



تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۳۳۳-۳۳۴

تأثیر جیره‌های اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ماده

علی اکبر سالاری^۱، احمد حسن‌آبادی^{۲*}، حسن نصیری مقدم^۳، غلامعلی کلیدری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳. دانشیار، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۲۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر افزودن اسید کلریدریک و اسید بوتیریک به جیره بر عملکرد، شاخص‌های لاشه، جمعیت میکروبی و بافت شناسی روده کوچک، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار ۱۰ قطعه ای انجام شد. در این آزمایش، از ۲۸۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ (ماده) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های حاوی دو سطح اسید کلریدریک (۱/۵ و سه درصد)، دو سطح اسید بوتیریک (۰/۲ و ۰/۴ درصد) و دو سطح مخلوطی از آنها (۱/۵ + ۰/۴ و ۰/۲ + ۰/۴ درصد) به ترتیب اسید کلریدریک + اسید بوتیریک و یک تیمار شاهد (بدون افزودنی) بود. افزودن اسید کلریدریک و اسید بوتیریک به جیره بر میانگین وزن بدن در دوره رشد کاهش معنی‌داری را در مقایسه با گروه شاهد نشان داد ($P < 0/05$). اسیدهای افزوده شده به‌طور معنی‌داری باعث کاهش مصرف خوراک و افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره رشد نسبت به تیمار شاهد شدند ($P < 0/05$). اثر تیمارها بر شاخص‌های لاشه، جمعیت میکروبی و بافت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار نبود. نتایج حاصل نشان داد که استفاده از اسید کلریدریک و اسید بوتیریک در جیره‌های غذایی در کل دوره پرورش تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد، شاخص‌های لاشه و مورفولوژی روده کوچک جوجه‌های گوشتی ندارند.

کلیدواژه‌ها: اسید کلریدریک، اسید بوتیریک، بافت‌شناسی، جوجه گوشتی، شاخص لاشه، عملکرد

مقدمه

به دلیل مشترک بودن برخی از آنتی‌بیوتیک‌های مورد استفاده در پرورش طیور و مصرفی در درمان انسان، امکان انتقال سویه‌های باکتری مقاوم به آنتی‌بیوتیک از طریق محصولات طیور به انسان وجود دارد. این امر باعث می‌شود که برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها اثرات درمانی خود را در انسان از دست بدهند و همچنین در اثر باقی ماندن بقایای آنتی‌بیوتیکی در محصولات طیور، استفاده از این محرک‌های رشد مورد تردید قرار گیرد [۲]. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها موجب کاهش تولید اسیدهای چرب فرار شده و pH محتویات روده را اندکی افزایش می‌دهد و در ضمن فلور بومی روده را نیز مختل می‌کند. بدین ترتیب، موجب افزایش حساسیت حیوان در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود [۱]. با توجه به مشکل مطرح شده برای آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد، آزمایش‌های زیادی در زمینه یافتن جایگزین مناسب برای آنها صورت گرفته است. اکثر مواد جایگزین شده با آنتی‌بیوتیک‌ها، عمل خود را در ارتباط با بهبود عملکرد طیور از طریق تأثیر بر فلور میکروبی دستگاه گوارش اعمال می‌کنند. از جمله جایگزین‌هایی که در چند سال اخیر برای آنتی‌بیوتیک‌ها محرک رشد مورد تحقیق قرار گرفته است، گیاهان دارویی و اسیدهای آلی می‌باشند [۱۵].

pH دستگاه گوارش طیور در روزهای اول زندگی متمایل به خنثی است که این حالت شرایط را برای رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از قبیل *شریشیակلی* و *سالمونلا* بسیار مناسب می‌کند. این میکروارگانیسم‌ها در روده تشکیل کلنی‌های متعدد داده و جذب مواد غذایی را کاهش می‌دهند. استفاده از عوامل اسیدی‌کننده کمک زیادی به حفظ تعادل میکروبی دستگاه گوارش می‌کند، بنابراین از آنها می‌توان به عنوان جایگزین احتمالی آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد استفاده نمود [۵]. اسیدهای آلی به صورت مکمل‌های غذایی به جیره اضافه می‌شوند و با کمک به

باکتری‌های مفید در ایجاد کلنی، تکثیر بیشتر، غلبه بر جمعیت میکروب‌های مضر و ایجاد تعادل میکروبی در دستگاه گوارش می‌توانند اثرات مثبت خود را بر جای بگذارند. در جوجه‌های تازه از تخم درآمده هضم و جذب مواد مغذی به دلیل عدم بلوغ دستگاه گوارش و ارگان‌های مرتبط نظیر پانکراس محدود می‌باشد. در پرندگان تازه تفریخ شده، ترشحات هضمی دستگاه گوارش مانند آنزیم‌ها و اسیدهای صفراوی کم است [۲۳]. بنابراین در پرندگان جوان با روده نابالغ، هضم و جذب مواد مغذی محدود است [۲۴]. اسیدهای آلی اسیدهای ضعیفی هستند و به طور کامل در آب تفکیک نمی‌شوند، درحالی‌که اسیدهای غیرآلی اسیدهای قوی هستند و در آب تفکیک می‌شوند [۸]. اسیدهای آلی (به‌ویژه اسیدهای آلی زنجیر کوتاه) به طور کامل در روده کوچک جوجه‌های گوشتی تفکیک نمی‌شوند، در نتیجه فقط قادر به نفوذ از میان دیواره سلولی باکتری‌ها می‌باشند. درون سلول باکتری pH بالا باعث تفکیک اسید شده و در نتیجه با کاهش pH سبب مرگ آن می‌شود [۸]. اسیدهای غیرآلی به‌طور کامل در آب تفکیک شده و با کاهش pH می‌توانند بر هضم در پیش‌معه مؤثر باشند. این اسیدها ممکن است محیطی ایجاد کنند که تأثیر بیشتری در هضم پروتئین و سازگاری کمی با برخی از باکتری‌ها داشته باشند. علاوه بر این، pH معده برای فعال شدن پپسینوژن و دناتور شدن پروتئین باید بین ۲-۳ باشد، اما اکثر اسیدهای آلی بالاتر از این است. بنابراین، توانایی این اسیدها برای کاهش pH ممکن است محدود باشد. اسید کلریدریک، اسید معده است با مکمل کردن جیره‌ها با این اسید می‌توان محلول طبیعی برای ترشح پاپین اسید معده در جوجه‌های جوان را ایجاد کرد. عوامل تنش‌زا می‌توانند بر محیط روده اثر گذاشته و باعث آشفته‌گی آن شوند. چنانچه تغذیه با جیره اسیدی شده بتواند آشفته‌گی روده کوچک را در هنگام تنش‌ها کاهش دهد، ممکن است اثرات سودمند این جیره‌ها در بهبود

تولیدات دامی

تأثیر جیره‌های اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ماده

در روز ۴۲ پرورش یک پرنده از هر تکرار به طور تصادفی انتخاب شد و به منظور تعیین وزن نسبی اجزای لاشه و اندام‌های گوارشی، مورفولوژی و جمعیت میکروبی روده باریک کشتار شد. برای انجام آزمایش مورفولوژی، در نمونه گرفته شده از بافت روده کوچک محتویات داخل و سطح خارج آن به وسیله محلول نمکی نرمال ۰/۹ درصد شستشو داده شد، پس از برش طولی روده باز شده حدود یک سانتی متر مربع از قسمت میانی بافت ژل‌نوم جدا گردید و نمونه در داخل محلول فرمالین ۱۰ درصد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد تا تثبیت شود. بعد از این زمان، مراحل آماده‌سازی نمونه‌های بافتی به وسیله دستگاه Tissue processor انجام شد. در آزمایشگاه برای آماده‌سازی نمونه‌های بافتی سه مرحله آگیری (قرار دادن در الکل اتیلیک با درجات صعودی)، شفاف‌سازی (با زایلول) و پارافینه شدن (اشباع‌سازی نمونه) انجام شد. برای تهیه برش‌های عرضی (پنج الی شش میکرومتر) از دستگاه میکروتوم نیمه اتوماتیک چرخان (Lica RM 2145) استفاده شد. برش‌ها داخل بن‌ماری ۴۰ درجه سانتی‌گراد شناور شدند تا پس از صاف شدن چروک‌های احتمالی، به راحتی روی لام قرار گیرند. پس از پارافین‌گیری با زایلول و آب‌دهی با درجات نزولی الکل اتیلیک، به منظور رنگ‌آمیزی بافت‌های پایدار شده روی لام از هماتوکسیلین و اتوزین استفاده شد. برای بررسی بافت‌شناسی برش‌های تهیه شده از میکروسکوپ نوری متصل به کامپیوتر (مدل BX41 المپوس، توکیو، ژاپن) استفاده گردید. به منظور تعیین جمعیت میکروبی روده از قسمت انتهایی ایلئوم نمونه‌گیری انجام گرفت. داده‌ها با استفاده از رویه مدل خطی عمومی نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل ۱ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. مدل آماری در این آزمایش به شرح زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \quad (\text{مدل ۱})$$

در این رابطه، Y_{ijk} مقدار صفت مورد نظر، μ میانگین جامعه، A_i اثر تیمار و e_{ij} اثر خطای آزمایش است.

سلامتی و عملکرد جوجه‌های گوشتی به اثبات برسد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جمعیت میکروبی و بافت روده جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۸۰ قطعه جوجه گوشتی ماده یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ از شرکت سیمرغ خریداری و پس از توزین، به ۲۸ گروه ۱۰ قطعه‌ای با میانگین وزن گروهی مشابه تقسیم و در داخل قفس‌های پرورشی قرار داده شدند. جیره‌ها برای تأمین احتیاجات جوجه‌های گوشتی براساس توصیه دفترچه راهنمای پرورش (۲۰۰۹) سویه راس ۳۰۸ برای سه دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) تنظیم شدند (جدول ۱). جیره‌های غذایی مورد آزمایش بر پایه ذرت - سویا - گندم و دارای مقادیر مشابه انرژی و پروتئین بودند. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از:

- ۱ - جیره پایه (ذرت - سویا + گندم)
 - ۲ - جیره پایه + ۱/۵ درصد اسید کلریدریک
 - ۳ - جیره پایه + سه درصد اسید کلریدریک
 - ۴ - جیره پایه + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک
 - ۵ - جیره پایه + ۰/۴ درصد اسید بوتیریک
 - ۶ - جیره پایه + ۱/۵ درصد اسید کلریدریک + ۰/۴ درصد اسید بوتیریک
 - ۷ - جیره پایه + سه درصد اسید کلریدریک + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک
- اسید کلریدریک مایع (یک نرمال) مورد استفاده در این آزمایش، از شرکت مرک آلمان و اسید بوتیریک مایع به صورت خالص از شرکت اپلی کیم آلمان تهیه شد. اسیدها با جیره مخلوط شده و در طول روز به صورت تازه تغذیه شدند (سرک).

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

علی اکبر سالاری، احمد حسن آبادی، حسن نصیری مقدم، غلامعلی کلیدری

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی

مواد خوراکی (درصد)	جیره‌های پایه		
	دوره آغازین (۰-۱۰ روزگی)	دوره رشد (۱۱-۲۴ روزگی)	دوره پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)
ذرت	۰۷/۳۷	۳۹/۳۱	۴۲/۳۷
گندم	۰/۲۰	۰۰/۲۰	۲۰/۰۰
کنجاله سویا (۴۴٪)	۱۹/۳۵	۷۲/۳۶	۱۹/۳۱
روغن آفتابگردان	۹۶/۲	۷۵/۷	۷/۴۵
کربنات کلسیم	۱۹/۱	۱۱/۱	۱/۰۸
دی‌کلسیم فسفات	۷۷/۱	۶۰/۱	۱/۴۹
مکمل معدنی و ویتامینی	۵۰/۰	۵۰/۰	۵۰/۰
ال-لیزین هیدروکلرید	۳۵/۰	۱۲/۰	۰/۱۰
دی ال - متیونین	۳۳/۰	۲۷/۰	۰/۲۲
ال - ترئونین	۱۰/۰	۰۲/۰	۰/۰۱
نمک طعام	۲۶/۰	۲۷/۰	۰/۲۷
سدیم بی‌کربنات	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
پتاسیم کربنات	۱۲/۰	۰۸/۰	۰/۰۸
<u>ترکیب شیمیایی</u>			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۰۰	۳۱۵۰	۳۲۰۰
(٪) پروتئین خام	۱۵/۲۲	۹۸/۲۱	۲۰
کلسیم (٪)	۹۶/۰	۹۰/۰	۸۵/۰
فسفر قابل دسترس (٪)	۴۸/۰	۴۵/۰	۴۲/۰
متیونین (٪)	۰/۶۶	۰/۵۹	۰/۵۳
لیزین (٪)	۳۸/۱	۲۴/۱	۰۹/۱
متیونین + سیستین (٪)	۰/۱	۹۵/۰	۸۶/۰
ترئونین (٪)	۰/۸۹	۰/۸۳	۰/۷۵
سدیم (٪)	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر (٪)	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۲
تعادل آنیون - کاتیون (میلی‌اکی والان در کیلوگرم)	۲۲۹/۹۸	۲۴۳/۳۸	۲۲۰/۶۴

۱ - مکمل ویتامینه و مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد مغذی زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی، کوله کلسیفرول ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۱۱ واحد بین‌المللی، ویتامین K₃ ۲/۲ میلی‌گرم، ویتامین B₁₂ ۰/۱ میلی‌گرم، تیامین ۱/۵ میلی‌گرم، ریوفلاوین ۴ میلی‌گرم، نیاسین ۳۵ میلی‌گرم، اسید فولیک ۰/۵ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۱۵ میلی‌گرم، پریدوکسین ۲/۵ میلی‌گرم، اسید پنتوتنیک ۸ میلی‌گرم، کولین کلراید ۵۰ میلی‌گرم، بتائین ۱۹۰ میلی‌گرم، روی ۶۵ میلی‌گرم، منگنز ۷۵ میلی‌گرم، سلنیوم ۰/۲ میلی‌گرم، ید ۰/۹ میلی‌گرم، مس ۶ میلی‌گرم و آهن ۷۵ میلی‌گرم.

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

تأثیر جیره‌های اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ماده

نتایج و بحث

وزن روزانه را در بین تیمارها به خود اختصاص داد. در دوره آغازین، پایانی و کل دوره اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن بدن معنی‌دار نبود. اثرات مربوط به تیمارهای آزمایشی بر میانگین مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی ماده در جدول ۳ آورده شده است. در دوره رشد (۲۴-۱۱ روزگی)، خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی که سه درصد اسید کلریدریک در جیره خود دریافت نمودند، کمتر از سایر گروه‌ها بود و ضریب تبدیل بالاتری در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سه درصد اسید کلریدریک و یا پرندگانی که جیره‌ی حاوی اسید کلریدریک و اسید بوتیریک (۳+۲/۰ درصد) دریافت کردند، داشتند ($P < 0/05$).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین وزن بدن و افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی ماده در سنین مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. استفاده از اسید کلریدریک در سطح سه درصد و همچنین افزودن توأم اسید کلریدریک و اسید بوتیریک (۳/۰ اسید کلریدریک + ۰/۲ اسید بوتیریک) در جیره، موجب کاهش معنی‌دار وزن بدن در سن ۲۴ روزگی در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P < 0/05$). وزن زنده پرندگان در سنین ۱۰ و ۴۲ روزگی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) مقایسه تیمارهای آزمایشی در مورد صفت افزایش وزن روزانه تفاوت معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان داد ($P < 0/05$). تیمار اسید کلریدریک با سطح سه درصد کمترین افزایش

جدول ۲. اثر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر وزن بدن و افزایش وزن روزانه جوجه‌های

گوشتی ماده در سنین مختلف

افزایش وزن روزانه (پرنده/گرم)				میانگین وزن بدن (پرنده/گرم)			تیمارهای آزمایشی
۰-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۴۲-۴۲ روزگی	۱۰ روزگی	۲۴ روزگی	۴۲ روزگی	
۵۱/۴۰	۴۱/۷۰ ^{ab}	۷۶/۸۲	۱۹/۴۳	۲۲۰۱/۷۰	۸۱۸/۹۵ ^a	۲۳۵/۱۰	شاهد
۵۳/۷۱	۴۱/۴۸ ^{ab}	۸۲/۱۳	۱۹/۱۷	۲۲۵۴/۱۹	۸۱۲/۶۰ ^a	۲۳۱/۸۰	۱/۵ درصد اسید کلریدریک
۵۱/۲۰	۳۳/۴۱ ^c	۸۲/۹۳	۱۸/۱۹	۲۱۸۳/۲۵	۶۹۰/۴۰ ^b	۲۲۲/۶۵	سه درصد اسید کلریدریک
۵۲/۹۴	۴۱/۰۵ ^{ab}	۸۰/۶۳	۱۹/۰۶	۲۲۵۶/۶۰	۸۰۵/۱۵ ^a	۲۳۰/۴۵	۰/۲ درصد اسید بوتیریک
۵۴/۴۳	۴۴/۲۳ ^a	۸۱/۹۰	۱۸/۵۲	۲۳۲۰/۳۰	۸۴۴/۰۵ ^a	۲۲۴/۸۵	۰/۴ درصد اسید بوتیریک
۵۱/۰۸	۴۲/۶۰ ^{ab}	۷۵/۵۷	۱۸/۰۴	۲۱۷۷/۴۵	۸۱۷/۱۵ ^a	۲۲۰/۶۵	۱/۵ درصد اسید کلریدریک + ۰/۴ درصد اسید بوتیریک
۵۱/۰۰	۳۷/۳۸ ^{bc}	۷۹/۲۱	۱۹/۱۰	۲۱۸۱/۲۵	۷۵۵/۴۰ ^{ab}	۲۳۲/۰۰	سه درصد اسید کلریدریک + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک
۰/۹۶	۱/۲۲	۲/۱۰	۰/۵۴	۴۳/۹۲	۱۹/۴۵	۵/۸۴	SEM
۰/۰۸۸	۰/۰۰۰۱	۰/۱۵	۰/۴۷	۰/۲۲	۰/۰۰۰۳	۰/۵۳	P value

a, b - تفاوت میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0/05$).

SEM: خطای معیار میانگین‌ها

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

علی اکبر سالاری، احمد حسن آبادی، حسن نصیری مقدم، غلامعلی کلیدری

جدول ۳. اثر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل غذایی

جوجه‌های گوشتی ماده

تیمارهای آزمایشی	میانگین خوراک مصرفی روزانه (پرنده/گرم)							
	۰-۱۰	۱۱-۲۴	۲۵-۴۲	۰-۴۲	۱۱-۲۴	۲۵-۴۲	۰-۴۲	ضریب تبدیل غذایی
	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی
شاهد	۲۵/۱۱	۶۱/۱۱ ^a	۱۵۴/۴۲	۹۲/۵۳	۱/۲۹	۱/۴۶ ^b	۲/۰۱	۱/۶۶
۱/۵ درصد اسید کلریدریک	۲۵/۰۵	۶۶/۰۰ ^a	۱۵۵/۰۴	۹۴/۴۱	۱/۳۱	۱/۵۹ ^{ab}	۱/۸۸	۱/۶۵
سه درصد اسید کلریدریک	۲۴/۴۹	۵۴/۵۴ ^b	۱۶۳/۰۳	۹۳/۸۸	۱/۳۴	۱/۶۳ ^a	۱/۹۶	۱/۷۱
۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۲۵/۸۳	۶۱/۰۳ ^a	۱۵۰/۸۶	۹۱/۱۴	۱/۳۵	۱/۴۹ ^{ab}	۱/۸۷	۱/۶۲
۰/۴ درصد اسید بوتیریک	۲۶/۰۹	۶۳/۹۳ ^a	۱۶۰/۹۵	۹۶/۵۰	۱/۴۱	۱/۴۴ ^b	۱/۹۶	۱/۶۶
۱/۵ درصد اسید کلریدریک	۲۵/۸۷	۶۳/۶۵ ^a	۱۵۷/۰۳	۹۴/۶۸	۱/۴۳	۱/۴۹ ^{ab}	۲/۰۸	۱/۷۳
۰/۴ + سه درصد اسید بوتیریک	۲۵/۷۵	۶۰/۷۹ ^a	۱۵۷/۸۱	۹۴/۰۳	۱/۳۵	۱/۶۳ ^a	۲/۰۱	۱/۱۷۲
۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۰/۵۱	۱/۶۳	۴/۶۶	۲/۰۷	۰/۴۷	۰/۳۳	۰/۰۶۴	۰/۰۳۶
SEM	۰/۳۰	۰/۰۰۲	۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۳۱	۰/۲۷
P value								

a, b - تفاوت میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای معیار میانگین‌ها

سن ۲۱ روزگی افزایش درجه دومی داشت [۲۰]. انتقال مؤثر اسید کلریدریک در دستگاه گوارش به وسیله جیره‌های اسیدی شده امکان‌پذیر است. با نتایج حاصل در پنج‌روزگی و افزایش سن می‌توان پیش‌بینی نمود که ظرفیت هضم مواد مغذی در پرنده با جیره‌های اسیدی شده بیشتر می‌شود. هنگامی که pH (اسیدیته) به وسیله استفاده از دو درصد اسید کلریدریک افزایش یابد، می‌تواند در پرندگان به عنوان محرک جبرانی برای کاهش ترشح اسید در پیش‌معه محسوب شود، همچنین ممکن است سبب ترشح بی‌کربنات به وسیله پانکراس یا موکوس روده شود [۲۰].

بهبود عملکرد در نتیجه استفاده از اسیدهای آلی مشاهده شده است [۴ و ۱۴]. اثرات مثبت ناشی از مصرف اسیدهای آلی بیشتر هنگام القای یک استرس به جوجه‌های گوشتی (نظیر بیماری و آلودگی به میکروارگانیسم‌ها)

استفاده از سطوح صفر، یک، دو و سه درصد اسید کلریدریک، میانگین وزن بدن و افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی را در سن هفت‌روزگی افزایش داد، ولی تأثیری بر میانگین وزن بدن و افزایش وزن روزانه در سن ۳۵ روزگی نداشت. همچنین استفاده از سطح چهار درصد اسید کلریدریک تأثیری بر روی این صفات نداشت [۲۰]. در تحقیقی با استفاده از سطوح صفر، یک، دو و چهار درصد اسید کلریدریک در جیره، جوجه‌های گوشتی نر نسبت به ماده‌ها وزن زنده بیشتری داشتند [۲۰]. با افزودن HCl به جیره، pH و ظرفیت اتصالات اسیدی جیره تغییر می‌کند، به طوری که pH جیره با اضافه کردن HCl کاهش می‌یابد [۲۰]. استفاده از سطوح صفر، یک، دو و چهار درصد اسید کلریدریک در جیره جوجه‌های گوشتی pH پیش‌معه و سنگدان در پنج روزگی به طور خطی پایین بود، درحالی که در

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

تأثیر جیره‌های اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ماده

ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی کاهش و با سطح چهار درصد افزایش یافت [۲۰]. بعضی از اسیدها ممکن است طعم جیره را در اوایل پرورش جوجه‌های گوشتی تغییر دهند. همچنین عدم تحت تأثیر قرار گرفتن مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل غذایی ممکن است ناشی از کاهش نفوذ اسید به درون جیره مصرفی باشد [۲۰].

با افزایش سن پرنده و استفاده از ترکیباتی نظیر اسیدهای آلی در جیره جوجه‌های گوشتی ماده، تلفات به علت آماس روده و سندروم مرگ ناگهانی کمتر می شود [۱۹]. اثرات مفید افزودن اسیدهای آلی به جیره جوجه‌های گوشتی، بر افزایش وزن روزانه بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی مشاهده شده است [۱۳ و ۱۷]. ضریب تبدیل غذایی با افزودن پروبیوتیک، پریبیوتیک و اسیدهای آلی در جیره جوجه‌های گوشتی بهبود می‌یابد [۱۸ و ۲۷]. اثر تیمارهای آزمایشی بر بازده لاشه و وزن نسبی اجزای آن و همچنین اندام‌های داخلی معنی‌دار نبود (جداول ۴ و ۵).

گزارش شده است. استفاده از اسیدهای آلی در سطح مناسب می‌تواند سبب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی شود که این امر ممکن است ناشی از بهبود مصرف خوراک، افزایش هضم و جذب آن، کاهش تولید مواد سمی، افزایش فلور مطلوب روده، کاهش عوامل بیماری‌زا و تعدیل پاسخ ایمنی طیور باشد [۳].

اثر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر میانگین مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی ماده در دوره‌های آغازین و پایانی معنی‌دار نبود. در تحقیقی هنگام استفاده از سطوح سه و چهار درصد اسید کلریدریک اثر درجه دوم معنی‌داری در مصرف خوراک روزانه مشاهده شد، بدین‌صورت که با استفاده از سطح سه درصد اسید، مصرف خوراک روزانه جوجه‌های گوشتی افزایش یافت، ولی با سطح چهار درصد مصرف خوراک روزانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت [۲۰]. همچنین، تأثیر افزایش اسیدیته جیره بر ضریب تبدیل غذایی در سن هفت تا ۱۴ روزگی به‌صورت درجه دوم بود، به‌طوری‌که با استفاده از سطح سه درصد اسید کلریدریک

جدول ۴. اثر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر وزن نسبی اندام‌ها و اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی ماده (برحسب درصد وزن زنده بدن)

تیمارهای آزمایشی	سینه	ران‌ها	گردن و پشت	بال‌ها	بازده لاشه	چربی حفره شکمی	سنگدان خالی	طحال خالی	پیش‌معد خالی
شاهد	۲۴/۴۱	۱۸/۱۶	۱۵/۶۹	۵/۴۷	۶۳/۷۴	۱/۲۳	۱/۴۷	۰/۱۳	۰/۴۰
۱/۵ درصد اسید کلریدریک	۲۲/۴۴	۱۹/۱۲	۱۳/۷۰	۵/۳۲	۶۰/۵۹	۱/۶۲	۱/۱۳	۰/۱۲	۰/۳۹
سه درصد اسید کلریدریک	۲۶/۰۳	۱۹/۱۹	۱۳/۴۹	۵/۷۲	۶۴/۴۴	۱/۳۴	۱/۱۳	۰/۱۰	۰/۳۵
۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۲۳/۲۳	۲۰/۰۳	۱۶/۷۸	۵/۴۲	۶۵/۴۶	۱/۲۹	۱/۳۳	۰/۱۲	۰/۴۲
۰/۴ درصد اسید بوتیریک	۲۴/۳۶	۱۹/۰۳	۱۴/۳۵	۵/۲۹	۶۳/۰۴	۱/۴۲	۱/۱۵	۰/۱۰	۰/۳۳
۱/۵ درصد اسید کلریدریک + ۰/۴ درصد اسید بوتیریک	۲۵/۱۱	۱۷/۴۲	۱۵/۷۷	۵/۰۱	۶۳/۳۲	۱/۱۱	۱/۲۷	۰/۱۲	۰/۳۴
سه درصد اسید کلریدریک + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۲۳/۳۹	۱۶/۹۱	۱۱/۶۶	۵/۲۱	۵۷/۱۹	۰/۷۲	۱/۲۶	۰/۱۲	۰/۴۱
SEM	۱/۷۲	۱/۳۳	۱/۴۱	۰/۳۳	۳/۵۸	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۶۶
P value	۰/۷۹	۰/۶۷	۰/۳	۰/۸۳	۰/۷۱	۰/۲۳	۰/۴۹	۰/۳	۰/۹۰

SEM: خطای معیار میانگین‌ها، P-value: سطح معنی‌داری

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

علی اکبر سالاری، احمد حسن آبادی، حسن نصیری مقدم، غلامعلی کلیدری

جدول ۵. اثر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر وزن نسبی اندام‌های احشایی جوجه‌های گوشتی ماده (برحسب درصد وزن زنده بدن)

تیمارهای آزمایشی	قلب	کبد	پانکراس	بوس	دندنوم خالی	ژژنوم خالی	ایلئوم خالی	کل روده کوچک
شاهد	۰/۴۹	۲/۲۰	۰/۳۳	۰/۱۷	۰/۶۸	۱/۲۶	۱/۰۷	۳/۰۲
۱/۵ درصد اسید کلریدریک	۰/۵۰	۱/۸۱	۰/۲۶	۰/۱۰	۰/۶۱	۱/۱۳	۱/۰۶	۲/۸۲
سه درصد اسید کلریدریک	۰/۵۳	۱/۸۵	۰/۳۲	۰/۱۷	۰/۶۸	۱/۳۶	۱/۱۲	۳/۱۷
۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۰/۵۰	۱/۹۲	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۷۱	۱/۲۱	۱/۰۴	۲/۹۷
۰/۴ درصد اسید بوتیریک	۰/۴۷	۱/۷۲	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۵۷	۱/۲۳	۱/۱۳	۲/۹۴
۱/۵ درصد اسید کلریدریک + ۰/۴ درصد اسید بوتیریک	۰/۵۲	۲/۴۶	۰/۲۲	۰/۱۰	۰/۶۰	۱/۲۲	۱/۰۳	۲/۸۶
سه درصد اسید کلریدریک + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۰/۴۶	۱/۹۷	۰/۲۳	۰/۱۰	۰/۶۳	۱/۱۸	۰/۹۳	۲/۷۵
SEM	۰/۰۴	۰/۲۶	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۲۵
P value	۰/۹۴	۰/۵۱	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۶	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۹۲

SEM خطای معیار میانگین‌ها، P-value: سطح معنی‌داری

بوتیریک به عنوان منبع اصلی انرژی سلول‌های روده‌ای شناخته می‌شود و برای تکامل بافت لنفاوی مرتبط با دستگاه گوارش ضروری می‌باشد [۹]. بوتیرات که یک محصول فرعی از تخمیر میکروبی محصولات نفیژ نشاسته مقاوم به هضم می‌باشد، به نظر می‌رسد که برای رشد طبیعی سلول‌های پوششی روده دارای نقش اساسی می‌باشد [۱۶]. در مورد اثر اسید بوتیریک بر مورفولوژی روده مطالعات محدودی موجود است که افزایش غیرمعنی دار ارتفاع ویلی در روده را متعاقب دریافت اسید بوتیریک اعلام گردید [۴] و هیچ اثر معنی‌داری از افزودن بوتیرات سدیم بر مورفولوژی روده اعلام نشد، اما این ماده شاخص‌های عملکرد را بهبود بخشیده است [۲۱]. اثرات مفید اسیدهای آلی بر مورفولوژی روده در مقالات متعددی گزارش شده است.

ارتفاع ویلی، عمق کریپت، عرض لایه سروزی، عرض لایه ماهیچه‌ای و همچنین نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد قرار نگرفت (جدول ۶). عرض ویلی در پرندگانی که با جیره‌های حاوی ۰/۴ درصد اسید بوتیریک، ۱/۵ درصد اسید کلریدریک و یا سه درصد اسید کلریدریک + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک تغذیه شدند از پرندگان شاهد کمتر بود ($P < 0/05$). عرض لایه اپیتلیوم در تمامی تیمارها به غیر از جیره‌های حاوی ۰/۲ درصد اسید بوتیریک نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره پایه کاهش یافت ($P < 0/05$). اسید بوتیریک به‌طور گسترده‌ای به عنوان تحریک‌کننده اصلی بافت دیواره روده و تعدیل‌کننده میکروفلورای هم‌زیست روده‌ای شناخته شده است [۲۶]. همچنین، اسید

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

تأثیر جیره‌های اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ماده

جدول ۶. تأثیر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر ابعاد پرزهای روده جوجه‌های گوشتی ماده در سن ۴۲ روزگی (میکرومتر)

تیمارهای آزمایشی	عرض لایه سروزی	عرض لایه ماهیچه‌ای	عرض لایه ویلی	عرض لایه اپیتلیوم	ارتفاع ویلی	عمق کریپت	نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت
شاهد	۱۹۴/۲۴	۲۶۷/۷۷	۳۲۷/۶۸ ^a	۸۶/۲۲ ^a	۱۴۵۶/۶	۳۸۳/۵۲	۳/۸۳
۱/۵ درصد اسید کلریدریک	۱۹۱/۵۹	۴۰۶/۸۶	۲۳۵/۲۹ ^b	۶۳/۴۱ ^b	۱۷۱۰/۳	۴۱۹/۲۷	۴/۱۷
سه درصد اسید کلریدریک	۱۵۱/۸۸	۲۷۱/۵۱	۲۷۶/۲۶ ^{ab}	۷۲/۰۲ ^b	۱۶۰۲/۳	۴۲۹/۳۶	۴/۰۰
۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۲۲۷/۷۴	۳۵۵/۸۴	۲۶۸/۶۷ ^{ab}	۷۲/۳۱ ^{ab}	۱۶۵۶/۰	۴۲۷/۱۸	۳/۹۲
۰/۴ درصد اسید بوتیریک	۱۷۹/۸۹	۳۲۲/۲۸	۲۱۳/۱۳ ^b	۶۳/۸۳ ^b	۱۸۰۲/۴	۴۲۱/۸۳	۴/۳۳
۱/۵ درصد اسید کلریدریک + ۰/۴ درصد اسید بوتیریک	۱۷۹/۰۶	۳۰۶/۵۸	۲۷۵/۴۸ ^{ab}	۶۹/۷۹ ^b	۱۵۰۳/۳	۳۲۷/۷۱	۴/۵۹
سه درصد اسید کلریدریک + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک	۲۱۴/۶۴	۳۷۵/۸۹	۲۲۳/۳۵ ^b	۷۱/۱۴ ^b	۱۲۹۳/۹	۳۹۳/۱۲	۳/۳۱
SEM	۳۱/۷۰	۴۷/۶۱	۱۵/۷۸	۲/۴۹	۱۸۹/۸۹	۶۱/۲۲	۰/۶۶
P value	۰/۷۱	۰/۳۹	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۵۹	۰/۸۸	۰/۸۶

a, b - تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی دار است ($P < 0.05$).

SEM - خطای معیار میانگین‌ها

جوجه‌های گوشتی معنی دار نبود (جدول ۷). یکی از اهداف بسیار مهم در اسیدی کردن جیره، کمک به غلبه باکتری‌های مفید و مطلوب بر باکتری‌های مضر و بیماری‌زا می‌باشد. این امر از طرفی می‌تواند مانع رقابت باکتری‌های روده با میزبان در مصرف مواد مغذی موجود شده و از سوی دیگر، سبب کاهش تولید متابولیت‌های سمی (مانند آمونیاک و آمین‌ها) توسط باکتری‌ها شود [۲۲]. به علاوه، اسیدی کردن جیره می‌تواند از استقرار باکتری‌های بیماری‌زای روده‌ای نظیر *اشریشیاکلی* و *سالمونلا* در خوراک و دستگاه گوارش جلوگیری کرده و در نتیجه به حفظ سلامت حیوان کمک کند [۱۱]. مجموعه عوامل فوق می‌توانند سبب افزایش وزن میزبان و بهبود عملکرد آن شوند.

بهبود خصوصیات مورفومتری روده نظیر افزایش ارتفاع ویلی و عمق کریپت متعاقب افزودن اسید آلی به جیره و افزایش طول پرزها متعاقب مصرف اسیدهای آلی گزارش شده است [۱۰]. سطوح اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تقریباً در روده و قولون جوجه‌های جوان پایین است [۲۵]. بنابراین، جوجه‌های تازه تفریخ شده بهترین گزینه برای استفاده از این افزودنی در جیره غذایی محسوب می‌شوند. در جوجه‌های گوشتی که از ۷ تا ۲۸ روزگی با جیره‌های حاوی اسیدهای آلی تغذیه شده بودند، ارتفاع پرزها در ناحیه ژژنوم افزایش یافته بود، در حالی که اسیدهای آلی بر سطح پرزها و عمق کریپت در ژژنوم و ایلئوم تأثیر چندانی نداشتند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد [۱۲].

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

علی اکبر سالاری، احمد حسن آبادی، حسن نصیری مقدم، غلامعلی کلیدری

جدول ۷. اثر جیره‌های غذایی اسیدی شده با اسید کلریدریک و اسید بوتیریک بر جمعیت کل میکروب‌های ایلنوم در جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

شمارش کل میکروب‌های هوازی (Log cfu/g)	تیمارهای آزمایشی
۴/۱۶	شاهد
۴/۸۲	۱/۵ درصد اسید کلریدریک
۴/۳۴	سه درصد اسید کلریدریک
۵/۰۰	۰/۲ درصد اسید بوتیریک
۴/۳۰	۰/۴ درصد اسید بوتیریک
۴/۰۱	۱/۵ درصد اسید کلریدریک + ۰/۴ درصد اسید بوتیریک
۳/۹۴	سه درصد اسید کلریدریک + ۰/۲ درصد اسید بوتیریک
۰/۳۳	SEM
۰/۳۱	value-P

SEM: خطای معیار میانگین‌ها

P-value: سطح معنی‌داری

۲. عبداللهی زاوه ز (۱۳۹۱) اثر افزودن ریشه گیاه باریجه به جیره غذایی بر عملکرد، جمعیت میکروبی روده و قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

3. Adams C (1999) Poultry and dietary acids. Feed International. 20: 14-19.

4. Adil S, Bandy T, Bhat GA, Saleem Mir M and Rehman M (2010) Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology and serum biochemistry of broiler chicken. Veterinary Medicine International. 7: 1-7.

5. Antongiovanni M, Buccioni A, Petacchi F, Leeson S, Minieri S, Martini A and Cecchi R (2007) Butyric acid glycerides in the diet of broiler chickens: effects on gut histology and carcass composition. Italian Journal of Animal Science. 6: 19-25.

افزودن اسیدهای آلی و معدنی در این آزمایش عملکرد پرندگان را بهبود بخشید. دلایل احتمالی آن را می‌توان به تحت تأثیر قرار نگرفتن جمعیت باکتریایی، کاهش خوش خوراکی جیره به علت بوی زننده اسیدی فایرها مخصوصاً اسید بوتیریک، پرورش جوجه‌ها در شرایط قفس که از آلودگی میکروبی کمتری برخوردار است. همچنین، احتمال جذب بیشتر اسیدها در قسمت‌های اولیه دستگاه گوارش و در نتیجه کاهش ورود به روده کوچک نسبت داد. در تحقیق حاضر، افزودن اسید کلریدریک و اسید بوتیریک به جیره بر شاخص‌های عملکردی جوجه‌های گوشتی ماده هیچ‌گونه اثر مثبتی نداشتند.

منابع

۱. افشار مازندران ن و رجب ا (۱۳۸۱) پروبیوتیک‌ها و کاربرد آنها در تغذیه دام و طیور. چاپ دوم. انتشارات نوربخش، تهران.

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

6. Bolton W and Dewar WA (1965) The digestibility of acetic, propionic and butyric acids by the fowl. *British Poultry Science*. 6: 103-105.
7. Denli M, Okan F and Celik K (2003) Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2: 89-91.
8. Dibner JJ and Buttin P (2002) Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of Applied Poultry Research*. 11: 453-463.
9. Friedman A and Bar-Shira E (2005) Effect of nutrition on development of immune competence in chickens gut associated lymphoid system. In: *Proceeding of 15th European Symposium on Poultry Nutrition*. Balatonfured, Hungary. Pp. 247-255.
10. Gunal M, Yayli G, Kaya O, Karahan N and Sulak O (2006) The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 5: 149-155.
11. Iba AM and Berchieri AJr (1995) Studies on the use of formic acid-propionic acid mixture (Bio-add) to control experimental salmonella infection in broiler chickens. *Avian Pathology*. 24: 303-311.
12. Iji PA, Saki AA and Tivey DR (2001) Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannanoligosaccharide. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 1186-1192.
13. Jozefiak D, Rutkowski A and Martin SA (2004) Carbohydrate fermentation in the avian ceca: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 113: 1-15.
14. Leeson S, Namkung H, Antongiovanni M and Lee EH (2005) Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*. 84: 1418-1422.
15. Lee KW, Everts H, Kappert HJ, Frehner M, Losa R and Beynen AC (2003) Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*. 44: 450-457.
16. Pryde SE, Duncan SH, Hold GL, Stewart CS and Flint HJ (2002) The microbiology of butyrate formation in the human colon. *FEMS Microbiology Letters*. 217: 133-139.
17. Rafacz-Livingston KA, Parsons CM and Jungk RA (2005) The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks. *Poultry Science*. 84: 1356-1362.
18. Rodrigues KL, Carvalho JC and Schneedorf JM (2005) Anti-inflammatory properties of kefir and its polysaccharide extract. *Inflammopharmacology*. 13: 485-492.
19. Roy RD, Edens FW, Parkhurst CR, Qureshi MA and Havenstein GB (2002) Influence of a propionic acid feed additive on performance of turkey poults with experimentally induced poult enteritis and mortality syndrome. *Poultry Science*. 81: 951-957.
20. Rynsbarger JM (2009) Physiological and nutritional factors affecting protein digestion in broiler chickens. *Journal of Poultry Science*. University of Saskatchewan, Master Thesis.
21. Smulikowska S, Czerwinski J, Mieczkowska A and Jankowiak J (2009) The effect of fat-coated organic acid salts and a feed enzyme on growth performance, nutrient utilization, microflora activity, and morphology of the small intestine

- in broiler chickens. Journal of Animal and Feed Sciences. 18: 478-489.
22. Thompson JL and Hinton M (1997) Antibacterial activity of formic acid and propionic acid in the diet of hens on Salmonellae in the crop. British Poultry Science. 38: 59-65.
23. Traber PG, Gumucio DL and Wang W (1991) Isolation of intestinal epithelial cells for the study of differential gene expression along the crypt-villus axis. American Journal of Physiology. 260: 895-903.
24. Uni Z, Noy Y and Sklan D (1996) Development of the small intestine in heavy and light strain chicks before and after hatching. British Poultry Science. 37: 63-71.
25. van der Wielen PW, Biesterveld S, Notermans S, Hofstra H, Uurlings BA and van Knapen F (2000) Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. Applied and Environmental Microbiology. 66: 2536-2540.
26. van Immerseel F, Fievez V, de Buck J, Pasmans F, Martel A, Haesebrouck F and Ducatelle R (2004) Microencapsulated short-chain fatty acids in fee modify colonization and invasion early after infection with Salmonella enteritis in young chickens. Poultry Science. 83: 69-74.
27. Yeo J and Kim KI (1997) Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. Poultry Science. 76: 381-385.