

تأثیر پروبیوتیک تپاکس و سطح پروتئین جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

بهر روز دستار*، احمد خاک سفیدی، یوسف مصطفی لو^۱

(تاریخ دریافت: ۸۳/۱۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۴/۱۰)

چکیده

به منظور بررسی اثر پروبیوتیک تپاکس در جیره‌های با سطوح متفاوت پروتئین بر عملکرد تولیدی و تیتراکتی‌بادی بر علیه ویروس نیوکاسل جوجه‌های گوشتی سویه تجاری کاب ۵۰۰ یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. عامل اول سطح پروتئین جیره متشکل از دو سطح مقدار پروتئین توصیه شده انجمن ملی تحقیقات (جیره با پروتئین متعادل) و ۹۰ درصد مقدار آن (جیره کم پروتئین) و عامل دوم سطح پروبیوتیک متشکل از دو سطح با (۰/۱ درصد) و بدون (صفر) پروبیوتیک بود. به هر یک از ۴ تیمار غذایی ۶ تکرار ۲۰ جوجه‌ای اختصاص داده شد. جوجه‌ها برای مدت ۴۲ روز روی بستر پرورش داده شدند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد جوجه‌هایی که از جیره‌های کم پروتئین بدون پروبیوتیک استفاده کردند عملکرد تولیدی کمتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. افزودن پروبیوتیک به جیره‌های کم پروتئین سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی آنها مشابه با جیره با سطح پروتئین متعادل شد، در حالی که افزودن پروبیوتیک به جیره با سطح پروتئین متعادل تأثیری بر عملکرد تولیدی جوجه‌ها نداشت. کاهش سطح پروتئین سبب کاهش پروتئین مصرفی و افزایش نسبت راندمان پروتئین شد ($P < 0/05$) در حالی که پروبیوتیک تأثیری بر مقدار این فراسنجه‌ها نداشت. کاهش سطح پروتئین جیره سبب افزایش نسبی درصد چربی حفره بطنی شد، اما بر سایر ترکیبات لاشه تأثیر معنی‌دار نداشت. افزودن پروبیوتیک سبب کاهش چربی حفره بطنی شد ($P < 0/05$)، اما تأثیری بر سایر ترکیبات لاشه نداشت. هم‌چنین افزودن پروبیوتیک به جیره کم پروتئین سبب افزایش تیتراکتی‌بادی بر علیه ویروس نیوکاسل شد در حالی که تأثیری بر مقدار آن در جیره با سطح پروتئین متعادل نداشت. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد افزودن پروبیوتیک تپاکس به جیره‌های کم پروتئین سبب بهبود عملکرد تولیدی و توان ایمنی جوجه‌های گوشتی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروبیوتیک، پروتئین، ایمنی، جوجه گوشتی

مقدمه

(۲۴). امروزه پروبیوتیک‌های تجاری متعددی هستند که در صنعت پرورش طیور استفاده می‌شوند. تپاکس سلول‌های مخمیری تحت کنترل درآمده، غیر فعال و پوشش دار ساکارومایسس سروایسپه است که حاوی برخی مواد معدنی، اسیدهای آمینه و ویتامین‌های گروه B می‌باشد.

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیزم‌های زنده هستند که به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها مطرح می‌باشند. این ترکیبات از طریق مکانیسم حذف رقابتی و تعادل جمعیت میکروبی دستگاه گوارش سبب بهبود عملکرد و وضعیت سلامتی پرنده می‌شوند

۱. به ترتیب استادیار، مربی و استادیار علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: dstar392@yahoo.com

گزارش شده است استفاده از پروبیوتیک ساکارومیسس سروایسیه سبب افزایش بازدهی استفاده از پروتئین خوراک می شود (۱۵). رشد و تکثیر میکروارگانیسم های مفید روده به ویژه لاکتوباسیل ها در معرض مخمر ساکارومیسس سروایسیه تحریک می شود. لاکتوباسیل ها با تولید اسید لاکتیک سبب کاهش pH محتویات دستگاه گوارش و مانع استقرار باکتری های بیماری زا می گردند (۲۸).

نتایج متناقضی در مورد تأثیر پروبیوتیک ها بر عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی گزارش شده است. صفری پور و همکاران (۴) تأثیر دو پروبیوتیک ایمنوباک و استرپتوبیفید فورت را بر عملکرد جوجه های گوشتی بررسی کردند. آنها گزارش کردند پروبیوتیک های فوق تأثیری بر افزایش وزن جوجه ها ندارند، اما سبب افزایش راندمان مواد غذایی می شوند. کاوازونی و همکاران (۵) گزارش کردند، عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی هنگام استفاده از پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس نسبت به گروه شاهد و گروهی که از آنتی بیوتیک ویرجینومیسین استفاده کردند بیشتر بود. کبیر و همکاران (۱۱) نیز گزارش کردند استفاده از پروبیوتیک پروتکسین سبب بهبود عملکرد تولیدی و افزایش توان ایمنی جوجه های گوشتی می شود. در مقابل گزارش های دیگری وجود دارد مبنی بر آن که استفاده از پروبیوتیک ها تأثیر مثبتی بر عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی ندارد (۳، ۷ و ۱۶). از طرف دیگر، گزارشاتی وجود دارد که استفاده از جیره های کم پروتئین همواره سبب بهبود عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی نمی شود (۲۰ و ۲۲). به واسطه آن که پروبیوتیک ها سبب افزایش ایقای پروتئین می گردند (۱۴)، آزمایش حاضر به منظور بررسی عملکرد تولیدی و پاسخ ایمنی جوجه های گوشتی هنگام تغذیه با جیره های حاوی پروتئین متعادل (مقدار توصیه شده ۱۹۹۴ و NRC) و جیره های کم پروتئین (۹۰ درصد مقدار توصیه شده ۱۹۹۴، NRC) انجام شد.

مواد و روش ها

هدف از این آزمایش بررسی عملکرد تولیدی و پاسخ ایمنی

جوجه های گوشتی از طریق اندازه گیری تیترا آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل هنگام استفاده از پروبیوتیک تپاکس در جیره های با سطوح متفاوت پروتئین بود. برای این منظور دو جیره پایه حاوی پروتئین متعادل (مقدار پروتئین توصیه شده ۱۹۹۴، NRC) و کم پروتئین (۹۰ درصد مقدار پروتئین توصیه شده ۱۹۹۴، NRC) برای دوره های آغازین و رشد تهیه شد. قبل از تهیه جیره های آزمایشی مقدار پروتئین خام ذرت و کنجاله سویا برای اطمینان از وجود مقدار کافی پروتئین در آزمایشگاه تعیین شد. جیره ها با توجه به ترکیب مواد خوراکی که توسط انجمن ملی تحقیقات گزارش شده است با استفاده از نرم افزار UFFDA تهیه شدند. هر دو جیره دارای انرژی یکسان و به استثنای پروتئین خام حاوی حداقل مقدار مواد مغذی توصیه شده توسط انجمن ملی تحقیقات بودند (جدول ۱). به هر یک از جیره های پایه مقدار ۱/۰ درصد پروبیوتیک تپاکس افزوده شد تا در مجموع ۴ تیمار غذایی به شرح زیر به دست آمد:

۱- جیره با پروتئین متعادل

۲- جیره با پروتئین متعادل + پروبیوتیک تپاکس

۳- جیره کم پروتئین

۴- جیره کم پروتئین + پروبیوتیک تپاکس

هر گرم از پروبیوتیک تپاکس دارای حداقل ۱۰ بیلیون کلنی فعال از مخمر ساکارومیسس سروایسیه بود. به هر یک از تیمارهای غذایی ۶ تکرار ۲۰ جوجه ای اختصاص داده شد. بنابر این در مجموع ۲۴ واحد آزمایشی و ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی سویه تجاری کاب ۵۰۰ مورد استفاده قرار گرفت. پرندگان تا ۴۲ روزگی بر روی بستر پرورش داده شدند.

آب و خوراک در طی آزمایش به صورت آزاد در اختیار جوجه ها قرار داشت. توزین خوراک به صورت هفتگی و توزین پرندگان به صورت گروهی در روزهای ۲۱ و ۴۲ آزمایش انجام شد. در روز هجدهم (۷ روز پس از واکسیناسیون) از ۴ قطعه جوجه گوشتی هر واحد آزمایشی خونگیری شد و مقدار تیترا آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل به روش همآگلوتیناسیون ممانعتی اندازه گیری شد (۲۶). در پایان آزمایش نیز از هر واحد

جدول ۱. خوراک‌های آزمایشی پایه و ترکیب مواد مغذی آنها (بر حسب درصد)^۱

| دوره رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی) | | دوره آغازین (۰ تا ۲۱ روزگی) | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| کم پروتئین (NRC/۹۰٪) | پروتئین متعادل (NRC) | کم پروتئین (NRC/۹۰٪) | پروتئین متعادل (NRC) | |
| ۷۱/۱۱ | ۶۴/۹۶ | ۶۵/۴۱ | ۵۹/۴۹ | ذرت (CP=۸/۵) |
| ۲۳/۴۳ | ۲۸/۸۳ | ۲۹/۱۶ | ۳۴/۲۸ | کنجاله سویا (CP=۴۸) |
| ۱/۶۲ | ۲/۶۰ | ۱/۰۷ | ۱/۹۶ | روغن سویا |
| ۱/۴۲ | ۱/۴۰ | ۱/۳۶ | ۱/۳۶ | صدف |
| ۱/۲۸ | ۱/۲۴ | ۱/۷۸ | ۱/۷۴ | دی کلسیم فسفات |
| ۰/۳۳ | ۰/۳۳ | ۰/۴۵ | ۰/۴۵ | نمک |
| ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | مکمل ویتامینی ^۲ |
| ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | مکمل معدنی ^۳ |
| ۰/۱۲ | ۰/۰۷ | ۰/۲۰ | ۰/۱۵ | DL-متیونین |
| ۰/۱۲ | ----- | ----- | ----- | L-لیزین |
| ۰/۰۴۵ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۴۵ | کوکسیدو استات |
| ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۲۵ | آنتی اکسیدانت |
| ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | جمع |
| ترکیب محاسبه شده مواد مغذی: | | | | |
| ۳۱۰۰ | ۳۱۰۰ | ۳۰۰۰ | ۳۰۰۰ | انرژی قابل سوخت و ساز (Kcal/Kg) |
| ۱۷/۵۰ | ۱۹/۴ | ۱۹/۷ | ۲۱/۶ | پروتئین خام (%) |
| ۰/۹۷ | ۱/۰۲ | ۱/۰۳ | ۱/۱۷ | لیزین (%) |
| ۰/۷۰ | ۰/۷۰ | ۰/۸۴ | ۰/۸۴ | متیونین + سیستین (%) |
| ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | کلسیم (%) |
| ۰/۳۵ | ۰/۳۵ | ۰/۴۵ | ۰/۴۵ | فسفر قابل دسترس (%) |

۱- تمام جیره‌ها به استثنای پروتئین خام حاوی حداقل مقدار مواد مغذی توصیه شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۱۷) بودند.

- ۲- هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل: ۹/۰۰۰/۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۲/۰۰۰/۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۸/۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۲/۰۰۰ میلی گرم ویتامین K3، ۱۸۰۰ میلی گرم ویتامین B1، ۶/۶۰۰ میلی گرم ویتامین B2، ۱۰/۰۰۰ میلی گرم ویتامین B3، ۳۰/۰۰۰ میلی گرم ویتامین B5، ۳/۰۰۰ میلی گرم ویتامین B6، ۱/۰۰۰ میلی گرم ویتامین B9، ۱۵ میلی گرم ویتامین B12، ۱۰۰ میلی گرم ویتامین H2، ۵۰۰/۰۰۰ میلی گرم کولین کلراید بود.
- ۳- هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۱۰۰/۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۵۰/۰۰۰ میلی گرم آهن، ۱۰۰/۰۰۰ میلی گرم روی، ۱۰/۰۰۰ میلی گرم مس، ۱/۰۰۰ میلی گرم ید و ۲۰۰ میلی گرم سلنیوم بود.

آزمایشی یک قطعه خروس برای بررسی کیفیت لاشه کشتار شد (۱۹). نسبت راندها پروتئین از طریق تقسیم کردن افزایش وزن به پروتئین مصرفی محاسبه شد. داده‌های حاصل از آزمایش برای هر یک از دوره‌های آغازین (صفر تا ۲۱ روزگی)، رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره آزمایش (صفر تا ۴۲ روزگی) با آرایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار

جدول ۲. تاثیر سطح پروتئین و تپاکس بر عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی در دوره آغازین (۰ تا ۲۱ روزگی)^۱

| افزایش وزن (گرم) | مصرف خوراک (گرم) | ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم) | پروتئین مصرفی (گرم) | نسبت راندمان پروتئین (گرم:گرم) | انرژی/افزایش وزن (کالری/گرم) |
|------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------------|
| سطح پروتئین: | | | | | |
| ۷۰۶ ^a | ۱۱۷۷ ^a | ۱/۶۷ ^b | ۲۵۴ ^a | ۲/۷۸ | ۵۰۰۵ ^b |
| ۶۰۳ ^b | ۱۰۶۷ ^b | ۱/۷۷ ^a | ۲۱۰ ^b | ۲/۸۷ | ۵۳۱۹ ^a |
| ۰/۰۰۱< | ۰/۰۰۱< | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۱< | ۰/۰۷۰ | ۰/۰۰۳ |
| ۸/۸۱ | ۱۴/۲۷ | ۰/۰۲۲ | ۲/۹۳ | ۰/۰۳۵ | ۶۴/۹۹ |
| سطح تپاکس: | | | | | |
| ۶۷۵ ^a | ۱۱۴۳ ^a | ۱/۷۰ | ۲۳۶ | ۲/۸۷ | ۵۰۹۲ |
| ۶۳۴ ^b | ۱۱۰۱ ^b | ۱/۷۴ | ۲۲۸ | ۲/۷۹ | ۵۲۳۲ |
| ۰/۰۰۴ | ۰/۰۴۷ | ۰/۱۴۳ | ۰/۰۵۱ | ۰/۱۳۹ | ۰/۱۴۳ |
| ۸/۸۱ | ۱۴/۲۷ | ۰/۰۲۲ | ۲/۹۳ | ۰/۰۳۵ | ۶۴/۹۹ |
| اثر متقابل: | | | | | |
| ۷۱۷ ^a | ۱۱۸۹ ^a | ۱/۶۶ ^b | ۲۵۷ ^a | ۲/۷۹ ^{ab} | ۴۹۷۸ ^b |
| ۶۹۵ ^a | ۱۱۶۵ ^a | ۱/۶۸ ^b | ۲۵۲ ^a | ۲/۷۶ ^b | ۵۰۳۱ ^b |
| ۶۳۳ ^b | ۱۰۹۸ ^b | ۱/۷۴ ^{ab} | ۲۱۶ ^b | ۲/۹۴ ^a | ۵۲۰۵ ^{ab} |
| ۵۷۳ ^c | ۱۰۳۷ ^c | ۱/۸۱ ^a | ۲۰۴ ^b | ۲/۸۱ ^{ab} | ۵۴۳۳ ^a |
| ۰/۱۴۰ | ۰/۳۷۷ | ۰/۳۵۶ | ۰/۴۲۹ | ۰/۳۴۶ | ۰/۳۵۶ |
| ۱۲/۴۶ | ۲۰/۱۹ | ۰/۰۳۱ | ۴/۱۵ | ۰/۰۴۹ | ۹۱/۹۱ |

۱- برای هر یک از اثرات اصلی (سطح پروتئین و تپاکس) و اثر متقابل، میانگین های هر ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0/05$).

گزارش شده است. تغذیه جوجه های گوشتی با جیره حاوی سطح پروتئین متعادل نسبت به جیره کم پروتئین سبب بهبود معنی دار افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در دوره آغازین و کل دوره آزمایش شد ($P < 0/05$). افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه ها در دوره رشد هنگام استفاده از جیره کم پروتئین و یا جیره با پروتئین متعادل اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. کاهش سطح پروتئین سبب کاهش معنی دار مصرف خوراک و افزایش انرژی قابل سوخت و ساز مصرفی به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن در دوره آغازین و کل دوره آزمایش شد ($P < 0/05$) اما بر مقدار این فراسنجه ها در دوره

SAS تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح آماري ۵ درصد انجام شد (۲۳).

نتایج و بحث

عملکرد تولیدی جوجه ها برای هر یک از دوره های آغازین، رشد و کل دوره آزمایش به ترتیب در جداول ۲، ۳ و ۴ گزارش شده است. سطح پروتئین و پروبیوتیک تپاکس به عنوان اثرات اصلی آزمایش بودند. برای برخی از فراسنجه های آزمایش اثر متقابل بین آثار اصلی معنی دار بود ($P < 0/05$). به همین دلیل مقایسه میانگین ها برای هر یک از آثار اصلی و آثار متقابل

جدول ۳. تأثیر سطح پروتئین و تپاکس بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی در دوره رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی)^۱

| افزایش وزن (گرم) | مصرف خوراک (گرم) | ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم) | پروتئین مصرفی (گرم) | نسبت راندمان پروتئین (گرم:گرم) | انرژی/افزایش وزن (کالری/گرم) |
|------------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------------|
| سطح پروتئین: | | | | | |
| ۱۴۵۷ | ۳۱۰۰ | ۲/۱۳ | ۶۰۱ ^a | ۲/۴۲ ^b | ۶۶۰۲ |
| ۱۴۲۱ | ۳۰۴۹ | ۲/۱۵ | ۵۳۴ ^b | ۲/۶۶ ^a | ۶۶۶۵ |
| ۰/۲۷۳ | ۰/۳۷۷ | ۰/۵۶۹ | ۰/۰۰۱< | ۰/۰۰۱< | ۰/۵۶۹ |
| ۲۲/۶۲ | ۳۹/۶۰ | ۰/۰۲۵ | ۷/۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۷۶/۸۵ |
| سطح تپاکس: | | | | | |
| ۱۴۶۴ | ۳۰۸۹ | ۲/۰۹ ^b | ۵۶۵ | ۲/۶۰ ^a | ۶۴۸۲ ^b |
| ۱۴۱۵ | ۳۰۶۰ | ۲/۱۹ ^a | ۵۷۰ | ۲/۴۹ ^b | ۶۷۸۵ ^a |
| ۰/۱۴۰ | ۰/۶۱۳ | ۰/۰۱۱ | ۰/۶۰۷ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۱۱ |
| ۲۲/۶۲ | ۳۹/۶۰ | ۰/۰۲۵ | ۷/۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۷۶/۸۵ |
| اثر متقابل: | | | | | |
| ۱۴۶۳ | ۳۰۸۱ | ۲/۱۱ ^{ab} | ۵۹۸ ^a | ۲/۴۵ ^c | ۶۵۲۷ ^b |
| ۱۴۵۲ | ۳۱۱۹ | ۲/۱۵ ^{ab} | ۶۰۵ ^a | ۲/۴۰ ^c | ۶۶۷۷ ^{ab} |
| ۱۴۶۵ | ۳۰۳۹ | ۲/۰۸ ^b | ۵۳۲ ^b | ۲/۷۶ ^a | ۶۴۳۶ ^b |
| ۱۳۷۸ | ۳۰۵۹ | ۲/۲۲ ^a | ۵۳۵ ^b | ۲/۵۷ ^b | ۶۸۹۴ ^a |
| ۰/۲۴۸ | ۰/۸۸۰ | ۰/۱۷۳ | ۰/۸۵۹ | ۰/۱۲۰ | ۰/۱۷۳ |
| ۳۲/۰۰ | ۵۶/۰۱ | ۰/۰۳۵ | ۱۰/۳۰ | ۰/۰۴۱ | ۱۰۸/۶۸ |

۱- برای هر یک از اثرات اصلی (سطح پروتئین و تپاکس) و اثر متقابل، میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند (P<۰/۰۵).

جدول ۴. تاثیر سطح پروتئین و تپاکس بر عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی درکل دوره آزمایش (۰ تا ۴۲ روزگی) و تیترا آنتی بادی بر عایه ویروس نیوکاسل در ۱۸ روزگی^۱

| تیترا آنتی بادی | انرژی / افزایش وزن (کالری/گرم) | نسبت راندمان پروتئین (گرم:گرم) | پروتئین مصرفی (گرم) | ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم) | مصرف خوراک (گرم) | افزایش وزن (گرم) | |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | | سطح پروتئین: NRC |
| ۲/۷۷ ^b | ۶۰۷۸ ^b | ۲/۵۳ ^b | ۸۵۶ ^a | ۱/۹۸ ^b | ۴۲۷۷ ^a | ۲۱۶۳ ^a | |
| ۳/۲۶ ^a | ۶۲۵۹ ^a | ۲/۷۲ ^a | ۷۴۴ ^b | ۲/۰۴ ^a | ۴۱۱۶ ^b | ۲۰۲۴ ^b | 0.9 NRC |
| ۰/۰۰۳ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۰۱< | ۰/۰۰۱< | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۱< | سطح احتمال |
| ۰/۱۱۰ | ۴۷/۶۷ | ۰/۰۲۰ | ۷/۰۹ | ۰/۰۱۵ | ۳۸/۴۳ | ۲۰/۹۲ | خطای معیار |
| | | | | | | | سطح تپاکس: |
| ۳/۱۵ | ۶۰۳۹ ^b | ۲/۶۸ ^a | ۸۰۱ | ۱/۹۷ ^b | ۴۲۰۴ | ۲۱۳۹ ^a | با تپاکس (+) |
| ۲/۸۷ | ۶۲۹۸ ^a | ۲/۵۷ ^b | ۷۹۸ | ۲/۰۵ ^a | ۴۱۹۰ | ۲۰۴۹ ^b | بدون تپاکس (-) |
| ۰/۰۸۶ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۷۵۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۸۰۱ | ۰/۰۰۶ | سطح احتمال |
| ۰/۱۱۰ | ۴۷/۶۷ | ۰/۰۲۰ | ۷/۰۹ | ۰/۰۱۵ | ۳۸/۴۳ | ۲۰/۹۲ | خطای معیار |
| | | | | | | | اثر متقابل: |
| ۲/۷۹ ^b | ۶۰۱۸ ^b | ۲/۵۵ ^c | ۸۵۵ ^a | ۱/۹۶ ^b | ۴۲۷۰ ^a | ۲۱۸۰ ^a | NRC با تپاکس |
| ۲/۷۵ ^b | ۶۱۳۷ ^b | ۲/۵۱ ^c | ۸۵۷ ^a | ۲/۰۰ ^b | ۴۲۸۳ ^a | ۲۱۴۷ ^a | NRC بدون تپاکس |
| ۳/۵۰ ^a | ۶۰۶۰ ^b | ۲/۸۱ ^a | ۷۴۸ ^b | ۱/۹۷ ^b | ۴۱۳۷ ^{ab} | ۲۰۹۸ ^a | 0.9NRC با تپاکس |
| ۳/۰ ^b | ۶۴۵۹ ^a | ۲/۶۴ ^b | ۷۳۹ ^b | ۲/۱۰ ^a | ۴۰۹۶ ^b | ۱۹۵۱ ^b | 0.9NRC بدون تپاکس |
| ۰/۱۴۵ | ۰/۰۵۱ | ۰/۰۳۹ | ۰/۶۰۹ | ۰/۰۵۱ | ۰/۶۲۷ | ۰/۰۶۷ | سطح احتمال |
| ۰/۱۵۵ | ۶۷/۴۲ | ۰/۰۲۸ | ۱۰/۰۳ | ۰/۰۲۲ | ۵۴/۳۴ | ۲۹/۵۸ | خطای معیار |

۱- برای هر یک از اثرات اصلی (سطح پروتئین و تپاکس) و اثر متقابل، میانگین های هر ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0/05$).

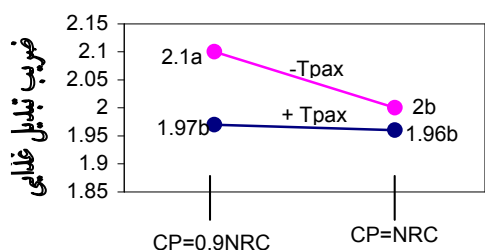
پروتئین نباشد (۲۲). در عین حال، بیشینه کاهش سطح پروتئین به عوامل بسیاری بستگی دارد. دستار و همکاران (۲) گزارش کردند سطح پروتئین جیره آغازین را می توان تا سقف ۸۲ درصد میزان توصیه شده کاهش داد مشروط به آنکه تمام اسیدهای آمینه ضروری برابر حداقل مقدار توصیه شده انجمن ملی تحقیقات باشد. سامرز و همکاران (۲۵) نیز گزارش کردند کاهش سطح پروتئین جیره آغازین تا ۹۰ درصد تأثیری بر عملکرد جوجه ها ندارد، اما کاهش بیشتر به ۷۷ درصد سبب

رشد تأثیر معنی داری نداشت. استفاده از جیره کم پروتئین نسبت به جیره با سطح پروتئین متعادل سبب کاهش معنی دار پروتئین مصرفی و افزایش نسبت راندمان پروتئین در دوره آغازین، رشد و کل دوره آزمایش شد ($P < 0/05$). گزارشات منتشر شده نشان می دهد که افزودن اسیدهای آمینه ضروری به جیره های کم پروتئین سبب بهبود عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی می شود (۱۰)، اما ممکن است عملکرد تولیدی آنها مشابه جیره شاهد حاوی مقادیر کافی

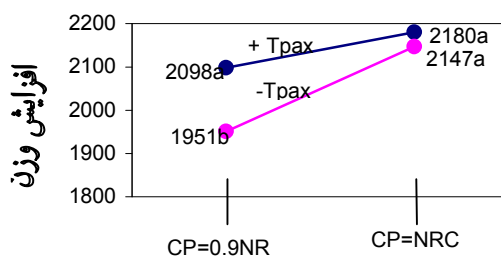
استفاده از پروبیوتیک تپاکس سبب بهبود معنی‌دار افزایش وزن جوجه‌ها در دوره آغازین و کل دوره آزمایش شد ($P < 0/05$)، اما بر افزایش وزن جوجه‌ها در دوره رشد تأثیر معنی‌دار نداشت. مصرف خوراک جوجه‌هایی که از پروبیوتیک تپاکس استفاده کردند در دوره آغازین بیشتر بود ($P < 0/05$)، اما در دوره رشد و کل دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری در هنگام استفاده یا عدم استفاده از پروبیوتیک تپاکس مشاهده نشد. افزودن پروبیوتیک تپاکس سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی در هر ۳ دوره آزمایش شد که این اثر در دوره رشد و کل دوره آزمایش معنی‌دار بود ($P > 0/05$). استفاده از پروبیوتیک تپاکس بر پروتئین مصرفی جوجه‌ها تأثیر معنی‌دار نداشت، اما سبب افزایش نسبت راندمان پروتئین و کاهش انرژی قابل سوخت و ساز مصرفی به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن در دوره رشد و کل دوره آزمایش شد ($P < 0/05$). در عین حال، مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که تأثیر پروبیوتیک تپاکس بر عملکرد تولیدی جوجه‌ها در هر یک از دوره‌های آزمایش بستگی به سطح پروتئین جیره دارد. اثر متقابل سطح پروتئین × سطح تپاکس برای فراسنجه‌های افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و نسبت راندمان پروتئین به ترتیب در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ ترسیم شده است.

افزودن تپاکس به جیره حاوی سطح پروتئین توصیه شده انجمن ملی تحقیقات (جیره با پروتئین متعادل) تأثیری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشت، اما در جیره حاوی ۹۰ درصد مقدار پروتئین توصیه شده انجمن ملی تحقیقات (جیره کم پروتئین) سبب بهبود عملکرد تولیدی جوجه‌ها شد. این نتایج مشابه گزارشاتی است که نشان می‌دهد پروبیوتیک‌ها در جیره‌های کم پروتئین سبب بهبود عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی می‌شوند (۱۴، ۱۵ و ۱۶) و در جیره‌های با پروتئین متعادل تأثیری بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی ندارند (۳، ۷ و ۹). این اثر می‌تواند این‌گونه تفسیر شود که پروبیوتیک‌ها سبب کاهش نرخ تجزیه اسیدهای آمینه می‌شوند و از این رو اثر افزودن پروبیوتیک در غیاب پروتئین‌ها مشهودتر

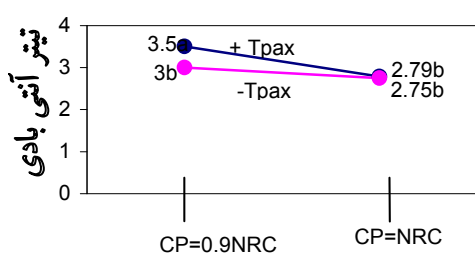
کاهش عملکرد تولیدی جوجه‌ها می‌شود. در مقابل پینچاسو و همکاران (۲۰) گزارش کردند کاهش سطح پروتئین جیره آغازین حتی در صورت افزودن اسیدهای آمینه ضروری لازم سبب کاهش عملکرد تولیدی جوجه‌ها می‌شود. آنها گزارش کردند که وجود حداقل مقدار پروتئین طبیعی جهت کسب عملکرد مطلوب جوجه‌ها ضروری است. هم‌چنین گزارش شده است کمبودهای تغذیه‌ای نظیر کمبود پروتئین و عوامل تنش‌زا سبب افزایش ساخت پروتئین‌های شوک حرارتی در کبد می‌شوند. در این حالت پروتئین‌های ماهیچه اسکلتی تجزیه می‌شوند تا اسیدهای آمینه آزاد برای ساخت پروتئین‌های کبد را در طی تنش تامین کنند (۸). در آزمایش حاضر سطح پروتئین جیره آغازین و رشد ۹۰ درصد کاهش یافت. عملکرد تولیدی جوجه‌ها در هنگام استفاده از جیره کم پروتئین در مقایسه با جیره با پروتئین متعادل در دوره آغازین ۱۵ درصد و در کل دوره آزمایش ۶ درصد کمتر بود ولی در دوره رشد تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. خواجه‌علی و همکاران (۱) نیز گزارش کردند استفاده از جیره‌های کم پروتئین سبب کاهش عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی تا ۲۱ روزگی می‌شود، اما بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی در دوره رشد و ۵۶ روزگی تأثیر معنی‌دار ندارد. به نظر می‌رسد جیره‌های کم پروتئین عمدتاً در دوره آغازین ممکن است سبب کاهش عملکرد تولیدی جوجه‌ها شوند. در این آزمایش جیره‌ها به گونه‌ای تهیه شدند که سطح تمام اسیدهای آمینه ضروری حداقل برابر مقدار توصیه شده انجمن ملی تحقیقات باشند. در عین حال کاهش سطح پروتئین سبب شد که مقدار لیزین در جیره با پروتئین متعادل تقریباً ۱۴ درصد بیشتر از جیره کم پروتئین باشد. گزارشاتی وجود دارد که مقدار لیزین توصیه شده توسط انجمن ملی تحقیقات در مرحله اول رشد کمتر از حد احتیاجات است (۲ و ۱۳). رضایی و همکاران (۲۱) نیز گزارش کردند افزودن لیزین به مقدار ۱/۵ و ۳ گرم در کیلوگرم سبب افزایش مصرف خوراک در دوره آغازین و بهبود افزایش وزن در دوره رشد و کل دوره آزمایش می‌شود.



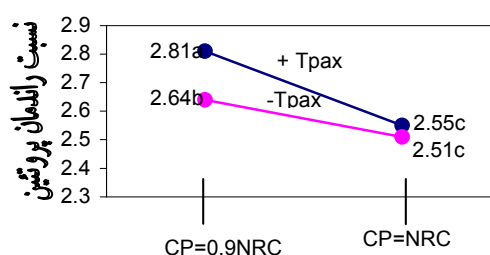
شکل ۲. اثر متقابل سطح پروتئین × پروبیوتیک برای ضریب تبدیل غذایی (گرم:گرم)



شکل ۱. اثر متقابل سطح پروتئین × پروبیوتیک برای افزایش وزن (گرم)



شکل ۴. اثر متقابل سطح پروتئین × پروبیوتیک برای تیر آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل



شکل ۳. اثر متقابل سطح پروتئین × پروبیوتیک برای نسبت راندمان پروتئین (گرم:گرم)

پروتئین جیره سبب افزایش نسبی چربی حفره بطنی از ۲/۹ به ۳/۱ درصد شد. گزارش شده است که کاهش سطح پروتئین جیره سبب افزایش چربی لاشه جوجه های گوشتی می شود (۱۲). استفاده از پروبیوتیک تپاکس سبب کاهش معنی دار چربی حفره بطنی شد ($P > 0.05$), اما بر سایر خصوصیات لاشه تأثیر معنی دار نداشت. میکولی و همکاران (۱۶) گزارش کردند، افزودن پروبیوتیک به جیره های کم پروتئین سبب کاهش چربی حفره بطنی می شود، اما در جیره حاوی سطوح کافی پروتئین تأثیری ندارد. در مقابل گزارش هایی نیز وجود دارد که پروبیوتیک بر ترکیب لاشه جوجه ها تأثیری ندارد (۱۵).

افزودن پروبیوتیک به جیره با پروتئین متعادل تأثیری بر مقدار تیر آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل نداشت، در حالی که افزودن آن به جیره کم پروتئین سبب افزایش تیر آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل شد (شکل ۴). پاندا و

است، زیرا گزارش شده است پروبیوتیک ها در جیره های کم پروتئین سبب افزایش ابقای نیتروژن و قابلیت هضم فیبر می شوند (۱۴). تپاکس سلول های ساکارومیسس سروایسیه است که با افزایش رشد لاکتوباسیل ها مواد مغذی مورد نیاز باکتری های بیماری زا را مصرف کرده و یا متابولیت هایی تولید می کنند که مانع رشد آنها می شوند (۲۸). هم چنین در اثر افزودن پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیل مقدار pH و رطوبت فضولات کاهش و مقدار آمونیاک و ترکیبات آلی فرار داخل سالن مرغداری کاهش می یابد (۶). در عین حال، گزارشاتی نیز وجود دارد که پروبیوتیک ها در جیره های با پروتئین متعادل نیز سبب بهبود عملکرد تولیدی جوجه های گوشتی می شوند (۴، ۵ و ۱۱).

تأثیر سطح پروتئین جیره و پروبیوتیک تپاکس بر ترکیب لاشه پرندگان در جدول ۵ گزارش شده است. نتایج آزمایش نشان داد که کاهش سطح پروتئین جیره بر ترکیب لاشه جوجه ها تأثیر معنی دار نداشت. در عین حال کاهش سطح

جدول ۵. تأثیر سطح پروتئین و تپاکس بر ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی بر حسب گرم و یا درصد لاشه قابل طبخ^۱

| لاشه قابل طبخ (گرم) | وزن ماهیچه سینه (گرم) | درصد ماهیچه سینه | وزن ران (گرم) | درصد ران | وزن چربی بطنی (گرم) | درصد چربی بطنی | سطح پروتئین: |
|---------------------|-----------------------|------------------|---------------|----------|---------------------|-------------------|-------------------|
| ۱۴۴۲/۹ | ۴۳۵/۸ | ۳۰/۲ | ۴۲۰/۰ | ۲۹/۰ | ۴۰/۸ | ۲/۹ | NRC |
| ۱۳۲۹/۲ | ۴۰۶/۳ | ۳۰/۶ | ۳۸۲/۹ | ۲۸/۸ | ۴۰/۴ | ۳/۱ | 0.9 NRC |
| ۰/۱۹۸ | ۰/۳۰۹ | ۰/۶۹۶ | ۰/۱۹۴ | ۰/۷۶۰ | ۰/۹۳۵ | ۰/۶۵۷ | سطح احتمال |
| ۶۰/۳۷ | ۲۰/۰۳ | ۰/۶۲ | ۱۹/۵۳ | ۰/۴۶ | ۴/۰۱ | ۰/۲۹ | خطای معیار |
| سطح تپاکس: | | | | | | | |
| ۱۳۸۳/۳ | ۴۱۱/۷ | ۲۹/۹ | ۴۰۵/۰ | ۲۹/۲ | ۳۳/۴ ^a | ۲/۴ ^b | با تپاکس (+) |
| ۱۳۸۸/۸ | ۴۳۰/۴ | ۳۰/۹ | ۳۹۷/۹ | ۲۸/۷ | ۴۷/۸ ^b | ۳/۵ ^a | بدون تپاکس (-) |
| ۰/۹۵۰ | ۰/۵۱۶ | ۰/۲۵۹ | ۰/۸۰۰ | ۰/۴۵۲ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۱۹ | سطح احتمال |
| ۶۰/۳۷ | ۲۰/۰۳ | ۰/۶۲ | ۱۹/۵۳ | ۰/۴۶ | ۴/۰۱ | ۰/۲۹ | خطای معیار |
| اثر متقابل: | | | | | | | |
| ۱۴۲۴/۲ | ۴۲۵/۸ | ۳۰/۲ | ۴۲۲/۵ | ۲۹/۵ | ۳۲/۵ | ۲/۳ ^b | NRC با تپاکس |
| ۱۴۶۱/۷ | ۴۴۵/۸ | ۳۰/۳ | ۴۱۷/۵ | ۲۸/۶ | ۴۹/۲ | ۳/۴ ^{ab} | NRC بدون تپاکس |
| ۱۳۴۲/۵ | ۳۹۷/۵ | ۲۹/۶ | ۳۸۷/۵ | ۲۸/۹ | ۳۴/۳ | ۲/۶ ^{ab} | 0.9NRC با تپاکس |
| ۱۳۱۵/۸ | ۴۱۵/۰ | ۳۱/۵ | ۳۷۸/۳ | ۲۸/۹ | ۴۶/۴ | ۳/۵ ^a | 0.9NRC بدون تپاکس |
| ۰/۷۱۱ | ۰/۹۶۵ | ۰/۳۱۷ | ۰/۹۴۵ | ۰/۵۳۵ | ۰/۶۸۶ | ۰/۸۱۸ | سطح احتمال |
| ۸۵/۳۷ | ۲۸/۳۳ | ۰/۸۷ | ۲۷/۶۱ | ۰/۶۵ | ۵/۶۷ | ۰/۴۱ | خطای معیار |

۱- برای هر یک از اثرات اصلی (سطح پروتئین و تپاکس) و اثر متقابل، میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد کاهش سطح پروتئین جیره در دوره آغازین و رشد به مقدار ۹۰ درصد حد توصیه شده انجمن ملی تحقیقات سبب کاهش عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی می‌شود. هم‌چنین افزودن پروبیوتیک به جیره کم پروتئین سبب بهبود عملکرد تولیدی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی می‌شود در حالیکه در جیره با سطح پروتئین متعادل تأثیری ندارد. از این رو می‌توان با افزودن پروبیوتیک به جیره‌های کم پروتئین عملکرد تولیدی و بازدهی استفاده از پروتئین خوراک را افزایش داد.

همکاران (۱۸) گزارش کردند پروبیوتیک‌ها می‌توانند سبب تحریک سیستم ایمنی و افزایش مقاومت در برابر باکتری‌های بیماری‌زا شوند. هم‌چنین گزارش شده است پروبیوتیک‌ها سبب افزایش پادتن ضد گلبول قرمز گوسفند و افزایش وزن طحال و بورس فابریسیوس می‌شوند (۱۱). به واسطه آن‌که حساسیت جوجه‌های تغذیه شده با جیره فاقد نیترژن نسبت به بیماری نیوکاسل افزایش می‌یابد (۲۷) احتمال می‌رود افزودن پروبیوتیک به جیره کم پروتئین سبب افزایش تیترا آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل شده است.

سپاسگزاری

جناب آقای دکتر محمود رحیمی و جناب آقای دکتر مهدی یارامی که با اهدای پروبیوتیک تپاکس امکان انجام آزمایش را فراهم نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

از مدیران محترم شرکت داروسازان ایران (تهران، میدان آرژانتین، خیابان بخارست، خیابان ۱۹، پلاک ۶، طبقه سوم)

منابع مورد استفاده

۱. خواجه‌علی، ف.، ح. نصیری مقدم و ا. گلیان. ۱۳۷۷. استفاده از جیره‌های کم پروتئین مکمل شده با اسیدهای آمینه مصنوعی در پرورش جوجه‌های گوشتی. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۹(۲): ۳۷۹-۳۸۸.
۲. دستار، ب.، ا. گلیان، م. دانش مسگران، ف. افتخاری شاهرودی، و ح. کرمانشاهی. ۱۳۸۳. استفاده از ضرایب قابلیت هضم لیزین و اسیدهای آمینه گوگردار در بهینه سازی عملکرد جوجه‌های گوشتی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۵(۲): ۶۹۱-۶۹۸.
۳. رحیمی، ش.، ا. خاک سفیدی و ط. موسوی. ۱۳۸۲. مقایسه اثر پروبیوتیک و آنتی‌بیوتیک بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی. مجله دانشکده دام‌پزشکی دانشگاه تهران. ۲(۵۸): ۱۵۹-۱۶۲.
۴. صفری پور، م. ر.، ف. کفیل زاده و ع. کامیاب. ۱۳۸۰. مقایسه اثر تغذیه سطوح مختلف پروبیوتیک ایمنوباک و استرپتوبیفید فورت بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. مجله پژوهش کشاورزی ۳(۱): ۱-۱۱.
5. Cavazzoni, V., A. Adami and C. Castrovilli. 1998. Performance of broiler chickens supplemented with *Bacillus coagulans* as probiotic. *Br. Poult. Sci.* 39:526-529.
6. Chang, M. H. and T. C. Chen. 2003. Reduction of broiler house malodor by direct feeding of a *Lactobacilli* containing probiotic. *Inter. J. Poult. Sci.* 2:313-317.
7. Denli, M., F. Okan and K. Celik. 2003. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. *Pakistan J. Nutr.* 2:89-91.
8. Dibner, J. J. and F. J. Ivey. 1990. Hepatic protein and amino acid metabolism in poultry. *Poult. Sci.* 69:1188-1194.
9. Durst, L., H. H. Friedrichs and B. Eckel. 1995. The nutritive effect of *Saccharomyces cerevisiae* on fattening and carcass performance of broilers. *Arch. Geflugelk.* 59:322-327.
10. Fancher, B. I. and L. S. Jensen. 1989. Male broiler performance during the starting and growing periods as affected by dietary protein, essential amino acids, and potassium levels. *Poultry Sci.* 68:1385-1395.
11. Kabir, S. N. L., M. M. Rahman, M. B. Rahman and S. U. Ahmed. 2004. The dynamics of probiotics on growth performance and immune response in broilers. *Inter. J. Poult. Sci.* 3:361-364.
12. Khajali, F. and H. Nasiri Moghaddam. 2006. Methionine supplementation of low protein broiler diets: Influence upon growth performance and efficiency of protein utilization. *Int. J. Poult. Sci.* 5:569-573.
13. 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.
14. Kumprechtova, D., P. Zobac. 1999. The effect of mannan-oligosaccharides and *Enterococcus faecium* M-74 bacteria in diets with different protein levels on broiler performance. *J. Anim. Sci.* 44: 173-79.
15. Kumprechtova, D., P. Zobac and I. Kumprecht. 2000. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 on chicken broiler performance and nitrogen output. *J. Anim. Sci.* 45: 169-177.
16. Mikulee, Z., V. Serman, N. Mas and Z. Lukac. 1999. Effect of probiotic on production results of fattened chickens fed different quantities of protein. *Veterinarski Archiv.* 69:199-209.
17. National Research Council (NRC). 1994. *Nutrients Requirements of Poultry.* 9th rev. ed., National Academy Press: Washington, DC.
18. Panda, A. K., M. R. Reddy, S. V. R. Rao, M. V. Raju and N. K. Praharaj. 2000. Growth, carcass characteristics, immunocompetence and response to *Escherichia coli* of broilers fed diets with various levels of probiotic. *Archiv-Geflugelkunde.* 64:152-156.
19. Perreault, N. and S. Leeson. 1992. Age-related carcass composition changes in male broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.* 72:919-929.
20. Pinchasov, Y., C. X. Mendonca and L. S. Jensen. 1990. Broiler chick response to protein diets supplemented with synthetic amino acids. *Poult. Sci.* 69:1950-1955.

21. Rezaei, M., H. Nassiri Moghadam, J. Pour Reza and H. Kermanshahi. 2004. The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. *Inter. J. Poult. Sci.* 3:148-152.
22. Rosebrough, R. W. and J. P. Mcmurtry. 2000. Protein quality in broiler chicken diets. *Feedstuffs.* 42:11-14.
23. SAS (Statistical Analysis System). 1998. SAS User's Guide, Version 6.1, SAS Institute Inc., Cary, NC.
24. Stavric, S. and E. T. Kornegay. 1995. Microbial probiotics for pigs and poultry. *In:* (Eds.), Thomas Haker Pub., Berlin, Germany. J. Wallace and A. Chesson. *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding.*
25. Summers, J. D., D. Spratt and J. L. Atkinson. 1992. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy and protein level. *Poult. Sci.* 71:263-273.
26. Tabidi, M. H., A. Makkawi, E. Mahasin and A. S. Ali. 2004. Comparative evaluation of haemagglutination inhibition test and enzyme linked immunosorbent assay for detection on antibodies against Newcastle disease vaccine in broiler chicks. *Int. J. Poult. Sci.* 3:668-670.
27. Ukai, K., Y. Sakakura, H. Itoh and Y. Miyoshi. 1984. The effect of protein malnutrition on the susceptibility of the chicken nose to Newcastle disease virus. *Arch. Rhino. Laryng.* 240:125-132.
28. Williams, B., M. W. A. Verstegen and S. Tamminga. 2001. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. *Nutr. Res. Rew.* 14:207-227.