دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

مقایسه اثرات تغذیه‌ای اسیدیفایر بر پایه اسید سیتریک با نمونه تجاری برعملکرد، فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم، pH و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

علی‌رضا حسابی نامقی[1]، علی نسری‌نژاد[2] و مرضیه افخمی[3]

۱- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد
(نویسنده مسوول: a.hessabi@areeo.ac.ir)
۲ و ۳- بخش تحقیق و توسعه شرکت تهران طیور سبز، مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۳
صفحه: ۴۲ تا ۴۹

چکیده

این آزمایش به‌منظور مقایسه اسیدیفایر تولیدی (بر پایه اسیدسیتریک) با نمونه تجاری در جیره جوجه‌های گوشتی بر عملکرد، متابولیت‌های خونی، ریخت‌شناسی و pH روده باریک جوجه‌های گوشتی طراحی شد. در این آزمایش از ٤٠٠ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٥ تیمار، ٤ تکرار و ٢٠ قطعه جوجه به‌ازاء هر تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد بر پایه‌ی ذرت- سویا و تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد به اضافه ۰/۵ ، ۱ و ۱/۵٪ اسیدیفایر تولیدی و ۱٪ اسیدیفایر تجاری به‌همراه کریر در خوراک بود. نتایج نشان داد خوراک مصرفی در جیره‌های حاوی ۱ و ۱/۵٪ اسیدیفایر تولیدی به‌طور معنی‌داری در مقایسه باشاهد در دوره آغازین افزایش یافت (p<۰/۰۵).اسیدیفایر ۰/۵٪ باعث بهبود در وزن و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با شاهد در دوره آغازین و کل دوره شد (p<۰/۰۵). استفاده از ۱٪ اسیدیفایر تولیدی منجر به کاهش وزن جوجه‌های گوشتی و افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره آغازین و کل دوره در مقایسه با شاهد شد (p<۰/۰۵). در حالی‌که اسیدیفایر تجاری باعث بهبود عملکرد در دوره رشد و کل دوره در مقایسه با شاهد شد (p<۰/۰۵). سطح ۱/۵ ٪ اسیدیفایر تولیدی منجر به افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره آغازین در مقایسه با شاهد شد (p<۰/۰۵). HDL سرم در جیره‌های حاوی اسیدیفایر اختلاف معنی‌داری با جیره شاهد نداشت ولی کمترین میزان LDL در جیره حاوی ۰/۵٪ اسیدیفایر مشاهده شد (p<۰/۰۵). کاهش در فعالیت آلکالین‌فسفاتاز سرم در جیره‌های حاوی ۱/۵ و ۱٪ اسیدیفایرهای تولیدی و تجاری مشاهده شد (p<۰/۰۵). pH دستگاه گوارش در دودنوم و ژژونوم در ۲۸ و ٤٢ روزگی در جیره‌های حاوی اسیدیفایر در مقایسه با شاهد تحت‌تاثیر قرار نگرفت. جیره‌های حاوی اسیدیفایر منجر به بهبود خصوصیات ریخت‌شناسی روده شدند (p<۰/۰۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده سطح ۰/۵ درصد اسیدیفایر در خوراک جهت بهبود عملکرد و اثر مثبت بر متابولیت‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدیفایر، اسیدیته دستگاه گوارش، بافت‌شناسی روده، جوجه گوشتی، متابولیت‌های خونی

مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌ها سبب کاهش جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، افزایش مواد غذایی قابل دسترس و در نتیجه بهبود ضریب تبدیل غذایی و وزن جوجه‌های گوشتی می‌شوند. از طرفی به‌دلیل باقی ماندن آنتی‌بیوتیک‌ها در محصولات تولیدی و انتقال آن‌ها به انسان و بروز مقاومت، در بسیاری از کشورها استفاده از آن ممنوع شده است (۱۴). تحقیقات زیادی در رابطه با جایگزینی آنتی‌بیوتیک در جیره در سال‌های اخیر صورت گرفته است. از جمله این مواد می‌توان به اسیدهای آلی اشاره کرد. اسیدهای آلی که بیشتر برای نگهداری و محافظت خوراک از تخریب میکروبی و قارچی استفاده می‌شوند، با اسیدی کردن بیشتر محیط روده موجب مهار باکتری‌های روده‌ای شده که با میزبان در دریافت مواد مغذی رقابت می‌کنند و در نهایت منجر به بهبود عملکرد حیوان می‌شوند (۲۷). طیور نسبت به کلونیزه شدن با میکروارگانیسم‌های بالقوه مضر مانند روتاویروس، ای-کلای، گونه‌های سالمونلا و کلستریدیوم پرفرینجنس حساس هستند (۱۱). یکی از موضوعات مهم در جیره اسیدی شده، مهار رقابت باکتری‌های روده با میزبان برای مواد غذایی قابل دسترس و شاید کاهش متابولیت های سمی باکتری ها مثل آمونیاک و آمین‌ها و از این رو افزایش وزن حیوان میزبان به‌ویژه در سنین اولیه می‌باشد (۲۹). اسیدی کردن جیره، سبب غلبه باکتری‌های مفید مثل لاکتوباسیلوس‌ها بر پاتوژن‌های موجود در محتویات روده می‌شود (۱۵). در نتیجه، اسیدهای آلی در جیره از یک سو، تولید متابولیت‌های سمی توسط باکتری های مضر را کاهش داده و از سوی دیگر، مصرف مواد مغذی خوراک توسط باکتری‌ها را نیز کاهش می‌دهند (۲۹). در میان اسیدهای آلی، اسید استیک به‌عنوان یک اسید ضعیف در حلال‌های آبی بیشترین اثر باکتریوسیدی را با کاهش pH در محدوده ۴ نشان داده است (۸). سلامت دستگاه گوارش متأثر از بار میکروبی محتویات روده است و عامل مهمی در تغییر عملکرد و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی است (۱۹).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]

اسیدهای آلی در جیره‌ی غذایی، ضمن مهار کردن رشد میکروب‌های مضر، شرایط تغذیه‌ای را به نفع باکتری‌های مفیدی، چون لاکتوباسیلوس فراهم می‌کنند. بنابراین جمعیت میکروبی روده، ریخت‌شناسی دیواره سلولی آن را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱۹). بنابراین هدف از این آزمایش مقایسه اثر اسیدیفایر بر پایه اسید سیتریک در جیره با نمونه تجاری بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، ریخت‌شناسی و اسیدیته روده جوجه‌های گوشتی است.

مواد وروش‌ها

این پژوهش در سالن مرغداری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ به‌مدت ۴۲ روز انجام شد. در این آزمایش، از ۴۰۰ قطعه جوجه گوشتی یکروزه سویه راس در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار و۴ تکرار و ۲۰ قطعه جوجه به‌ازاء هر تکرار، استفاده شد. به‌طوری که وزن اولیه و توزیع وزنی بین تکرارهای مختلف تقریبا مشابه بود. تیمارهای آزمایشی (جدول ۱) شامل تیمار شاهد بر پایه ذرت-کنجاله سویا، جیره شاهد به اضافه ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی و ۱ درصد اسیدیفایر تجاری بیو اسید شرکت بیوشم آلمان بود. اسیدیفایر تجاری حاوی ترکیبی از اسید فرمیک /آمونیوم فرمات، اسید پروپونیک/ پروپیونات آمونیوم و اسید لاکتیک بود. اسیدیفایر تولید شده بر پایه اسید سیتریک (حداقل حاوی ۳۵ درصد اسید سیتریک و ۳۰ درصد سدیم سیترات دو آبه) به‌همراه کریرهایی مانند سبوس و کربنات بود. مقادیر فوق از مقدار ذرت جیره‌ها کسر و در جیره مخلوط گردید. پس از وزن‌کشی جوجه‌های هر قفس در سن یک روزگی، جوجه‌ها با میانگین وزنی مشابه در داخل هر تکرار (پن‌ها) توزین شدند. خوراک مصرفی و اضافه وزن جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین (۲۱-۱ روزگی)، رشد (۴۲-۲۲ روزگی) و کل دوره (۱-۴۲ روزگی) محاسبه گردید. تلفات به‌صورت روزانه جمع‌آوری شد و برای تصحیح داده‌های مصرف خوراک و اضافه وزن مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی

در سن ۴۲ روزگی یک پرنده از هر واحد آزمایشی، با میانگین وزنی نزدیک به واحد مربوطه انتخاب و پس از خونگیری و تهیه سرم غلظت آنزیم آلکالین‌فسفاتاز، کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL وLDL سرم خون توسط کیت‌های تجاری (پارس آزمون) و دستگاه طیف‌سنجی خودکار (اسپکتروفتومتری اتوآنالایزر Gessan Chem 200 ساخت کشور ایتالیا) اندازه‌گیری شدند.

تعیین pH روده باریک

برای اندازه‌گیری pH روده پس از کالبد گشایی در ۲۸ و ۴۲ روزگی، ۱۵ سانتیمتر انتهای روده (ایلئوم) جدا و دو انتهای آن با نخ بسته و در داخل کیسه فریزر قرار گرفت و شماره‌گذاری شدند. سپس تمام نمونه‌ها وارد فلاسک حاوی یخ شده، به‌طوری که ارتباط مستقیم بین نمونه‌ها و یخ برقرار نباشد. ۱ گرم از هر یک از محتویات ددنوم، ژژنوم و ایلئوم در ۹ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه ریخته شد و پس از همگن کردن نمونه و آب، توسط دستگاه pH متر دیجیتال مدل pH-201 ساخت شرکت Lutron کشور تایوان، pH نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (۲).

ریخت‌شناسی روده باریک

در روزهای ۲۸ و۴۲ آزمایش از قسمت میانی دودنوم، ژژونوم و ایلئوم حدود ۱/۵ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و پس از شستشو با سالین ۰/۸۵ درصد، در داخل محلول تثبیت‌کننده (فرمالین ۱۰ درصد) به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و پس از ۲۴ ساعت آن محلول تعویض و تا روز آماده‌سازی نمونه‌ها داخل فرمالین قرار گرفتند. سپس مقاطع عرضی با ضخامت ۵ میکرون تهیه و با روش هماتوکسیلین-ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. از هر برش روده ۵ نمونه بافتی تهیه شد (۳۱). ارتفاع پرز (از نوک پرز تا محل اتصال کریپت)، عمق کریپت، ضخامت پرز بر حسب میکرومتر (µm) با استفاده از میکروسکوپ نوری متصل به کامپیوتر و نرم‌افزار EPIX XCAP تعیین شد.

مدل آماری طرح

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۲۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. کلیه‌ی داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (۲۸) آنالیز واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی و در سطح ۵ درصد انجام شد. مدل آماری طرح به شرح زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + e_{ij}$$

در این مدل Y_{ij}: مقدار مشاهده شده برای صفت مورد مطالعه، µ: میانگین جمعیت، T_{ij}: اثر گروه‌های آزمایشی و e_{ij}: اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

نتایج و بحث

عملکرد

نتایج به‌دست آمده در جدول ۲ نشان داد خوراک مصرفی در جیره‌های حاوی ۱ و ۱/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها در دوره آغازین افزایش یافت ($p<0/05$). اختلاف معنی‌داری در خوراک مصرفی در ۲۲ تا ۴۲ روزگی بین تیمارها وجود نداشت. استفاده از اسیدیفایر تاثیر معنی‌داری در مصرف خوراک در مقایسه با تیمار شاهد در کل دوره نداشت و خوراک مصرفی در جیره حاوی اسیدیفایر تجاری به‌طور معنی‌داری کمتر از جیره حاوی ۱/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی بود ($p<0/05$). استفاده از ۰/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی در مقایسه با سایر تیمارها باعث

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]

افزایش وزن جوجه‌ها در دوره آغازین شد (P<۰/۰۵). اسیدیفایر تولیدی در سطح ۰/۵ درصد باعث افزایش وزن و کاهش ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با شاهد در دوره آغازین و کل دوره شد (p<۰/۰۵). سطح ۱ درصد اسیدیفایر تولیدی منجر به کاهش وزن جوجه‌های گوشتی و افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره آغازین و کل دوره در مقایسه با شاهد شد (p<۰/۰۵). در حالی‌که اسیدیفایر تجاری باعث بهبود عملکرد در دوره رشد و کل دوره در مقایسه با شاهد شد (p<۰/۰۵). سطح ۱/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی منجر به افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره آغازین در مقایسه با شاهد شد (p<۰/۰۵). بر اساس نتایج به‌دست آمده از کاظم‌پور و جهانیان (۲۱) مشاهده شد سطح اسید مصرفی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان خوراک مصرفی مرغان تخم‌گذار داشت به‌طوری که صرف‌نظر از نوع اسید مصرفی (اسید سیتریک و اسید بوتیریک) با افزایش سطح اسید در جیره، میزان خوراک مصرفی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (p<۰/۰۱). همچنین اندریس و همکاران (۴) و افشارمنش و پوررضا (۲) گزارش کردند که استفاده از اسید سیتریک منجر به بهبود بازده غذایی و مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی شد. افزودن ۳ درصد اسید سیتریک موجب بهبود معنی‌دار افزایش وزن در دوره رشد گردید. با این حال افزایش وزن بدن به‌شدت تحت‌تاثیر جیره‌های حاوی ۶ درصد اسید سیتریک قرار گرفت و در تمام دوره‌های آزمایشی افزایش وزن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۲۵). اسید سیتریک همانند سایر اسیدهای آلی pH مناسبی برای فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک در دستگاه گوارش ایجاد می‌کند و همچنین با کاهش جمعیت میکروبی روده سبب افزایش هضم خوراک و نهایتاً افزایش رشد جوجه‌ها می‌گردد (۱۰).

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی مواد مغذی جیره‌های آزمایشی
Table 1. Ingredients and nutrient composition of experimental diets

اقلام خوراکی (کیلوگرم در تن)	۱۰-۰ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵ روزگی
ذرت	۵۷۲/۹	۶۰۶/۳	۶۴۹/۵
کنجاله سویا	۳۴۳/۵	۳۳۲	۲۹۲
گلوتن ذرت ۶۱٪	۲۰	–	–
کربنات کلسیم	۱۲	۱۱/۳	۱۰/۲
روغن	۱۷/۶	۲۰	۲۱
دی کلسیم فسفات	۱۸/۷	۱۶/۳	۱۳/۹
نمک	۳/۴	۳/۳	۳/۲
مکمل ویتامینی و معدنی[1]	۵	۵	۵
متیونین	۲/۹	۲/۶	۲/۴
لیزین	۲/۸	۲/۳	۲/۳
ترئونین	۱/۲	۰/۹	۰/۵
مجموع	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
مقادیر آنالیز شده			
ماده خشک	۸۹/۲	۸۸/۶	۸۹/۱
پروتئین خام	۲۲/۳	۲۰/۴	۱۸/۴
چربی	۴/۵	۴/۱	۴/۱
خاکستر	۶/۱	۶/۳	۶/۷
کلسیم	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۱
فسفر	۰/۵۵	۰/۴۸	۰/۴۶
مقادیر محاسبه شده			
انرژی (کیلوکالری در کیلوگرم جیره)	۲۹۰۰	۲۹۶۰	۳۰۴۰
پروتئین (٪)	۲۲	۲۰/۵	۱۸/۸
کلسیم (٪)	۱	۰/۹	۰/۸
فسفر (٪)	۰/۵	۰/۴۵	۰/۴
لیزین (٪)	۱/۴۴	۱/۳	۱/۱۵
متیونین+ سیستئین (٪)	۱/۰۸	۱	۰/۸
متیونین (٪)	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۴۲
ترئونین (٪)	۰/۹۷	۰/۸۸	۰/۸۴
تریپتوفان (٪)	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۸

۱. مکمل ویتامینی و معدنی برای هر کیلوگرم جیره مقادیر زیر را تامین می‌کند: مقادیر ۱۱۰۰۰IU ویتامین A، ۴۰۰۰IU ویتامین D_3 ، ۶۵ IU ویتامین E، ۳ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۳ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۷ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۱۵ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۵۰ میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، ۵ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۲میلی‌گرم اسید فولیک، ۰/۱۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۰/۲۵ میلی‌گرم بیوتین و ۱۱۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید. ۱۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم روی، ۲۵ میلی‌گرم آهن، ۱۵ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرم ید و ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]

جدول ۲- تاثیر اسیدیفایر بر عملکرد جوجه‌های گوشتی از سن ۴۲-۱ روزگی
Table 2. The effect of acidifier on performance of broiler chicken from 1 to 42 d of age

تیمار	مصرف خوراک (کیلوگرم)			اضافه وزن (کیلوگرم)			ضریب تبدیل غذایی		
	۲۱-۱	۴۲-۲۲	۴۲-۱	۲۱-۱	۴۲-۲۲	۴۲-۱	۲۱-۱	۴۲-۲۲	۴۲-۱
شاهد	۱/۲۱^{b}	۳/۲۵	۴/۴۶^{ab}	۰/۷۹^{b}	۱/۷۲^{bc}	۲/۵۲^{b}	۱/۵۲^{b}	۱/۸۸^{ab}	۱/۷۷^{b}
۰/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۱/۲۱^{b}	۳/۲۰	۴/۴۲^{ab}	۰/۸۸^{a}	۱/۷۶^{ab}	۲/۶۴^{a}	۱/۴۲^{c}	۱/۸۲^{bc}	۱/۶۷^{c}
۱٪ اسیدیفایر تولیدی	۱/۳۳^{a}	۳/۱۹	۴/۵۲^{ab}	۰/۸۰^{b}	۱/۶۳^{d}	۲/۴۴^{c}	۱/۶۷^{a}	۱/۹۴^{a}	۱/۸۵^{a}
۱/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۱/۳۴^{a}	۳/۲۸	۴/۶۲^{a}	۰/۸۰^{b}	۱/۷۰^{c}	۲/۵۰^{bc}	۱/۶۷^{a}	۱/۹۳^{a}	۱/۸۴^{ab}
۱٪ اسیدیفایر تجاری	۱/۲۱^{b}	۳/۱۸	۴/۳۹^{b}	۰/۸۲^{b}	۱/۷۹^{a}	۲/۶۱^{a}	۱/۴۷^{cb}	۱/۷۸^{c}	۱/۶۸^{c}
SEM	۰/۰۲۱	۰/۰۴۱	۰/۰۴۶	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۹	۰/۰۲۳	۰/۰۱۷
P-value	<۰/۰۰۱	۰/۳۹۵	۰/۰۲۶	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

*: حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح خطای ۰/۰۵ است.
*SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

اگرچه با افزایش سطح اسیدیفایر میزان اضافه وزن بدن در مقایسه با شاهد در دوره آغازین افزایش یافت اما افزایش سطح اسیدیفایر از ۰/۵ به ۱/۵ درصد باعث کاهش اضافه وزن جوجه‌های گوشتی در دوره رشد و کل دوره در مقایسه با شاهد گردید که عدم پاسخ مناسب به اسیدیفایر با افزایش سن احتمالاً مربوط به افزایش ترشح اسید و افزایش عملکرد دستگاه گوارش می‌باشد (۲۳). استفاده از مقادیر زیاد اسیدهای آلی در جیره به‌علت کاهش خوشخوراکی سبب کاهش مصرف خوراک و در نتیجه کاهش عملکرد در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۱۶). کیم و همکاران (۲۲) گزارش کردند پاسخ‌های متفاوت به اسیدیفایر علاوه بر سن حیوان می‌تواند مربوط به خوشخوراکی خوراک، ترکیب و منابع جیره و سطوح مکمل اسیدیفایر باشد.

فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم

نتایج به‌دست آمده در جدول ۳ نشان داد که میزان تری گلیسرید و کلسترول سرم تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت. تیمارهای حاوی اسیدیفایر تاثیری بر میزان HDL سرم در مقایسه با شاهد نداشت. کمترین میزان LDL در جیره‌های حاوی ۰/۵ درصد اسیدیفایر مشاهده شد. که اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت (p<۰/۰۵). کاهش در فعالیت آلکالین‌فسفاتاز سرم در جیره‌های حاوی ۱ و ۱/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی و ۱ درصد اسیدیفایر تجاری مشاهده شد (p<۰/۰۵). آلکالین فسفاتازها گروهی از آنزیم‌های وابسته به روی هستند که فعالیت کاتالیکی آن‌ها تجزیه استرهای فسفات است. در پستانداران و پرندگان، آنزیم آلکالین فسفاتاز روده یک آنزیم براش بوردری (مستقر در لبه مسواکی پرزهای روده) است که نقش اساسی در بلوغ و تکامل سلول‌های جذبی روده، هموستاز و سلامت ایفا می‌کند که در نهایت منجر به بهبود عملکرد می‌شود (۱۳).

استفاده از سطوح ۳، ۶ و ۹ گرم اسیدیفایر در هر کیلوگرم جیره اثر معنی‌داری بر میزان تری گلیسیرید، کلسترول و HDL پلاسما نداشت (۷) که با نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر مبنی بر اثر اسیدیفایر بر تری‌گلیسرید و کلسترول سرم مطابقت دارد. نتایج نورمحمدی و همکاران (۲۴) نشان دادند که استفاده از اسید سیتریک منجر به کاهش معنی‌دار سطح کلسترول، LDL و نیز افزایش میزان HDL سرم شد، ولی تأثیری بر میزان تری‌گلیسرید سرم جوجه‌های گوشتی نداشت. براساس مطالعات انجام شده آنزیم لیپاز در شرایط اسیدی معده غیرفعال می‌شود. تغییر در سطح آنزیم لیپوپروتئین لیپاز می‌تواند بر سطح لیپوپروتئین‌ها و آپولیپوپروتئین‌ها موثر باشد (۳۰). مکانیسم عمل اسید سیتریک بر قابلیت دسترسی فسفر به خوبی توضیح داده نشده است. فرض شده که اسید سیتریک می‌تواند کلسیم را باند کند و هم زمان اثرات مهارکنندگی‌اش روی هیدرولیز اسیدفایتیک روده را کاهش دهد. استفاده از ۳۰ گرم اسید سیتریک در هر کیلوگرم جیره اثر معنی‌داری بر میزان فعالیت آلکالین‌فسفاتاز سرم جوجه‌های گوشتی در مقایسه با شاهد نداشت در حالی‌که ۶۰ گرم اسید سیتریک در هر کیلوگرم جیره میزان فعالیت آلکالین‌فسفاتاز سرم را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد در ۴۲ روزگی کاهش داد (۲۴).

جدول ۳- تاثیر اسیدیفایر بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی
Table3. The effect of acidifier on serum biochemical parameters of broiler chicken on 42 d of age

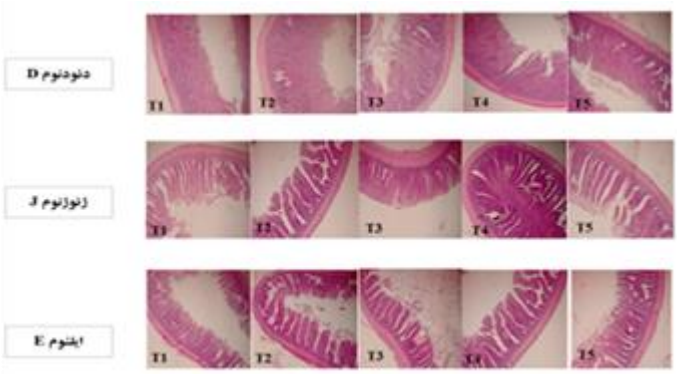
تیمار	تری‌گلیسرید (mg/dl)	LDL (mg/dl)	HDL (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	آلکالین‌فسفاتاز (U/L)
شاهد	۱۴۹/۷۵	۱۸/۲۵^{a}	۶۸/۷۵^{ab}	۱۳۷/۰۰	۴۰۰۱/۸۰^{a}
۰/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۱۴۸/۷۵	۱۴/۰۰^{b}	۶۸/۲۵^{ab}	۱۲۹/۷۵	۳۵۷۵/۰۰^{a}
۱٪ اسیدیفایر تولیدی	۱۴۳/۰۰	۱۵/۵۰^{ab}	۷۳/۰۰^{a}	۱۲۹/۷۵	۲۸۷۳/۸۰^{b}
۱/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۱۴۱/۰۰	۱۸/۲۵^{a}	۶۳/۰۰^{b}	۱۲۹/۲۵	۲۸۷۷/۳۰^{b}
۱٪ اسیدیفایر تجاری	۱۴۰/۷۵	۱۵/۷۵^{ab}	۶۹/۲۵^{ab}	۱۳۲/۷۵	۲۶۱۲/۰۰^{b}
SEM	۳/۲۴۰	۰/۸۰۹	۱/۸۴۵	۲/۹۹۸	۱۰۲/۷۶۱
P-value	۰/۱۸۷	۰/۰۰۷	۰/۰۲۶	۰/۳۶۸	<۰/۰۰۱

*: حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح خطای ۰/۰۵ است. *SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]

ریخت‌شناسی روده باریک

نتایج بافت‌شناسی روده در جدول ۴ و شکل ۱ نشان می‌دهد که طول پرز و عمق کریپت در دودنوم و ایلئوم اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد. افزایش در طول پرز و کاهش عمق کریپت ژژونوم در گروه‌های دریافت‌کننده اسیدیفایر در مقایسه با شاهد وجود داشت ($p<۰/۰۵$). ضخامت پرز در بخش‌های مختلف روده در تیمارهای حاوی اسیدیفایر در مقایسه با شاهد کاهش یافت. هر چند، این کاهش در ژژونوم معنی‌دار نبود. کاهش در ضخامت پرز دودنوم در گروه‌های دریافت‌کننده ۰/۵ و ۱درصد اسیدیفایر تولیدی و در ایلئوم در گروه‌های دریافت‌کننده ۱درصد اسیدیفایر تولیدی و اسیدیفایر تجاری در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). بررسی ساختار بافتی قسمت ژژونوم روده باریک از این‌نظر می‌تواند مهم باشد که طبق گزارش‌های انجام شده این قسمت از روده باریک به‌عنوان ناحیه عمده جذب از دستگاه گوارش در نظر گرفته می‌شود (۱۸). بهبود سلامت دستگاه گوارش برای دستیابی به حداکثر رشد و بازده مصرف خوراک در صنعت طیور از اهمیت بالایی برخوردار است (۱۲). افزایش ارتفاع پرز و کاهش عمق کریپت سبب ممانعت از عبور سریع‌تر مواد غذایی، افزایش ضریب جذب و در نتیجه کاهش ضریب تبدیل خوراک می‌شود (۲۰). چن و همکاران (۹) گزارش کردند که سلول‌های انتروسیت روده در قسمت اپیکال اپی‌تلیال مسئول جذب مواد مغذی هستند. هر چند، آزمایش‌هایی بدون مشاهده اثر معنی‌دار اسیدهای آلی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی وجود دارد (۳،۱۷). برای مثال، گونال و همکاران (۱۷) نشان دادند که جیره‌هایی با مخلوط اسیدهای آلی باکتری‌های گرم منفی روده جوجه‌های گوشتی را کاهش داد، اما باعث بهبود اضافه وزن و ضریب تبدیل غذایی نشد.



شکل ۱- ریخت‌شناسی روده باریک: پرزهای روده باریک جوجه‌های گوشتی (دودنوم D، ژژونوم J، ایلئوم I) با بزرگنمایی ۱۰X و مقیاس ۱۰۰µm تحت تیمارهای آزمایشی (شاهد T_1، ۰/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی T_2، ۱ درصد اسیدیفایر تولیدی T_3، ۱/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی T_4 و ۱ درصد اسیدیفایر تجاری T_5).

Figure 1. Small intestine morphology: the villus of small intestine (D: duodenum, J: jejunum, I: ileum) With 10X magnification and 100 µm scale under experimental diets (control: T_1; 0.5% produced acidifier: T_2; 1%produced acidifier: T_3; 1.5% produced acidifier: T_4 and 1% commercial acidifier: T_5).

جدول ۴- تاثیر اسیدیفایر بر بافت شناسی روده باریک جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table4. The effect of acidifier on small intestine histology of broiler chicken on 42 d of age

تیمار	طول پرز (میکرومتر)			ضخامت پرز (میکرومتر)			عمق کریپت (میکرومتر)		
	دودنوم	ژژونوم	ایلئوم	دودنوم	ژژونوم	ایلئوم	دودنوم	ژژونوم	ایلئوم
شاهد	۱۲۵۲	۱۱۰۵/۵۰^{b}	۸۷۴	۲۱۵^{ab}	۱۵۷/۵۰	۲۵۰^{a}	۱۵۷/۵۰	۲۲۰^{a}	۱۵۵
۰/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۱۱۵۵	۱۰۸۱/۵۰^{b}	۷۹۴	۱۴۶^{d}	۱۴۳/۲۵	۱۷۲^{abc}	۱۵۴/۰۰	۱۶۰^{b}	۱۵۲
۱٪ اسیدیفایر تولیدی	۱۱۹۸	۱۱۸۷/۰۰^{a}	۸۱۰	۱۵۰^{dc}	۱۳۵/۰۰	۱۱۷^{c}	۱۶۵/۰۰	۱۷۲^{b}	۱۶۰
۱/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۱۲۴۸	۱۲۰۳/۷۵^{a}	۸۹۲	۱۹۴^{bc}	۱۴۵/۷۵	۲۱۷^{ab}	۱۵۷/۵۰	۱۵۹^{b}	۱۵۲
۱٪ اسیدیفایر تجاری	۱۲۵۰	۱۲۰۵/۰۰^{a}	۹۶۸	۲۴۲^{a}	۱۵۲/۵۰	۱۵۰^{bc}	۱۶۰/۰۰	۱۶۸^{b}	۱۵۵
SEM	۶۱/۶۱۰	۱۶/۱۲۰	۸۷/۵۳۰	۱۰/۴۶۰	۹/۵۲۰	<۰/۰۰۱	۱۹/۶۳۰	۹/۸۴۰	۹/۱۹۰
P-value	۰/۷۴۰	<۰/۰۰۱	۰/۴۹۰	<۰/۰۰۱	۰/۵۳۰	۰/۰۰۲	۰/۴۹۰	۰/۰۰۳	۰/۹۸۰

*: حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح خطای ۰/۰۵ است.

*SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

تعیین pH در بخش‌های مختلف روده کوچک

بر اساس نتایج به‌دست آمده در جدول ۵ نشان داده شد که pH دستگاه گوارش در دودنوم و ژژونوم در ۲۸ و ۴۲ روزگی به‌صورت عددی در جیره‌های حاوی اسیدیفایر در مقایسه با شاهد کاهش یافت. اسیدیفایرها می‌توانند pH خوراک و دستگاه گوارش حیوان را تغییر دهند و می‌توانند عملکرد نرمال

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]

سلول و سنتز پروتئین میکروارگانیسم‌های مختلف دستگاه گوارش را مختل کنند (۶). کاهش در pH دستگاه گوارش توسط اسیدهای آلی با افزایش فعالیت پپسین همراه است (۱). علاوه بر این، افزایش پپتیدها از فعالیت پروتئولیز پپسین موجب آزادسازی هورمون‌ها مثل گاسترین و کوله سیستوکینین می‌شوند که هضم و جذب پروتئین‌ها را تنظیم می‌کند (۲۴). کاهش pH توسط اسیدهای آلی جذب مواد مغذی را بهبود می‌دهد (۵).

جدول ۵- تاثیر اسیدیفایر بر میزان pH روده باریک جوجه‌های گوشتی در ۲۸ و ۴۲ روزگی
Table 5. The effect of acidifier on small intestine pH values of broiler chicken in 28 and 42 d of age

تیمار	pH در ۲۸ روزگی		pH در ۴۲ روزگی	
	دودنوم	دودنوم	ژژونوم	ایلئوم
شاهد	۵/۹۳	۷/۸۰	۶/۸۰	۶/۹۷
۰/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۵/۷۸	۶/۹۱	۶/۳۷	۶/۹۴
۱٪ اسیدیفایر تولیدی	۶/۰۳	۶/۸۸	۶/۴۳	۷/۱۱
۱/۵٪ اسیدیفایر تولیدی	۵/۸۰	۶/۹۵	۶/۵۲	۷/۲۱
۱٪ اسیدیفایر تجاری	۵/۷۹	۶/۸۴	۶/۰۰	۷/۱۲
SEM	۰/۰۸۰	۰/۱۹۰	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰
p-value	۰/۱۴۰	۰/۰۱۰	۰/۰۹۰	۰/۸۳۰

نتیجه‌گیری کلی

سطح ۰/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی و ۱ درصد اسیدیفایر تجاری در خوراک منجر به اضافه وزن و بهبود ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین (۱-۲۱ روزگی) و کل دوره (۱-۴۲ روزگی) در مقایسه با شاهد شد ($p<۰/۰۵$) و استفاده از ۰/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی به‌طور معنی‌داری وزن بدن جوجه‌های گوشتی را در دوره آغازین در مقایسه با سطح ۱ درصد اسیدیفایر تجاری افزایش داد ($p<۰/۰۵$). همچنین، کمترین میزان LDL سرم و کاهش عمق کریپت در ژژونوم در جوجه‌های دریافت کننده سطح ۰/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی در مقایسه با شاهد مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). بنابراین با توجه به نتایج عملکردی و اثر مثبت بر میزان LDL سرم و ریخت‌شناسی روده کوچک سطح ۰/۵ درصد اسیدیفایر تولیدی در خوراک جوجه‌های گوشتی پیشنهاد می‌شود.

منابع

1. Afsharmanesh, M. and J. Pourreza. 2005. Effects of calcium, citric acid, ascorbic acid, vitamin D3 on the efficacy of microbial phytase in broiler starters fed wheat-based diets I. Performance, bone mineralization and ileal digestibility. International Journal of Poultry Science, 4: 418-424.
2. Al-Natour, M.Q. and K.M. Alshawabkeh. 2005. Using varying levels of formic acid to limit growth of Salmonella gallinarum in contaminated broiler feed. Asian-Austal Journal of Animal Science, 18: 390-395.
3. Alp, M., N. Kocabagli, R. Kahraman and K. Bostan. 1999. Effects of dietary supplementation with organic acids and zinc bacitracin on ileal microflora, pH and performance in broilers, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23(5): 451-456.
4. Andrys, R., D. Klecker, L. Zeman and E. Marecek. 2003. The effect of changed pH values of feed in isophosphoric diets on chicken broiler performance. Czech Journal of Animal Science, 48(5): 197-206.
5. Boling-Frankenbach, S.D., J.L. Snow, C.M. Parsons and D.H. Baker. 2001. The effect of citric acid on the calcium and phosphorus requirements of chicks fed corn-soybean meal diets. Poultry Science, 80(6):783-788.
6. Bonos, E., E. Christaki, A. Abrahim, N. Soultos and P. Florou-Paneri. 2011. The influence of mannan oligosaccharides, acidifiers and their combination on caecal microflora of Japanese quail (Coturnix japonica). Anaerobe, 17(6): 436-439.
7. Brozka, F., B. Sliwinski and O. Michalik-Rutkowska. 2013. Effect of dietary acidifier on growth, mortality, post-slaughter parameters and meat composition of broiler chickens. Annals of Animal Science, 13(1): 85-96.
8. Chaveerach, P., D.A. Keuzenkamp, H.A. Urlings, L.J. Lipman and F. Van Knapen. 2002. In vitro study on the effect of organic acids on Campylobacter jejuni/coli populations in mixtures of water and feed. Poultry Science, 81(5): 621-628.
9. Chen, J., G. Tellez, J.D. Richards and J. Escobar. 2015. Identification of potential biomarkers for gut barrier failure in broiler chickens, Frontiers in Effect of dietary acidifier on growth, mortality, post-slaughter parameters and meat composition of broiler chickens. Veterinary Science, 2: 14.
10. Chowdhury, R., K.M.S. Islam, M.J. Khan, M.R. Karim, M.N. Haque, M. Khatun and G.M. Pesti. 2009. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. Poultry Science, 88(8): 1616-1622.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]

11. 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. In Proccedings of 14th European Symposium on Poultry Nutrition August. Lillehammer, Norway, 169-175.
12. Dibner, J.J. and P. Buttin. 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(4): 453-463.
13. Estaki, M., D. DeCoffe and D.L. Gibson. 2014. Interplay between intestinal alkaline phosphatase, diet, gut microbes and immunity. World Gastroenterology, 20(42): 15650-15656.
14. Garcia, V., P. Catala´-Gregori, F. Hernandez, M.D. Megıas and J. Madrid. 2007. Effect of Formic Acid and Plant Extracts on Growth, Nutrient Digestibility, Intestine Mucosa Morphology and Meat Yield of Broilers. Applied Poultry Research, 16(4): 555-562.
15. Ghazalah, A.A., A.M. Atta, K. Elkloub, M.E.L. Moustafa and F.H.S. 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.
16. Gheisari, A.A., M. Heidari, R.K. Kermanshahi, M. Togani and S. Saraeian. 2007. Effect of dietary supplementation of protected organic acids on ilealmicroflora and protein digestibility in broiler chickens. In: Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition, Strasbourg, France, 519-522.
17. Gunal, M., G. Yayli, O. Kaya, N. Karahan and O. Sulak. 2006. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. International of Poultry Science, 5(2): 149-155.
18. Horn, N.L., S.S. Donkin, T.J. Applegate and O. Adeola. 2009. Intestinal mucin dynamics: response of broiler chicks and White Pekin ducklings to dietary threonine. Poultry Science, 88(9): 1906-1914.
19. Izat, A.L., N.M. Tidwell, R.A. Thomas, M.A. Reiber, M.H. Adams, M. Colberg and P.W. Waldroup. 1990. Effects of a buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on microflora of the intestine and carcass. Poultry Science, 69(5): 818-826.
20. Kandelosi, M. and F. Mirzaii-Aghshelagh. 2010. Effect of Saccharomyces cervesie and organic acid on performance and intestinal morphology in broiler. Pajoheshhaie Tolidate Dami, 3(6): 25-34 (In Persian).
21. Kazempour, F. and R.. Jahanian. 2010. Effect of different levels of organic acids on performance and immunological responses in leghorn laying hens. The 5th Congress on Animal Science, Isfahan University of Technology, 110-114 (In Persian).
22. Kim, Y.Y., D.Y. Kil, H.K. Oh and I.K. Han. 2005. Acidifier as an alternative material to antibiotics in animal feed. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 18(7): 1048-1060.
23. Kirchegessner, M., B. Eckel, F.X. Roth and U. Eidelsburger. 1992. Influence of formic acid on carcass composition and retention of nutrients: 2. Nutritive value of organic acids in piglet rearing. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 67: 101-110.
24. Nourmohammadi, R. and H. Khosravinia. 2015. Acidic stress caused by dietary administration of citric acid in broiler chickens. Archives Animal Breeding, 58: 309-315.
25. Nourmohammadi, R., S.M. Hosseini and M. Vakili. 2012. Effect of citric acid and microbial phytase on ileal digestibility and serum enzyme activity in blood of broiler chickens, Iranian Journal of Animal Science Researches, 23(1): 57-71 (In Persian).
26. Nourmohammadi, R., S.M. Hosseini and H. Farhangfar. 2010. Effect of dietary acidification on some blood parameters and weekly performance of broiler chickens. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(24): 3092-3097.
27. Ritz, C.W., R.M. Hulet, B.B. Self and D.M. Denbow. 1995. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by Dietary supplementation of amylase and xylanase. Poultry Science, 74(8): 1329-1334.
28. SAS Institute. 1996. SAS User's Guide: Statistics. Cary, NC: SAS Institute.
29. Thompson, J.L. and M. Hinton. 1997. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on Salmonellas in the crop. British Poultry Science, 38(1): 59-65.
30. Wang, Y., J. Yan, X. Zhang and B. Han. 2018. Tolerance properties and growth performance assessment of Yarrowia lipolytic lipase in broilers. Journal of Applied Animal Research, 46(1): 486-491.
31. Xu, Z.R., C.H. Hu, M.S. Xia, X.A. Zhan and M.Q. Wang. 2003. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microbiota and morphology of male broilers. Poultry Science, 82: 1030-1036.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]

Comparison of the Nutritional Effects of Citric Acid-Based Acidifiers Produced with a Commercial Acidifier on Performance, Blood Metabolites, Small Intestine pH Values and Morphology in Broiler Chickens

Alireza Hesabi Nameghi[1], Ali Nasari Nejad[2] and Marzieh Afkhami[3]

1- Research Associate of Animal Science Research Department, Razavi Khorasan Agricultural Research and Education Center, Mashhad, Iran (Corresponding author: Alireza Hsabi Nameghi)
2, 3- Research and Development Center of Tehrantoyur Company, Mashhad, Iran
Received: July 26, 2020 Accepted: January 22, 2021

Abstract

This experiment was conducted to the comparison of produced acidifier (based on citric acid) with commercial type in the broiler diets on performance, blood metabolites, intestinal morphology and the small intestine pH values of broilers. A total of 400 one-day-old Ross broiler chicks were used in this experiment. A completely randomized design with 5 treatments, 4 replicate and 20 chicks per replicate was performed. Experimental treatments included a control diet with adding 0.5%, 1% and 1.5% produced and 1% commercial acidifiers. The results indicated that feed intake (FI) increased at broiler chickens received 1 and 1.5% acidifier in comparison with the control group at the starter period ($p<0.05$). The body weight gain (BWG) and feed conversion ratio (FCR) improved by the 0.5% acidifier in comparison with control groups at the starter and the entire rearing periods ($p<0.05$). The inclusion of 1% produced acidifier decreased BWG and increased FCR compared to the control at the starter and whole periods ($p<0.05$). Whereas, commercial acidifier improved performance during the grower and whole periods compared to the control ($p<0.05$). The 1.5% level of produced acidifier increased FCR compared to the control at the starter period ($p<0.05$). The serum HDL of broiler chicken received acidifier was not significantly different from the control group. But, the lowest LDL was found in the 0.5% acidifier. There was a decrease in serum activity of alkaline phosphatase (ALP) in diets containing 1.5 and 1% of produced and commercial acidifiers compared with control groups ($p<0.05$). Gastrointestinal pH was not affected in duodenum and jejunum in acid-containing diets compared with controls at 28 and 42 days of age. Also, acidifier improved the traits of intestinal morphology ($p<0.05$). According to the results of this experiment 0.5% acidifier in feed of broiler chicken to improve performance and positive effect on blood metabolite is recommended.

Keywords: Acidifier, Broiler Chicken, Blood Metabolite, Intestinal Morphology, Gastrointestinal Acidity

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-15]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1400.12.32.7.0]
[DOI: 10.52547/rap.12.32.42]