Animal Production Research

Vol. 11, No. 1, 2022 (15-25)
doi: 10.22124/AR.2022.18596.1587
eISSN: 2538-6107 pISSN: 2252-0872

University of Guilan

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Effect of administrating an encapsulated blend of organic acids in drinking water on growth performance and small intestine microflora of broiler chickens

M. Rahnama-Ghaleroudkhani[1], M. Mohiti-Asli[2*], H. Khalilvandi-Behruzyar[3]

1. Former MSc Student in Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran

(Received: 08-01-2021 – Accepted: 10-05-2021)

Introduction: Organic acids are one of the alternatives to antibiotic growth promoters. They have beneficial effects on poultry performance and gastrointestinal microbial balance. In general, the addition of organic acids to the diet lowers the pH of the diet and gastrointestinal tract, stimulates growth, helps to overcome the population of beneficial bacteria over pathogenic bacteria, and reduces toxic metabolites produced by harmful bacteria. The purpose of this study was to determine the antibacterial effects of encapsulated versus non-encapsulated organic acids (OA) supplementation in drinking water on intestinal microbiota and broilers' growth performance.

Materials and methods: A total of 360-day-old Ross 308 male broiler chicks were divided into six treatments, four replicates, and 15 chicks per replicate in a completely randomized design. The experimental treatments included: a negative control (without organic acids; OA, in drinking water), a positive control (200 mL of a commercial OA, acidifier 4+ in 1000 L drinking water), 500 and 1000 mL non-encapsulated blend of OA, and 500 and 1000 g encapsulated blend of OA in 1000 L drinking water. The blend of OA was composed of butyric, propionic, and acetic acids. Body weight and feed intake were measured weekly on a pen basis. From these data, average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI), average daily water intake (ADWI) and feed conversion ratio (FCR) were calculated over the total rearing period. The European production efficiency factor (EPEF) was also calculated for the entire period of the trial. On day 42, gastrointestinal samples were collected from a total of 48 sacrificed birds (n = 12 birds from each experimental group) for pH and microflora analysis. Digesta from different sections of the gastrointestinal tract was collected and pH was measured using a digital pH meter. Total coliforms, lactobacilli, and *Escherichia coli* were counted in ileal digesta using a plate method with the use of a specific medium.

Results and discussion: Broilers with an encapsulated blend of OA in drinking water had higher (P<0.05) body weight, ADG, and EPEF, and lower (P<0.05) FCR than the negative control. Broilers in the PC group and those with OA in their drinking water exhibited greater final BW, ADG, and FCR than those in the NC group (P<0.05) throughout the rearing period (0 to 21 d, 22 to 42 d, and 0 to 42 d). Organic acids can improve broilers' performance by inhibiting the growth of pathogenic bacteria in the intestine. In the current study, administration of encapsulated OA in the drinking water of broilers resulted in lower (P<0.05) pH in jejunum when compared to the negative control. Dietary organic acids reduced the pH of different sections of the gastrointestinal tract of broilers compared to those fed the control diet. The administration of 500 g encapsulated or 1000 mL non-encapsulated blend of OA in the current study resulted in a lower count of *E. coli* compared with the negative control (P<0.05). The count of *E. coli* was linearly decreased (P<0.05) in the ileum of broilers with graded levels of the non-encapsulated blend of OA. It seems that the gizzard and stomach of birds drink acidified water were more acidic and might

* Coresponding author: mmohiti@guilan.ac.ir

decrease the bacteria that were present in the gastrointestinal tract, especially in the lower gastrointestinal tract. Organic acids provide acidic pH in the gut, which increases beneficial bacteria, and decreases harmful bacteria of broilers.

Conclusions: Growth performance and the European production efficiency factor were generally greater with encapsulated OA compared with non-encapsulated one. Results of the current study showed that administration of 500 mg encapsulated blend of OA was sufficient for achieving the desired results.

Keywords: Organic acid, Broiler, Growth performance, Microencapsulation, Intestinal microflora

How to cite this article:

Rahnama-Ghaleroudkhani M., Mohiti-Asli M. and Khalilvandi-Behruzyar H. 2022. Investigating the relationship between lactation curve parameters and some economic traits of Iranian Holstein cows. Animal Production Research, 11(1): 15-25. doi: 10.22124/AR.2022.18596.1587

تحقیقات تولیدات دامی

سال یازدهم/شماره اول/بهار ۱۴۰۱ (۲۵-۱۵)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

اثر افزودن ترکیبی از اسیدهای آلی پوشش‌دار شده در آب آشامیدنی بر عملکرد رشد و فلور میکروبی روده کوچک جوجه‌های گوشتی

مطهر رهنمای قلعه‌رودخانی[۱]، مازیار محیطی اصلی[۲*]، حامد خلیل‌وندی بهروزیار[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی آثار ضدمیکروبی افزودن اسیدهای آلی پوشش‌دار شده در آب آشامیدنی بر میکروفلور روده و عملکرد جوجه‌های گوشتی انجام شد. تعداد ۳۶۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه نر سویه راس ۳۰۸ به شش گروه آزمایشی، چهار تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی تقسیم شدند. تیمارها شامل شاهد منفی (بدون اسید آلی در آب آشامیدنی)، شاهد مثبت (۲۰۰ میلی‌لیتر اسید آلی تجاری؛ اسیدیفایر ۴+)، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر ترکیب اسیدهای آلی بدون پوشش، و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم ترکیب اسیدهای آلی پوشش‌دار شده در هر ۱۰۰۰ لیتر آب آشامیدنی بودند. صفات عملکردی به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری و در نهایت برای کل دوره (۴۲ روز) گزارش شد. جوجه‌های گوشتی که اسیدهای آلی پوشش‌دار شده را در آب آشامیدنی دریافت نمودند، وزن بدن، میانگین افزایش وزن روزانه و شاخص کارآیی اروپایی بیشتر و ضریب تبدیل خوراک کمتر نسبت به تیمار شاهد منفی در کل دوره داشتند ($P<۰/۰۵$). افزودن اسید آلی پوشش‌دار سبب کاهش pH ژژنوم نسبت به تیمار شاهد منفی شد ($P<۰/۰۵$). افزودن ۵۰۰ گرم اسیدهای پوشش‌دار یا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر اسیدهای بدون پوشش سبب کاهش شمار باکتری *اشریشیا کلای* نسبت به شاهد منفی شد ($P<۰/۰۵$). شمار باکتری *اشریشیا کلای* در ایلئوم جوجه‌های گوشتی به‌طور خطی با افزایش سطوح اسیدهای آلی بدون پوشش کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). به‌طور کلی، نتایج نشان داد که سطح ۵۰۰ گرم اسیدهای آلی پوشش‌دار سبب بهبود عملکرد رشد و فلور میکروبی روده جوجه‌های گوشتی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید آلی، جوجه گوشتی، عملکرد رشد، ریزپوشانی، میکروفلور روده

* نویسندهٔ مسئول: mmohiti@guilan.ac.ir

doi: 10.22124/AR.2022.18596.158

مقدمه

نگرانی مصرف‌کنندگان محصولات دام و طیور در خصوص ایجاد مقاومت میکروبی به آنتی‌بیوتیک سبب شده تا پژوهش‌های زیادی به منظور یافتن جایگزین‌های مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد انجام شود. بدین منظور، ترکیبات متعددی مانند پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، ترکیبات گیاهی، آنزیم‌ها و اسیدهای آلی در خوراک طیور مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. یکی از جایگزین‌های ممکن برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد، اسیدهای آلی هستند. افزودن مقادیر بسیار کم افزودنی‌ها به خوراک و مخلوط کردن یکنواخت آن‌ها کار ساده‌ای نیست و احتمال دارد حیوانات مقادیر متفاوتی از افزودنی را مصرف نمایند. همچنین در شرایط تنش و بیماری، کاهش مصرف خوراک سبب دریافت ناکافی افزودنی‌های خوراکی می‌شود، لذا به منظور دریافت مقادیر کافی افزودنی‌ها، پیشنهاد شده است که برخی از آنها مانند اسیدهای آلی از راه آب آشامیدنی مصرف شوند (Shariatmadari and Mohiti-Asli, 2008). مصرف آب آشامیدنی حاوی اسید آلی در دوره‌های بحرانی رشد طیور، از راه ثبات در میکروفلورای روده سبب بهبود سلامت روده و در نهایت بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود. افزایش اسیدیته آب آشامیدنی در هفت روز ابتدای پرورش جوجه، به دلیل سرعت رشد بالا و توسعه ریخت‌شناسی روده و چینه‌دان پرنده می‌تواند آثار مفیدی داشته باشد. مصرف آب آشامیدنی اسیدی شده با اسید آلی می‌تواند لایه دوم حفاظتی باکتری‌های اسیدلاکتیک را فراهم نموده و کمک کند تا آنها به عنوان بخشی از اکوسیستم طبیعی، مدت زمان بیشتری در چینه‌دان باقی مانده و آثار مفید خود را نشان دهند. باکتری‌های اسید لاکتیک به ویژه لاکتوباسیل‌ها معمولاً برای حیوان میزبان مفید تلقی می‌شوند زیرا می‌تواند در قالب مهار رقابتی از رشد عوامل بیماری‌زا از قبیل سالمونلا و کلستریدیوم ممانعت نمایند و سبب بهبود عملکرد دستگاه گوارش شوند (Menconi *et al*., 2014). اسیدهای آلی پوشش‌دار شده با آزادسازی آهسته اسیدها، سبب اسیدی شدن یکنواخت مجرای گوارشی شده و در پی آن، مصرف خوراک و عملکرد رشد را بهبود می‌دهند. در صورتی که اسیدهای آلی آزاد ممکن است pH را در قسمت‌های ابتدایی دستگاه گوارش به شدت تحت تأثیر قرار دهند. بنابراین با استفاده از اسیدهای آلی پوشش‌دار می‌توان مقادیر کمتری از آن را با بازدهی بیشتری در جیره دام و طیور استفاده نمود (Shariatmadari and Mohiti-Asli, 2008). هدف از انجام این آزمایش، بررسی و مقایسه آثار افزودن اسیدهای آلی پوشش‌دار و بدون پوشش در آب آشامیدنی بر عملکرد رشد، pH دستگاه گوارش، میکروفلور روده جوجه‌های گوشتی و مقایسه آثار سطوح این اسیدهای آلی تولید شده با یک اسید آلی تجاری بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۳۶۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه نر سویه راس ۳۰۸ استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش گروه آزمایشی، چهار تکرار و ۱۵ قطعه جوجه گوشتی در هر واحد آزمایشی انجام شد. میانگین وزن اولیه جوجه‌ها ۲±۴۳ گرم بود. جوجه‌های گوشتی روی بستری از پوشال و ابعاد قفس به طول ۱/۶، عرض ۰/۸ و ارتفاع ۱ متر به مدت ۴۲ روز پرورش یافتند. در تمام طول دوره پرورش، آب و خوراک به‌صورت آزاد در اختیار پرنده‌ها قرار داشت. برنامه واکسیناسیون مطابق با روش مرسوم در منطقه انجام شد. در زمان‌های واکسیناسیون از آبخوری‌های کله قندی استفاده می‌شد و آب آشامیدنی حاوی افزودنی از دسترس پرنده خارج می‌شد. اجزاء و ترکیبات شیمیایی جیره غذایی مورد استفاده در دوره پرورش بر اساس احتیاجات تغذیه‌ای جوجه گوشتی راس ۳۰۸ تنظیم شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر (شاهد منفی)، ۲۰۰ میلی‌لیتر اسیدیفایر تجاری (شاهد مثبت؛ شامل اسیدهای فرمیک، پروپیونیک، لاکتیک، سیتریک و سوربیک)، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر ترکیب اسیدهای آلی بدون پوشش، و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم ترکیب اسیدهای آلی پوشش‌دار شده در هر ۱۰۰۰ لیتر آب آشامیدنی بودند. شاهد مثبت یک اسید آلی تجاری بود که به وسیله شرکت توسعه بن‌دا فرآور با نام تجاری اسیدیفایر ۴+ عرضه شده است. سایر تیمارها شامل مخلوطی از اسیدهای آلی شامل اسید پروپیونیک (۱۷۵ گرم، مرک آلمان، ۱۰۰٪ خلوص)، اسید بوتیریک (۱۳۵ گرم، مرک آلمان، ۱۰۰٪ خلوص) و اسید استیک (۲۱۵ گرم، ایرانی، ۱۰۰٪ خلوص) بودند که به وسیله مجری ترکیب و به‌صورت آزاد یا پوشش‌دار شده بررسی شدند. به منظور پوشش‌دار کردن اسیدهای آلی مورد استفاده، به نسبت ۱ به ۲ با ترکیبات پوشاننده شامل:

مالتودکسترین (DE=18)، گلوتن گندم فعال شده، پکتین، ایزوله پروتئین آب پنیر، گلوماتین، سدیم آلژینات و صمغ عربی مخلوط شده و مخلوط نهایی پس از یکنواخت شدن با هموژنایزر مکانیکی با سرعت ۱۴ هزار دور در دقیقه، با استفاده از آون خلا در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس و فشار ۹۰۰ میلی‌بار خشک شد. ترکیبات پس از خشک شدن با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی، آسیاب شدند. در سه روز اول پرورش از آبخوری کله قندی و بعد از آن تا پایان دوره از آبخوری نیپل استفاده شد. برای هر قفس به‌طور جداگانه یک مخزن دربسته ۱۰ لیتری تعبیه شد و شلنگی که به لوله مستقیم خط آبخوری وصل بود را جدا کرده و به لوله منبع وصل شد. جنس شلنگ‌ها از جنس پلاستیک و منبع-ها هم از جنس پلاستیک بودند. وزن بدن پرنده‌ها، آب و خوراک مصرفی و تلفات آن‌ها در روزهای ۰، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ آزمایش اندازه‌گیری و وزن آن‌ها ثبت شد. از این نتایج، افزایش وزن روزانه (BWG)، خوراک مصرفی روزانه (ADFI)، آب مصرفی روزانه (ADWI) و ضریب تبدیل خوراک (FCR) به‌صورت هفتگی محاسبه شد. در پایان، شاخص کارآیی اروپایی (EEF) محاسبه شد.

در پایان دوره از هر قفس، دو قطعه جوجه با وزن نزدیک به میانگین وزنی انتخاب شد و بعد از شماره‌گذاری پا و ثبت وزن زنده، جوجه‌ها ذبح شده و بلافاصله پرکنی انجام شد. برای اندازه‌گیری pH، بلافاصله پس از کشتار مقدار یک گرم از محتویات چینه‌دان، پیش‌معده، سنگدان، دوازدهه، ژژنوم، ایلئوم و سکوم در ۲ میلی‌لیتر آب دیونیزه در لوله آزمایش مخلوط شد و با استفاده از دستگاه ورتکس همگن شد و با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (WTW, Inolab 7310) اندازه‌گیری شد (Chaveerach *et al.*, 2004). برای سنجش اثر اسیدهای آلی پوشش‌دار شده و بدون پوشش بر فلور میکروبی روده، محتویات ایلئوم برای شمارش باکتری‌های *اشریشیا کلای*، لاکتوباسیلوس و کلی‌فرم‌ها جمع‌آوری شد و جهت انجام آزمایش میکروفلور به آزمایشگاه ارسال شد. ابتدا رقت سازی و سپس در سطح پلت‌های حاوی محیط کشت به‌صورت خطی پخش شد (Pirgozliev *et al*., 2008).

جدول ۱- اجزا و ترکیبات جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین (۰ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)

Table 1. Ingredients and nutrient composition of basal diets at starter (0-10 d), grower (11-24 d) and finisher (25-42 d) periods

Ingredients (%)	Starter (0-10 d)	Grower (11-24 d)	Finisher (25-42 d)	Calculated analysis	Starter (0-10 d)	Grower (11-24 d)	Finisher (25-42 d)
Corn grain	52.145	54.611	59.406	Metabolizable energy (kcal/kg)	2850	2950	3050
Soybean meal	39.800	38.211	32.947	Crude protein (%)	22.17	20.46	18.59
Soybean oil	1.621	3.187	3.908	Methionine (%)	0.61	0.56	0.51
Corn gluten meal	1.963	0.00	0.00	Methionine + Cysteine (%)	0.90	0.83	0.76
Calcium carbonate	0.986	0.901	0.837	Lysine (%)	1.22	1.09	0.98
Dicalcium phosphate	1.980	1.756	1.576	Threonine (%)	0.82	0.73	0.66
Common salt	0.235	0.267	0.217	Valine (%)	0.91	0.85	0.77
Sodium bicarbonate	0.147	0.110	0.188	Arginine (%)	1.33	1.27	1.14
L-Threonine 99%	0.106	0.066	0.055	Isolosine (%)	0.83	0.78	0.70
DL-Methionine 99%	0.311	0.282	0.256	Linoleic acid (%)	2.13	2.98	3.43
L-Lysine HCl 78%	0.205	0.108	0.110	Sodium (%)	0.15	0.15	0.15
Vitamin premix[1]	0.250	0.250	0.250	Calcium (%)	0.96	0.87	0.79
Mineral premix[2]	0.250	0.250	0.250	Available phosphorus (%)	0.48	0.44	0.40

1. Vitamin premix provided the following per kilogram of diet: vitamin (trans-retinyl acetate), 10000IU; vitamin D_3 (cholecalciferol), 2000 IU; vitamin E (DL-alpha-tocopherol acetate), 45 IU; vitamin K_3 (bisulfate menadionecomplex), 3 mg; thiamine (thiaminemononitrate), 3 mg; riboflavin, 9 mg; nicotinic acid, 30 mg; pantothenic acid (D-calcium pantothenate), 10 mg; vitamin B_6, 4 mg; d-biotin, 0.1 mg; folic acid, 2 mg; vitamin B_{12} (cyanocobalamin), 0.02 mg and choline (choline chloride), 500 mg.

2. Mineral premix provided the following per kilogram of diet: iron ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), 55 mg; iodine ($Ca(IO_3)_2$), 1.3 mg; manganese ($MnSO_4 \cdot H_2O$), 100 mg; zinc (ZnO), 85 mg; copper ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), 13 mg; selenium (Na_2SeO_3), 0.2 mg.

انکوباسیون محیط کشت MRS آگار به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس در شرایط بی‌هوازی انجام شد. محیط کشت EMB و MacConkey آگار به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس انکوباسیون شدند و تعداد کلنی‌های تهیه شده برای هر یک از محتویات ایلئوم تعیین شد (Moharrery *et al*., 2005).

داده‌های آزمایش ابتدا برای توزیع نرمال آزمون شدند، در مواردی که توزیع داده‌ها نرمال نبود داده‌ها تبدیل شدند و در نهایت تمامی داده‌هایی که توزیع نرمال داشتند، با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS 9.3 (SAS Institute, 2011) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای بررسی اثر استفاده از اسیدهای پوشش‌دار و بدون پوشش در آب آشامیدنی از مقایسه متعامد و برای بررسی روند تغییرات خطی و غیرخطی از تجزیه تابعیت استفاده شد. به منظور بررسی صفات مربوط به عملکرد از طرح کاملاً تصادفی با زیر مشاهده و برای بررسی pH بخش‌های مختلف دستگاه گوارش و فلور میکروبی از طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار و دو زیر مشاهده در هر تکرار استفاده شد. برای مقایسه میانگین تیمارها برای صفات مورد نظر از آزمون توکی استفاده شد ($P<۰/۰۵$).

نتایج و بحث

افزودن ۵۰۰ گرم اسیدهای آلی پوشش‌دار شده در آب آشامیدنی سبب افزایش وزن پایان دوره، افزایش وزن روزانه و شاخص کارآیی اروپایی و کاهش ضریب تبدیل خوراک نسبت به تیمار شاهد منفی در کل دوره پرورش شد ($P<۰/۰۵$؛ جدول ۲)، اما اثری بر مصرف خوراک و آب آشامیدنی روزانه نداشت ($P>۰/۰۵$). در مقایسه متعامد بین اسیدهای پوشش‌دار و بدون پوشش، جوجه‌هایی که اسید آلی پوشش‌دار مصرف کردند، آب و خوراک بیشتری نسبت به آنهایی که اسید آلی بدون پوشش دریافت کردند مصرف نمودند ($P<۰/۰۵$)، همچنین ضریب تبدیل کمتر و افزایش وزن و شاخص کارآیی اروپایی بیشتری داشتند ($P<۰/۰۵$). محققین معتقدند که افزایش pH دستگاه گوارش منجر به کاهش فعالیت آنزیم لیپاز روده شده که در نهایت سبب تکثیر پاتوژن‌ها می‌شوند. به منظور حل این مشکل، برخی محققین پیشنهاد کردند که اسیدهای آلی بهتر است به وسیله پوششی محافظت شوند تا خاصیت اسیدی کنندگی آنها تا رسیدن به مجرای روده حفظ شود. در این خصوص محققی گزارش کرد که استفاده از اسیدهای آلی پوشش‌دار شده در سطح ۰/۱ درصد نسبت به اسیدهای آلی بدون پوشش در خوک‌های از شیر گرفته شده سبب افزایش وزن بیشتری شد، اما اثری بر مصرف خوراک آنها نداشت. این محققان دلیل این نتیجه را این‌طور بیان کردند که اسیدهای آلی پوشش‌دار شده با کاهش pH دستگاه گوارش، مورفولوژی و عملکرد روده را بهبود می‌بخشند و یکپارچگی و ایمنی روده را افزایش می‌دهند، در نتیجه عملکرد رشد بهبود می‌یابد (Jia *et al*., 2010).

در تحقیقی که برای مقایسه اسید لاکتیک به فرم پوشش‌دار و آزاد صورت گرفت، گزارش شد که استفاده از سطح ۰/۶ درصد اسید لاکتیک پوشش‌دار شده در خوراک جوجه‌های گوشتی سبب افزایش وزن و کاهش ضریب تبدیل خوراک نسبت به فرم آزاد شد (Natsir *et al*., 2010). در تحقیقی دیگر نشان داده شد که افزودن اسید پروپیونیک، پروپیونات آمونیوم، اسید فرمیک و فرمات آمونیوم به‌صورت مقطعی و در کل دوره در آب آشامیدنی سبب افزایش وزن بیشتر و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد، در حالی که اثری بر مصرف خوراک نداشت (Hamid *et al*., 2018). در مطالعه‌ای گزارش شد که افزودن سطوح ۰/۷ و ۱/۴ درصد اسید استیک در جیره سبب افزایش وزن جوجه‌های گوشتی و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد (Roostaei-Alimehr *et al*., 2014). همچنین برخی محققین گزارش کردند که افزودن اسید آلی به جیره سبب افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد ولی اثری بر مصرف خوراک نداشت (Rodjan *et al*., 2017; Nguyen *et al*., 2018; Roth *et al*., 2019). مطالعات نشان داد که با استفاده از ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد اسید استیک در جیره غذایی، افزایش وزن روزانه نسبت به گروه شاهد منفی بالاتر بود (Ghazalah *et al*., 2011). اسیدهای آلی تجزیه پروتئین را در معده افزایش داده و قابلیت هضم پروتئین و اسید آمینه را افزایش می‌دهند، همچنین سبب کاهش pH روده می‌شوند که عملکرد پرنده را بهبود می‌بخشند (Samanta *et al*., 2010) و از راه حفظ سلامتی دستگاه گوارش سبب بهبود عملکرد رشد و ضریب تبدیل خوراک خواهند شد (Gornowicz and Dziadek 2002). در تحقیقی گزارش شد که افزودن مخلوطی از اسیدهای آلی پروپیونیک، فورمات کلسیم، فورمیک، فورمات آمونیوم، پروپیونات آمونیوم، پروپیونات کلسیم، فرم آلدئید و لاکتات کلسیم به جیره جوجه‌های

گوشتی سبب افزایش میانگین وزن و کاهش ضریب تبدیل خوراک نسبت به تیمار شاهد شد (Sajed *et al.*, 2016). نتایج نشان می‌دهد که pH محتویات چینه‌دان در جوجه-هایی که سطح ۱۰۰۰ گرم اسید آلی پوشش‌دار شده دریافت کردند، نسبت به تیمار ۵۰۰ میلی‌لیتر اسید آلی بدون پوشش کاهش معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). افزودن سطوح مختلف اسید آلی پوشش‌دار و بدون پوشش در آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی نسبت به تیمار شاهد منفی و مثبت سبب کاهش خطی pH پیش‌معده شد ($P<۰/۰۱$). در مقایسه‌ی متعامد بین اسید آلی پوشش‌دار و بدون پوشش، pH سنگدان جوجه‌هایی که اسید آلی پوشش‌دار دریافت کردند نسبت به آنهایی که اسید آلی بدون پوشش مصرف کردند کاهش بیشتری داشت ($P<۰/۰۵$). اسید آلی پوشش‌دار اثر بیشتری بر کاهش pH دئودنوم جوجه‌های گوشتی نسبت به اسیدهای آلی بدون پوشش، شاهد مثبت و منفی داشت ($P=۰/۰۹۴$). در جوجه‌هایی که سطوح مختلف اسید آلی پوشش‌دار را در آب آشامیدنی مصرف کردند، pH ژژنوم به‌طور خطی کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). مصرف سطوح مختلف اسیدهای آلی پوشش‌دار و بدون پوشش اثری بر pH ایلئوم و سکوم‌ها نداشت ($P>۰/۰۵$؛ جدول ۳).

از آنجایی که تولید اسید در معده طیور نسبت به اندازه معده بسیار زیاد است، در صورت استفاده آزاد از اسیدهای آلی، اسید سبب از بین رفتن معده می‌شود و این اسیدها حداکثر تا سنگدان پیش خواهند رفت؛ اما اسیدهای آلی پوشش‌دار این مشکل را برطرف می‌کنند. فعالیت لیپاز تولید شده از پانکراس، موجب هضم تری‌گلیسیرید و آزاد شدن اسیدهای آلی قرار گرفته در پوشش می‌شود و به تدریج محیط را اسیدی می‌کند و هنگامی که pH به کمتر از ۵ می‌رسد، لیپاز غیرفعال شده در نتیجه کمپلکس چربی و اسید آلی به بخش‌های بعدی روده منتقل می‌شود و در آنجا دوباره این وقایع تکرار می‌شود و به این ترتیب تمامی قسمت‌های دستگاه گوارش به‌طور تقریباً یکنواخت اسیدی خواهند شد. با پایین آمدن pH، رشد میکروارگانسیم‌های مضر در دستگاه گوارش کاهش می‌یابد و در مقابل رشد و بازده خوراک در جوجه‌ها بیشتر می‌شود (Shariatmadari and Mohiti-Asli, 2008). در یکی از مطالعات اخیر گزارش شده است که استفاده از ترکیب اسیدهای آلی پوشش‌دار شده و اسانس گیاهی به مقدار ۰/۳ گرم در هر کیلوگرم خوراک جوجه‌های گوشتی، سبب کاهش pH ژژنوم ($P=۰/۰۷۹$) و ایلئوم ($P=۰/۰۷۸$) نسبت به گروه شاهد شد (Yang *et al.*, 2019). در تحقیق دیگری که به منظور مقایسه اسید لاکتیک پوشش‌دار شده و بدون پوشش در سطوح ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ درصد در جیره انجام شد، گزارش شد که استفاده از سطح ۰/۶ درصد اسید آلی پوشش‌دار سبب کاهش pH ژژنوم نسبت به سایر تیمارها

جدول ۲- اثر افزودن سطوح مختلف ترکیبی از اسید آلی پوشش‌دار شده و بدون پوشش در آب آشامیدنی بر عملکرد جوجه-های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 2. Effect of administrating different levels of the encapsulated and non-encapsulated blends of organic acids in drinking water on the performance of broilers at 42 days of age

Treatments	Body weight (g)	Average daily gain (g)	Daily Feed intake (g)	Daily water intake (mL)	Feed conversion ratio	European efficiency factor
0 mL (NC[1])	2751[bc]	64.5[bc]	112	215	1.74	355[b]
200 mL Acidifier 4+ (PC[2])	2721[bc]	63.8[bc]	107	203	1.68	375[ab]
500 mL non-encapsulated OA[3]	2655[c]	62.2[c]	111	202	1.79	345[b]
1000 mL non-encapsulated OA	2693[bc]	63.1[bc]	113	200	1.79	350[b]
500 g encapsulated OA	3084[a]	72.4[a]	122	238	1.69	426[a]
1000 g encapsulated OA	3018[ab]	70.8[ab]	114	224	1.61	435[a]
SEM	51.1	1.2	1.7	4.4	0.023	11.1
Effect	*P*-value					
Treatments	0.034	0.035	0.199	0.060	0.142	0.032
Non-encapsulated: Encapsulated	0.003	0.004	0.186	0.009	0.026	0.002
Non-encapsulated: Control	0.460	0.464	0.864	0.061	0.392	0.710
Encapsulated: Control	0.037	0.037	0.371	0.274	0.204	0.018
Linear non-encapsulated	0.498	0.503	0.936	0.058	0.391	0.737
Linear encapsulated	0.044	0.044	0.444	0.324	0.167	0.018

[1] NC: Negative control, [2] PC: Positive control, [3] OA: Organic acids

[a-c] Means within the same column with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

شد (Natsir *et al*., 2010). در مطالعه‌ای گزارش شد که استفاده از مخلوطی از چند اسید آلی (فرمات آمونیوم، پروپیونات آمونیوم، اسید فرمیک و اسید پروپیونیک)، pH محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی را کاهش داد. علت آن این است که استفاده از ترکیب اسیدهای آلی نسبت به استفاده از آنها به صورت جدا به علت آثار همکوشی بین اسیدهای آلی و تنوع pKa اسیدهای مختلف، pH دستگاه گوارش را به میزان بیشتری کاهش می‌دهند (Denli *et al*., 2003). در تحقیقی گزارش شد که افزودن ترکیبی از اسیدهای آلی پروپیونیک و فرمیک در سطوح صفر، ۰/۵، ۱و ۱/۵ درصد در جیره سبب کاهش pH دئودنوم شد (Ghahri *et al*., 2008). افزودن ترکیبی از اسیدهای آلی پروپیونیک و فرمیک در سطح ۰/۲ درصد سبب کاهش pH بخش‌های مختلف روده کوچک شد (Ghazalah *et al*., 2011). در مطالعه‌ای، افزودن سطوح ۱/۵ و ۳ درصد اسید سیتریک، استیک و لاکتیک به جیره جوجه‌های گوشتی، سبب کاهش pH در بخش‌های سنگدان، دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم نسبت به تیمار شاهد شد که البته این تفاوت معنی-دار نبود (Abdel-Fattah *et al*., 2008). اختلاف در نتایج آزمایش‌های مختلف ممکن است به دلیل اختلاف در نوع و مقدار اسیدهای استفاده شده باشد (Florou-Paneri *et al*., 2001).

نتایج مربوط به جمعیت برخی باکتری‌های ایلئوم جوجه-های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف مخلوط اسیدهای آلی پوشش‌دار و بدون پوشش در سن ۴۲ روزگی نشان داد که در جوجه‌هایی که ۵۰۰ گرم اسید آلی پوشش‌دار یا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر اسیدهای آلی بدون پوشش در آب آشامیدنی دریافت نمودند، شمار باکتری *اشرشیاکلی* نسبت به تیمار شاهد منفی کاهش یافت (P<۰/۰۵). شمار باکتری *اشرشیاکلی* با افزایش سطوح اسیدهای آلی بدون پوشش به‌طور خطی کاهش داشت (P<۰/۰۵). شمار باکتری *کلی-فرم* با افزایش سطح اسید آلی بدون پوشش به‌صورت خطی کاهش (P<۰/۰۵) و با اسیدهای آلی پوشش‌دار افزایش (P=۰/۰۹۲) یافت. افزودن سطوح مختلف تیمارهای اسید آلی اثری بر جمعیت باکتری *لاکتوباسیلوس* نداشت (P>۰/۰۵). اسیدهای آلی پوشش‌دار شده به دلیل رهایش آهسته اسیدهای آلی سبب اسیدی شدن یکنواخت دستگاه گوارش می‌شوند و در نتیجه کاهش pH دستگاه گوارش طیور، میکروب‌های فرصت‌طلب را از محیط حذف می‌کنند (Shariatmadari and Mohiti-Asli, 2008).

در تحقیقی که برای مقایسه اسید لاکتیک به فرم پوشش‌دار و آزاد صورت گرفت، گزارش شد که استفاده از سطح ۰/۶ درصد اسید لاکتیک پوشش‌دار شده در خوراک سبب کاهش جمعیت باکتری *اشریشیا کلای* و سالمونلا نسبت به فرم آزاد شد، ولی اثری بر جمعیت باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* نداشت (Natsir *et al*., 2010). اسیدهای آلی بیشترین اثر باکتری‌کشی را بر باکتری‌های گرم منفی دارند.

جدول ۳- اثر افزودن سطوح مختلف مخلوط اسیدهای آلی پوشش‌دار و بدون پوشش در آب آشامیدنی بر pH دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 3. Effect of administrating different levels of the encapsulated and non-encapsulated blend of organic acids in drinking water on pH of the gastrointestinal tract of broilers at 42 days of age

Treatments	Crop	Proventriculus	Gizzard	Duodenum	Jejunum	Ileum	Ceca
0 mL (NC[1])	4.74[ab]	5.34[a]	3.18	5.85	5.84[a]	5.84	6.11
200 mL Acidifier 4+ (PC[2])	4.69[ab]	4.39[b]	3.46	5.78	5.66[ab]	5.66	5.79
500 mL non-encapsulated OA[3]	5.14[a]	4.43[b]	3.45	5.88	5.49[ab]	6.46	5.44
1000 mL non-encapsulated OA	4.48[ab]	4.15[b]	3.50	5.79	5.59[ab]	6.14	5.81
500 g encapsulated OA	4.55[ab]	4.21[b]	3.29	5.76	5.51[ab]	5.98	5.96
1000 g encapsulated OA	4.31[b]	3.91[b]	3.04	5.66	5.24[b]	6.38	5.98
SEM	0.066	0.090	0.058	0.026	0.050	0.110	0.045
Effect			*P*-value				
Treatments	0.020	0.001	0.123	0.235	0.012	0.602	0.628
Non-encapsulated: Encapsulated	0.017	0.172	0.025	0.094	0.228	0.235	0.667
Non-encapsulated: Control	0.798	0.001	0.057	0.791	0.026	0.131	0.935
Encapsulated: Control	0.230	0.001	0.937	0.142	0.004	0.622	0.759
Linear non-encapsulated	0.654	0.001	0.055	0.668	0.037	0.184	0.918
Linear encapsulated	0.198	0.001	0.815	0.117	0.002	0.627	0.699

[1] NC: Negative control, [2] PC: Positive control, [3] OA: Organic acids

[a-b] Means within the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

این باکتری‌ها در مقایسه با باکتری *لاکتوباسیلوس* مقاومت کمتری به محیط اسیدی دارند (Jordan *et al*., 2001). بر اساس توضیحات بالا، در مطالعه‌ای گزارش شد که افزودن اسید گلوکونیک در سطوح ۲، ۴ و ۶ درصد و اسید سیتریک در سطح ۴ درصد به جیره جوجه‌های گوشتی نر نژاد نیوهمشایر×کلمبین باعث کاهش جمعیت *بیفیدوباکتریوم‌ها* و کاهش جمعیت باکتری *اشریشیاکلی*، *لاکتوباسیلوس* و *کلستریدیوم پرفریجنز* شد (Biggs and Parsons, 2008). در مطالعه‌ای با استفاده از سطوح صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد اسید استیک در آب آشامیدنی گزارش شد که تعداد کل میکروب‌های هوازی و *کلی‌فرم‌ها* در محتویات ایلئوم جوجه‌ها (۱۴ و ۲۸ روزگی) تفاوتی نداشت (Akbari *et al*., 2004). در تحقیق دیگری که آثار افزودن اسید استیک را در سطوح ۱ و ۲ درصد در آب آشامیدنی جوجه-های سویه راس و کاب بررسی کردند گزارش شد که استفاده از این سطوح باعث کاهش جمعیت *انتروکوکوس* و *اشریشیا کلای* و افزایش جمعیت *لاکتوباسیلوس* در هر دو سویه در سن ۴۲ روزگی شد (Mustafa *et al*., 2014). در مطالعه آثار ترکیب اسید آلی در سطوح ۱، ۱/۵ و ۲ میلی-لیتر، نشان داده شد که سطح ۲ میلی‌لیتر در لیتر آب آشامیدنی از این اسید آلی سبب کاهش جمعیت *سالمونلا* و *اشریشیا کلای* روده در دوره آغازین شد (Khan *et al*., 2013). در مطالعه دیگری گزارش شد که استفاده از سطح ۰/۲ درصد اسید پروپیونیک و فرمیک در جیره جوجه‌های گوشتی سبب کاهش تعداد باکتری‌های گرم منفی ناحیه ایلئوم و سکوم در ۴۲ روزگی شد (Gunal *et al*., 2006). در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ترکیب اسیدهای پروپیونیک، آمونیوم پروپیونات، آمونیوم فرمات و فرمیک، جمعیت میکروبی باکتری‌های بیماری‌زا نظیر *اشریشیا کلی* نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (Akyurek *et al*., 2011).

نتیجه‌گیری کلی

مطابق یافته‌های این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزودن اسیدهای آلی پوشش‌دار به آب آشامیدنی هیچ اثر منفی بر کاهش مصرف خوراک و مصرف آب در جوجه‌های گوشتی ندارد. افزایش سطح اسیدهای آلی پوشش‌دار در آب آشامیدنی، pH پیش‌معده و ژژنوم را در ۴۲ روزگی به-طور خطی کاهش داد. شمار باکتری *اشریشیا کلای* در ایلئوم جوجه‌هایی که سطح ۱۰۰۰ میلی‌لیتر اسید آلی بدون پوشش و سطوح مختلف اسید آلی پوشش‌دار دریافت کردند، کاهش یافت. همچنین ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارآیی اروپایی با افزایش سطح اسیدهای آلی پوشش‌دار در آب آشامیدنی بهبود یافتند. این یافته‌ها به-طور کلی نشان می‌دهند که افزودن سطح ۵۰۰ گرم اسید آلی پوشش‌دار در ۱۰۰۰ لیتر آب آشامیدنی برای بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی کفایت می‌کند. بنابراین استفاده از اسیدهای آلی پوشش‌دار شده سبب صرفه‌جویی

جدول ۴- اثر افزودن سطوح مختلف ترکیبی از اسید آلی پوشش‌دار و بدون پوشش در آب آشامیدنی بر جمعیت باکتریایی ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 4. Effect of administrating different levels of theencapsulated and non-encapsulated blend of organic acids in drinking water on ileal bacterial populations (log_{10} CFU/g) of broilers at 42 days of age

Treatments	*Lactobacillus* (CFU/g 10^5)	*Coliforms* (CFU/g 10^4)	*E. coli* (10^4CFU/g)
0 mL (NC[1])	2.40	2.62	2.49[a]
200 mL Acidifier 4+ (PC[2])	2.17	2.51	2.35[ab]
500 mL non-encapsulated OA[3]	2.27	2.43	2.36[ab]
1000 mL non-encapsulated OA	2.14	1.96	2.10[b]
500 g encapsulated OA	2.31	1.95	2.04[b]
1000 g encapsulated OA	2.21	2.23	2.28[b]
SEM	0.041	0.084	0.050
Effect		*P*-value	
Treatments	0.530	0.070	0.049
Non-encapsulated: Encapsulated	0.584	0.660	0.522
Non-encapsulated: Control	0.099	0.084	0.071
Encapsulated: Control	0.320	0.070	0.079
Linear non-encapsulated	0.072	0.043	0.035
Linear encapsulated	0.289	0.092	0.110

[1] NC: Negative control, [2] PC: Positive control, [3] OA: Organic acids

[a-b] Means within the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

در میزان مصرف اسیدهای آلی برای بدست آوردن نتایج مطلوب عملکردی در جوجه‌های گوشتی می‌شود.

تشکر و قدردانی

از گروه دانش بنیان ویوان جهت حمایت مالی از پایان‌نامه و از شرکت توسعه بن‌دا فرآور برای فراهم کردن اسیدیفایر ۴+ استفاده شده در این آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

Abdel-Fattah S. A., EI-Sanhoury M. H., EI-Medna N. M. and Abdul-Azeem F. 2008. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. International Journal of Poultry Science, 7: 215-222.

Adil S., Banday T., Bhat G. A., Mir M. S. and Rehman M. 2010. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. Veterinary Medicine, 2010: 479485.

Akbari M. R., Kermanshahi H. and Kalidari G. A. 2004. Effect of acetic acid administration in drinking water on performance and growth characteristics and ileal microflora of broiler chickens. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 8(3): 139 -148. (In Persian).

Akyurek H., Levent Ozduven M., Agma Okur A., Koc F. and Ersin Samli H. 2011. The effects of supplementing an organic acid blend and/or microbial phytase to a cornsoybean based diet fed to broiler chickens. African Journal of Agricultural Research, 6(3): 642-649.

Biggs P. and Parsons C. M. 2008. The effects of several organic acids on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. Poultry Science, 87(12): 2581-2589.

Bunnik van B. A., Katsma W., Wagenaar J., Jacobs-Reitsma W. and De Jong M. 2012. Acidification of drinking water inhibits indirect transmission, but not direct transmission of Campylobacter between broilers. Preventive Veterinary Medicine, 105: 315-319.

Chaveerach P., Keuzenkamp D. A., Lipman L. J. A. and Van Knapen F. 2004. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on Campylobacter infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. Poultry Science, 83(3): 330-334.

Denli M., Okan F. and Celik K. 2003. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and caracass yield. Pakistan Journal of Nutrition, 2(2): 89-91.

Florou-Paneri P., Christaki E., Botsoglou N. A., Kalousis A. and Spais A. B. 2001. Performance of broilers and the hydrogen ion concentration in their digestive tract following feeding of diets with different buffering capacities. Archiv Fur Geflgelkund, 65(5): 236-240.

Ghahri H., Shivazad M., Farhumand P., Egbal J. and Najafzadeh M. 2008. An investigation on the use of dietary organic acids on broiler performance. Pajouhesh and Sazandegi, 77: 26- 33. (In Persian).

Ghazalah A. A., Atta A. M., Elkoub K., Moustafa M. E. L. and Shata F. H. 2011. Effect of dietary supplementation of organic acids on perforamance, nutrients digestibility and health of broiler chicks. International Journal of Poultry Science, 10(3):176-184.

Gornowicz E. and Dziadek K. 2002. The effect of acidifying preparations added to compound feeds on management conditions of broiler chickens. Annals of Animal Science, 1(1): 93-96.

Gunal M., Yayli G., Kaya O., Karahan N. and Sulak O. 2006. The effect of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broiler. International Journal of Poultry Science, 5(2): 149-155.

Hamid H., Shi H. Q., Ma G. Y., Fan Y., Li W. X., Zhao L. H., Zhang J. Y., Ji C. and Ma Q. G. 2018. Influence of acidified drinking water on growth performance and gastrointestinal function of broilers. Poultry Science, 97(10): 1-9.

Hamed D. M. and Hassan A. M. A. 2013. Acids supplementation to drinking water and their effects on Japanese quails experimentally challenged with *Salmonella enteritidis*. Research in Zoology, 3: 15-22.

Hassan H., Mohamed M., Youssef A. W. and Hassan E. R. 2010. Effect of using organic acids to substitute antibiotic growth promoters on performance and intestinal microflora of broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 23: 1348-1353.

Helander I. M., - L. Alakomi H., Latva-Kala K., MattilaSandholm T., Pol I., Smid E. J., Gorris L. G. M. and von Wright A. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 3590-3595.

Jia G., Yan J. Y., Cai J. Y. and Wang K. N. 2010. Effects of encapsulated and non-encapsulated compound acidifiers on gastrointestinal pH and intestinal morphology and function in weaning piglets. Journal of Animal and Feed Sciences, 19(1), 81-92.

Jordan F., Pattison M., Alexander D. and Faragher T. 2001. Poultry Diseases. Pp. 28-29.

Khan S., Sultan A., Muhammad A., Imtiaz N., Mobashar M., Khan H., Saleem M. and Inam M. R. 2013. Lower illeal microflora and growth performance of broilers supplemented with organic acid blend (Aciflex®) during starter phase. Greener Journal of Agricultural Sciences, 3: 794-800.

Menconi A., Kuttappan V. A., Hernandez-Velasco X., Urbano T., Matte F., Layton S., Kallapura G., Latorre J., Morales B. E., Prado O., Vicente J. L., Barton J., Andreatti Filho R. L., Lovato M., Hargis B. M. and Tellez G. 2014. Evaluation of a commercially available organic acid product on body weight loss, carcass yield, and meat quality during preslaughter feed withdrawal in broiler chickens: A poultry welfare and economic perspective. Poultry Science, 93(2): 448-455.

Mustafa M. A. GH., Sulaiman M. and Salahaddin L. 2014. Effect of acetic acid added to drinking water of two broiler strains on performance and small intestine histological. Diyala Journal of Agricultural Sciences, 6(1): 1-8.

Natsir M. H., Sjofjan O., Umam K., Manab A. and Widodo E. 2010. Effects of liquid and encapsulated lactic acid in broiler diets on performances, intestinal characteristics and intestinal microflora. The Journal of Poultry Science, 47(3), 240-243.

Nguyen D. H., Lee K. Y., Mohammadigheisar M. and Kim I. H. 2018. Evaluation of the blend of organic acids and medium-chain 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): 1-8.

Olarve J. P., Luis E. S. and Mangabat C. G. 2007. The effect of different levels of an acidifier in the diet on the performance of broilers. Philippine Journal of Veterinary Medicine, 44: 14-19.

Pirgozliv V., Murphy T. C., Owens B., George J. and McCann M. E. E. 2008. Fumaric and sorbic acid as additives in broiler feed. Research in Veterinary Science, 84(3): 387-394.

Qodrati Kateshmshiry J., Saadatfar Z. and Zarghi H. 2016. Effect of organic acid and probiotic on small intestinal histomorphometry in broiler chickens. Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Development, Strategies and Challenges, Tabriz, Iran. Pp. 1-12. (In Persian).

Raftari M., Jalilian A. S., Fa Fau A., Abdulamir As Fau - Son R., Son R Fau - Sekawi Z., Sekawi Z Fau - Fatimah A. B. and Fatimah A. B. 2009. Effect of organic acids on Escherichia coli O157:H7 and *Staphylococcus aureus* contaminated meat. The Open Microbiology Journal 3: 121-127.

Rodjan P., Soisuwan K., Thongprajukaew K., Theapparat Y., Khongthong S., Jeenkeawpieam J. and Salaeharae T. 2017. Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 102(2): 1-10.

Roser U. 2006. Effects of organic acids in liquid and solid forms on the survival rate of Salmonella in pelleted compound feed after recontamination. Journal of Immunology, 82: 12-19.

Roostaei-Alimehr M., Moayedi Ahmadsaraei H. and Haghighian-Roudsari M. 2014. Effect of increasing energy of diet and adding acetic acid on the performance and intestinal microflora of broilers. Iranian Veterinary Journal, 9(4): 44- 54. (In Persian).

Roth N., Hofacre Gh., Zitz U., Mathis G. F., Moder K., Doupovec B., Berghouse R. and Domig K. J. 2019. Prevalence of antibiotic-resistant E. coli in broilers challenged with a multi-resistant *E. coli* strain and received ampicillin, an organic acid-based feed additive or a synbiotic preparation. Poultry Science, 98(6): 1-10.

Sajed M., Jafari M. and Khojasteh S. 2016. Effect of dietary prebiotic and organic acid on growth performance, carcass characteristics and intestinal morphology of broiler chickens. Animal Production Research, 5(2): 25-35. (In Persian).

Samanta S., Haldar S. and Kumar Ghosh T. 2010. Comparative efficacy of an organic acid blend and bacitracin methylene disalicylate as growth promoters in broiler chickens: Effects on performance, gut histology, and small intestinal milieu. Veterinary Medicine International, 2010: 1-8.

SAS Institute. 2011. SAS/STAT User Guide. Version 9.3 edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Shariatmadari F and Mohiti-Asli M. 2008. Additives in animal feeds. Tarbiat Modares University Press. P. 413. (In Persian).

Shiravani Z., Aliakbarlu J. and Tajik H. 2016. Antibacterial activity of acetic and lactic acid against Listeria monocytogenes and their effect on the intracellular constituent release. Feyz, 21(2): 162-169.

Wang K., Chang Z., Ma Y., Lei C., Wang J., Zhu T., Liu H., Zuo Y. and Li X. 2009. Study on solvent extraction of propionic acid from simulated discharged water in vitamin B12 production by anaerobic fermentation. Bioresource Technology, 100: 2878-2882.

Yang X., Liu Y., Yan F., Yang C. and Yang X. 2019. Effects of encapsulated organic acids and essential oils on intestinal barrier, microbial count, and bacterial metabolites in broiler chickens. Poultry Science, 98(7): 2858-2865.