

Comparison of the effects of different acidifiers on performance, carcass characteristics and immune response of Broiler Chickens

Vahid Mohammadi* ¹, Seyed Abdollah Hosseini ², Amirhossein Alizadeh Ghamsari ³, Hosna Hajati ⁴, Seyyed Adel Moftakharzadeh ⁵, Mohammad Ali Behrouzi Lak ⁶

^{1,4,5,6} Assistant Professor, National Institute of Animal Sciences Research

² Professor, National Institute of Animal Sciences Research

³ Associate Professor, National Institute of Animal Sciences Research

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.97028.1287>

Introduction The need of the Iranian poultry industry for acidifiers is estimated at about 5 thousand tons per year, of which about 65 percent is currently supplied by Iranian manufacturers and the rest is imported into the country at a price of approximately \$2 thousand per ton of product. This is while the potential of Iranian manufacturers is sufficient to cover this entire need, and if this is realized, foreign exchange savings of about \$3.5 million will be achieved for the country. Therefore, the present study was conducted to compare the use of different acidifiers (Iranian and Foreign) on growth performance, carcass traits, and immune system of broiler chickens.

Materials and Methods: In this experiment, 625 Broiler Chickens of the Ross 308 strain were used in a completely randomized design with five treatments and five replications. The experimental treatments included 1- control (without acidifier), 2- ADIMIX acidifier (Based on butyric acid salt), 3- Iranian acidifier (Including formic, acetic and lactic acids), 4- Iranian acidifier (a combination of formic, propionic, citric and butyric acids), 5- Iranian acidifier (Based on a combination of acetic, propionic and formic acids and their salts), 1 gr per 1 kg of diet. The experimental groups will be similar in terms of nutrients and will be regulated according to the recommendations of the strain breeding guide in three starters, grower, and finisher periods, and will be freely available to the birds from the age of 1 to 42 days. At the end of each period, the chicks of each replicate were weighed in groups and three hours after starvation, and the amount of feed consumption in each replicate was also measured. To investigate the effects of experimental diets on blood immune parameters, five milliliters of blood were collected from one birds of each experimental unit at the age of 40 days. At the end of the experimental period, two birds from each replicate were slaughtered and carcass weight and relative organ weight were measured. The experimental data were statistically analyzed using SAS software (version 9.1) and one-way analysis of variance, and the least squares mean of the treatments was examined at a significance level of five percent.

Results and Discussion: Feed intake between the different treatments was statistically similar in all rearing periods. However, the data of independent comparisons the control (without acidifier) compared to the other treatments (with acidifier) in the finisher period and the rearing total showed a significant trend. Analysis of the comparison of treatments in relation to the weight gain showed that there was a significant difference between the treatments only in the starter period ($P < 0.05$). In the same period (starter) comparison of weight gain data indicated that the birds of the control group had the lowest weight gain compared to the other groups ($P < 0.05$). Weight gain between the control birds and the other groups was different during the experimental period (1 to 42 days) ($P < 0.05$). The feed conversion ratio between the experimental treatments was significant only in the starter and period total ($P < 0.05$). Analysis of feed conversion ratio

comparison between the control group and other treatments showed that there was a significant difference between the birds in the control group and other treatments in all three rearing periods (starter, grower and finisher) and the period total (1 to 42 days) ($P < 0.05$). However, analysis of independent comparisons between birds fed with foreign acidifier and birds fed with Iranian acidifiers did not show any significant difference in any of the performance traits. The relative breast weight of birds in the control group was significantly different from that of other treatments ($P < 0.05$). No significant differences were observed between the experimental treatments in any of the evaluated immune system. Also, independent comparisons (control with other treatments, and between foreign acidifier with Iranian samples) did not show any differences in immune system.

Conclusion: In this study, diets containing organic acids improved the growth performance of broilers. Considering the lack of difference between Iranian samples and foreign acidifiers, the future of using Iranian acidifiers in poultry nutrition seems promising, especially since this industry is looking to replace antibiotics to improve intestinal health and growth performance.

Keywords: Acidifier, Broiler, Carcass Traits, Immune System, Performance

مقایسه اثرات اسیدی‌فایرهای مختلف بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و پاسخ

ایمنی جوجه‌های گوشتی

وحید محمدی^{۱*}، سید عبدالله حسینی^۲، امیرحسین علیزاده قمصری^۳، حسنا حاجاتی^۴، سید عادل مفتخرزاده^۵، محمد علی بهروزی لک^۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۱

۱-۴،۵،۶- استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

۲- استاد موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

۳- دانشیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

mohammadi_v@ut.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.97028.1287>

چکیده

مطالعه حاضر، با هدف بررسی مقایسه استفاده از اسیدی‌فایرهای مختلف (ایرانی و خارجی) بر عملکرد رشد، صفات لاشه و فراسنجه‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی صورت پذیرفت. به‌همین منظور، ۶۲۵ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و پنج تکرار استفاده شد. تیمارها شامل ۱- شاهد (بدون اسیدی‌فایر)، ۲- اسیدی‌فایر آدیمیکس (برپایه نمک اسید بوتیریک)، ۳- اسیدی‌فایر ایرانی (شامل اسیدهای فرمیک، استیک و لاکتیک)، ۴- اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای فرمیک، پروپیونیک، سیتریک و بوتیریک)، ۵- اسیدی‌فایر ایرانی (برپایه ترکیبی از اسیدهای استیک، پروپیونیک و فرمیک و نمک آنها)، هر کدام به میزان یک گرم اسیدی‌فایر در کیلوگرم در جیره‌ای بر پایه ذرت و سویا به مدت ۴۲ روز در اختیار پرندگان قرار گرفت. در دوره آغازین میانگین افزایش وزن جوجه‌های گروه شاهد پایین‌تر از پرندگان تغذیه شده با سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). آنالیز مقایسه ضریب تبدیل خوراک بین گروه شاهد با سایر تیمارها در

هر سه دوره (آغازین، رشد و پایانی) و کل دوره پرورش نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین پرندگان گروه شاهد با سایر تیمارها وجود دارد ($P < 0.05$). آنالیز مقایسات مستقل نشان داد که وزن نسبی سینه پرندگان گروه شاهد که هیچ نوع اسیدی‌فایری مصرف نکردند نسبت به سایر تیمارها بطور قابل توجهی پایین‌تر بود ($P < 0.05$). تیمارهای آزمایشی هیچ تاثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های ایمنی (گلوبول‌های سفید، لنفوسیت، مونوسیت، ائوزینوفیل، تیت‌نیوکاسل و آنفولانزا) و تعداد گلوبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، و پلاکت نداشت. در کل، نتایج این مطالعه نشان داد که بکارگیری اسیدی‌فایر در جیره اثرات مثبتی بر عملکرد رشدی جوجه‌های گوشتی دارد.

واژگان کلیدی: اسیدی‌فایر، جوجه گوشتی، صفات لاشه، سیستم ایمنی، عملکرد

مقدمه

به دلیل افزایش نگرانی‌ها در مورد مقاومت آنتی‌بیوتیکی، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت دام و طیور در برخی از کشورها محدود و ممنوع شده و پژوهشگران را به سمت جایگزین‌های مناسب جهت افزایش عملکرد و سلامت دستگاه گوارش سوق داده است (Mehdi et al., 2018; Khoobani et al., 2019). اسیدی‌فایرها دارای مزایای منحصر به فردی نسبت به سایر جایگزین‌های موجود برای آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشند و به عنوان یک افزودنی ایمن در تغذیه طیور بی‌بدیل هستند. یکی از قابل توجه‌ترین ویژگی‌های آنها، نحوه عملکرد متمایز آنهاست که با کاهش pH در دستگاه گوارش، باکتری‌های بیماری‌زا را هدف قرار می‌دهند و در نتیجه محیطی نامناسب برای میکروب‌های مضر ایجاد می‌کنند و در عین حال رشد باکتری‌های مفید را افزایش می‌دهند (Dittoe et al., 2018). کاهش pH، هضم پروتئین و جذب مواد معدنی مهم را افزایش می‌دهد و در عین حال از رشد میکروارگانیسم‌های خطرناک نیز جلوگیری می‌کند (Waghmare et al., 2025). این اثربخشی طیف گسترده، آن را به گزینه‌ای مناسب برای افزایش سلامت و عملکرد طیور تبدیل می‌کند. علاوه‌براین، نشان داده شده است که اسیدی‌فایرهای ارگانیک بدون ایجاد اختلال در تعادل ظریف جمعیت میکروبی روده، که یک مشکل رایج در سایر افزودنی‌های خوراکی است، راندمان خوراک را بهبود می‌بخشند (Hathi et al., 2021).

اسیدی‌فایر عبور غذا از روده را به تأخیر می‌اندازد، ترشح و فعالیت آنزیم‌های روده‌ای یا پانکراسی را تحریک می‌کند و مواد مغذی را به روده می‌رساند، بنابراین سلامت و بهره‌وری روده را افزایش می‌دهد (Dong et al., 2024). این ترکیبات می‌توانند منبع انرژی مستقیمی برای رشد سلول‌های اپیتلیال فراهم نمایند که مسئول اکثر عملکردهای گوارشی، جذبی و ترشحاتی در روده هستند، و سلامت روده را افزایش می‌دهد (Abatan et al., 2021). علاوه‌براین، نقش ضروری اسیدهای آلی در افزایش عملکرد سیستم ایمنی بوسیله محققان مختلف ذکر شده است (Pearlin et al., 2020; Deepa et al., 2018; Sabour et al., 2019). مطالعات متعددی به نقش بوتیریک اسید به عنوان یک افزودنی خوراکی برای بهبود سیستم ایمنی، قابلیت هضم مواد مغذی و سرعت رشد جوجه‌های گوشتی اشاره نموده است (Bedford et al., 2018; Guilloteau et al., 2010; Polycarpo et al., 2017). مطالعات اخیر نشان داده است گنجاندن خطی نمک‌های بوتیریک اسید به طور قابل ملاحظه‌ای وزن نسبی تیموس را افزایش و تیت‌آنتی‌بادی بر علیه بیماری نیوکاسل را بهبود می‌بخشد (Sikandar, et al., 2017; Lan et al., 2020).

در مطالعه Cai و همکاران (۲۰۲۵)، سطوح ۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱/۰ درصد یک اسیدی‌فایر آلی (حاوی اسید لاکتیک، اسید مالیک و اسید استیک) بر عملکرد رشد و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی بررسی و نتایج نشان شد که افزودن اسیدی‌فایر باعث افزایش وزن بدن و تقویت ایمنی می‌شود (Cai et al., 2025). در پژوهشی تأثیر اسیدی‌فایر (حاوی اسید فوماریک، اسید سیتریک، اسید لاکتیک، اسید پروپیونیک و اسید استیک) بر عملکرد جوجه‌های گوشتی بررسی شد. نتایج نشان داد

که در دوره رشد، تیمارهای حاوی اسیدیفایر به‌ویژه در سطح ۳ گرم در کیلوگرم باعث افزایش معنی‌دار وزن‌گیری روزانه و مصرف خوراک شدند (Sedghi et al., 2024). همچنین Vinolya و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که ترکیب اسیدهای آلی (شامل اسید بنزوئیک، لاکتیک، فوماریک و پروپیونیک و فورمیک) به میزان یک کیلوگرم در هر تن خوراک به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن بدن و افزایش وزن‌گیری روزانه نسبت به گروه شاهد شدند.

بطور کلی، اسیدهای آلی باعث بهبود عملکرد رشد، کاهش بار میکروبی مضر، و ارتقای سلامت دستگاه گوارش در شرایط تغذیه‌ای چالش‌برانگیز شدند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که اسیدیفایرهای آلی می‌توانند جایگزین مؤثری برای آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه طیور باشند (Vinolya et al., 2021). با توجه به شرایط خاص ایران و تنوع بسیار بالا محصولات اسیدی‌فایر (وارداتی و تولید داخل) در بازار، این مطالعه با هدف مقایسه تاثیر استفاده از اسیدی‌فایرهای مختلف بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، برخی از پارامترهای خونی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مهرماه ۱۴۰۴ در ایستگاه طیور موسسه تحقیقات علوم دامی کشور انجام شد. در این پژوهش از ۶۲۵ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ با وزن اولیه 42 ± 1 گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، پنج تکرار و ۲۵ قطعه پرنده در هر تکرار به مدت ۴۲ روز بر روی بستر استفاده شد. در طول دوره آزمایش دسترسی به خوراک و آب آشامیدنی آزاد بود. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- جیره شاهد (فاقد اسیدیفایر)، ۲- جیره حاوی اسیدیفایر آدیامیکس (نمک اسید بوتیریک)، ۳- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (مخلوطی از اسیدهای آلی شامل فرمیک، استیک و لاکتیک)، ۴- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای فرمیک، پروپیونیک، سیتریک و بوتیریک) و ۵- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای استیک، پروپیونیک و فرمیک و نمک آنها)، هر کدام به میزان یک کیلوگرم در تن خوراک بود. تیمارهای آزمایشی از نظر مواد مغذی مشابه هم بوده و بر طبق توصیه‌های راهنمای پرورش سویه در سه دوره آغازین، رشد و پایانی تنظیم و به صورت آزادانه از سن ۱ تا ۴۲ روزگی در اختیار پرندگان قرار گرفت. اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- اجزا و ترکیب جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف آزمایش

Table 1- Components and composition of experimental diets in different experimental periods			
Ingredient composition (%)	آغازین (۰-۱۰ روزگی) Starter(0-10 d)	رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) Grower(11-24 d)	پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) Finisher(25-42 d)
ذرت Corn	54.65	59.08	63.40
کنجاله سویا Soybean meal	39	35	31
روغن سویا Soybean oil	2	2	2
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.40	1.4	1
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.25	0.9	1
نمک Salt	0.23	0.25	0.25
جوش شیرین Bicarbonate Sodium	0.25	0.20	0.25

مکمل ویتامینه ^۱ Vitamin supplement ¹	0.25	0.25	0.25
مکمل مواد معدنی ^۲ Mineral Supplement ²	0.25	0.25	0.25
ال- لیزین هیدروکلرید L-Lysine Hydrochloride	0.2	0.17	0.17
متیونین Methionine	0.32	0.30	0.28
ال-ترونین L-threonine	0.1	0.1	0.1
فیتاز Phytase	0.005	0.005	0.005
بنتونیت Bentonite	0.095	0.095	0.095
مجموع Total	100	100	100
ترکیبات شیمیایی محاسبه شده Calculated chemical compositions			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) Metabolizable Energy(kcal/kg)	2938	2996	3051
درصد پروتئین خام Crude Protein (%)	22.1	20.6	19.2
لیزین درصد Lysine (%)	1.29	1.17	1.07
متیونین + سیستئین درصد Methionine + Cysteine (%)	0.97	0.91	0.86
کلسیم درصد Calcium (%)	1.01	0.87	0.81
فسفر قابل دسترس درصد Available phosphorus (%)	0.50	0.49	0.41
سدیم درصد Sodium (%)	0.18	0.17	0.17

^۱ مکمل ویتامینه در هر کیلوگرم جیره تأمین کننده: ویتامین آ ۹۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین دی (کوله کلسیفرول) ۲۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین ای ۱۸ واحد بین المللی، ویتامین کا ۲ میلی گرم، ریبوفلاوین ۶/۶ میلی گرم، اسید پانتوتنیک ۱۰ میلی گرم، پیریدوکسین ۳ میلی گرم، اسید فولیک ۱ میلی گرم، تیامین ۱/۸ میلی گرم، سیانوکبالاتمین ۱۵ میکروگرم، بیوتین ۰/۱ میلی گرم، کولین کلراید ۵۰۰ میلی گرم و اتوکسی کوئین ۰/۱ میلی گرم.

¹ Vitamin Supplements per kilogram of diet providing: Vitamin A 9000 IU, Vitamin D (cholecalciferol) 2000 IU, Vitamin E 18 IU, Vitamin K 2 mg, Riboflavin 6.6 mg, Pantothenic acid 10 mg, Pyridoxine 3 mg, Folic acid 1 mg, Thiamine 1.8 mg, Cyanocobalamin 15 mcg, Biotin 0.1 mg, Choline chloride 500 mg and Ethoxyquin 0.1 mg.

^۲ مکمل معدنی در هر کیلوگرم جیره تأمین کننده: سلنیم ۰/۲ میلی گرم، ید ۱ میلی گرم، مس ۱۰ میلی گرم، آهن ۵۰ میلی گرم، روی ۸۵ میلی گرم و منگنز ۱۰۰ میلی گرم

² Mineral Supplements per kilogram of diet providing: selenium 0.2 mg, iodine 1 mg, copper 10 mg, iron 50 mg, zinc 85 mg and manganese 100 mg.

برای اندازه گیری وزن بدن و مقدار خوراک مصرفی، وزن کشی جوجه های هر تکرار به صورت گروهی و سه ساعت بعد از قطع دان در انتهای هر دوره انجام شد. مقدار خوراک مصرفی هر تکرار نیز به صورت دوره ای اندازه گیری شد. در سن ۴۲ روزگی دو قطعه پرند به صورت کاملاً تصادفی از هر پن که از نظر وزنی به میانگین گروه نزدیک بود بعد از توزین کشتار شده و پس از پرکنی و خروج امعا و احشا، کل لاشه خالی و اجزای لاشه از جمله سینه، ران، کبد، قلب، پانکراس، طحال، بورس فابریسیوس و چربی حفره بطنی مورد وزن کشی قرار گرفته و وزن آنها نسبت به وزن زنده محاسبه شد.

در سن ۴۰ روزگی (سه هفته پس از مصرف آخرین واکسن) از یک قطعه پرندۀ هر تکرار (پنج قطعه از هر تیمار) خون گیری به عمل آمد. جهت بررسی تیترآنتی بادی علیه بیماری نیوکاسل و آنفلوانزا، به روش هم‌آگلوتیناسیون (HI) ، و فراسنجه‌های هماتولوژی خون شامل گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، پلاکت، لنفوسیت، مونوسیت، آنوزینوفیل و هماتوکریت توسط کیت‌های تجاری پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر (مدل RA1000، ساخت شرکت TECHNICON آمریکا) مورد سنجش قرار گرفت (Cheema et al. 2003). نمونه‌های خون به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق برای جداسازی سرم از لخته نگهداری شد و سپس سرم به داخل میکروتیوب‌ها ریخته شد. داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری پنج درصد مقایسه شدند. داده‌هایی که به صورت درصد بودند پیش از تجزیه آماری به آرک سینوس تبدیل شدند.

رابطه (۱)

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

که در آن، Y_{ij} ، مقدار هر مشاهده؛ μ ، میانگین جامعه؛ T_i ، اثر تیمار آزمایشی و e_{ij} ، خطای آزمایشی بود.

نتایج

نتایج مربوط به اثرات استفاده از منابع مختلف اسیدی‌فایر بر صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف در جدول (۲) آورده شده است. در تمام دوره‌های پرورش، میانگین مصرف خوراک بین منابع مختلف اسیدی‌فایر مورد آزمایش در این پژوهش به لحاظ آماری یکسان بود. با این حال، داده‌های مقایسات مستقل بین شاهد (فاقد اسیدی‌فایر) و بقیه تیمارها (دارای اسیدی‌فایر) در دوره پایانی و کل دوره پرورش تمایل به معنی‌داری را نشان داد. آنالیز مقایسه تیمارها در رابطه با میانگین افزایش وزن نشان داد که تنها در دوره آغازین بین تیمارها تفاوت معنی دار وجود دارد ($P < 0.05$). در همین دوره (آغازین) مقایسه داده‌های افزایش وزن حاکی از آن بود که پرندگان گروه شاهد نسبت به سایر گروه‌ها، کمترین افزایش وزن را داشتند ($P < 0.05$). افزایش وزن بدن بین پرندگان شاهد با سایر گروه‌ها در طول دوره آزمایش (۱ تا ۴۲ روزگی) متفاوت بود ($P < 0.05$). ضریب تبدیل خوراک بین تیمارهای آزمایشی تنها در دوره آغازین و پایانی معنی دار بود ($P < 0.05$). آنالیز مقایسه ضریب تبدیل خوراک بین گروه شاهد با سایر تیمارها نشان داد که در هر سه دوره پرورش (آغازین، رشد و پایانی) و کل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی) تفاوت معنی‌داری بین پرندگان گروه شاهد با سایر تیمارها وجود دارد ($P < 0.05$). با این حال، آنالیز مقایسات مستقل بین پرندگان تغذیه شده با اسیدی‌فایر خارجی با پرندگان تغذیه شده با اسیدی‌فایرهای ایرانی در هیچ یک از صفات عملکردی اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ۲- اثر منابع مختلف اسیدی‌فایر بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف

Table 2- Effect of different acidifier sources on growth performance of broilers in different periods

تیمارها ^۱	مصرف خوراک (گرم) Feed Consumption (gr)	افزایش وزن (گرم) Weight Gain (gr)	ضریب تبدیل خوراک (گرم:گرم) Feed Conversion Ratio(gr:gr)
----------------------	---	--------------------------------------	--

¹ Treatments

	(۱-۱۰ روزگی)	(۱۱-۲۴ روزگی)	(۲۵-۴۲ روزگی)	(۴۳-۶۰ روزگی)	(۶۱-۷۸ روزگی)	(۷۹-۹۶ روزگی)	(۹۷-۱۱۴ روزگی)	(۱۱۵-۱۳۲ روزگی)	(۱۳۳-۱۵۰ روزگی)	(۱۵۱-۱۶۸ روزگی)	(۱۶۹-۱۸۶ روزگی)	(۱۸۷-۲۰۴ روزگی)
۱	208.4	1023.4	3445	4677	243.6 ^b	759.8	1323.9	2330	0.86 ^a	1.35	2.60 ^a	2.0
۲	204.0	1009.5	3377	4590	270.4 ^a	791.5	1364.0	2425	0.75 ^b	1.27	2.47 ^b	1.89
۳	209.0	1010.2	3378	4597	275.0 ^a	781.8	1344.2	2400	0.76 ^b	1.29	2.51 ^{ab}	1.91
۴	210.6	1010.8	3369	4590	274.4 ^a	786.2	1350.0	2410	0.77 ^b	1.28	2.49 ^{ab}	1.90
۵	203.2	1006.0	3356	4565	275.0 ^a	784.6	1352.9	2412	0.74 ^b	1.28	2.48 ^b	1.89
خطای استاندارد میانگین Standard Error of the mean	18.65	20.8	72.8	102	16.83	30.5	45.5	87	0.045	0.05	0.06	0.05
مدل Model	0.80	0.70	0.30	0.40	0.03	0.50	0.70	0.06	0.004	0.20	0.03	0.08
شاهد با اسیدی‌فایرها Control with acidifiers	0.70	0.10	0.06	0.07	0.002	0.10	0.20	0.04	0.002	0.03	0.002	0.007
اسیدی‌فایرهای ایرانی با خارجی Iranian with Foreigner acidifiers	0.50	0.80	0.80	0.10	0.60	0.60	0.50	0.80	0.90	0.70	0.60	0.90

ارزش احتمال
Probability value

^۱ تیمارها: ۱- جیره شاهد (فاقد اسیدی‌فایر)، ۲- جیره حاوی اسیدی‌فایر آدیمیکس (نمک اسید بوتیریک)، ۳- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (مخلوطی از اسیدهای آلی شامل فرمیک، استیک و لاکتیک)، ۴- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای فرمیک، پروپیونیک، سیتریک و بوتیریک) و ۵- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای استیک، پروپیونیک و فرمیک و نمک آنها)، هر کدام به میزان یک کیلوگرم در تن جیره.

¹Treatments: 1- Control diet (without acidifier), 2- Diet containing ADIMIX Acidifier (butyric acid salt), 3- Diet containing Iranian acidifier (a mixture of organic acids including formic, acetic, and lactic acids), 4- Diet containing Iranian acidifier (a combination of formic, propionic, citric, and butyric acids), and 5- Diet containing Iranian acidifier (a combination of acetic, probiotic, and formic acids and their salts), 1 kg per 1000 kg of diet

^{a-c} تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

^{a-c} Means with different superscripts within a column are different at ($P < 0.05$).

نتایج مربوط به بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول (۳) گزارش شده است. وزن نسبی سینه در پرندگان گروه شاهد نسبت به سایر تیمارها بطور قابل توجهی کاهش یافت ($P < 0.05$). تیمارهای آزمایشی هیچ تاثیر معنی‌داری بر بازده لاشه، وزن نسبی ران، کبد، قلب، چربی بطنی، طحال، بورس و پانکراس نداشت.

جدول ۳- اثر منابع مختلف اسیدی‌فایر بر وزن بدن و خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 3 - Effect of different acidifier sources on Body Weight and Carcass Characteristics of Broiler Chickens at 42 days of age

تیماها ^۱	بازده لاشه (درصد)	سینه (درصد)	ران (درصد)	چربی بطنی (درصد)	کبد (درصد)	قلب (درصد)	طحال (درصد)	بورس (درصد)	پانکراس (درصد)
¹ Treatments	Carcas yield (%)	Breast (%)	Thigh (%)	Abdominal fat (%)	Liver (%)	Heart (%)	Spleen (%)	Bourse (%)	Pancreas (%)
۱	65.2	25.3	18.8	1.01	1.54	0.40	0.066	0.188	0.220
۲	66.8	26.6	19.5	0.92	1.56	0.39	0.063	0.184	0.201
۳	65.5	25.8	19.0	0.96	1.56	0.40	0.064	0.185	0.214
۴	65.6	26.3	19.3	0.94	1.52	0.46	0.065	0.187	0.209
۵	66.9	26.5	19.6	0.93	1.55	0.39	0.064	0.181	0.207
خطای استاندارد میانگین Standard Error of the mean	1.34	0.74	0.81	0.24	0.11	0.04	0.01	0.03	0.02
مدل Model	0.20	0.10	0.60	0.90	0.90	0.70	0.50	0.40	0.8
شاهد با اسیدی‌فایرها Control with acidifiers	0.10	0.02	0.30	0.50	0.80	0.30	0.40	0.30	0.30
اسیدی‌فایرهای ایرانی با خارجی Iranian with Foreigner acidifiers	0.30	0.30	0.80	0.80	0.70	0.40	0.90	0.70	0.50

ارزش احتمال
Probability value

^۱ تیمارها: ۱- جیره شاهد (فاقد اسیدی‌فایر)، ۲- جیره حاوی اسیدی‌فایر آدی‌میکس (نمک اسید بوتیریک)، ۳- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (مخلوطی از اسیدهای آلی شامل فرمیک، استیک و لاکتیک)، ۴- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای فرمیک، پروپیونیک، سیتریک و بوتیریک) و ۵- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای استیک، پروپیونیک و فرمیک و نمک آنها)، هر کدام به میزان یک کیلوگرم در تن جیره.

¹Treatments: 1- Control diet (without acidifier), 2- Diet containing ADIMIX Acidifier (butyric acid salt), 3- Diet containing Iranian acidifier (a mixture of organic acids including formic, acetic, and lactic acids), 4- Diet containing Iranian acidifier (a combination of formic, propionic, citric, and butyric acids), and 5- Diet containing Iranian acidifier (a combination of acetic, probiotic, and formic acids and their salts), 1 kg per 1000 kg of diet

^{a-c} تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

a-c Means with different superscripts within a column are different at ($P < 0.05$).

نتایج تاثیر استفاده از منابع مختلف اسیدی فایر بر فراسنجه‌های خونی و تیترا آنتی بادی علیه بیماری‌های ویروسی نیوکاسل و آنفلوانزا به ترتیب در جداول (۴) و (۵) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که منابع مختلف اسیدی فایر در جیره تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر هیچکدام از فراسنجه‌های ایمنی (گلبول‌های سفید، لنفوسیت، مونوسیت، ائوزینوفیل، تیترا نیوکاسل و آنفلوانزا) و گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، و پلاکت نداشت. همچنین، مقایسات مستقل صورت پذیرفته (شاهد با سایر تیمارها، و بین اسیدی فایر خارجی با نمونه‌های ایرانی) نیز در رابطه با صفات ایمنی (گلبول‌های سفید، لنفوسیت، مونوسیت، ائوزینوفیل، تیترا نیوکاسل و آنفلوانزا) و سایر فراسنجه‌های مورد ارزیابی (گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، و پلاکت) تفاوتی را نشان نداد.

جدول ۴ - اثر منابع مختلف اسیدی فایر بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

Table 4 - Effect of different acidifier sources on blood immune parameters of broiler chickens

تیمارها	گلبول‌های سفید ($\times 10^6$ /لیتر) WBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	گلبول‌های قرمز ($\times 10^6$ /لیتر) RBC ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر) HB (gr/dl)	پلاکت ($\times 10^6$ /لیتر) PLT (%)	لنفوسیت (درصد) Lymphocyte (%)	مونوسیت (درصد) Monocyte (%)	ائوزینوفیل (درصد) Eosinophil (%)	هماتوکریت (درصد) Hematocrit (%)
۱	25.7	2.53	7.83	30.0	73.0	3.6	2.6	28.0
۲	30.8	2.96	9.66	29.3	71.0	3.0	2.3	27.3
۳	32.0	2.76	8.73	29.0	70.0	3.3	2.3	31.0
۴	24.9	2.84	8.65	29.6	72.3	3.0	2.0	28.5
۵	26.5	2.60	7.76	25.0	77.3	2.6	2.0	30.1
خطای استاندارد میانگین Standard Error of the mean	3.6	0.45	1.54	2.35	6.2	0.63	0.95	2.7
مدل Model	0.12	0.70	0.50	0.13	0.50	0.40	0.90	0.40
شاهد با اسیدی فایرها Control with acidifiers	0.25	0.40	0.30	0.30	0.90	0.10	0.40	0.50
ارزش احتمال Probability value								
اسیدی فایرهای ایرانی با خارجی Iranian with Foreigner acidifiers	0.23	0.50	0.20	0.40	0.60	0.80	0.70	0.10

تیمارها: ۱- جیره شاهد (فاقد اسیدی‌فایر)، ۲- جیره حاوی اسیدی‌فایر آدی‌میکس (نمک اسید بوتیریک)، ۳- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (مخلوطی از اسیدهای آلی شامل فرمیک، استیک و لاکتیک)، ۴- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای فرمیک، پروپیونیک، سیتریک و بوتیریک) و ۵- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای استیک، پروبیوتیک و فرمیک و نمک آنها)، هر کدام به میزان یک کیلوگرم در تن جیره.

Treatments: 1- Control diet (without acidifier), 2- Diet containing ADIMIX Acidifier (butyric acid salt), 3- Diet containing Iranian acidifier (a mixture of organic acids including formic, acetic, and lactic acids), 4- Diet containing Iranian acidifier (a combination of formic, propionic, citric, and butyric acids), and 5- Diet containing Iranian acidifier (a combination of acetic, probiotic, and formic acids and their salts), 1 kg per 1000 kg of diet

جدول ۵- اثر منابع مختلف اسیدی‌فایر بر تیترا آنتی بادی علیه بیماری‌های ویروسی جوجه‌های گوشتی

Table 5- Effect of different acidifier sources on antibody titer against viral diseases in broiler chickens

تیمارها Treatments	تیترا آنتی‌بادی علیه Antibody titer against	
	نیوکاسل Newcastle	آنفلوآنزا Influenza
۱	5.33	4.33
۲	7.76	3.33
۳	6.33	6.00
۴	6.00	4.66
۵	7.00	4.33
خطای استاندارد میانگین Standard Error of the mean	1.34	1.08
مدل Model	0.30	0.60
ارزش احتمال Probability value	0.10	0.80
شاهد با اسیدی‌فایرها Control with acidifiers	0.10	0.20
اسیدی‌فایرهای ایرانی با خارجی Iranian with Foreigner acidifiers		

تیمارها: ۱- جیره شاهد (فاقد اسیدی‌فایر)، ۲- جیره حاوی اسیدی‌فایر آدی‌میکس (نمک اسید بوتیریک)، ۳- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (مخلوطی از اسیدهای آلی شامل فرمیک، استیک و لاکتیک)، ۴- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای فرمیک، پروپیونیک، سیتریک و بوتیریک) و ۵- جیره حاوی اسیدی‌فایر ایرانی (ترکیبی از اسیدهای استیک، پروبیوتیک و فرمیک و نمک آنها)، هر کدام به میزان یک کیلوگرم در تن جیره.

Treatments: 1- Control diet (without acidifier), 2- Diet containing ADIMIX Acidifier (butyric acid salt), 3- Diet containing Iranian acidifier (a mixture of organic acids including formic, acetic, and lactic acids), 4- Diet containing Iranian acidifier (a combination of formic, propionic, citric, and butyric acids), and 5- Diet containing Iranian acidifier (a combination of acetic, probiotic, and formic acids and their salts), 1 kg per 1000 kg of diet

بحث

در اروپا پس از ممنوعیت قطعی بکارگیری آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه طیور به عنوان محرک رشد، مطالعات گسترده‌ای استفاده از اسیدی‌فایرها را جایگزین ایده‌آلی برای بهبود سلامت و بهره‌وری جوجه‌های گوشتی پیشنهاد کردند (Ma et al., 2021; Gao et al., 2021; Sizmaz et al., 2022; Waghmare et al., 2025).

داده‌های مطالعه حاضر نشان داد که وزن نسبی سینه جوجه‌هایی که از منابع مختلف اسیدی فایر استفاده کردند در مقایسه با پرندگان گروه شاهد بیشتر بود. در توافق با نتایج ما، اخیراً محققین یافتند که عملکرد رشد پرندگانی که اسیدهای آلی چه بصورت پودر چه بصورت مایع دریافت کردند بطور قابل توجهی بیشتر از پرندگان گروه شاهد بود (Waghmare et al., 2025).

شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد جوجه‌های گوشتی که با جیره‌های غذایی با منابع و غلظت‌های مختلف اسیدهای آلی تغذیه می‌شوند، از نظر رشد عملکرد بهتری دارند (Kim et al., 2015). اثرات تقویت‌کننده رشد اسیدهای آلی به ظرفیت آنها در تنظیم جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، بهبود ریزساختار روده، فعال کردن سیستم ایمنی و تحریک آزادسازی آنزیم‌های گوارشی مختلف نسبت داده می‌شود (Yang et al., 2018; Nguyen et al., 2018). در مطالعه‌ای Islam و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که افزایش وزن بدن جوجه‌های تغذیه شده با مخلوطی از ۲۰۰ میلی گرم اسید آلی در مقایسه با جوجه‌های گروه کنترل و گروه تغذیه شده با ۵۰ میلی گرم آنتی بیوتیک انرامایسین بهبود یافت (Islam et al., 2024). به طور مشابه، میانگین افزایش وزن بدن در جوجه‌های گوشتی که با مخلوط اسیدهای آلی و روغن‌های ضروری در آب آشامیدنی مکمل شده بودند، بهبود یافت (Dong et al., 2024). در یک مطالعه دیگر، مکمل کردن جیره جوجه‌های گوشتی با ۸۰۰ میلی گرم در کیلوگرم از سدیم بوتیرات محافظت‌شده با نمک بافر، به طور قابل توجهی میانگین افزایش وزن روزانه و میانگین مصرف خوراک روزانه را بهبود بخشید (Melaku et al., 2024). علاوه بر این، افزودن مخلوط‌های اسید آلی محافظت‌شده در جیره جوجه‌های گوشتی با دوزهای ۰/۳، ۰/۶ و ۱ گرم در هر کیلوگرم خوراک منجر به افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد شد (Manvatkar et al., 2022). در مطالعه حاضر ضریب تبدیل خوراک در پرندگان تغذیه شده با منابع مختلف اسیدی فایر نسبت به گروه شاهد بهبود یافت. استفاده بهتر از مواد مغذی موجود در خوراک مانند پروتئین (کمک به هضم بهتر پروتئین خوراک) و ریزمغذی‌ها که منجر به افزایش وزن بدن می‌شود، می‌تواند باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی شود. Ma و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که افزودن مخلوط اسیدهای آلی به جیره جوجه‌های گوشتی با دوزهای ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، میانگین افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی را به طور قابل توجهی بهبود بخشید (Ma et al., 2021) که با نتایج ما همسو بود. در این مطالعه نسبت تبدیل خوراک مصرفی به وزن بدن (ضریب تبدیل غذایی) در پرندگانی که هیچ منبعی از اسیدی فایر را استفاده نکردند، نسبت به سایر گروه‌های تیماری بالاتر بود. با این حال، عملکرد رشد پرندگان تغذیه شده با اسیدی فایر خارجی با پرندگان تغذیه شده با اسیدی فایرهای ایرانی یکسان بود.

طبق یافته Nourmohammadi و همکاران (۲۰۱۲)، اسیدی فایرها با افزایش مصرف مواد مغذی و افزایش قابلیت هضم، تأثیر مثبتی بر عملکرد دارند (Nourmohammadi et al., 2012). در این مطالعه پرندگان تغذیه شده با اسیدی فایر نسبت به گروه شاهد مصرف خوراک کمتری را ثبت کردند. لذا، بهبود مشاهده شده در ضریب تبدیل غذایی با مکمل اسیدی فایر ممکن است به دلیل کاهش مصرف خوراک باشد که منجر به افزایش وزن بیشتر در نتیجه بهبود مصرف مواد مغذی می‌شود (Rehman et al., 2016). عملکرد بهتر جوجه‌های گوشتی ناشی از افزودن اسیدی فایرها را می‌توان به فاکتورهای متعددی از قبیل کاهش pH محتویات دستگاه گوارش، کاهش میکروارگانیسم‌های مضر، تقویت سیستم ایمنی، و کاهش حضور آمونیاک و سایر متابولیت‌های مضر نسبت داد. اسیدهای آلی به دلیل توانایی‌شان در افزایش عملکرد کلی از طریق کاهش بار میکروبی و رقابت میکروبی برای مواد مغذی در دستگاه گوارش، به طور گسترده شناخته شده‌اند. در نتیجه، خطر عفونت‌های تحت بالینی کاهش می‌یابد و متعاقباً توانایی تجزیه غذا و کاهش نیاز انرژی بافت مرتبط با روده بهبود

می‌یابد (Khan et al., 2016). همچنین، اسیدهای آلی نقش‌های حیاتی در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف در داخل دستگاه گوارش ایفا می‌کنند. یکی از این عملکردها، توانایی آنها در تبدیل پپسینوژن غیرفعال به شکل فعال آن، معروف به پپسین، است. علاوه بر این، اسیدهای آلی مانند بوتیریک و پروپیونیک اسید که در اسیدی‌فایر خارجی و یکی از نمونه‌های ایرانی بکار گرفته شده است ممکن است به عنوان منابع مهم انرژی در دستگاه گوارش نقش‌های حیاتی داشته و در تنظیم سرعت تخلیه معده ایفای نقش کنند.

در مطالعه حاضر، وزن نسبی سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با منابع مختلف اسیدی‌فایر نسبت به گروه شاهد بهبود یافته بود. ارزیابی لاشه مهم‌ترین جنبه تولید مرغ گوشتی است زیرا میزان گوشت تولید شده را منعکس می‌کند. در توافق با یافته‌های این مطالعه، Abd El-Hack و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند که جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدهای آلی، بالاترین بازده لاشه و گوشت سینه را در مقایسه با جوجه‌های گروه شاهد داشتند (Abd El-Hack et al., 2024). اسیدی شدن ممکن است تکثیر سلولی را افزایش داده و به این ترتیب اندازه ماهیچه سینه را افزایش دهد (Mamabolo et al., 2025). نتایج در رابطه با تاثیر اسیدی‌فایر بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی متناقض است (Manvatkar et al., 2022; Sugiharto et al., 2019; Rehman et al., 2016).

جوجه‌های گوشتی در اوایل زندگی، ظرفیت محدودی برای تولید اسید هیدروکلریک در معده دارند که با افزایش سن افزایش می‌یابد، گنجانیدن اسیدی‌فایرها در جیره غذایی آنها به حفظ pH مطلوب در معده برای فعالیت‌های آنزیمی و تضمین هضم مناسب پروتئین در روده کمک می‌کند. علاوه بر این، تبدیل فعال پپسینوژن، پیش‌ساز آنزیم غیرفعال پپسین، توسط محیط اسیدی کاتالیز می‌شود. از اینرو، اثربخشی اسیدی‌فایر می‌تواند بر اساس عواملی مانند نوع آن، غلظت، سن و سلامت پرندگان و ترکیب جیره غذایی بسیار متفاوت باشد. برای پرداختن به این موضوع، تحقیق حاضر نشان داد که جدای از نوع اسیدی‌فایر، استفاده ۱ گرم از این افزودنی در یک کیلوگرم جیره عملکرد رشدی پرنده را بخصوص در سنین ابتدایی بهبود می‌بخشد، با این حال هزینه استفاده از اسیدی‌فایر در جیره نسبتاً بالاست، که این مورد یکی از چالش‌های اقتصادی برای پذیرش گسترده در سیستم‌های تولید مرغ گوشتی است (Chukwudi et al., 2025). نتایج مطالعه حاضر هیچ تفاوتی در عملکرد رشدی پرندگان تغذیه شده با نمونه‌های ایرانی در مقایسه با اسیدی‌فایر خارجی موجود در بازار را نشان نداد.

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ترکیبات مختلف اسیدی‌فایر، پاسخ ایمنی بهتری نشان می‌دهند (Abbas et al., 2013; Yang et al., 2018; Scicutella et al., 2021). مکمل اسیدی‌فایر با بهبود تیتراهای آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل مرتبط بوده است (Abbas et al., 2013; Khan & Iqbal). با این حال، در مطالعه ما، اثر قابل توجهی از اسیدی‌فایر بر پاسخ ایمنی مشاهده نشد. این عدم تأثیر ممکن است به دلیل تغییرات در سطح اسید اسیدی‌فایر، شرایط مدیریتی و وضعیت سلامت جوجه‌های گوشتی باشد.

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گنجانیدن اسیدی‌فایر در جیره اثرات مفیدی بر عملکرد رشدی جوجه‌های گوشتی دارد. اگرچه نوع و ترکیب اسید آلی بکار رفته در اسیدی‌فایر نقش موثری در بهبود عملکرد دارد. با این حال، به نظر می‌رسد اسیدی‌فایرهای تولید داخل بسته به اسید آلی بکار رفته در آن، قابل رقابت با نمونه‌های خارجی باشد و آینده استفاده از اسیدی‌فایرهای ایرانی در تغذیه طیور امیدوارکننده است، به خصوص که این صنعت به دنبال جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها برای ارتقای سلامت روده و عملکرد رشد است.

تشکر و قدردانی

از مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور به خاطر همکاری و فراهم آوردن امکانات انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می گردد.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

References

1. Abatan, M. O., Egbeyale, L. T., Abioja, M. O., Majekodunmi, B. C., & Adeleye, O. O. (2021). EFFECT OF ACETIC ACID ON BROILER CHICKS GROWTH PERFORMANCE. *Nigerian Journal of Animal Production*, 366-370. <https://doi.org/10.51791/njap.vi.4684>
2. Abbas, G., Khan, S. H., & Rehman, H. U. (2013). Effects of formic acid administration in the drinking water on production performance, egg quality and immune system in layers during hot season. *Avian Biology Research*, 6(3), 227-232. <https://doi.org/10.3184/175815513X13740707043279>
3. Abd El-Hack, M. E., Ashour, E. A., Youssef, I. M., Elsherbeni, A. I., Tellez-Isaias, G., Aldhalimi, A. K., ... & Farag, S. A. (2024). Formic acid as an antibiotic alternative in broiler diets: effects on growth, carcass characteristics, blood chemistry, and intestinal microbial load. *Poultry Science*, 103(9), 103973. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103973>
4. Bedford, A.; Gong, J. Implications of Butyrate and Its Derivatives for Gut Health and Animal Production. *Anim. Nutr.* 2018, 4, 151–159.
5. Cai, F., Huang, M., Liu, W., Wan, X., Qiu, K., & Xu, X. (2025). Dietary addition of compound organic acids improves the growth performance, carcass trait, and body health of broilers. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1536606. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1536606>
6. Cheema M, Qureshi M, Havenstein G (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
7. Chukwudi, P., Umeugokwe, P. I., Ikeh, N. E., & Amaefule, B. C. (2025). The effects of organic acids on broiler chicken nutrition: A review. *Animal Research and One Health*, 3(1), 43-53. DOI:[10.1002/aro2.85](https://doi.org/10.1002/aro2.85)
8. Deepa, K.; Purushothaman, M.R.; Vasanthakumar, P.; Sivakumar, K. Butyric Acid as an Antibiotic Substitute for Broiler Chicken. A Review. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2018, 6, 63–69.
9. Dittoe, D. K., Ricke, S. C., & Kiess, A. S. (2018). Organic acids and potential for modifying the avian gastrointestinal tract and reducing pathogens and disease. *Frontiers in veterinary science*, 5, 216. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00216>
10. Dong, Y., Gao, X., Qiao, C., Han, M., Miao, Z., Liu, C., Yan, L., & Li, J. (2024). Effects of mixed organic acids and essential oils in drinking water on growth performance, intestinal digestive capacity, and immune status in broiler chickens. *Animals*, 14(15), 2160. <https://doi.org/10.3390/ani14152160>
11. Gao, C. Q., Shi, H. Q., Xie, W. Y., Zhao, L. H., Zhang, J. Y., Ji, C., & Ma, Q. G. (2021). Dietary supplementation with acidifiers improves the growth performance, meat quality and intestinal health of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 7(3), 762-769. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.01.005>
12. Guilloteau, P.; Martin, L.; Eeckhaut, V.; Ducatelle, R.; Zabielski, R.; Van Immerseel, F. From the Gut to the Peripheral Tissues: The Multiple Effects of Butyrate. *Nutr. Res. Rev.* 2010, 23, 366–384.
13. Hathi, Z., Mettu, S., Priya, A., Athukoralalage, S., Lam, T. N., Choudhury, N. R., ... & Lin, C. S. K. (2021). Methodological advances and challenges in probiotic bacteria production: Ongoing strategies and future perspectives. *Biochemical Engineering Journal*, 176, 108199. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2021.108199>
14. Islam, Z., Sultan, A., Khan, S., Khan, K., Jan, A. U., Aziz, T., Alharbi, M., Alshammari, A., & Alasmari, A. F. (2024). Effects of an organic acids blend and coated essential oils on broiler growth performance, blood biochemical profile, gut health, and nutrient digestibility. *Italian Journal of Animal Science*, 23(1), 152–163. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2023.2297562>
15. Khan, R. U., Chand, N., & Ali, A. (2016). Effect of organic acids on the performance of Japanese quails. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(6), 1799–1803.
16. Khan, S. H., & Iqbal, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of applied animal research*, 44(1), 359-369. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1079527>
17. Khoobani, M., Hasheminezhad, S. H., Javandel, F., Nosrati, M., Seidavi, A., Kadim, I. T., ... & Tufarelli, V. (2019). Effects of dietary chicory (*Chicorium intybus* L.) and probiotic blend as natural feed additives on

- performance traits, blood biochemistry, and gut microbiota of broiler chickens. *Antibiotics*, 9(1), 5. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9010005>
18. Kim, J. W., Kim, J. H., & Kil, D. Y. (2015). Dietary organic acids for broiler chickens: A review. *Rev Colomb Cienc Pecu*, 28(2), 109–123. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v28n2a01>
 19. Lan, R.X.; Li, S.Q.; Zhao, Z.; An, L.L. Sodium Butyrate as an Effective Feed Additive to Improve Growth Performance and Gastrointestinal Development in Broilers. *Vet. Med. Sci.* 2020, 6, 491–499.
 20. Ma, J., Wang, J., Mahfuz, S., Long, S., Wu, D., Gao, J., & Piao, X. (2021). Supplementation of mixed organic acids improves growth performance, meat quality, gut morphology and volatile fatty acids of broiler chicken. *Animals*, 11(11), 3020. <https://doi.org/10.3390/ani11113020>
 21. Mamabolo, M. V., Ng'ambi, J. W., & Gunya, B. (2025). Effect of Citric Acid on Carcass Characteristics and Physico Chemical Attributes of Broiler Chickens: A Review. *Indian Journal of Animal Research*, 59(4). [doi: 10.18805/IJAR.BF-1633](https://doi.org/10.18805/IJAR.BF-1633)
 22. Manvatkar, P. N., Kulkarni, R. C., Awandkar, S. P., Chavhan, S. G., Durge, S. M., Avhad, S. R., Channa, G. R., & Kulkarni, M. B. (2022). Performance of broiler chicken on dietary supplementation of protected organic acids blend. *British Poultry Science*, 63(5), 633–640. <https://doi.org/10.1080/00071668.2022.2076211>
 23. Manvatkar, P. N., Kulkarni, R. C., Awandkar, S. P., Chavhan, S. G., Durge, S. M., Avhad, S. R., ... & Kulkarni, M. B. (2022). Performance of broiler chicken on dietary supplementation of protected organic acids blend. *British Poultry Science*, 63(5), 633–640. <https://doi.org/10.1080/00071668.2022.2076211>
 24. Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M. L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., ... & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal nutrition*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
 25. Melaku, M., Su, D., Zhao, H., Zhong, R., Ma, T., Chen, L., & Zhang, H. (2024). The new buffer salt - protected sodium butyrate promotes growth performance by improving intestinal histomorphology, barrier function, antioxidative capacity, and microbiota community of broilers. *Biology*, 13(5), 317. <https://doi.org/10.3390/biology13050317>
 26. Nguyen, D. H., Lee, K. Y., Mohammadigheisar, M., & Kim, I. H. (2018). Evaluation of the blend of organic acids and mediumchain fatty acids in matrix coating as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, excreta microflora, and carcass quality in broilers. *Poultry Science*, 97(12), 4351–4358. <https://doi.org/10.3382/ps/pey339>
 27. Nourmohammadi, R., Hosseini, S. M., Farhangfar, H., & Bashtani, M. (2012). Effect of citric acid and microbial phytase enzyme on ileal digestibility of some nutrients in broiler chicks fed cornsoybean meal diets. *Italian Journal of Animal Science*, 11(1), e7. <https://doi.org/10.4081/ijas.2012.e7>
 28. Pearlin, B.V.; Muthuvel, S.; Govidasamy, P.; Villavan, M.; Alagawany, M.; Farag, M.R.; Dhama, K.; Gopi, M. Role of Acidifiers in Livestock Nutrition and Health: A Review. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2020, 104, 558–569.
 29. Polycarpo, G.V.; Andretta, I.; Kipper, M.; Cruz-Polycarpo, V.C.; Dadalt, J.C.; Rodrigues, P.H.M.; Albuquerque, R. Meta-Analytic Study of Organic Acids as an Alternative Performance-Enhancing Feed Additive to Antibiotics for Broiler Chickens. *Poult. Sci.* 2017, 96, 3645–3653.
 30. Rehman, Z. U., Haq, A. U., Akram, N., El - Hack, M. E. A., Saeed, M., Rehman, S. U., Meng, C., Alagawany, M., Sayab, M., Dhama, K., & Ding, C. (2016). Growth performance, intestinal histomorphology, blood hematology and serum metabolites of broilers chickens fed diet supplemented with graded levels of acetic acid. *International Journal of Pharmacology*, 12(8), 874–883. <https://doi.org/10.3923/ijp.2016.874.883>
 31. Sabour, S.; Tabeidian, S.A.; Sadeghi, G. Dietary Organic Acid and Fiber Sources Affect Performance, Intestinal Morphology, Immune Responses and Gut Microflora in Broilers. *Anim. Nutr.* 2019, 5, 156–162.
 32. Scicutella, F., Mannelli, F., Daghighi, M., Viti, C., & Buccioni, A. (2021). Polyphenols and organic acids as alternatives to antimicrobials in poultry rearing: a review. *Antibiotics*, 10(8), 1010. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10081010>
 33. Sedghi, M., Azghadi, M. A., Mohammadi, I., Ghasemi, R., Sarraimi, Z., & Abbasi, M. (2024). The effects of acidifier inclusion in the diet on growth performance, gastrointestinal health, ileal microbial population, and gene expression in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 26(02), eRBCA-2023. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1847>
 34. Sikandar, A.; Zaneb, H.; Younus, M.; Masood, S.; Aslam, A.; Khattak, F.; Ashraf, S.; Yousaf, M.S.; Rehman, H. Effect of Sodium Butyrate on Performance, Immune Status, Microarchitecture of Small Intestinal Mucosa and Lymphoid Organs in Broiler Chickens. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 2017, 30, 690–699.

35. Sizmaz, O., Barrett, N. W., Lewis, J., Yakout, H., & Persia, M. E. (2022). Effect of various concentration of butyric acid on growth performance, intestinal lesion scores, and body composition of broilers raised on used litter. *Journal of Applied Poultry Research*, 31(4), 100296. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100296>
36. Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., Widiastuti, E., Wahyuni, H. I., Sartono, T. A., Nurwantoro, N., & Al - Baarri, A. N. (2019). Effect of dietary supplementation of formic acid, butyric acid or their combination on carcass and meat characteristics of broiler chickens. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(3), 286. <https://doi.org/10.14710/jitaa.44.3.286 - 294>
37. Vinolya, R. E., Balakrishnan, U., Yasir, B., & Chandrasekar, S. (2021). Effect of dietary supplementation of acidifiers and essential oils on growth performance and intestinal health of broiler. *Journal of Applied Poultry Research*, 30(3), 100179. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100179>
38. Waghmare, S., Gupta, M., Bahiram, K. B., Korde, J. P., Bhat, R., Datar, Y., ... & Kurkure, N. V. (2025). Effects of organic acid blends on the growth performance, intestinal morphology, microbiota, and serum lipid parameters of broiler chickens. *Poultry Science*, 104(1), 104546. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104546>
39. Yang, X., Xin, H., Yang, C., & Yang, X. (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. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.005>