادی علیه SRBC شده که دلیل آن را افزایش آنتی‌بادی کل و IgG عنوان نمودند. به‌علاوه Jahanian (2010) گزارش کرد که افزودن ترئونین سبب بهبود تیتراژ آنتی‌بادی کل اولیه و IgM شد.

Aezam و همکاران (2011) گزارش کردند که افزودن 0/3 درصد آل ترئونین به جیره، سبب افزایش خطی سطح IgG و آنتی‌بادی کل نسبت به جیره شاهد شد و بیان کردند که این مقدار آل ترئونین تاثیر مثبت بر پاسخ ایمنی بدن داشت. همچنین Jahanian (2010) بیان نمود که افزودن ترئونین به جیره جوجه‌های گوشتی سبب تقویت ایمنی هومورال در دوره آغازین شد و سبب ایجاد سطح بهینه پاسخ ایمنولوژیکی گردید.

تاکاهاشی و همکاران (1994) در مطالعه بر روی جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های کم ترئونین مشاهده کردند که رشد جوجه‌ها کاهش یافت و این در حالی بود که پاسخ آنتی‌بادی و توسعه ارگان‌های لنفاوی کاهش پیدا نکرد. Kidd و همکاران (2002) نیز گزارش کردند که ترئونین اثری بر روی سیستم ایمنی ندارد؛ همچنین این محققین در ارزیابی ایمنی سلولی و هومورال در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ترئونین (0/68 تا 0/86 درصد جیره) و جیره

فاقد ترئونین گزارش کردند که بهبودی در سیستم ایمنی مشاهده نکرده‌اند (Kidd و همکاران، 1997). Abbasi و همکاران (2014) گزارش کردند که وزن سطوح مختلف پروتئین و ترئونین جیره روی تیتراکتی‌بادی بر علیه ویروس نیوکاسل در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. اما کاهش پروتئین به‌طور عددی موجب کاهش ایمنی در مقابل SRBC شد. افزایش سطح ترئونین تا 110 درصد پیشنهاد کاتولوگ موجب افزایش پاسخ ایمنی در مقابل القای SRBC شد. Kidd و همکاران (1997) افزایش سیستم ایمنی سلولی و خونی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ترئونین بهبود در ایمنی کلی دیده نشد. شواهدی وجود دارد که ترئونین عملکرد ایمنی را تنظیم می‌کند (Bhargava و همکاران، 1971; Wang و همکاران، 2006; Li و همکاران، 2007) و همچنین حساسیت سیستم ایمنی با مصرف ترئونین بیشتر می‌شود (Li و همکاران، 1999). کاهش سطح پروتئین جیره موجب کاهش تیتراکتی‌بادی علیه سلول‌های قرمز خون گوسفند شد اما مکمل کردن جیره با ترئونین تا 110 درصد پاسخ اولیه و ثانویه را افزایش داد (Abbasi و همکاران، 2014). گزارش شده است که ترکیب اصلی پلاسما گاماگلوبولین است (Kim و همکاران، 2007) و نیاز ترئونین برای تولید آنتی‌بادی در جوجه‌ها نسبت به رشد بیشتر است (Bhargava، 1971 و Jahanian، 2010). وانگ و همکاران و همچنین Li و همکاران (2007) نشان دادند که افزودن ترئونین سیستم ایمنی را از طریق افزایش غلظت موکوسی IgA و IgG بهبود می‌دهد. گزارش شده که جیره‌های فقیر از لحاظ پروتئین، سبب کاهش حجم اغلب اسیدهای آمینه در پلاسما شده و در نتیجه موجب تضعیف سیستم ایمنی نیز خواهند شد (Li و همکاران، 2007). در مطالعه دیگری بیان شده است که تغییرات در جمعیت سلول‌های T و تعداد یا عملکرد ماکروفاژها، می‌تواند به دلیل کمبود اسیدهای آمینه در جیره باشد (Konashi و همکاران، 2000). کاهش ترئونین سبب کاهش نسبی وزن تیموس و افزایش تعداد مونوسیت‌ها در شرایط محیطی پرورش در قفس و بستر می‌گردد (Corzo و همکاران، 2003). Jahanian (2010) گزارش نمود که نسبت هتروفیل به لنفوسیت تحت تأثیر سطوح مختلف ترئونین قرار نگرفت که با نتایج حاصل از مطالعه Abbasi و همکاران (2014) مغایر می‌باشد. ایشان هم‌چنین گزارش نمود که کمبود ترئونین، تأثیر بیشتری بر ایمنی هومورال نسبت به ایمنی سلولی گذاشت. هم‌چنین پیشنهاد شد که نیازهای ترئونین برای واکنش‌های ایمونولوژیکی نسبت به احتیاجات رشد بیشتر بود. به‌علاوه میزان نیازمندی‌های این اسید آمینه همراه با افزایش سطح پروتئین جیره، افزایش می‌یابد. Konashi و همکاران (2000) بیان کردند که کمبود جزئی متیونین یا ترئونین جیره، تأثیری بر تولیدات اولیه آنتی‌بادی علیه SRBC (تولیدات آنتی‌بادی علیه اریتروسیت گوسفندی) جوجه‌های گوشتی نداشت.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر، حاکی از تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه ترئونین بر مؤلفه‌های عملکردی، خصوصیات لاشه، بافت‌شناسی روده و فاکتورهای ایمنی جوجه‌های گوشتی بود. در مطالعات مختلف، مصرف ترئونین موجب بهبود معنی‌دار تیتراکتی‌بادی علیه نیوکاسل و SRBC و افزایش میزان گلوبولین‌ها گردید. این تحقیق گزارش نمود که برای دستیابی به پاسخ‌های مطلوب ایمونولوژیک، نیاز به سطوحی بالاتر از سطوح پیشنهادی راس 308 برای اسید آمینه ترئونین می‌باشد. در ضمن افزایش سطح ترئونین در جیره، موجب بهبود معنی‌دار درصد سینه و ران گردید. به‌علاوه مصرف مکمل ترئونین

موجب بهبود معنی‌داری بر طول پرز و عمق کرپت گردید که این تأثیرات بیشتر در جیره‌های با سطوح بالای پروتئین مشاهده گردید. همچنین غلظت‌های پروتئین و ترئونین، تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک داشتند و با صرف نظر از سطح پروتئین جیره، مکمل ترئونین بازده خوراک را بهبود بخشید و بیشترین تأثیر در جیره با پروتئین بالا مشاهده گردید.

منابع:

1. Abbasi, M. A., A. H. Mahdavi., A. H. Samie., and R. Jahanian. 2014. Effects of Different Levels of Dietary Crude Protein and Threonine on Performance, Humoral Immune Responses and Intestinal Morphology of Broiler Chicks. *Brazilian. J. Poult. Sci.* 16 (1): 35-44.
2. Aletor, V. A., I. I. Hamid, E. Nieb, and E. Pfeffer. 2000. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient. *J. Sci. Food. Agric.* 80: 547-554.
3. Alleman, F., J. Michel, A. M. Chagneau, and B. Leclerco. 2000. The effects of dietary protein independent of essential amino acids on growth and body composition in genetically lean and fat chickens. *Br. Poult. Sci.* 41: 214-218.
4. Barkley, G. R., and I. R. Wallis. 2001. Threonine requirements of broiler chickens: an experimental validation of a model using growth responses and carcass analysis. *Br. Poult. Sci.* 42: 616-624.
5. Baylan, M., S. Canogullari, T. Ayasan, and A. Sahin. 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.
6. Bhargava, K. K., R. P. Hanson, and M. L. Sunde. 1971. Effects of threonine on growth and antibody production in chicks infected with Newcastle disease virus. *Poult. Sci.* 50: 710-713.

7. Britton, W. M., C. H. Hill, and C. W. Barber. 1964. A mechanism of interaction between dietary protein levels and coccidiosis in chicks. *J. Nutr.* 82: 306-310.
8. Chung, T. K., J. Khajareern, and S. Khajareern. 1995. Effect of dietary threonine on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens raised at high temperature. Deptt. Anim. Sci., Faculty of Agri., Khan Keen Univ. ADM Bio-Products, Areher Daniels Midland Co., Singapore, pp 1-3.
9. Ciftci, I., and N. Ceylan. 2004. Effects of dietary threonine and crude protein on growth performance, carcass and meat composition of broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 45: 280-289.
10. Corzo, A., M. T. Kidd, and B. J. Kerr. 2003. Threonine need of growing female broilers. *Int. J. Poult. Sci.* 2:367–371.
11. Dozier, W. A., E. T. Moran, and M. T. Kidd. 2000. Responses of fast- and slow-featherin male broilers to dietary threonine during 42 to 56 days of age. *J. Appl. Poult. Res.* 9: 460-467.
12. Dozier, W. A., E. T. Moran, and M. T. Kidd. 2001. Comparisons of male and female broiler responses to dietary threonine from 42 to 56 days of age. *J. Appl. Poult. Res.* 10: 53-59.
13. Faria, D. E., R. H. Harms, and G. B. Russell. 2002. Threonine Requirement of Commercial Laying Hens Fed a Corn-Soybean Meal Diet. *Poult. Sci.* 81: 809–814.
14. Horn, N. L., S. S. Donkin, T. J. Applegate, and O. Adeola. 2009. Intestinal mucin dynamics: Response of broiler chicks and White Pekin ducklings to dietary threonine. *Poult. Sci.* 88: 1906–1914.
15. Jahanian, R. 2010. Effects of dietary Threonine on performance and immunocompetence of starting broiler chicks. 2nd. Int. vet. Poult. Cong. Feb 20-21, Tehran, Iran. P. 200.

16. Kidd, M. T., and B. J. Kerr. 1996. L-Threonine for poultry: a review. *J. Appl. Poult. Res.* 5: 358-367.
17. Kidd, M. T., B. J. Kerr, K. M. Halpin, G. W. McWard, and C. L. Quarles. 1998. Lysine levels in starter and grower-finisher diets affect broiler performance and carcass traits. *J. Appl. Poult. Res.* 7: 351-358.
18. Kidd, M. T., C. D. Zumwalt, D. W. Chamblee, M. L. Carden, and D. J. Burnham. 2002. Broiler growth and carcass responses to diets containing L-threonine versus diets containing threonine from intact protein sources. *J. Appl. Poult. Res.* 11: 83-89.
19. Kidd, M. T., B. J. Kerr, and N. B. Anthony. 1997. Dietary interactions between lysine and threonine in broilers. *Poult. Sci.* 76:608–614.
20. Kim, S. W., R. D. Mateo, Y. L. Yin, and G. Wu. 2007. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20: 295–306.
21. Kirk, C. K. 1997. Interaction between Nutrition and Infections Disease. *Diseases of Poultry*. 10th Edn., Mosby-Wolfe, pp: 73-74.
22. Konashi, S., K. Takahashi., and Akiba, Y. 2000. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on immunological variables in broiler chickens. *Br J Nutr* 83, 449–456.
23. Lamont, J. T. 1992. Mucus: the front line of intestinal mucosal defense. *Ann. NY Acad. Sci.* 664: 190-201.
24. Lemme, A., 2001. Responses of Broilers to Dietary Threonine: A Survey of the International Literature. *Amino News* 02 (01): 1-6, Degussa Corporation.
25. Li, D. F., C. T. Xiao, S. Y. Qiao, J. H. Zhang, E. W. Johnson, and P. A. Thacker. 1999. Effects of dietary threonine on performance, plasma

parameters and immune function of growing pigs. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 78: 179–188.

26. Li, P., Y. L. Yin, D. Li, S. W. Kim, and G. Wu. 2007. Amino acids and immune function: a review. *Br. J. Nutr.* 98: 237–252.
27. Liu, X.Y. 1999. Stress and Immunity. In: *Poultry Immunology*, Yin, T.B. (Ed.). China Agriculture Press, Beijing, China, pp: 230-252.
28. Lu, L., and A. W. Walker. 2001. Pathologic and physiologic interactions of bacteria with the gastrointestinal epithelium. *Am. J. Clin. Nutr.* 73(6): 1124-1130.
29. Mack, S., D. Bercovici, G. De Groote, B. Leclercq, M. Lippens, M. Pack, J. B. Schutte, and S. Van Cauwenberghe. 1999. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *Br. Poult. Sci.* 40: 257-265.
30. Rosa, A. P., G. M. Pesti, H. M. Edwards, and R. Bakalli. 2001. Threonine requirements of different broiler genotypes. *Poult. Sci.* 80: 1710-1717.
31. Sanahuja, J.C. and AIL Harper, 1963. Amino acid balance and imbalance. X. Effect of dietary amino acid pattern on plasma amino acid pattern and food intake. *Am. J. Physiol.* 204:68&691.
32. Smlth, N.K, and P.W. Waldroup, 1988. Investieations of threonine reauirements of broiler chicks fed d hba sed on grain sorghum and soybean meal. *Poultry Si.* 67AO8-112.
33. Takahashi, K., Konashi, S., Akiba, Y., 1994. The effects of dietary methionine and dispensable amino acid supplementation on abdominal fat deposition in male broilers. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)* 65, 244–250.
34. Wang, X., S. Y. Qiao, M. Liu, and Y. X. Ma. 2006. Effects of graded levels of true ileal digestible threonine on performance, serum parameters and immune function of 10–25 kg pigs. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 129: 264–278.