

مقایسه تأثیر اسیدیفایر تجاری و اسیدیفایر بهینه شده بر عملکرد، پاسخ سیستم ایمنی، میکروفلور روده، pH و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی

عمار الضرب^۱، احسان صالحی فر^{۲*}، مهدی الهی ترشیزی^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم کشاورزی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۲. استادیار گروه علوم کشاورزی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

۳. دانشیار گروه علوم کشاورزی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

مشخصات مقاله

کلمات کلیدی: اسید-های آلی، جوجه-گوشتی، پاسخ ایمنی، مورفولوژی روده، جمعیت میکروبی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۹

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶

آنلاین: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶

*:مسئول مکاتبات:

احسان صالحی فر

آدرس ایمیل:

e.salehifar@iau.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر اسیدهای آلی بر عملکرد، ایمنی، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی، آزمایشی با استفاده از ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۶ تکرار و ۲۰ جوجه در هر تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارتند از: ۱- جیره پایه، ۲- جیره پایه + ۰/۱ درصد اسیدیفایر بهینه شده، ۳- جیره پایه + ۰/۲ درصد اسیدیفایر بهینه شده و ۴- جیره پایه + ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری. نتایج این آزمایش نشان داد که در مقایسه با گروه شاهد، استفاده از اسیدیفایرها تأثیر معنی داری بر خوراک مصرفی، افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارایی اروپائی تولید نداشتند. افزودن ۰/۲ درصد اسیدیفایر بهینه شده و ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به افزایش میزان ایمونوگلوبولین کل و اولیه علیه گلبول قرمز خون گوسفند شد. به غیر از طول پرزپره‌های ژوژنوم، اسیدیفایرهای بهینه شده و تجاری تأثیر معنی داری بر فراسنجه‌های ریخت شناسی ژوژنوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی نداشتند. افزودن ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری و ۰/۲ درصد اسیدیفایر بهینه شده موجب کاهش تعداد باکتری اشریشیاکلی و افزایش تعداد باکتری‌های لاکتوباسیل و هوازی و همچنین افزایش pH ایلئوم شد؛ در حالی که افزودن ۰/۱ درصد اسیدیفایر بهینه شده باعث کاهش جمعیت باکتری‌های هوازی ایلئوم جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد گردید. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، سطح ۰/۲ درصد اسیدیفایر به منظور بهبود شرایط دستگاه گوارش و ایمنی جوجه‌های گوشتی می‌تواند به عنوان یک افزودنی مناسب مورد استفاده قرار گیرد.



© 2025 Novel Research in Animal Science (NRAS), Lorestan University.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

مقدمه

امروزه ایجاد هماهنگی بین تغذیه و سلامتی حیوانات اهلی یکی از اهداف اصلی دامپروری صنعتی می‌باشد به‌طوری‌که رعایت این اصل، راندمان تولیدی طیور را در حد مطلوب تضمین می‌کند (۱۹). از آن جایی که طیور نسبت به میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند اشریشیا کلی، سالمونلاها، کلستریدیوم پرفرنزنس و کمپیلو باکتر-اسپاتاروم بسیار آسیب‌پذیر می‌باشند (۱۲) و مشخص شده است که جمعیت‌های میکروبی دستگاه گوارش تأثیر فراوانی بر سلول‌های مخاط روده دارند که به موجب آن می‌توانند سلامت میزبان را تحت تأثیر قرار دهند، بنابراین توجه به دستگاه گوارش به ویژه از لحاظ جمعیت میکروبی اهمیت زیادی دارد.

در پرورش طیور پیشگیری از وقوع بیماری‌ها از طریق اجرای صحیح برنامه‌های امنیت زیستی می‌باشد و اگر اجرای این برنامه‌ها به خوبی انجام نشود، احتمال وقوع بیماری افزایش می‌یابد. بنابراین باید مطمئن بود که طیور از نظر عملکرد سیستم ایمنی در حد مطلوب باشند. روش‌های مختلفی برای بالا بردن عملکرد سیستم ایمنی وجود دارد. ترکیب جیره تا حد زیادی قابلیت هضم خوراک و سلامتی دستگاه گوارش در بسیاری از گونه‌های حیوانی مانند جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳۹). 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 اعمال کنند. همچنین اسیدهای آلی

با کاهش حرکت خوراک در دستگاه گوارش و افزایش ماندگاری خوراک منجر به افزایش گوارش پذیری پروتئین و سایر اجزاء خوراک شده و در نتیجه عملکرد طیور را افزایش می‌دهند (۲۰). در بررسی اثرات روده‌ای اسیدیفایرها در جوجه‌های گوشتی، محققین نشان دادند اسیدهای آلی سبب افزایش ارتفاع پرز و کاهش قطر بافت پوششی روده کوچک می‌شوند (۸ و ۲۴). اثرات سودمند تعدادی از اسیدهای آلی از قبیل سیتریک اسید، فوماریک اسید، اسید فرمیک و اسید لاکتیک و نمک‌های آن‌ها در بهبود عملکرد و سلامتی طیور به اثبات رسیده است (۴۲). علاوه بر اثرات ضد عفونی‌کنندگی خوراک طیور و کاهش تعداد میکروارگانیسم مصرفی که از طریق خوراک وارد بدن می‌شوند، نقش اسیدهای آلی در بهبود هضم خوراک، قابلیت هضم مواد غذایی، ایجاد تغییرات مثبت در فلور روده، سلامت و اثرات ارتقاء عملکرد نیز روشن شده است (۳۲ و ۳۱).

بنابراین، اسیدیفایرها در تغذیه دام به‌عنوان یک گزینه‌ی مقرون‌به‌صرفه برای افزایش عملکرد، اثرات خود را از طریق خوراک، روده و سوخت‌وساز بدن حیوان اعمال می‌کنند (۳۷). ایمنی نیز نقش اساسی در کنترل سلامتی حیوان دارد. در همین راستا، استفاده از اسیدیفایرها در جیره غذایی طیور نقش مهمی در بهبود سیستم ایمنی ایفا می‌کند. گزارش شده است که افزودن ۵٪ درصد اسید سیتریک منجر به بهبود وضعیت ایمنی جوجه‌های گوشتی می‌گردد (۱۳). اسیدیفایر بهینه شده مورد استفاده در این تحقیق تولید شرکت دانش بنیان آریانا حاوی اسید لاکتیک، اسید فرمیک، اسید پروپیونیک، اسید استیک و برخی افزودنی‌های دیگر است که به نظر می‌رسد قادر به رقابت با نمونه‌های تجاری در

بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی خواهد بود. با توجه به مصرف اسیدی کننده‌های تجاری متنوع در پرورش جوجه‌های گوشتی و اهمیت اثرگذاری هر یک از آن‌ها در شکل جداگانه، آزمایشی طراحی شد تا اثر این اسیدی کننده بهینه شده و تجاری بر عملکرد، ایمنی و مورفولوژی روده در جوجه‌های گوشتی بررسی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش از نیمه آبان ماه تا آخر آذر ماه در سالن تحقیقاتی پرورش جوجه‌های گوشتی واقع در جاده کلات-مشهد آغاز گردید و به مدت ۴۲ روز به طول انجامید. جهت انجام این آزمایش از ۲۴ عدد پن به ابعاد ۲۲۰ در ۲۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. تعداد ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ از شرکت مرغ اجداد زربال تنکابن خریداری و به محل آزمایش انتقال داده شد. میانگین وزن جوجه‌ها، ۴۲ گرم و سن گله مادر آن‌ها ۴۸ هفته بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. در روز اول جوجه‌ها توزین و به‌طور تصادفی بین تیمارها به گونه‌ای تقسیم شدند که در هر پن ۲۰ جوجه قرار گرفت. در طول ۴۲ روز دوره پرورش، دسترسی پرندگان به آب و خوراک آزاد بود و مراقبت‌های لازم منطبق با روش‌های توصیه شده کاتالوگ تجاری به عمل آمد.

جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و سویا متعادل شدند. اسیدهای آلی از شرکت‌های مربوطه (بهینه شده و تجاری) تهیه شدند. برای تعیین نیاز غذایی جوجه‌ها در دوره‌های مختلف پرورش و همچنین برای برآورد مواد مغذی اجزای جیره از راهنمای نیازمندی‌های سویه راس (۲۰۰۹)، نرم افزار جیره نویسی UFFDA و براساس اسید آمینه

قابل هضم استاندارد شده استفاده شد (۲۵). افزودنی‌های خوراکی بعد از مخلوط کردن جیره پایه به جیره افزوده شدند (جدول ۱). آزمایش با ۴ تیمار که هر تیمار دارای ۶ تکرار و ۲۰ جوجه در هر تکرار بود، انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی در آزمایش اول به شرح ذیل بودند:

۱- شاهد (جیره پایه)

۲- شاهد+اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۱ درصد

۳- شاهد+اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۲ درصد

۴- شاهد+اسیدیفایر تجاری به مقدار ۰/۲ درصد

خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی هر تکرار به صورت هفتگی و در پایان دوره اندازه‌گیری شد. شاخص تولید اروپایی در انتهای دوره آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. فرمول شاخص تولید به‌صورت زیر است (۹):

(سن کشتار × ضریب تبدیل غذایی) / ۱۰۰ ×
(درصد ماندگاری × میانگین وزن کشتار) =
شاخص تولید اروپایی

برای بررسی پاسخ ایمنی هومورال اولیه و ثانویه در روزهای ۱۴ و ۲۸ دوره پرورش به دو پرنده از هر تکرار میزان ۱ میلی لیتر گلوبول قرمز گوسفندی ۲/۵ درصد در عضله سینه تزریق گردید. سپس ۷ روز بعد از تزریق از پرندگان مذکور خون‌گیری به عمل آمد برای اندازه‌گیری تیترا آنتی بادی علیه SRBC از روش رقیق سازی متوالی (سنجش هم‌آگلوتیناسیون) استفاده شد (۱۱).

جدول ۱. مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره پایه (درصد)

ماده خوراکی	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی
ذرت	۵۴/۰۳۵	۵۹/۷۵	۶۲/۴۰
کنجاله سویا	۳۴/۶۳	۳۰/۴۵	۳۱/۱۵
روغن گیاهی	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰
پودر ماهی	۶/۰۰	۴/۰۰	۰/۰۰
دی کلسیم فسفات	۰/۷۵	۱/۰۴	۱/۵۸
صدف	۱/۱۵	۱/۲۱	۱/۳۱
بیکربنات سدیم	۰/۱۲۸	۰/۲۷	۰/۳۰
نمک	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۳۰
مکمل ویتامینه ۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی ۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی-آل متیونین	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۱۸
آل-لیزین-هیروکلرید	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۳
آل-ترئونین	۰/۰۴۷	۰/۰۲	۰/۰۰۶
ترکیب شیمیایی			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۰۲۰	۳۰۳۰
پروتئین خام (درصد)	۲۳/۵۰	۲۰/۹۰	۱۹/۰۰
لیزین (درصد) ^۴	۱/۲۵	۱/۱۰	۰/۹۸
متیونین (درصد)	۰/۶۰	۰/۵۲	۰/۴۴
سیستئین (درصد)	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۲۷
متیونین + سیستئین (درصد)	۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۷۱
ترئونین (درصد)	۰/۸۴	۰/۶۹	۰/۶۴
کلسیم (درصد)	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۰
فسفر قابل استفاده (درصد)	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
سدیم (درصد)	۰/۱۹۹	۰/۲۳	۰/۲۳
کلر (درصد)	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
فیبر خام (درصد)	۴/۹۰	۴/۸۰	۴/۸۰

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی: ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۷/۲ گرم ویتامین E، ۰/۸ گرم ویتامین K، ۰/۷ گرم B1، ۲/۶۴ گرم B2، ۱۱/۸۸ گرم B3، ۳/۹۲ گرم کلسیم دپنتونات، ۱/۱۷۶ گرم B6، ۰/۴ گرم B9، ۶ میلی گرم B12 و ۴۰ میلی گرم H2.

۲- هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی حاوی: ۱۰۰ گرم کولین کلراید، ۳۹/۶۸ گرم منگنز (اکسید)، ۳۳/۸۸ گرم روی، ۲۰ گرم آهن، ۴ گرم مس، ۰/۳۹۶ گرم ید و ۰/۰۸ گرم سلنیوم.

رابطه

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$$

در رابطه فوق Y : مشاهدات، μ : میانگین مشاهدات، T_i : اثر تیمار، B_j : اثر بلوک و e_{ijk} : خطای آزمایش است.

نتایج

مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل

خوراک

اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین، رشد و پایانی در جدول ۲ نشان داده شده است. جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش، تأثیر معنی‌داری بر میانگین مصرف خوراک روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه بدن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نداشتند ($P > 0.05$). مقایسه‌های مستقل بین تیمارها نشان داد که بین انواع اسیدی‌فایر و سطوح استفاده‌شده در جیره‌های جوجه‌های گوشتی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره‌ی پرورش در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که جیره‌های آزمایشی بر میانگین افزایش وزن روزانه بدن، ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارایی اروپایی جوجه‌های گوشتی در کل دوره‌ی پرورش تأثیر معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). تأثیر اسیدهای آلی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در مطالعات زیادی مورد بررسی قرار گرفته است و در این زمینه نتایج متفاوت و بعضاً متناقضی به

جهت اندازه‌گیری pH دستگاه گوارش در روزهای ۲۵ و ۴۲ از هر تکرار ۲ قطعه جوجه به صورت تصادفی انتخاب، بعد از ذبح، سکوم پرنده در نقطه‌ی اتصال به روده بزرگ مسدود و به یک مکان استریل منتقل شد. محتوای ایلئوم و سکوم با دقت وزن شد، سپس با آب مقطر به نسبت ۱:۸ رقیق شد pH. ترکیب با pH متر اندازه‌گیری گردید.

جهت بررسی ریخت‌شناسی بافت روده جوجه‌ها و تعیین ابعاد پرزهای بخش‌های مختلف روده در پایان دوره پرورش، از هر واحد آزمایشی، ۳ قطعه جوجه به صورت تصادفی انتخاب و بعد از وزن کشی انفرادی کشتار شدند. برای این منظور، یک قطعه با اندازه حدود ۳ سانتی‌متر از قسمت نزولی دئودنوم، قسمت میانی ژژنوم و قسمت انتهایی ایلئوم جدا شد. سپس با محلول سرم فیزیولوژیک حاوی بافر خنثی (با pH حدود ۷/۲) شستشو داده شد و درون محلول بافر فرمالین با همان اسیدپتته و با غلظت ۱۵ درصد تثبیت شد. جهت اندازه‌گیری ابعاد پرز و عمق کریپت از رویه تشریح شده توسط آواد و همکاران (۹) استفاده شد.

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۶ تکرار و ۲۰ جوجه در هر تکرار اجرا شد. داده‌ها توسط نرم افزار SAS (2001) (۳۸) و با استفاده از رویه GLM آنالیز شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد (۳۸). هم‌چنین داده‌ها مطابق مدل آماری زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند: مدل آماری طرح:

دست آمده است که به نوع اسیدیفایر، غلظت و درجه خلوص محلول اسیدیفایر، نوع اسیدهای آلی آن و میزان و درجه بافری جیره پایه بستگی دارد (۱۳ و ۴۲ و ۱۶ و ۷). در این رابطه و در توافق با آزمایش حاضر، رضوانی و سعادت‌منش (۵) با مقایسه اسیدیفایرهای خوراکی گلوباسید (۰/۸۵ درصد) و گرین‌کب (۰/۳۵ درصد) بر عملکرد و جمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی سویه تجاری کاب ۵۰۰ نشان دادند که اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و جمعیت میکروبی معنی‌دار نبود. برخلاف نتایج آزمایش حاضر، مهدوی و همکاران با افزودن ۰/۶ درصد اسیدیفایر سالکیل گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره حاوی اسیدیفایر دارای وزن بالاتر و ضریب تبدیل کمتری نسبت به گروه شاهد بودند (۲۹). وو و همکاران (۴۱) با افزودن بوتانئیک اسید و اسیدیفایر و فلاح و رضایی (۱۷)، با افزودن اسیدیفایر بیوترونیک گزارش کردند اسیدیفایر میانگین افزایش وزن روزانه و متوسط مصرف خوراک روزانه را نسبت به گروه شاهد افزایش داد (۱۷ و ۴۱). اسیدیفایر نوتریلاک به جیره جوجه‌های گوشتی گزارش کردند که تیترا آنتی‌بادی علیه برونشیت عفونی، نیوکاسل و آنفلوآنزا نسبت به گروه شاهد بهبود یافت (۲۲). همچنین مهدوی و همکاران (۲۹) با افزودن ۰/۶ درصد اسیدیفایر سالکیل گزارش کردند که تیترا آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل در جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره حاوی اسیدیفایر نسبت به گروه شاهد افزایش داشت. بر

خلاف نتایج آزمایش حاضر، پالیزدار و همکاران (۱)، با افزودن ۰/۱ درصد اسیدیفایر تجاری به جیره جوجه‌های گوشتی پرورش یافته در شرایط با تراکم بالا گزارش کردند نسبت به گروه شاهد، جوجه‌های دریافت‌کننده اسیدیفایر، تیترا آنتی‌بادی پائین تری علیه گلبول قرمز خون گوسفند داشتند. پالامیدی و همکاران (۳۳)، با افزودن اسیدیفایر (یک گرم در کیلوگرم جیره) به جیره جوجه‌های گوشتی گزارش کردند افزودن اسیدیفایر میزان اینترلوکین‌های ۱۰، ۸ و ۲۲ را در سلول‌های تانسیل روده‌ای افزایش داد. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط مهدوی و ترکی (۲۸) در تضاد می‌باشد. این محققین گزارش کردند اختلاف معنی‌داری بین جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۲ تا ۳ گرم در کیلوگرم اسید بوتیریک در مقایسه با جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد وجود نداشت.

جدول ۲- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

جیره‌های آزمایشی ۱	۱۴-۱ روزگی			۲۸-۱۵ روزگی			۲۹-۴۲ روزگی		
	خوراک مصرفی (گرم در روز)	وزن بدن (گرم در روز)	ضریب تبدیل	خوراک مصرفی (گرم در روز)	وزن بدن (گرم در روز)	ضریب تبدیل	خوراک مصرفی (گرم در روز)	وزن بدن (گرم در روز)	ضریب تبدیل
۱	۶۳/۷	۳۵/۰	۱/۸۲	۱۸۳/۹	۱۲۶/۰	۱/۴۶	۲۴۱/۷	۱۳۸/۹	۱/۷۵
۲	۶۲/۰	۳۴/۵	۱/۷۹	۱۶۹/۴	۱۱۶/۳	۱/۴۷	۲۴۳/۱	۱۲۹/۳	۱/۹۱
۳	۶۳/۱	۳۵/۷	۱/۷۷	۱۹۱/۲	۱۳۱/۳	۱/۴۵	۲۸۴/۹	۱۴۳/۹	۲/۰۳
۴	۶۳/۳	۳۴/۹	۱/۸۲	۱۷۷/۰	۱۲۵/۶	۱/۷۷	۲۴۷/۱	۱۳۵/۲	۱/۸۳
خطای استاندارد	۱/۹۴	۰/۹۳	۰/۵۱	۱۰/۳۲	۴/۴۹	۰/۲	۱۲/۱۱	۱۰/۵۱	۰/۱۲
میانگین‌ها									
P-Value	۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۵۱	۰/۱۸	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۴۱
مقایسات مستقل	P-Value								
شاهد در مقابل	۰/۶۹	۰/۹۸	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۲۵	۰/۸۲	۰/۲۲
اسیدیفایر									
بهینه شده در مقابل	۰/۷۴	۰/۸۹	۰/۶۱	۰/۸۱	۰/۷۵	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۹۱	۰/۳۶
تجاری									

a,b,c میانگین‌های داخل هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار باهم می‌باشند ($P > 0.05$).

۱-شاهد (جیره پایه)، ۲- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۱ درصد، ۳- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۲ درصد، ۴- شاهد + اسیدیفایر تجاری به مقدار ۰/۲ درصد

جدول ۳- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره (۱-۴۲ روزگی)

شاخص کارایی تولید اروپائی	ضریب تبدیل	وزن بدن (گرم در روز)	خوراک مصرفی (گرم در روز)	جیره‌های آزمایشی ۱
۲۹۱/۲	۱/۶۳	۵۰/۰	۸۱/۵ ^{ab}	۱
۲۶۳/۲	۱/۷۰	۴۶/۷	۸۹/۹ ^b	۲
۲۸۶/۵	۱/۷۵	۵۱/۸	۷۹/۱ ^a	۳
۲۸۴/۸	۱/۶۵	۴۹/۳	۸۱/۳ ^{ab}	۴
۱۸/۸۰	۰/۰۷	۱/۹۴	۲/۸۵	خطای استاندارد میانگین‌ها
۰/۷۳	۰/۶۲	۰/۳۵	۰/۰۰۸	P-Value
P-Value				مقایسات مستقل
۰/۵۵	۰/۳۹	۰/۷۴	۰/۵۸	شاهد در مقابل اسیدیفایر
۰/۶۷	۰/۳۸	۰/۹۸	۰/۳۷	بهینه شده در مقابل تجاری

a,b,c میانگین‌های داخل هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار باهم می‌باشند ($P > 0.05$).

۱-شاهد (جیره پایه)، ۲- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۱ درصد، ۳- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۲ درصد، ۴- شاهد + اسیدیفایر تجاری به مقدار ۰/۲ درصد

جدول ۴- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تیترا آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز خون گوسفند (SRBC)

ثانویه			اولیه ۲			جیره‌های آزمایشی ۱
Total-Ig	IgM	IgG	Total-Ig	IgM	IgG	
۶/۳۸ ^b	۱/۲۵ ^b	۵/۱۲	۳/۶۳ ^b	۱/۲۵	۲/۳۷ ^b	۱
۷/۶۳ ^b	۱/۸۷ ^{ab}	۵/۷۶	۳/۶۳ ^b	۱/۳۸	۲/۲۵ ^b	۲
۸/۲۶ ^a	۲/۵۰ ^a	۵/۷۶	۴/۶۳ ^a	۱/۲۶	۳/۳۸ ^a	۳
۷/۳۹ ^{ab}	۱/۵۱ ^{ab}	۶/۱۳	۴/۵۰ ^{ab}	۱/۳۹	۳/۱۲ ^{ab}	۴
۰/۴۸۷	۰/۳۴۲	۰/۶۱۶	۰/۳۴۱	۰/۲۵۶	۰/۲۹۶	خطای استاندارد میانگین‌ها
۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۳۲	۰/۷۱	۰/۰۴	P-Value
P-Value						مقایسات مستقل
۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۷۸	۰/۱۸	شاهد در مقابل اسیدیفایر
۰/۶۲	۰/۱۱	۰/۶۳	۰/۳۱	۰/۸۴	۰/۴۶	بهینه شده در مقابل تجاری

a,b,c میانگین‌های داخل هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار باهم می‌باشند ($P > 0.05$).

۱-شاهد (جیره پایه)، ۲- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۱ درصد، ۳- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۲ درصد، ۴- شاهد + اسیدیفایر تجاری به مقدار ۰/۲ درصد

تجاری به مقدار ۰/۲ درصد ۲-Total-Ig = ایمونوگلوبولین کل، IgG = ایمونوگلوبولین G و IgM = ایمونوگلوبولین M.

ریخت‌شناسی روده

اثر جیره‌های آزمایشی ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد که افزودن اسیدیفایر (بهینه‌شده و تجاری) به جیره جوجه‌های گوشتی به‌طور معنی‌داری موجب افزایش طول پرزهای روده در ناحیه ژژنوم شد ($P < 0/01$)، در حالی‌که تأثیری بر عرض پرز، عمق کریپت، ضخامت لایه ماهیچه‌ای و سطح مقطع پرز در این بخش نداشت ($P > 0/05$). همچنین نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ژژنوم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P < 0/05$). به‌گونه‌ای که بالاترین نسبت در تیمار حاوی ۲/۰ درصد اسیدیفایر بهینه‌شده (۷۶/۹) مشاهده گردید، که بیانگر افزایش ظرفیت جذب مواد مغذی و بهبود وضعیت بافتی روده در این گروه است. با وجود این، بین دو نوع اسیدیفایر (بهینه‌شده و تجاری) تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد ($P > 0/05$). در ناحیه ایلئوم، نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر طول و عرض پرز، عمق کریپت، ضخامت لایه ماهیچه‌ای و سطح مقطع پرز نداشتند ($P > 0/05$). هرچند نسبت ارتفاع به عمق کریپت در این بخش تمایل به افزایش داشت ($P = 0/06$)، بیشترین مقدار آن در تیمار حاوی ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری مشاهده گردید.

موافق با نتایج آزمایش حاضر، تهامی و همکاران (۲) گزارش کردند که استفاده از سطح ۰/۱ درصد اسیدیفایر ارگاسید در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش طول پرز دئودنوم و استفاده از سطح ۰/۲ درصد اسیدیفایر ارگاسید سبب افزایش طول پرز در ناحیه ایلئوم و ژژنوم جوجه‌های گوشتی

شد در حالی‌که بر خلاف نتایج آزمایش حاضر، اسیدیفایر ارگاسید موجب افزایش تعداد سلول‌های گلبت، عمق کریپت و عرض پرز و کاهش ضخامت لایه ماهیچه‌ای روده کوچک جوجه‌های گوشتی شد. همچنین در توافق با نتایج آزمایش حاضر، گزارش شده است که افزودن اسیدهای آلی از ۷ تا ۲۸ روزگی منجر به افزایش طول پرزهای دئودنوم شد اما بر عمق کریپت و عرض پرز ژژنوم و ایلئوم تأثیر نداشت (۲۶). افزایش طول پرز در روده جوجه‌های دریافت‌کننده اسیدهای آلی یا گیاهان دارویی به دلیل کاهش تجمع باکتری‌های بیماری‌زا در دیواره روده کوچک و کاهش تولید ترکیبات مضر می‌باشد که منجر به تغییر مورفولوژی روده کوچک شده و مانع از تخریب و آسیب سلول‌های مخاطی دیواره روده کوچک می‌شوند (۲۱). طول پرز و عمق کریپت در نواحی ابتدایی روده کوچک بلندتر از نواحی انتهایی است و هرچه طول پرز بیشتر باشد نشان‌دهنده بالاتر بودن ظرفیت جذبی روده است که در نهایت سبب بهبود عملکرد طیور می‌شود (۱۴). همچنین پرزهای بلندتر سبب کاهش سرعت عبور خوراک، کاهش رطوبت محتویات و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود؛ اما با این حال در مواردی نیز عدم ارتباط معنی‌دار بین عملکرد جوجه‌های گوشتی با طول پرز و عمق کریپت مشاهده شده است (۴۰). در آزمایش حاضر با توجه به اینکه فقط طول پرز در ناحیه ایلئوم تحت تأثیر اسیدهای آلی قرار گرفت و بقیه فراسنجه‌های ریخت‌شناسی روده تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است، طبیعتاً انتظار بر این است که عملکرد جوجه‌های گوشتی نیز تحت تأثیر قرار نگیرد که همین نتیجه نیز در داده‌های جدول ۲ قابل مشاهده است. در آزمایش

حاضر علیرغم تأثیر مثبت اسیدهای آلی در کاهش باکتری اشریشیاکلی، تعداد باکتری‌های هوازی افزایش یافته و همچنین به دلیل عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر pH روده کوچک، شرایط دستگاه گوارش به نوعی نبوده که منجر به کاهش ضخامت لایه ماهیچه‌ای در ناحیه ایلئوم و ژوژنوم شود که احتمالاً به دلیل افزایش pH محتویات ایلئوم و افزایش باکتری‌های هوازی در ایلئوم جوجه‌های گوشتی می باشد. عامل مؤثر دیگر بر میزان کاهش pH، مقدار یا غلظت اسید مورد استفاده است که به نظر می رسد در این آزمایش مقدار آن کافی نبوده و پیشنهاد می‌شود که از سطوح بالاتر اسیدهای آلی بهینه شده و تجاری در آزمایشات بعدی استفاده شود.

شمار کل باکتری‌های هوازی، اشریشیا کلی و

لاکتوباسیل

اثر جیره‌های آزمایشی بر شمار کل باکتری‌های هوازی، اشریشیاکلی و لاکتوباسیل و pH ایلئوم جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ آمده است. افزودن اسیدیفایر (بهینه شده و تجاری) به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به کاهش شمار باکتری اشریشیاکلی شد؛ به طوریکه افزودن ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری و ۰/۲ درصد اسیدیفایر بهینه شده بیشترین تأثیر را بر کاهش تعداد باکتری اشریشیاکلی داشتند ($P < 0/05$). نتایج مقایسات مستقل بین تیمارها نیز نشان داد که نسبت به اسیدیفایر بهینه شده، افزودن اسیدیفایر تجاری تا حدودی تأثیر بیشتری بر کاهش شمار باکتری اشریشیاکلی داشت ($P = 0/07$). در رابطه با شمار باکتری‌های لاکتوباسیل نیز افزودن هر دو اسیدیفایر بهینه شده یا تجاری به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به افزایش شمار

باکتری‌های لاکتوباسیل نسبت به گروه شاهد شد به طوریکه افزودن ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری و ۰/۲ درصد اسیدیفایر بهینه شده بیشترین تأثیر را بر افزایش تعداد باکتری‌های لاکتوباسیل داشتند ($P < 0/05$). نتایج مقایسات مستقل بین تیمارها نیز بر عدم برتری بین اسیدیفایرها در تأثیر بر تعداد باکتری‌های لاکتوباسیل دلالت داشت ($P > 0/05$). در رابطه با شمار کل باکتری‌های هوازی، افزودن ۰/۲ درصد از هر کدام از اسیدیفایرهای بهینه شده یا تجاری به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به افزایش شمار باکتری‌های هوازی نسبت به گروه شاهد شد؛ به طوری که افزودن ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری بیشترین تأثیر را بر افزایش تعداد باکتری‌های هوازی داشت. اما افزودن ۰/۱ درصد اسیدیفایر بهینه شده منجر به کاهش جمعیت باکتری‌های هوازی ایلئوم جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد ($P < 0/05$). نتایج مقایسات مستقل بین تیمارها نیز نشان داد که بین گروه شاهد با اسیدیفایرها و همچنین بین اسیدیفایرها از لحاظ تعداد باکتری‌های هوازی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و اسیدیفایر تجاری بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد باکتری‌های هوازی داشت ($P < 0/05$).

pH ایلئوم

افزودن هر دو اسیدیفایر بهینه شده یا تجاری به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به افزایش pH ایلئوم نسبت به گروه شاهد شد به طوریکه افزودن ۰/۲ درصد اسیدیفایر تجاری یا ۰/۲ درصد اسیدیفایر بهینه شده منجر به افزایش pH ایلئوم نسبت به گروه شاهد شد ($P < 0/05$). اما بین گروه دریافت کننده ۰/۱ درصد اسیدیفایر بهینه

شده و گروه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($P>0/05$). نتایج مقایسات مستقل بین تیمارها نیز نشان داد که از نظر اثر بر pH ایلئوم، تفاوت معنی‌داری میان منابع مختلف اسیدی‌فایر وجود ندارد ($P>0/05$).

برخلاف نتایج آزمایش حاضر، تهامی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که استفاده از سطوح ۰/۱ تا ۰/۳ درصد اسیدی‌فایر ارگاسید در جیره جوجه‌های گوشتی بر pH سنگدان، ژئوژنوم، ایلئوم و رکتوم تأثیر نداشتند اما ۰/۱ درصد و ۰/۲ درصد اسیدی‌فایر ارگاسید به ترتیب سبب کاهش pH پیش‌معه و دئودنوم جوجه‌های گوشتی شد. همچنین گزارش شده است که افزودن ۱/۵ تا ۳ درصد اسید سیتریک بر pH دئودنوم، ژئوژنوم و ایلئوم تأثیر نداشت (۲۲ و ۶). همچنین پالامیدی و همکاران (۳۳) با افزودن اسیدی‌فایر (یک گرم در کیلوگرم جیره) گزارش کردند که pH سنگدان تحت تأثیر اسیدی‌فایر قرار نگرفت. وو و همکاران (۴۱)، با افزودن بوتانوئیک اسید و اسیدی‌فایر گزارش کردند که pH محتویات چینه‌دان، سنگدان و ایلئوم در گروه بوتانوئیک اسید بالاتر از گروه‌های اسیدی‌فایر و دی‌ال متیونین بود. افزودن اسیدی‌فایر رشد باکتری‌های تولیدکننده بوتیرات مانند *Faecalibacterium* را افزایش داد در حالیکه بوتانوئیک اسید تکثیر باکتری‌های تولیدکننده اسید از جمله *Roseburia* و *Collinsella* را مهار کرد.

میزان pH در یک ناحیه مخصوص از مسیر معده‌ای-روده‌ای عامل مهمی در تغییر و تثبیت جمعیت میکروبی آن ناحیه از دستگاه گوارش است که می‌تواند روی قابلیت هضم و جذب مواد مغذی مؤثر باشد. بیشتر باکتری‌های بیماری‌زا در

pH نزدیک به ۷ یا بالاتر رشد و تکثیر دارند درحالی‌که باکتری‌های مفید در pH اسیدی رشد بهتری دارند و قدرت رقابت با باکتری‌های بیماری‌زا را دارند که در نتیجه کاهش pH منجر به بهبود رشد و تکثیر و تثبیت باکتری‌های مفید در دستگاه گوارش می‌شود. با تغییر جمعیت باکتری‌های دستگاه گوارش، میزان pH تغییر می‌کند و سرعت عبور خوراک نیز از دستگاه گوارش کندتر شده و قابلیت هضم و جذب بهبود می‌یابد (۲۱).

برای رشد هر نوع باکتری، pH خاصی مورد نیاز است و با تغییر pH هر بخش از دستگاه گوارش، نوع باکتری‌های غالب آن ناحیه نیز دچار تغییر می‌شود و ممکن است که جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا کاهش و باکتری‌های مفید افزایش یابد. در آزمایش حاضر با توجه به اینکه pH افزایش یافته است اما تعداد باکتری اشریشیاکلی کاهش و تعداد لاکتوباسیل و کل باکتری‌های هوازی افزایش یافته است که تفسیر نتایج را مقداری مشکل می‌کند و نتایج کاملاً غیر قابل انتظار بود. به نظر نویسندگان با اندازه‌گیری pH نواحی دیگر روده کوچک ممکن است بهتر بتوان دلیل تغییر باکتری‌های ناحیه ایلئوم را توضیح داد. مخالف نتایج آزمایش حاضر، رضوانی و سعادت‌منش (۵) با مقایسه اسیدی‌فایرهای خوراکی تجاری (۰/۰۸۵ درصد) و گرین‌کب (۰/۰۳۵ درصد) بر جمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی سوئه تجاری کاب ۵۰۰ گزارش کردند که اسیدی‌فایرها بر جمعیت میکروبی تأثیرگذار نبودند که احتمالاً به دلیل میزان کم اسیدی‌فایر مورد استفاده در جیره بوده است. اشریشیاکلی از باکتری‌های گرم منفی می‌باشد که به اپیتلیوم چینه دان و انتهای پرز های روده متصل می‌شود و با ایجاد کلی‌باسیلوز

سبب کاهش رشد طیور می‌شود.

پاندا و همکاران (۳۴) گزارش کردند که استفاده از ۰/۶ درصد اسید فرمیک در جیره سبب کاهش تعداد اشریشیاکلی در چینه دان شد در حالی که بر شمار آن در روده کوچک و سکوم بی تأثیر بود؛ که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی نداشت. باکتری‌های حساس به اسید می‌توانند به وسیله القاء یک پاسخ مقاوم به اسید، با شوک اسیدی وفق پیدا کنند (۱۸). همچنین پژوهش‌های زیادی نشان داده که اسید‌های آلی بیشترین تأثیر ضد باکتریایی را علیه کامپیلو باکتر در pH حدود ۴ دارند. به دلیل بالاتر بودن pH چینه دان طیور نسبت به pka بعضی از اسید‌های آلی، مقداری از اسید پس از ورود به چینه دان به سرعت به پروتون و آنیون تفکیک می‌شود. این شکل یونیزه به دلیل داشتن بار الکتریکی قادر به عبور از غشای سلولی نبوده و بنابراین نمی‌تواند اثر باکتری‌کشی خود را اعمال کند (۱۱). بنابراین یکی دیگر از دلایلی که احتمالاً باعث اثر باکتری‌کشی ضعیف اسید‌های چرب کوتاه و متوسط زنجیر در این آزمایش شده است، ممکن است تفکیک شدن اسید باشد. علاوه بر این غلظت مؤثر این اسید ها به عوامل مختلفی بستگی دارد. حضور باکتری در گروه آنتی-بیوتیکی در این تحقیق نیز می‌تواند ناشی از عدم تأثیر آنتی بیوتیک ویرجینا مایسین بر باکتری‌های گرم منفی از جمله اشریشیاکلی باشد. آنتی بیوتیک‌ها دارای طیف اثر گسترده می‌باشند و باکتری‌هایی مانند لاکتوباسیلوس، بیفیدو باکتر ها، انتروکوکوس ها و پدیوکوکوس ها را کاهش داده که به دنبال آن کاهش قابل توجهی در سطح اسید لاکتیک به عنوان عامل مؤثر در کاهش میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا رخ خواهد داد

(۳۵). مشابه با نتایج آزمایش حاضر، محمد زاده و همکاران (۳۰) گزارش کردند که استفاده از سطوح مختلف اسیدهای چرب متوسط زنجیر در طی دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی، تأثیر معنی‌داری بر جمعیت میکروبی لاکتوباسیلوس در دستگاه گوارش نداشت. با بررسی اثر افزودن محرک‌های رشد در جیره گزارش کرد که افزودن آنتی بیوتیک ویرجینامایسین به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان باکتری‌های لاکتوباسیلوس و افزایش کلیفرم ایلنوم روده جوجه‌های گوشتی شد (۷). به دلیل پیچیدگی‌های عوامل دخیل در طراحی و اجرای آزمایشات، ارزیابی مستقیم و مقایسه قدرت ضد باکتریایی تک تک اسیدها کاری دشوار است، زیرا خصوصیات فیزیکوشیمیایی اسید‌های مربوطه، گونه‌های باکتریایی مورد بحث، شرایط رشد، ترکیبات واسطه و مرحله رشد در این امر مؤثر هستند (۲۷). از این رو یکی دیگر از دلایلی که برای عدم تأثیر اسید‌های چرب مورد استفاده بر جمعیت میکروبی در این آزمایش می‌توان به آن استناد کرد این موضوع می‌باشد.

جدول ۵- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (μm)

ایلتوم						ژژنوم					
جیره‌های آزمایشی ۱	طول پرز	عرض پرز	عمق کریپت	ارتفاع/عناق کریپت	لایه ماهیچه‌ای	سطح مقطع پرز	طول پرز	عرض پرز	عمق کریپت	ارتفاع/عناق کریپت	سطح مقطع پرز
۱	۱۲۸۴ ^b	۱۹۸	۱۶۷	۷/۶۹ ^b	۴۶۹	۷۹۹۴۱۳	۱۴۵۱	۲۰۰	۱۵۷	۹/۲۴	۴۰۳
۲	۱۴۷۱ ^a	۱۸۷	۱۷۵	۸/۴۱ ^b	۴۹۶	۸۶۲۰۶۴	۱۳۷۴	۲۰۸	۱۵۲	۹/۰۴	۴۴۲
۳	۱۴۶۴ ^a	۱۹۱	۱۵۰	۹/۷۶ ^a	۴۸۱	۸۷۹۷۴۷	۱۲۸۸	۱۸۵	۱۵۱	۸/۵۳	۴۲۸
۴	۱۴۱۰ ^a	۱۸۵	۱۶۹	۸/۳۴ ^b	۴۸۷	۸۱۶۳۵۰	۱۴۰۵	۲۰۱	۱۴۰	۱۰/۰۴	۴۵۶
خطای استاندارد میانگین‌ها	۲۷/۷	۸/۶	۹/۱	۰/۵۱	۲۱/۷	۳۵۴۹۰	۵۷/۴	۷/۷	۱۰/۸	۰/۶۸	۱۹/۴
P-Value	۰/۰۰۱	۰/۶۸	۰/۲۷	۰/۰۳۴	۰/۸۵	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۷۱	۰/۰۶	۰/۲۹
P-Value											
شاهد در مقابل اسیدیفایر	۰/۰۰۱	۰/۲۹	۰/۷۹	۰/۰۲۹	۰/۴۷	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۷۹	۰/۴۶	۰/۰۷	۰/۱۶
بهینه شده در مقابل تجاری	۰/۱۱	۰/۶۷	۰/۵۷	۰/۱۲	۰/۹۵	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۶۳	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۳۶

a,b,c میانگین‌های داخل هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی‌دار باهم می‌باشند ($P > 0.05$).

۱-شاهد (جیره پایه)، ۲- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۱ درصد، ۳- شاهد + اسیدیفایر بهینه شده به مقدار ۰/۲ درصد، ۴- شاهد + اسیدیفایر تجاری به مقدار ۰/۲ درصد

نتیجه گیری

نتایج افزودن اسیدیفایر تجاری و اسیدیفایر بهینه شده در جیره جوجه‌های گوشتی نشان داد عملکرد جوجه‌های گوشتی تأثیر گذار جیره آزمایشی قرار نگرفت، اگرچه باعث افزایش پاسخ ایمنی علیه گلبول قرمز گوسفند و بهبود ریخت شناسی روده کوچک شدند. از طرف دیگر اسیدیفایرها منجر به تغییرات مثبت در جمعیت میکروبی روده کوچک جوجه‌های گوشتی شدند. اگرچه میزان pH محتویات ایلئوم افزایش یافت که به نظر می‌رسد ناشی از چند عامل فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای باشد؛ از جمله تأثیر باکتری‌های لاکتوباسیل در مصرف اسیدهای آلی آزاد و تولید متابولیت‌های خنثی، افزایش فعالیت باکتری‌های هوازی یا تأثیر ظرفیت بافری بالای جیره پایه که می‌تواند باعث خنثی شدن بخشی از اسیدهای افزوده شده شود. همچنین ممکن است جذب سریع اسیدهای آلی در بخش‌های ابتدایی روده (پیش‌معدة و دئودنوم) مانع از کاهش pH در بخش ایلئوم شده باشد. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش سطح ۰/۲ درصد اسیدیفایر بهینه شده به منظور بهبود شرایط دستگاه گوارش و ایمنی جوجه‌های گوشتی می‌تواند به عنوان یک افزودنی مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. Tahami, Z., Hosseini, M., and Bashtani, M. 2014a. Effects of organic acids on selected blood parameters and tibia bone characteristics of broiler chickens. *Journal of Livestock and Poultry Research*, 3(1), 15–24.
2. Tahami, Z., Hosseini, M., and Bashtani, M. 2014b. Effects of organic acids on gastrointestinal traits and small intestinal morphology of broiler chickens. *Animal Production Research*, 3(3), 1–10.
3. Khosravi, A., Boldaji, F., Dastar, B., and Hasani, S. 2011. Effects of Protexin, propionic acid, and their combination on the performance of broiler chickens. *Research and Construction*, (91), 36–42.
4. Rezvani, M. R., and Saadatmanesh, G. 2017. Effects of two dietary acidifiers on nutrient digestibility, ileal microbial population, and performance of broiler chickens. *Animal Production*, 19(2), 415–425.
5. Abdel-Fattah, S., M. El-Sanhoury, N. El-Mednay, and F. Abdel-Azeem. 2008. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. *International Journal of Poultry Science* 7(3):215-222.
6. Adil, S., M. Bandy, G. Bhat, S. Qureshi, and S. Wani. 2011. Effect of supplemental organic acids on growth performance and gut microbial population of broiler chicken. *Livestock Research for Rural Development* 23.
7. Agboola, A., B. Omidwura, O. Odu, I. Popoola, and E. Iyayi. 2015. Effects of organic acid and probiotic on performance and gut morphology in broiler chickens. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 45(5):494-501.
8. Awad, W., K. Ghareeb, and J. Böhm. 2008. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets
1. Palizdar, M. H., Pouralemi, M. R., Mohammadian Tabrizi, H. R., and Sepehr, Z. 2016. Effects of dietary acidifiers in broiler chickens reared at high stocking densities on growth performance, immune system, and

- challenged with *E. coli* K88: Performance, microbiology, intestinal morphology, and immune response. *Poult Sci* 96(9):3254-3263.
17. Fallah, R. and H. Rezaei. 2013. Effect of dietary prebiotic and acidifier supplementation on the growth performance, carcass characteristics and serum biochemical parameters of broilers. *Journal of Cell and Animal Biology* 7(3):21-24.
18. Foster, J. W. 1995. Low pH adaptation and the acid tolerance response of *Salmonella typhimurium*. *Crit. Rev. Microbiol.* 21(4):215-237.
19. Fuller, R. 1973. Ecological studies on the lactobacillus flora associated with the crop epithelium of the fowl. *J Appl Bacteriol* 36(1):131-139.
20. Garcia, V. †P. Catala-Gregori, F. Hernandez, M. Megias, and J. Madrid. 2007a. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 16(4):555-562.
21. Garcia, V. †P. Catala-Gregori, F. Hernandez, M. Megias, and J. Madrid. 2007b. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *The Journal of Applied Poultry Research* 16(4):555-562.
22. Ghazalah, A. †A. Atta, K. Elkloub, M. Moustafa, and F. Riry. 2011. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, nutrients digestibility and health of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 10(3):176-184.
23. Hassan, E. R. †K. M. K. M. E. Zeinab, M. A. Girh, and H. M. Mekky. 2012. Comparative studies between the effects of antibiotic (oxytetracycline); probiotic and acidifier on *E. coli* infection and immune response in broiler chickens. *J Am Sci* 8(4):795-801.
- supplemented with a synbiotic containing *Enterococcus faecium* and oligosaccharides. *International journal of molecular sciences* 9(11):2205-2216.
10. Chaveerach, P. †D. Keuzenkamp, L. Lipman, and F. Van Knapen. 2004. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. *Poult Sci* 83(3):330-334.
11. Cheema, M. †M. Qureshi, and G. Havenstein. 2003. A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult Sci* 82(10):1519-1529.
12. Chen, T. 2003. Effect of adding chicory fructans in feed on fecal and intestinal microflora and excreta volatile ammonia. *International Journal of Poultry Science*.
13. Chowdhury, R. †K. Islam, M. Khan, M. Karim, M. Haque, M. Khatun, and G. Pesti. 2009. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. *Poult Sci* 88(8):1616-1622.
14. Deschepper, K. †M. Lippens, G. Huyghebaert, and K. Molly. 2003. The effect of aromabiotic and GALI D'OR on technical performances and intestinal morphology of broilers. Page 189 in *Proc. Proc. 14th European Symposium on Poultry Nutrition*, August, Lillehammer, Norway.
15. Dibner, J. and P. Buttin. 2002a. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *The Journal of Applied Poultry Research* 11(4):453-463.
16. Emami, N. K. †A. Daneshmand, S. Z. Naeini, E. Graystone, and L. Broom. 2017. Effects of commercial organic acid blends on male broilers

- South Pacific Journal of Technology and Science 1(1):10-14.
31. Ndelekwute, E.، U. Unah, and U. Udoh. 2019. Effect of dietary organic acids on nutrient digestibility, faecal moisture, digesta pH and viscosity of broiler chickens. *MOJ Anatomy and Physiology* 2:40-43.
32. Øverland, M.، P. Bikker, and J. Fledderus. 2009. Potassium diformate in the diet of reproducing sows: Effect on performance of sows and litters. *Livestock Science*, 2(2-3): 241-247.
33. Palamidi, I.، V. Paraskeuas, G. Theodorou, R. Breitsma, G. Schatzmayr, G. Theodoropoulos, K. Fegeros, and K. C. Mountzouris. 2017. Effects of dietary acidifier supplementation on broiler growth performance, digestive and immune function indices. *Animal Production Science* 57(2):271-281.
34. Panda, A.، M. Raju, S. R. Rao, G. S. Sunder, and M. Reddy. 2009. Effect of graded levels of formic acid on gut microflora count, serum biochemical parameters, performance and carcass yield of broiler chickens. *Indian Journal of. Animal. Science*. 79(11):1165-1168.
35. Rahimi, S., Teymori zadeh, Z., Karimi Torshizi, M. A., Omidbaigi, R. and H. Rokini. 2011. Effect of the three herbal extracts on growth performance, immune system, blood factors and intestinal selected bacterial population in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science and Technology* 13 (4):527-539.
36. Ross, B. 2009. Ross 308 Broiler Production Manual.
37. Roth, N.، S. Mayrhofer, M. Gierus, C. Weingut, C. Schwarz, B. Doupovec, R. Berrios, and K. J. Domig. 2017. Effect of an organic acids-based feed additive and enrofloxacin on the prevalence of antibiotic-resistant *E. coli* in cecum of broilers. *Poultry Science* 96(11):4053-4.
24. Hernandez, F.، V. Garcia, J. Madrid, J. Orengo, P. Catalá, and M. Megias. 2006. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. *Br Poult Sci* 47(1):50-56.
25. Hoehler, D.، A. Lemme, V. Ravindran, W. Bryden, and H. Rostagno. 2005. Feed formulation in broiler chickens based on standardized ileal amino acid digestibility. Pages 78-91 in *Proc. Proceedings of the 3rd Mid-Atlantic Nutrition Conference*.
26. Iji, P. A.، A. A. Saki, and D. R. Tivey. 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *J. Sci. Food Agric*. 81(12):1186-1192.
27. Lasko, D. ،N. Zamboni, and U. Sauer. 2000. Bacterial response to acetate challenge: a comparison of tolerance among species. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 54(2):243-247.
28. Mahdavi, R. and M. Torki. 2009. Study on usage period of dietary protected butyric acid on performance, carcass characteristics, serum metabolite levels and humoral immune response of broiler chickens. *Journal of Animal Veterinary Advance* 8(9):1702-1709.
29. Mahdavi, S. ،A. Zakeri, Y. Mehmannaavaz, and A. Nobakht. 2013. Comparative study of probiotic, acidifier, antibiotic growth promoters and prebiotic on activity of humoral immune and performance parameters of broiler chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 3(2): 295-299.
30. Mohammadzade, S. ،H. Aghdam shahriar, Y. Ebrahimnejad, A. Ahmadzadeh, and B. Tahmasebpour. 2013. Effect of different levels of medium chain fatty acids on performance, and some of microbial population of gastro in broiler chicks.

38. SAS, I. 2001. SAS/WATTM User's Guide. SAS Institute, Inc. Cary NC.
39. Teirlynck, E., L. Bjerrum, V. Eeckhaut, G. Huygebaert, F. Pasmans, F. Haesebrouck, J. Dewulf, R. Ducatelle, and F. Van Immerseel. 2009. The cereal type in feed influences gut wall morphology and intestinal immune cell infiltration in broiler chickens. *British Journal of Nutrition* 102(10):1453-1461.
40. Vieira, S. L., O. Oyarzabal, D. Freitas, J. Berres, J. Pena, C. Torres, and J. Coneglian. 2008. Performance of broilers fed diets supplemented with sanguinarine-like alkaloids and organic acids. *Journal of Applied Poultry Research* 17(1):128-133.
41. Wu, Y., X. Yin, Y. Wang, T. Mahmood, M. Shahid, D. Yin, and J. Yuan. 2020. Effect of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and acidifier on the performance, chyme pH, and microbiota of broilers. *Animal Science Journal* 91(1):e13409.
42. Yang, X., H. Xin, C. Yang, and X. Yang. 2018. Impact of essential oils and organic acids on the growth performance, digestive functions and immunity of broiler chickens. *Animal nutrition* 4(4):388-393.

Comparison of the Effects of Commercial and Optimized Acidifiers on Performance, Immune Response, Gut Microflora, pH, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens

Ammar Alzarb¹, Ehsan Salehifar^{2*}, Mahdi Elahi Torshizi²

¹ M. Sc. Graduated, Department of Agriculture Science, Ma. C., Islamic Azad University, Mashhad, Iran

² Department of Agricultural Science, Ma. C., Islamic Azad University, Mashhad, Iran

ABSTRACT

To evaluate the effects of organic acids on performance, immune response, gastrointestinal microbial population, and intestinal morphology of broiler chickens, an experiment was conducted using 480 Ross 308 broiler chickens in a completely randomized design with four treatments, six replicates, and 20 birds per replicate. The experimental treatments were as follows: (1) basal diet, (2) basal diet + 0.1% optimized acidifier, (3) basal diet + 0.2% optimized acidifier, and (4) basal diet + 0.2% commercial acidifier. The results indicated that, compared with the control group, the use of acidifiers had no significant effect on feed intake, body weight gain, feed conversion ratio, or the European Production Efficiency Index. Supplementation with 0.2% optimized acidifier and 0.2% commercial acidifier increased total and primary antibody titers against sheep red blood cells. Except for jejunal villus length, neither optimized nor commercial acidifiers had significant effects on the morphological parameters of the jejunum and ileum in broiler chickens. The inclusion of 0.2% commercial acidifier and 0.2% optimized acidifier reduced the population of *Escherichia coli* and increased the counts of *Lactobacillus* spp. and aerobic bacteria, as well as ileal pH. In contrast, supplementation with 0.1% optimized acidifier reduced the population of aerobic bacteria in the ileum compared with the control group. Overall, based on the findings of this study, the inclusion level of 0.2% acidifier can be recommended as an effective feed additive to improve gastrointestinal conditions and immune response in broiler chickens.

ARTICLE INFO

Keywords:

Organic acids, broiler chickens, immune response, intestinal morphology, microbial population

Received: 2025-6-30

Accepted: 2026-5-16

Available: 2026-5-16

* Corresponding author:

Ehsan Salehifar

Email address:

e.salehifar@iau.ac.ir



© 2025 Novel Research in Animal Science (NRAS), Lorestan University.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.