



RESEARCH PAPER

OPEN ACCESS

Effect of adding wood vinegar to drinking water on the growth performance, carcass characteristics, and microflora populations of the small intestine in broiler chickens

F. Abdinezhad¹, A. Mohit¹, M. Mohammadi^{1*}, M. M. Sohani²

1. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: 23-05-2025 – Revised: 15-07-2025 – Accepted: 16-07-2025 – Available online: 26-07-2025)

Abstract

Introduction: Wood vinegar (WV) is a liquid biomaterial produced by the thermo-pyrolysis of wood biomass and defined as a red-brown water-based liquid. It is a natural, non-toxic, safe, low-cost, and universal product suitable for use as an additive in animal feed, as a preventative antibiotic, and as a growth promoter. It has been shown to inhibit bacteria, leading to healthier poultry and higher yields. This study aimed to determine the efficacy of drinking water supplemented with wood vinegar on growth performance, carcass quality, and microbial population parameters of broilers.

Materials and methods: A total of 540 one-day-old chicks (Ross-308) were used in a 42-day feeding trial. The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and six replicates (15 chicks per replicate). The experimental treatments were: 1) negative control (NC, without wood vinegar in drinking water), 2) positive control (PC, commercial acidifier supplemented in drinking water), 3) 1.5 mL wood vinegar in one liter drinking water, 4) 3.5 mL wood vinegar in one liter drinking water, 5) 5.5 mL wood vinegar in one liter drinking water, and 6) 7.5 mL wood vinegar in one liter drinking water. Experimental diets were formulated for three phases: starter (1-10 days old), grower (11-24 days old), and finisher (25-42 days old). During the experimental period, average daily feed intake (ADFI), body weight gain (BWG), and feed conversion ratio (FCR) were measured. At the end of the experiment, two birds were selected from each replicate and slaughtered after weighing, and the weight of the internal organs (breast, thigh, wing, back, heart, liver, abdominal fat, pancreas, bursa of Fabricius, thymus, and Spleen) was measured. On days 21 and 42, two birds from each replicate were slaughtered to collect intestinal digesta and evaluate the intestinal microflora. To this end, dilution was first carried out and then linearly distributed onto the surface of the culture plates. After the incubation period, the bacterial colonies were counted using a colony counter, and the results were expressed as log₁₀ colony-forming units per gram of sample. The MRS agar plates were incubated anaerobically at 39°C for 24-48 hours, while the MacConkey agar plates were incubated aerobically at 39°C for the same duration to ensure optimal growth conditions for *Enterobacteriaceae*. Data were analyzed using the general linear model (GLM) of the SAS program, and treatment means were compared using Tukey's test at $P < 0.05$.

Results and discussion: No significant differences in feed intake were observed between the groups during the starter, grower, finisher, and whole periods. It can be concluded that adding wood vinegar to drinking water has no significant effect on the feed consumption of broiler chickens. This suggests that wood vinegar does not contribute nutritionally (e.g., by providing energy, protein, vitamins, or minerals) to the diet. Instead, its potential benefits may stem from the general properties of its organic compounds, which could enhance gastrointestinal health and immune function. BWG and FCR in the initial and final periods were not affected by the experimental

* Corresponding author: mohammadi@guilan.ac.ir



treatments. During the growth and whole periods, treatment containing 3.5 mL of wood vinegar improved weight gain compared to the negative control treatment ($P<0.05$). The use of wood vinegar in treatments containing 3.5 and 5.5 mL of wood vinegar increased the bursa of Fabricius weight and decreased abdominal fat without any negative effect on carcass characteristics, breast, and thigh weights ($P<0.05$). The bursa of Fabricius has an essential role in the poultry immune system. The increased weight of the bursa of Fabricius in wood vinegar-consuming treatments probably indicates an improvement in their immune system. The performance of poultry is significantly influenced by its health and safety status. A weak immune system causes weight loss when exposed to infectious diseases, so the use of immunostimulants can enhance performance by improving immune status. The *Lactobacillus* population showed a significant increase ($P<0.05$) compared to the negative control at 21 days of treatment with 3.5 and 5.5 mL of wood vinegar, and at 42 days of treatment with 3.5 and 5.5 mL of wood vinegar, respectively. The count of *Colibacillus* bacteria exhibited a significant decrease ($P<0.05$) at 21 days of age in treatments supplemented with 3.5 and 7.5 mL of wood vinegar relative to the negative control group. The use of wood vinegar in poultry drinking water improved microbial population by increasing the number of lactobacilli and reducing the population of *Colibacillus* bacteria, and improved the growth efficiency of broiler chickens.

Conclusions: The results of this study showed that the addition of 3.5 mL of wood vinegar to one liter of drinking water could increase the growth and intestinal microflora of broiler chickens.

Keywords: Broiler, Growth performance, Gut microflora, Wood vinegar

Ethics statement: This study was conducted with the full consideration of animal welfare and the approval of this study was granted by the Ethics Committee of the University of Guilan, Iran.

Data availability statement: The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Funding: The authors thank the University of Guilan and Fasle Panjom Knowledge-Based Company of Shiraz for the financial support of this project.

Acknowledgment: The Fasle Panjom Knowledge-Based Company of Shiraz is hereby thanked and acknowledged for its financial support for this thesis and for supplying the wood vinegar used in this experiment.

How to cite this article:

Abdinezhad, F., Mohit, A., Mohammadi, M., & Sohani, M. M. (2025). Effect of adding wood vinegar to drinking water on the growth performance, carcass characteristics, and microflora populations of the small intestine in broiler chickens. *Animal Production Research*, 14(3), 77-91. doi: 10.22124/ar.2025.30756.1900



اثر افزودن سرکه چوب در آب آشامیدنی بر عملکرد رشد، اجزای لاشه و فلور میکروبی روده کوچک جوجه‌های گوشتی

فائزه عبدی نژاد^۱، اردشیر محیط^۱، مهرداد محمدی^{۱*}، محمد مهدی سوهانی^۲

۱- گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۲ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۵ - تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۴/۰۵/۰۴)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر سرکه چوب بر عملکرد رشد، فلور میکروبی روده و کیفیت لاشه با تعداد ۵۴۰ قطعه جوجه گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، شش تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار به مدت ۴۲ روز انجام شد. تیمارها شامل شاهد منفی (بدون سرکه چوب)، شاهد مثبت (اسیدی فایر تجاری) و سایر تیمارها به ترتیب حاوی ۱/۵، ۳/۵، ۵/۵ و ۷/۵ میلی لیتر سرکه چوب در یک لیتر آب آشامیدنی بودند. خصوصیات عملکردی به صورت هفتگی و دوره‌ای بررسی شدند. در پایان دوره، وزن اندام‌های داخلی دو پرنده از هر تکرار محاسبه شد. به منظور بررسی میکروفلور روده، در ۲۱ و ۴۲ روزگی، از محتویات ژرژنوم دو قطعه جوجه از هر تکرار، نمونه برداری شد. در دوره رشد و کل دوره، تیمار حاوی ۳/۵ میلی لیتر سرکه چوب باعث بهبود افزایش وزن نسبت به تیمار شاهد منفی شد ($P < 0.05$). تیمارهای حاوی ۳/۵ و ۵/۵ میلی لیتر سرکه چوب سبب افزایش وزن بورس و کاهش چربی بطنی شدند ($P < 0.05$). تعداد لاکتوباسیلوس‌ها در ۲۱ روزگی در تیمارهای حاوی ۳/۵ و ۵/۵ میلی لیتر سرکه چوب و در ۴۲ روزگی در تیمارهای حاوی ۳/۵، ۵/۵ و ۷/۵ میلی لیتر سرکه چوب نسبت به شاهد منفی، افزایش معنی داری یافتند ($P < 0.05$). تعداد باکتری‌های کلی باسیل در ۲۱ روزگی در تیمارهای حاوی ۳/۵ و ۷/۵ میلی لیتر سرکه چوب نسبت به تیمار شاهد منفی، کاهش معنی داری یافت ($P < 0.05$). در کل، نتایج نشان داد که افزودن ۳/۵ میلی لیتر سرکه چوب در یک لیتر آب آشامیدنی، ضمن بهبود عملکرد رشد سبب بهبود میکروفلور در جوجه‌های گوشتی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، عملکرد رشد، فلور روده، سرکه چوب

* نویسنده مسئول: mohammadi@guilan.ac.ir

مقدمه

گوشت سفید، یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی برای انسان است و به دلیل قابلیت هضم و جذب بالا و سلامت آن، دارای اهمیت ویژه‌ای است (Bendich, 1993). توسعه سریع تولید مرغ باعث افزایش تنش‌های فیزیولوژیکی و شیوع بیماری‌ها در گله می‌شود. در چنین شرایطی، آنتی‌بیوتیک‌ها به‌طور معمول برای درمان حیوانات به‌کار گرفته می‌شوند که این امر منجر به افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی می‌شود (Ghasemi et al., 2014). ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی و افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای محصولات بدون آنتی‌بیوتیک باعث علاقه محققان برای شناسایی جایگزین‌های مناسب آنتی‌بیوتیک شده است (Ahiwe et al., 2021). تغذیه طیور به‌عنوان یک ابزار مدیریتی، نقش موثری در نوع و میزان پاسخ ایمنی ایفا می‌نماید. از طرفی، آب مهم‌ترین ماده مورد نیاز برای پرندگان است و حدود ۷۱ درصد از وزن بدن پرنده را تشکیل می‌دهد و آب غیربهداشتی و ناسالم از جمله راه‌های انتقال بیماری است (Watkins, 2002).

استفاده از مقادیر اندک افزودنی‌ها در جیره طیور و مخلوط کردن یکنواخت آن، کار ساده‌ای نیست و ممکن است مقادیر متفاوتی از آن‌ها به‌وسیله طیور استفاده شود و همچنین، در شرایط بیماری و تنش، کاهش مصرف خوراک باعث دریافت ناکافی افزودنی‌ها می‌شود، پس به‌منظور دریافت یک‌دست و کافی افزودنی‌ها پیشنهاد شده است که بعضی از آن‌ها مانند اسیدهای آلی از راه آب آشامیدنی مورد استفاده قرار گیرند (Mohiti-Asli et al., 2010).

استفاده از اسیدهای آلی به دلیل بی‌خطر بودن برای انسان و سازگاری با طبیعت طیور و همچنین، تأثیر مثبت آنها بر عملکرد تولیدی، میکروفلور روده و قابلیت هضم مواد مغذی، یکی از روش‌های رایج جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها به‌شمار می‌رود (Choi et al., 2009). سرکه چوب به‌عنوان اسید آلی طبیعی نیز نامیده می‌شود (Sasaki et al., 1999) و پتانسیل خوبی برای جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد دارد. سرکه چوب یا اسید پیرولین، مایعی است که از کربن‌سازی چوب و سایر مواد خام لیگنوسولوزی با به دام انداختن گازهای پیرولیز از راه یک دستگاه متراکم‌کننده بازیابی می‌شود. این محصول عمدتاً از آب و یک بخش آلی محلول حاوی اسیدهای آلی، فوران‌ها، پیران‌ها، کتون‌ها و فنل‌ها

تشکیل شده (De Souza Araújo et al., 2018) و باعث سرکوب باکتری‌ها، بهبود سلامت و عملکرد تولیدی دام می‌شود (Hanchai et al., 2021). گروه اصلی شناسایی شده در سرکه چوب، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فنلی هستند، همان اجزای اصلی که به‌وسیله سایر محققان نیز گزارش شده است (Loo et al., 2008; Montazeri et al., 2013; Diogenes et al., 2019).

ساز و کارهای متعددی برای آثار ضد میکروبی سرکه چوب توضیح داده شده است. وجود اسیدهای آلی باعث آسیب به دیواره سلولی باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌شود و سبب تغییر در pH طبیعی و سایر ویژگی‌های سیتوپلاسمی و تغییرات مواد ژنتیکی میکروارگانیسم‌ها می‌شود (Gama et al., 2023). تغییر pH باعث عدم تعادل در ظرفیت میکروارگانیسم‌ها برای تولید منظم H^+ شده و تداخل منفی فشار اسمزی غشاء و دیواره سلولی منجر به پارگی آن‌ها می‌شود (Alshuniaber et al., 2021)، از طرف دیگر، ترکیبات فنلی، دیواره سلولی را نازک کرده و باعث تخلیه سلولی و پراکندگی ریبوزوم‌ها می‌شوند (Alshuniaber et al., 2021). همچنین، ترکیبات فنولی جابجایی غشاهای سیتوپلاسمی را تقویت می‌کنند و باعث عدم یکپارچگی سلول‌ها و در نتیجه، نشت اجزای سیتوپلاسمی می‌شوند (Albano et al., 2016).

یکی از ویژگی‌های مورد نیاز برای تحریک رشد، فعالیت ضد باکتریایی است. این فعالیت برای سرکه چوب کاملاً تأیید شده است و یکی از دلایل بهبود عملکرد تولیدی آن مربوط به فعالیت ضدباکتریایی و ضدقارچی آن است (De Souza Araújo et al., 2018). مکمل‌سازی سرکه چوب در جیره خوک باعث افزایش عملکرد رشد و قابلیت هضم ظاهری کل دستگاه گوارش شده و آثار مفیدی بر فلور میکروبی روده دارد. این آثار می‌تواند مربوط به بهبود قابلیت هضم مواد مغذی باشد (Yan et al., 2012).

عوامل زیادی در هزینه پائین تولید گوشت طیور برای مصرف‌کنندگان نقش دارند، اما تاکنون هیچ‌کدام به‌اندازه محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیکی، سود مالی برای تولیدکنندگان و هزینه کم برای مصرف‌کنندگان نداشته است. بنابراین، نه تنها کارایی فنی جایگزین‌های بالقوه آنتی‌بیوتیک‌ها، بلکه همچنین هزینه نهایی، امکان‌سنجی اقتصادی و سهولت مصرف آن‌ها باید ارزیابی شود. بنابراین، یک محرک رشد ممکن است از نقطه نظر فنی موثر باشد،

قرار می‌گیرند و در زمان‌های مختلف در دمای ۰ تا ۱۲۰۰ درجه سلسیوس و زیر فشار هوای مشخص قرار می‌گیرند. از ۱۰ تن ضایعاتی که درون دستگاه قرار می‌دهند حدوداً میزان دو تن سرکه چوب بهره‌برداری می‌شود. سپس، فرآیند تصفیه به‌صورت زیر انجام می‌شود:

۱- جمع‌آوری سرکه چوب خام: در اثر فرآیند کربنیزاسیون (سوزاندن چوب در شرایط کمبود اکسیژن) بخاراتی تولید می‌شوند که با سرد کردن به مایع تبدیل شده و سرکه چوب خام را تشکیل می‌دهند.

۲- تصفیه اولیه: در این مرحله، سرکه چوب خام ممکن است حاوی مواد معلق، ذرات خاکستر و سایر ناخالصی‌ها باشد که با استفاده از روش‌هایی مانند ته‌نشینی، فیلتراسیون و یا سانتریفیوژ از آن جدا می‌شوند.

۳- تصفیه با کربن فعال: برای حذف رنگ، بو و طعم ناخوشایند سرکه چوب، از کربن فعال استفاده می‌شود. کربن فعال با جذب این ترکیبات ناخواسته، سرکه چوب را تصفیه می‌کند.

۴- تقطیر مجدد: در این مرحله با استفاده از برج‌های تقطیر، اجزای مختلف سرکه چوب بر اساس نقطه جوش آن‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند. این عمل باعث افزایش خلوص سرکه چوب و جداسازی ترکیبات مفید از یکدیگر می‌شود. سپس، آزمایشات مختلفی در ارتباط با عدم سمیت ترکیب حاصله انجام شده و در صورت لزوم از مراحل تصفیه بیشتری استفاده می‌شود.

اما اگر خیلی گران بوده یا استفاده از آن مستلزم تغییرات قابل توجهی در فرآیند تولید باشد، کاربرد آن غیرعملی می‌شود. سرکه چوب، یک محصول محرک رشد طبیعی جایگزین آنتی‌بیوتیک، غیرسمی و ارزان است (Diógenes et al., 2019).

با توجه به تحقیقات صورت گرفته به‌نظر می‌رسد نیاز به پژوهش‌های بیشتری در ارتباط با اثر سرکه چوب بر عملکرد رشد و میکروفلور در جوجه گوشتی وجود دارد و از آنجایی که اطلاعات اندکی در مورد کاربرد سرکه چوب در جیره جوجه‌های گوشتی در کشور وجود دارد، این مطالعه با هدف ارزیابی اثربخشی مکمل سرکه چوب در آب آشامیدنی بر عملکرد رشد و فلور میکروبی روده در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از ۵۴۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس با میانگین وزنی برابر با ۳۶/۷ گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، شش تکرار و ۱۵ پرنده در هر تکرار انجام شد. سرکه چوب از شرکت فصل پنجم شیراز تهیه شد. اجزای تشکیل‌دهنده آن در جدول ۱ نشان داده شده است. این محصول از پسماندهای محصولات کشاورزی تولید شده است، سالانه حدود ۳۰ درصد محصولات کشاورزی در کشور به ضایعات تبدیل می‌شود. سرکه چوب از پسماندهای کشاورزی مانند کاه، گندم، نیشکر، پنبه و ... جمع‌آوری می‌شود. پسماندها درون دستگاه مخصوص تولید سرکه چوب

جدول ۱- تجزیه ترکیب شیمیایی سرکه چوب بر اساس آزمون طیف‌سنجی INSO 16019-2

Table 1. Analysis of the chemical composition of wood vinegar based on spectrophotometric testing INSO 16019-2

Compound name	Percentage	RT (MIN)	Compound name	Percentage	RT (MIN)
phenol	4.04	5.98	Furfural	5.88	3.84
Furfural, 5-methyl	1	5.72	1-Hydroxy2 butanone	1.37	3.14
Cresol	0.64	6.9	n-Hexyl acrylate	1.61	3.32
Pentatonic acid, 4 -oxo	0.48	7.2	Methyl Pridine	0.4	3.72
Phenol, 4-methyl	7.49	7.41	Butanoic acid, 2-methyl	0.18	4.03
Phenol, 2- methoxy	3.7	7.68	Furfural alcohol	0.46	4.15
Phenol, 2, 5- dimethyl	0.16	7.92	Pyridin, 3-methyl	0.29	4.31
Phenol, 3, 4- dimethyl	1.41	8.53	Acetol acetate	0.62	4.34
Phenol, 4-ethyl	0.65	8.82	Pentatonic acid	0.25	4.48
Phenol,3, 5-dimethyl	0.29	8.97	Di-sec-butylamine	0.12	4.84
Homocatechol	5.26	10.57	2- Cyclopenten-1- one, 2- methyl	0.88	4.87
Phenol, 2, 6 dimethoxy	8.66	11.45	Ethanone, 1- (2-Furanyl)	0.95	4.93
Syringol	0.81	11.58	Butyrolactone	1.69	5.02
2, 5- hexanedione	0.36	5.2	2- Cyclopenten-1-one, 2- hydroxy	0.33	5.15

تیمارهای آزمایشی شامل اسیدی فایر تجاری (شاهد مثبت) و مقادیر صفر (شاهد منفی)، ۱/۵، ۳/۵، ۵/۵ و ۷/۵ میلی لیتر سرکه چوب در هر لیتر آب آشامیدنی بودند. این تیمارها به مدت ۴۲ روز در اختیار جوجه‌ها قرار گرفتند. کلیه شرایط محیطی از قبیل درجه حرارت، رطوبت، برنامه واکسیناسیون و نوردهی برای تمام گروه‌ها در طول دوره پرورش یکسان بود. در تمام طول دوره، جوجه‌ها آزادانه به آب و غذای کافی دسترسی داشتند. اجزا و ترکیبات شیمیایی خوراک مورد استفاده در دوره پرورش مطابق جداول استاندارد احتیاجات غذایی جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ متوازن و تهیه شد. از صفر تا ۱۰ روزگی، جیره آغازین، از ۱۱ تا ۲۴ روزگی، جیره رشد و از ۲۵ تا ۴۲ روزگی، جیره پایانی مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲).

در پایان هر هفته، پرندگان وزن شدند و افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک اندازه‌گیری شد. در روز ۲۱ و ۴۲ پرورش از هر قفس، دو قطعه جوجه

با وزن نزدیک به میانگین وزنی انتخاب شدند و بعد از شماره‌گذاری پا و ثبت وزن زنده، ذبح شده و بلافاصله پرکنی انجام شد و وزن اندام‌های داخلی لاشه‌های حاصل با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای سنجش اثر تیمارها بر فلور روده، محتویات ژژنوم برای شمارش باکتری‌های لاکتوباسیلوس و کلی‌فرم‌ها جمع‌آوری شده و جهت انجام آزمایش میکروفلور به آزمایشگاه ارسال شدند. در آزمایشگاه، ابتدا، رقیق سازی انجام شد و سپس، پخش آن در سطح پلیت‌های حاوی محیط کشت به صورت خطی انجام شد. انکوباسیون محیط کشت MRS آگار به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس در شرایط بی‌هوازی انجام شد. محیط کشت مکانکی آگار به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۹ درجه سلسیوس انکوباسیون شد و تعداد کلنی‌های تشکیل شده تعیین شد (Pirgozliev et al., 2008).

جدول ۲- اجزای خوراک و ترکیب مواد مغذی جیره مورد استفاده در دوره‌های مختلف آزمایش

Table 2. Diet ingredients and nutrient composition of basal diet at different periods of the experiment

Ingredient (%)	Starter (1-10 d)	Grower (11-24 d)	Finisher (25-42 d)
Corn	53.53	58.20	62.56
Soybean meal (43.5%)	37.18	33.47	29.90
Fish meal	2	1	3.2
Soybean oil	2.8	2.8	1.42
Dicalcium phosphate	1.54	1.74	0.96
CaCO ₃	1.04	0.97	0.29
Common salt	0.36	0.22	0.25
Vit. Min. premix ¹	0.5	0.5	0.5
DL-Methionine 99%	0.27	0.22	0.26
L-Lys Hcl 78%	0.24	0.2	0.1
L-Threonine 98%	0.11	0.07	0.06
Zeolite	0.43	0.36	0.25
Sodium bicarbonate	-	0.15	0.15
Choline	-	0.05	0.05
Coccidiostat	-	0.05	0.05
Calculated analysis (%)			
AMEn (kcal/kg)	2900	2950	3050
Crude protein	22.23	20.46	18.59
Lysine	1.39	1.23	1.11
Methionine+cystine	1.04	0.94	0.87
Methionine	0.54	0.49	0.45
Threonine	0.94	0.84	0.74
Tryptophan	0.22	0.2	0.18
Arginine	1.47	1.3	1.16
Calcium	0.93	0.83	0.75
Available phosphorus	0.46	0.41	0.38
Sodium	0.16	0.16	0.16

¹ Provided the following per kg of diet: vitamins 10000 (IU) A, 5000 (IU) D₃, 45 (IU) E, 3 mg K₃, 3 mg B₁, 9 mg B₂, 10 mg, B₃, 30 mg B₅, 4 mg B₆, 0.02 mg B₁₂, 0.1 mg H and choline chloride 1000 mg. The mineral supplement per kilogram of diet contains 50 mg of iron, 100 mg of manganese, 10 mg of zinc, 10 mg of copper, 1 mg of iodine, and 0.2 mg of selenium.

نتایج به دست آمده از آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.3 و رویه مدل خطی عمومی یا GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک به ترتیب در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. در دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و کل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی)، تفاوت معنی‌داری از لحاظ افزایش وزن روزانه مشاهده شد ($P < 0.05$)، همچنین، ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت، به طوری که در دوره رشد، تیمارهای مصرف‌کننده ۳/۵ و ۵/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب در یک لیتر آب آشامیدنی، افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل کمتری نسبت به تیمار شاهد منفی داشتند. در کل دوره، افزایش وزن روزانه در تیمار مصرف‌کننده ۳/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد منفی داشت.

اثر تیمارهای مختلف آزمایشی بر مصرف خوراک روزانه در دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۳ نشان داده شده است. در هیچ‌یک از دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و کل دوره، تفاوت معنی‌داری در خوراک مصرفی جوجه‌های تغذیه شده با آب آشامیدنی حاوی سرکه چوب با سایر تیمارها مشاهده نشد. گزارش شده است که استفاده از اسیدهای آلی می‌تواند باعث کاهش مصرف خوراک شود (Elmaliah & Pinchasov, 1995)، کاهش مصرف خوراک ممکن است در اثر کاهش سرعت تخلیه محتویات دستگاه گوارش و کاهش سرعت عبور مواد مغذی در روده باریک در اثر استفاده از اسیدی‌فایرها به خوراک مصرفی طیور باشد (Brenes et al., 2003).

جدول ۳- اثر افزودن مقادیر مختلف سرکه چوب به آب آشامیدنی بر مصرف خوراک روزانه در دوره‌های مختلف رشد

Table 3. Effect of adding different amounts of Wood Vinegar (WV) to the drinking water on daily feed intake during different growth periods

Treatments	Starter (1-10 d)	Grower (11-24 d)	Finisher (25-42 d)	Whole period (1-42 d)
0 mL WV/1 L	29.79	82.21	160.84	90.94
Commercial acidifier	29.69	83.04	152.95	88.56
1.5 mL WV/1 L	29.76	80.93	154.59	88.42
3.5 mL WV/1 L	30.11	83.70	157.20	90.34
5.5 mL WV/1 L	30.31	83.39	160.48	91.39
7.5 mL WV/1 L	29.64	79.36	147.79	85.60
SEM	0.363	1.12	4.39	1.67
P-value	0.817	0.092	0.421	0.271

جدول ۴- اثر افزودن مقادیر مختلف سرکه چوب به آب آشامیدنی بر افزایش وزن در دوره‌های مختلف رشد

Table 4. Effect of adding different amounts of Wood Vinegar (WV) to the drinking water on daily weight gain during different growth periods

Treatments	Starter (1-10 d)	Grower (11-24 d)	Finisher (25-42 d)	Whole period (1-42 d)
0 mL WV/1 L	23.54	51.06 ^c	78.98	51.19 ^b
Commercial acidifier	23.97	54.39 ^{abc}	80.69	53.02 ^{ab}
1.5 mL WV/1 L	24.02	51.72 ^c	81.29	52.34 ^{ab}
3.5 mL WV/1 L	24.84	55.32 ^{ab}	83.25	54.47 ^a
5.5 mL WV/1 L	24.55	54.74 ^a	80.71	53.55 ^{ab}
7.5 mL WV/1 L	23.77	51.36 ^c	78.22	51.12 ^b
SEM	0.416	0.750	2	0.697
P-value	0.300	0.007	0.671	0.021

^{a-c} Means with different superscript letters in the same column differ significantly ($P < 0.05$).

جدول ۵- اثر افزودن مقادیر مختلف سرکه چوب به آب آشامیدنی بر ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف رشد
Table 5. Effect of adding different amounts of Wood Vinegar (WV) to the drinking water on the feed conversion ratio during different growth periods

Treatments	Starter (1-10 d)	Grower (11-24 d)	Finisher (25-42 d)	Whole period (1-42 d)
0 mL WV/1 L	1.26	1.61 ^a	2.06	1.77
Commercial acidifier	1.24	1.52 ^{ab}	1.89	1.70
1.5 mL WV/1 L	1.23	1.56 ^{ab}	1.90	1.68
3.5 mL WV/1 L	1.21	1.51 ^b	1.89	1.67
5.5 mL WV/1 L	1.23	1.50 ^b	1.98	1.67
7.5 mL WV/1 L	1.24	1.54 ^{ab}	1.88	1.66
SEM	0.014	0.018	0.065	0.029
P-value	0.345	0.012	0.457	0.137

^{a-b} Means with different superscript letters in the same column differ significantly ($P < 0.05$)

فعالیت‌های زیستی مانند خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد التهابی در تغذیه دام مورد توجه قرار گرفته‌اند (Windisch et al., 2008). این ویژگی‌ها به دلیل ترکیبات فعال زیستی (مانند هیدروکربن‌ها، فنل‌ها، استرها، الکل‌ها، اسیدها و استروئیدها) است که آثار مثبتی بر تولید و سلامت حیوانات دارند (Shirani et al., 2019). گزارش شده است که اسیدهای آلی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در روده شده و قابلیت هضم پروتئین‌ها را بهبود می‌بخشند، همچنین از مسیر کاهش اسیدیته روده، کاهش باکتری‌های کلی‌فرم و بهبود سلامت دستگاه گوارش باعث بهبود عملکرد رشد و ضریب تبدیل خوراک در طیور می‌شوند (Ahiwe et al., 2020).

عدم تاثیر مثبت افزودن اسیدهای آلی به جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نیز به‌وسیله برخی محققین گزارش شده است (Leeson et al., 2005; Hernandez et al., 2006). اختلاف گزارشات در نتایج مربوط به خصوصیات عملکردی می‌تواند مربوط به ظرفیت بافری محتویات دستگاه گوارش و شکل مولکولی اسیدی‌فایر (Allahdo et al., 2017)، یا دز مصرف شده در تیمارهای مورد مطالعه باشد (Hanchai et al., 2021).

امروزه ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی همانند عملکرد آن‌ها مهم است، به‌همین دلیل در مطالعات متعددی عوامل موثر بر ترکیب لاشه مورد بررسی قرار می‌گیرد (Kamran et al., 2008). نتایج آزمایش مربوط به اجزای لاشه و درصد وزن نسبی اندام‌های داخلی به‌ترتیب در جداول ۶ و ۷ نشان داده شده است. استفاده از سطوح مختلف سرکه چوب، تاثیر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه، سینه، ران، تیموس، قلب، کبد و طحال نداشت ($P > 0.05$)، ولی در تیمارهای دریافت‌کننده ۳/۵، ۵/۵ و ۷/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب، افزایش

اگرچه تفاوت معنی‌داری بین این تیمارها و تیمار شاهد مثبت وجود نداشت ولی به لحاظ عددی، این افزایش وزن بدن نسبت به تیمار شاهد مثبت بیشتر بود که این تفاوت می‌تواند مربوط به خصوصیات آنتی‌اکسیدانی سرکه چوب در مقایسه با اسیدی‌فایر تجاری باشد، همان‌طور که Choi et al. (2009) بیان کردند خوک‌های تغذیه شده با سرکه چوب، عملکرد رشد بهتری در مقایسه با سایر اسیدهای آلی داشتند که احتمالاً مربوط به آثار آنتی‌اکسیدانی آن است و استفاده از ۲/۰ درصد سرکه چوب در مقایسه با آنتی‌بیوتیک و سایر اسیدهای آلی باعث افزایش بیشتری در قابلیت هضم ظاهری لوسین، متیونین، ترئونین و آلانین شد.

گزارش شده است که مصرف جیره حاوی یک درصد پودر سرکه چوب به‌همراه کربن ذغال بدون تاثیر بر میزان خوراک مصرفی باعث بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی شد. دلیل چنین تحریک موثری بر عملکرد رشد جوجه‌ها هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است، اما احتمالاً مربوط به بهبود عملکردهای روده است (Samanya & Yamauchi, 2001).

نتایج مطالعات نشان داده است که افزودن سرکه چوب در بلدرچین باعث بهبود افزایش وزن و کاهش ضریب تبدیل شده است (Diógenes et al., 2019) و در مرغان تخم‌گذار باعث افزایش قابل توجهی در تولید تخم‌مرغ و بهبود راندمان ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Sakaida et al., 2001; Li & Ryu, 1987). همچنین، اثر سطوح صفر، ۲/۰ و ۴/۰ درصد سرکه چوب در جیره خوک مورد مطالعه قرار گرفته است و نتایج نشان داد که سرکه چوب با روند معنی‌داری باعث افزایش وزن روزانه و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد (Kook et al., 2005). در میان افزودنی‌های خوراکی، استفاده از محصولات گیاهی به‌دلیل برخی

معنی‌داری در اندازه بورس فابریسیوس و کاهش معنی‌داری در اندازه چربی محوطه بطنی مشاهده شد. جوجه‌های دریافت‌کننده ۵/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب در یک لیتر آب آشامیدنی، افزایش معنی‌داری در بورس و کاهش معنی‌داری در مقدار چربی محوطه بطنی در مقایسه با تیمارهای شاهد مثبت و شاهد منفی داشتند ($P < 0.05$).

اظهار شده است بازده لاشه و همچنین، درصد وزن نسبی سینه بیش از اینکه تحت تاثیر عوامل تغذیه‌ای باشد تحت تاثیر عوامل ژنتیکی قرار می‌گیرند (Cabel & Waldroup, 1991)، افزایش وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی، نشانه‌ای از تقویت سیستم ایمنی طیور به‌شمار می‌رود (Katanbaf et al., 1989). وزن تیموس، بورس فابریسیوس و طحال (اندام‌های اصلی سیستم ایمنی پرنده) به‌عنوان شاخصی جهت ارزیابی سیستم ایمنی پرنده در نظر گرفته می‌شوند (Abdel-Fattah et al., 2008). این اعضا، مسئول تولید گلبول‌های سفید برای محافظت پرندگان در برابر عوامل بیماری‌زا هستند (Abdel-Fattah et al., 2008). در آزمایش حاضر، با توجه شرایط یکسان برای همه جوجه‌ها از نظر شرایط مدیریتی طی دوره پرورش، تفاوت مشاهده شده در اندازه بورس را می‌توان به آثار سرکه چوب نسبت داد. اسیدهای آلی با نابودسازی عوامل بیماری‌زای داخلی و به‌تبع آن، تکامل آناتومیکی بافت‌های لنفاوی تیموس، بورس فابریسیوس، طحال و سایر اندام‌های وابسته به سیستم ایمنی و افزایش سلول‌های دفاعی بالغ، باعث بهبود وضعیت سیستم ایمنی پرندگان و تنظیم فرآیندهای ایمنی طیور می‌شوند (Ramarao et al., 2004).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد تیمارها، تاثیر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه نداشتند که این نتایج در توافق با نتایج (Denli et al., 2003) و (Abdel-Fattah et al., 2008) است که نشان دادند استفاده از اسیدهای آلی، تاثیر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه نداشت. همچنین (Abdel-Fattah et al., 2008) نشان دادند که استفاده از ۱/۵ و ۳ درصد اسید لاکتیک، اسید سیتریک و اسید استیک، تأثیر معنی‌داری بر بازده وزن کبد و قلب در مقایسه با گروه شاهد نداشت، ولی در سطح سه درصد اسید سیتریک، کاهش چربی محوطه مشاهده شد. در مطالعه حاضر، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان وزن نسبی کبد مشاهده نشد. (Adil et al., 2011) نیز گزارش کردند که استفاده از اسیدهای آلی، تأثیر معنی‌داری بر میزان وزن نسبی کبد جوجه‌های گوشتی نداشت. عدم

معنی‌داری وزن نسبی کبد احتمالاً به‌دلیل اثر اسیدهای آلی بر کاهش ذخیره‌سازی چربی کبد و ذخیره بیشتر گلیکوژن است (Abdel-Fattah et al., 2008)، که این فرضیه با نتایج (Fushimi et al., 2001) که گزارش کردند اسیدی شدن جیره به‌دلیل افزایش میزان تبدیل گلوکز ۶ فسفات به مسیر ساخت گلیکوژن و افزایش غلظت سیتрат در کبد باعث تحریک گلیکوژنز و مهار گلیکولیز می‌شود، مطابقت دارد. نتایج مربوط به آزمایش میکروفلور روده جوجه‌های گوشتی در ۲۱ و ۴۲ روزگی در جدول ۸ نشان داده شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان از اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر تعداد پرگنه‌های لاکتوباسیلوس‌ها و کلی‌باسیل‌ها دارد ($P < 0.05$)، به‌طوری که در ۲۱ روزگی، استفاده از تیمار ۳/۵، ۵/۵ و ۷/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب باعث افزایش معنی‌دار لاکتوباسیلوس‌ها در مقایسه با تیمار شاهد منفی شد ($P < 0.05$). تعداد کلی‌باسیل‌ها در سن ۲۱ روزگی در تیمار حاوی ۳/۵ و ۷/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب در یک لیتر آب آشامیدنی، کاهش معنی‌داری در تیمار شاهد منفی داشت و با وجود مقدار عددی پایین‌تر نسبت به تیمار شاهد مثبت، تفاوت معنی‌داری با این تیمار نداشت. در ۴۲ روزگی، اگرچه جمعیت کلی‌باسیل‌ها به‌لحاظ عددی با استفاده از سرکه چوب کاهش نشان داد ولی از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها در سن ۴۲ روزگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت به‌طوری که استفاده از غلظت ۳/۵، ۵/۵ و ۷/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب در یک لیتر آب آشامیدنی باعث افزایش معنی‌داری در تعداد لاکتوباسیلوس‌ها نسبت به تیمار شاهد منفی شد ($P < 0.05$).

در دوره جنینی، دستگاه گوارش جوجه عاری از هر نوع میکروارگانیسم است و پس از هچ، میکروارگانیسم‌ها به دستگاه گوارش وارد می‌شوند و در بخش‌های مختلف دستگاه گوارش استقرار می‌یابند. فلور میکروبی تثبیت شده در دستگاه گوارش تحت تاثیر شرایط فیزیکی و شیمیایی بخش‌های مختلف دستگاه گوارش است. در دوره جنینی، املاح صفراوی ترشح شده در روده جمع شده و باعث ایجاد محیط قلیایی دستگاه گوارش طیور در روزهای آغازین زندگی می‌شود و به این ترتیب، شرایط برای فعالیت و استقرار میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مانند کلستریدیوم‌ها فراهم می‌شود. وجود میکروارگانیسم‌های مفید و غلبه بر

مغذی و افزایش وزن بدن شود و جمعیت اشریشیاکلی در مدفوع خوک‌های در حال رشد را کاهش دهد (Wang et al., 2018; Ahmed et al., 2012). لاکتوباسیلوس‌ها در طیور، گونه‌های باکتریایی شناخته شده‌ای هستند که از راه تأثیر بر جمعیت میکروبی روده، لیپیدهای سرم و ریخت-شناسی روده باعث سلامت دستگاه گوارش می‌شوند (Galdeano et al., 2007).

باکتری‌های مضر، زمینه بهبود عملکرد حیوان را فراهم می‌نماید (Olnood et al., 2015). دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی محل اصلی هضم و جذب مواد مغذی است که شامل بیش از ۹۰۰ گونه باکتری است (Wei et al., 2013). اولین هدف از افزودن سرکه چوب در خوراک دام، کاهش باکتری‌های بیماری‌زا و افزایش باکتری‌های مفید، هم در خوراک و هم در دستگاه گوارش برای حفظ سلامت روده و عملکرد حیوانات است (Griggs & Jacob, 2005). مطالعات گزارش کرده‌اند که مکمل سرکه چوب در جیره می‌تواند باعث بهبود قابلیت هضم مواد

جدول ۶- اثر افزودن سطوح مختلف سرکه چوب بر وزن نسبی اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 6. Effect of different levels of Wood vinegar (WV) on the relative weight of broiler chick's carcass at 42 days of age

Treatments	Carcass (%)	Breast ¹	Thigh ¹	Wing ¹	Back ¹
0 mL WV/1 L	66.38	32.75	24.30	7.19	21.57
Commercial acidifier	65.85	32.91	26.23	7.29	20.59
1.5 mL WV/1 L	64.788	32.97	24.80	7.41	20.88
3.5 mL WV/1 L	68.98	33.08	26.53	7.02	20.29
5.5 mL WV/1 L	66.90	32.70	24.89	7.53	21.05
7.5 mL WV/1 L	66.62	31.90	24.37	7.67	21.82
SEM	1.091	0.631	0.425	0.180	0.539
P-value	0.182	0.836	0.058	0.177	0.373

¹ Relative to carcass weight

جدول ۷- اثر افزودن سطوح مختلف سرکه چوب بر وزن نسبی اندام‌های داخلی (درصد از وزن زنده)

Table 7. Effect of different levels of Wood vinegar (WV) on the relative weight of internal organs (percentage of live weight)

Treatments	Bursa of Fabricius	Thymus	Abdominal fat	Spleen	Heart	Liver
0 mL WV/1 L	0.149 ^{ab}	0.227	1.021 ^c	0.141	0.466	1.83
Commercial acidifier	0.150 ^{ab}	0.224	0.913 ^{bc}	0.134	0.459	1.79
1.5 mL WV/1 L	0.147 ^a	0.248	1.004 ^{bc}	0.158	0.456	1.94
3.5 mL WV/1 L	0.186 ^{bc}	0.298	0.797 ^{ab}	0.157	0.470	1.95
5.5 mL WV/1 L	0.193 ^c	0.227	0.687 ^a	0.151	0.460	1.94
7.5 mL WV/1 L	0.157 ^{abc}	0.216	0.817 ^{abc}	0.152	0.474	2.04
SEM	0.006	0.019	0.046	0.026	0.046	0.054
P-value	0.001	2.03	0.002	0.724	0.960	0.061

^{a-c} Means with different superscript letters in the same column differ significantly ($P < 0.05$).

جدول ۸- اثر افزودن اسیدی‌فایر تجاری و سرکه چوب در آب آشامیدنی بر میکروفلور ژرژنوم جوجه‌های گوشتی (Log CFU/g)

Table 8. Effect of commercial acidifier and wood vinegar (WV) in drinking water on Jejunum microflora of broiler (Log₁₀ CFU/g)

Treatments	Microbial population			
	<i>Lactobacillus</i> (21 days old)	<i>Coliform</i> (21 days old)	<i>Lactobacillus</i> (42 days old)	<i>Coliform</i> (42 days old)
0 mL WV/1 L	5.41 ^a	4.75 ^b	7.23 ^a	6.31
Commercial acidifier	6.10 ^{abc}	4.24 ^{ab}	7.78 ^{abc}	6.27
1.5 mL WV/1 L	5.85 ^{ab}	4.60 ^{ab}	7.41 ^{ab}	6.47
3.5 mL WV/1 L	7.07 ^c	4.04 ^a	8.17 ^{bc}	6.10
5.5 mL WV/1 L	6.67 ^{bc}	4.19 ^{ab}	8.31 ^c	5.96
7.5 mL WV/1 L	6.51 ^{abc}	4.06 ^a	8.17 ^{bc}	5.98
SEM	0.283	0.130	0.179	0.147
P-value	0.002	0.007	0.007	0.192

^{a-c} Means with different superscript letters in the same column differ significantly ($P < 0.05$).

شده‌اند و از آنجا که بافت هدف آن‌ها، دیواره سلولی باکتری است بر ساختار دیواره سلولی اثر می‌گذارند و با تغییر نفوذپذیری یون‌هایی مانند سدیم و پتاسیم روی غشای سیتوپلاسمی نیز تاثیر می‌گذارند (Sikkema et al., 1994). افزایش نفوذپذیری و تراوش اجزای ضروری داخل سلول به بیرون در نهایت باعث تخریب سیستم‌های آنزیمی باکتری می‌شود (Juven et al., 1994). اسیدهای پلی‌فنلی با کاهش جمعیت میکروبی مضر در روده سبب بهبود عملکرد سلامتی و تولیدی طیور می‌شوند (Lee et al., 2004). تحقیقات *in vivo* در طیور نشان داده است که محصولات گیاهی غنی از ترکیبات فنلی به دلیل اثر ضد باکتریایی باعث جلوگیری از کلونیزاسیون عوامل بیماری‌زا روده مانند /شیرشیا کلی و کلسترییدیوم پرفرنزئس می‌شوند (Giannenas et al., 2018).

اسیدهای آلی جزء غالب در سرکه چوب هستند که مشخصه آنها، فعالیت‌های ضد میکروبی (Ryssel et al., 2009) و ضد قارچی (Guimaraes et al., 2018) آن است. عملکرد سرکه چوب با کاهش pH روده و کنترل تعادل فلور روده مرتبط است. همچنین، گزارش شده است که اسیدهای آلی، فعالیت آنزیم‌های گوارشی روده را افزایش داده و قابلیت هضم پروتئین‌ها را بهبود می‌بخشند (Ahiwe et al., 2020) و باعث کاهش باکتری‌های بیماری‌زا در روده می‌شوند (Roofchaei et al., 2019). احتمالاً pH پایین‌تر و تعداد بیشتر لاکتوباسیلوس‌ها باعث کاهش تعداد باکتری‌های سالمونلا در جوجه‌های گوشتی می‌شود. اختلاف در نتایج تحقیقات انجام شده بر میکروفلور روده می‌تواند به عوامل مختلفی مربوط باشد. به عنوان مثال گزارش شده است نمونه ترکیبات گیاهی که به عنوان یک مخلوط مورد مطالعه قرار می‌گیرند دارای فعالیت ضد میکروبی متفاوتی با اجزای اصلی آن‌ها که به تنهایی مورد مطالعه قرار می‌گیرند هستند (Delaquis et al., 2002). همچنین، این اختلاف در نتایج می‌تواند با غلظت مورد استفاده آن‌ها در تحقیق مرتبط باشد، چنانچه Hanchai et al. (2021) گزارش کردند که استفاده از سرکه چوب با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ درصد با وجود بهبود ریخت‌شناسی روده، تاثیر معنی‌داری بر فلور میکروبی روده نداشت و غلظت‌های بالاتری را برای تحقیقات بعدی پیشنهاد کردند.

لاکتوباسیلوس‌ها از مسیر تولید آب اکسیژنه می‌توانند باعث کاهش رشد عوامل بیماری‌زایی مثل سالمونلا شوند. همچنین، از راه استقرار در دستگاه گوارش با عوامل بیماری‌زا رقابت نموده و با اشغال گیرنده‌های سلولی مخاط دستگاه گوارش، از استقرار باکتری‌های مضر جلوگیری می‌نمایند (Tortuero, 1973). نشان داده شده است که افزودن سرکه چوب به جیره طیور باعث مهار سالمونلا/نتریتیدیس و افزایش جمعیت باکتری‌های مفید مانند /نتریکوکوس فازيوم و بیفیدو باکتریوم ترموفیلوم در روده شده است (Watarai, 2005).

در مرغان تخم‌گذار، مطالعه‌ای به وسیله Rattanawut et al. (2018) برای بررسی فلور روده محتوای ایلئوم انجام شد و نتایج نشان داد که استفاده از تیمار حاوی ۰/۴ و ۰/۸ درصد سرکه چوب باعث کاهش تعداد باکتری‌های /شیرشیا کلی و سالمونلا شد. همچنین، همین محققین در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که در مرغان تخم‌گذار، جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها در تیمار دریافت‌کننده سرکه چوب افزایش یافت و در جیره حاوی ۰/۶ درصد سرکه چوب، کاهش ۰/۳ درصدی در سالمونلا مشاهده شد (Rattanawut et al., 2021).

گزارش شده است که استفاده از ۰/۲ درصد سرکه چوب در جیره خوک باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها و کاهش کلی‌فرم‌ها در ایلئوم شده و جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها در ایلئوم و سکوم خوک‌های تغذیه شده با سرکه چوب در مقایسه با تیمار دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک‌ها بیشتر بوده است. احتمالاً افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها از راه بلوکه کردن گیرنده‌های عوامل بیماری‌زا در روده باعث کاهش کلی‌فرم‌ها شده و کاهش باکتری‌های بیماری‌زا در روده باعث بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد تولیدی می‌شود (Choi et al., 2009). فنل به عنوان یک ضد عفونی‌کننده و ضد باکتری و ضد ویروس، اهمیت درمانی دارد و یکی از مواد تشکیل‌دهنده سرکه چوب به‌شمار می‌رود (Achmadi et al., 2013). در تجزیه ترکیبات سرکه چوب استفاده شده در تحقیق حاضر نیز ترکیبات فنلی جزء بارزی از درصد ترکیبات تشکیل‌دهنده سرکه چوب به‌شمار می‌رود. به نظر می‌رسد مقدار بالای فنل، فورفورال، گلایکول و کرزول‌های موجود در انواع مختلف سرکه چوب باعث فعالیت‌های زیستی آن‌ها می‌شوند (Diogenes et al., 2019). ترکیبات فنلی با خاصیت ضد میکروبی شناخته

نتیجه‌گیری کلی

مطابق یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزودن سرکه چوب به آب آشامیدنی در مقادیر مصرف‌شده در این تحقیق، تاثیر منفی بر میزان مصرف خوراک نداشت و طی دوره رشد و کل دوره باعث بهبود افزایش وزن شده و همچنین، سبب بهبود ضریب تبدیل طی دوره رشد شد. علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر سرکه چوب بر میزان کلی فرم‌ها در ۴۲ روزگی، بهبود در میزان لاکتوباسیلوس‌ها در این دوره مشاهده شد. همچنین در سه هفتگی، استفاده از سرکه چوب با افزایش لاکتوباسیلوس‌ها و کاهش کلی فرم‌ها

سبب بهبود فلور میکروبی روده شد. استفاده از مقدار ۳/۵ میلی‌لیتر سرکه چوب در یک لیتر آب آشامیدنی برای بهبود عملکرد تولیدی و میکروفلور روده در جوجه‌های گوشتی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از شرکت دانش بنیان فصل پنجم واقع در شیراز، تولیدکننده انواع نماتدکش‌ها، کودهای ارگانیک و سرکه چوب، جهت حمایت مالی از پایان‌نامه و همچنین، برای فراهم کردن سرکه چوب استفاده شده در این آزمایش، تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

- Abdel-Fattah, S. A., El-Sanhoury, M. H., ElMednay, N. M., & Abdel-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. doi: 10.3923/ijps.2008.215.222
- Achmadi, S. S., Mubarik, N. R., & Nursyamsi, R. (2013). Characterization of redistilled liquid smoke of oil-palm shells and its application as fish preservatives. *Journal of Applied Sciences*, 13, 401-408. doi: 10.3923/jas.2013.401.408
- Adil, Sh., Banday, T., Bhat, G. A., Salahuddin, M., Raqubi M., & Shanaz, S. (2011). Response of broilers chicken to dietary supplementation of organic acids. *Journal of Center European Agricultur*, 12, 489-508. doi: 10.5513/JCEA01/12.3.947
- Ahiwe, E. U., Abdallh, M. E., Chang'a, E. P., Omede, A. A., Al-Qahtani, M., Gausi, H., Graham, H., & Iji, P. A. (2020). Influence of dietary supplementation of autolyzed whole yeast and yeast cellwall products on broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 33(4), 579-587. doi: 10.5713/ajas.19.0220
- Ahiwe, E. U., Dos Santos, T. T., Graham, H., & Iji, P. A. (2021). Can probiotic or prebiotic yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) serve as alternatives to in-feed antibiotics for healthy or disease-challenged broiler chickens? A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 30(3), 100-164. doi: 10.1016/j.japr.2021.100164
- Ahmed, S. T., Mun, H. S., Son, S. B., & Yang, C. J. (2018). Effects of fermented bamboo vinegar liquid on growth performance, nutrient digestibility, fecal *Escherichia coli* concentration and ammonia emissions in growing pigs. *South African Journal of animal Science*, 48(4), 621-626. doi: 10.4314/sajas.v48i4.3
- Albano, M., Alves, F., Andrade, B., Barbosa, L., Pereira, A., Cunha, M., Rall, V., & Fernandes Júnior, A. (2016). Antibacterial and anti-staphylococcal enterotoxin activities of phenolic compounds. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 38, 83-90. doi: 10.1016/j.ifset.2016.09.003
- Allahdo, P., Zarghi, H., Kermanshahi, H., & Edalatian Dovom, M. (2017). The effect of vinegar and probiotics on growth performance, pH and *Lactobacillus* population in the digestive contents of broiler chickens in the initial period. *Journal of Veterinary Microbiology*, 13(2), 75-86. [In Persian]
- Alshuniaber, M. A., Krishnamoorthy, R., & Alqhtani, W. H. (2021). Antimicrobial activity of polyphenolic compounds from *Spirulina* against food-borne bacterial pathogens. *Saudi Journal Biological Science*, 28, 459-464. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.10.029
- Bendich, A. (1993). Physiological role of antioxidant in the immune ystem. *Journal of Dairy Science*, 76, 2789-2794. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77617-1
- Brenes, A., Viveros, A., Arija, I., Centeno, C., Pizarro, M., & Bravo, C. (2003). The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 110, 201-219. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00207-4
- Cabel, M. C., & Waldroup, P. W. (1991). Effect of dietary protein level and length of feeding on performance and abdominal fat content of broiler chickens. *Poultry Science*, 69, 1530-1535. doi: 10.3382/ps.0701550
- Choi, J. Y., Shinde, P. L., Kwon, I. K., Song, Y. H., & Chae, B. J. (2009). Effect of wood vinegar on the performance, nutrient digestibility and intestinal microflora in weanling pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(2), 267-274. doi: 10.5713/ajas.2009.80355

- Delaquis, P. J., Stanich, K., Girard, B., & Mazza, G. (2002). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbial*, 74, 101-109. doi: 10.1016/S0168-1605(01)00734-6
- Denli, M., Okan, F., & Celik, K. (2003). Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2, 89-91. doi: 10.3923/pjn.2003.89.91
- De Souza Araújo, E., Pimenta, A. S., Feijó, F. M. C., Castro, R. V. O., Fasciotti, M., Monteiro, T. V. C., & De Lima, K. M. G. (2018). Antibacterial and antifungal activities of pyroligneous acid from wood of *Eucalyptus urograndis* and *Mimosa tenuiflora*. *Journal of Applied Microbiology*, 124(1), 85-96. doi: 10.1111/jam.13626
- Diogenes, G. V., Teixeira, E. N. M., Pimenta, A. S., Souza, J. G., Moreira, J. A., Marinho, A. L., Veras, A., & Chemane, I. A. (2019). Wood vinegar from eucalyptus as an additive in broiler quail feed, *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 9(3), 164-181. doi: 10.26502/IJPAES.003
- Fushimi, T., Tayama, K., Fukaya, M., Kitakoshi, K., Nakai, N., Tsukamoto, Y., & Sato, Y. (2001). Acetic acid feeding enhances glycogen repletion in liver and skeletal muscle of rats. *The Journal of Nutrition*, 131, 1973-1977. doi: 10.1093/jn/131.7.1973
- Galdeano, C. M., De Moreno De LeBlanc, A., Vinderola, G., Bonet, M. E. B., & Perdigon, G. (2007). Proposed model: mechanisms of immunomodulation induced by probiotic bacteria. *Clinical and Vaccine Immunology*, 14(5), 485-492. doi: 10.1128/CVI.00406-06
- Gama, G. S. P., Pimenta, A. S., Feijó, F. M. C., Santos, C. S., Fernandes, B. C. C., Oliveira, M. F., Souza, E. C., Monteiro, T. V. C., Fasciotti, M., & Azevedo, T. K. B. (2023). Antimicrobial activity and chemical profile of wood vinegar from eucalyptus (*Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis*—Clone I144) and bamboo (*Bambusa vulgaris*). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 39(7), 186. doi: 10.1007/s11274-023-03628-x
- Ghasemi, H. A., Kasani, N., & Taherpour, K. (2014). Effects of black cumin seed (*Nigella sativa* L.), a probiotic, a prebiotic and a synbiotic on growth performance, immune response and blood characteristics of male broilers. *Livestock Science*, 164, 128-134. doi: 10.1016/j.livsci.2014.03.014
- Giannenas, E., Bonos, I., Skoufos, A., Tzora, I., Stylianaki, D., Lazari, P., & Florou, P. (2018). Effect of herbal feed additives on performance parameters, intestinal microbiota, intestinal morphology and meat lipid oxidation of broiler chickens. *British Poultry Science*, 59, 545-553. doi: 10.1080/00071668.2018.1483577
- Griggs, J. P., & Jacob, J. P. (2005). Alternatives to antibiotics for organic poultry production. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(4), 750-756. doi: 10.1093/japr/14.4.750
- Guimaraes, A., Venancio, A., & Abrunhosa, L. (2018). Antifungal effect of organic acids from lactic acid bacteria on *Penicillium nordicum*. *Food Additive Contamination Part A Chemistry Analysis Control Exposure Risk Assessment*, 35(9), 1803-1818. doi: 10.1080/19440049.2018.1500718
- Hanchai, K., Trairatapiwan, T., & Lertpatarakomol, R. (2021). Drinking water supplemented with wood vinegar on growth performance, intestinal morphology, and gut microbial of broiler chickens. *Veterinary World*, 14(1), 92-96. doi: 10.14202/vetworld.2021.92-96
- Hernandez, F., García, V., Madrid, J., Orengo, J., Catalá, P., & Megias, M. D. (2006). Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. *British Poultry Science*, 47, 50-56. doi: 10.1080/00071660500475574
- Juven, B. J., Kanner, J., Schved F., & Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied Bacteriology*, 76(6), 626-631. doi: 10.1111/j.1365-2672.1994.tb01661.x
- Kamran, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Nadeem, M. A., Mahmood, S., Babar, M. E., & Ahmed, S. (2008). Effect of low protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. *Poultry Science*, 87, 468-474. doi: 10.3382/ps.2007-00180
- Katanbaf, M. N., Dunnington, E. A., & Siegel, P. B. (1989). Restricted feeding in early and late feathering chickens. Growth and physiological responses. *Poultry Science*, 68, 344-351. doi: 10.3382/ps.0680344
- Kook, K., Jeong, J. H., & Kim, K. H. (2005). The effects of supplemental levels of bamboo vinegar liquids on growth performance, serum profile, carcass grade, and meat quality characteristics in finishing pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 47(5), 721-730. doi: 10.5187/JAST.2005.47.5.721
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa R., & Beynen, A. C. (2004). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44, 450-457. doi: 10.1080/0007166031000085508
- Leeson, S., Namkung, H., Antongiovanni, M., & Lee, E. H. (2005). Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*, 84, 1418-1422. doi: 10.1093/ps/84.9.1418
- Li, H. L., & Ryu, K. S. (2001). Effect of feeding various vinegar on performance and egg quality of laying hens. *Korean Journal of Animal Science and Technology*, 43, 655-662.

- Loo, A. Y., Jain, K., & Darah, I. (2008). Antioxidant activity of compounds isolated from the pyroligneous acid, *Rhizophora apiculata*, *Food Chemistry*, 107, 1151-1160. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.09.044
- Mohiti-Asli, M., Hosseini, S., Maimandipour, A., & Mahdavi, A. (2010). Medicinal plants in livestock and poultry nutrition. First Edition, Iranian Animal Science Research Institute Publication. P. 317. [In Persian]
- Montazeri, N., Oliveira, A. C. M., & Himelbloom, B. H. (2013). Chemical characterization of commercial liquid smoke products. *Food Science and Nutrition*, 1, 102-115. doi: 10.1002/fsn3.9
- Olnood, C. G., Beski, S. S. M., Choct, M., & Iji, P. A. (2015). Use of *Lactobacillus johnsonii* in broilers challenged with *Salmonella* sofia. *Animal Nutrition*, 1, 203-212. doi: 10.1016/j.aninu.2015.07.001
- Pinchasov, Y., & Elmaliyah, S. (1995). Broiler chick responses to anorectic agents: Dietary acetic and propionic acids and the blood metabolites. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 39, 107-116. doi: 10.1159/000177850
- Pirgozliev, V., Murphy, T. C., Owens, B., George, J., & McCann, M. E. E. (2008). Fumaric and sorbic acid as additives in broiler feed. *Research in Veterinary Science*, 84(3), 387-394. doi: 10.1016/j.rvsc.2007.06.010
- Ramarao, S. V., Reddy, M. R., Raju, M. V. L. N., & Panda, A. K. (2004). Growth, nutrient utilization and immunocompetence in broiler chicken fed probiotic, gut acidifier and antibacterial compounds. *Indian Journal of Poultry Science*, 39(2), 125-130.
- Rattanawut, J., Pimpa, O., & Yamauchi, K. E. (2018). Effects of dietary bamboo vinegar supplementation on performance, eggshell quality, ileal microflora composition, and intestinal villus morphology of laying hens in the late phase of production. *Animal Science Journal*, 89(11), 1572-1580. doi: 10.1111/asj.13080
- Rattanawut, J., Todsadee, A., & Rattanapun, W. (2021). Supplemental effect of bamboo charcoal and bamboo vinegar, alone or in combination, on laying hen performance, egg quality, intestinal bacterial populations and alteration of intestinal villi. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 2211-2219. doi: 10.1080/1828051X.2021.2007802
- Roofchaei, A., Rezaeipour, V., Vatandour, S., & Zaefarian, F. (2019). Influence of dietary carbohydrases, individually or in combination with phytase or an acidifier, on performance, gut morphology and microbial population in broiler chickens fed a wheat-based diet. *Animal Nutrition*, 5(1), 63-67. doi: 10.1016/j.aninu.2017.12.001
- Ryssel, H., Kloeters, O., Germann, G., Schafer, T., Wiedemann, G., & Oehlbauer, M. (2009). The antimicrobial effect of acetic acid-An alternative to common local antiseptics. *Burns*, 35(5), 695-700. doi: 10.1016/j.burns.2008.11.009
- Sakaida, T., Enya, K., & Tanaka, T. (1987). Effect of wood vinegar compound on egg production and egg quality of white leghorn hens. *The Journal of Poultry Science*, 24, 44-49. doi: 10.2141/jpsa.24.44
- Samanya, M., & Yamauchi, K. E. (2001). Morphological changes of the intestinal villi in chickens fed the dietary charcoal powder including wood vinegar compounds. *The Journal of Poultry Science*, 38(4), 289-301. doi: 10.2141/jpsa.38.289
- SAS Institute. (2011). SAS User's Guide. Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sasaki, K., Tsunekawa, M., Tanaka, S., Fudushima, M., & Konno, H. (1999). Effect of natural organic acids on microbially mediated dissolution of pyrite in acidic environments. *Journal of the Mining and Materials Processing Institute of Japan*, 115(4), 233-239. doi: 10.2473/shigentosozai.115.233
- Shirani, V., Jazi, V., Toghyani, M., Ashayerizadeh, A., Sharifi, F., & Barekatin, R. (2019). Pulicaria gnaphalodes powder in broiler diets: consequences for performance, gut health, antioxidant enzyme activity, and fatty acid profile. *Poultry Science*, 98(6), 2577-2587. doi: 10.3382/ps/pez010
- Sikkema, J., De Bont J. A., & Poolma, B. (1994). Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *Journal of Biological Chemistry*, 269(11), 8022-8028. doi: 10.1016/S0021-9258(17)37154-5
- Tortuero, F. (1973). Influence of the implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. *Poultry Science*, 52(1), 197-203. doi: 10.3382/ps.0520197
- Wang, H. F., Wang, J. L., Wang, C., Zhang, W. M., Liu, J. X., & Dai, B. (2012). Effect of bamboo vinegar as an antibiotic alternative on growth performance and fecal bacterial communities of weaned piglets. *Livestock Science*, 144(1-2), 173-180. doi: 10.1016/j.livsci.2011.11.015
- Watarai, S. (2005). Eliminating the carriage of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in domestic fowls by feeding activated charcoal from bark containing wood vinegar liquid (Nekka-Rich). *Poultry Science*, 84(4), 515-521. doi: 10.1093/ps/84.4.515
- Watkins, S. (2002). The campaign for flock health. *Avian Advance*, University of Arkansas Cooperative Extension Service. *Fayetteville*, 4(3), 7-9.
- Wei, S., Morrison, M., & Yu, Z. (2013). Bacterial census of poultry intestinal microbiome. *Poultry Science*, 92, 671-683. doi: 10.3382/ps.2012-02822
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86, 140-148. doi: 10.2527/jas.2007-0459

- Yan, L., Kim, I. H., & Huh, K. (2012). Influence of bamboo vinegar supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility, blood characteristics, meat quality, fecal noxious gas content, and fecal microbial concentration in finishing pigs, *Livestock Science*, 144(3), 240-246. doi: 10.1016/j.livsci.2011.11.020