دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

اثر افزودن سرکه سیب به آب مصرفی بر عملکرد رشد، pH محتویات گوارشی، جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی

پرویز اله دو[۱]، حیدر زرقی[۲]، حسن کرمانشاهی[۳] و محمدرضا عدالتیان دوم[۴]

۱، ۳ و ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استاد و استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، (نویسنده مسوول: h.zarghi@um.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثر افزودن سرکه سیب به آب مصرفی بر عملکرد رشد، سیستم ایمنی، pH محتویات دستگاه گوارش و جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم جوجه‌های گوشتی این آزمایش انجام شد. آزمایش با استفاده از ۱۶۵ قطعه جوجه خروس گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار (افزودن سطوح صفر، ۱ و ۲ درصد سرکه سیب به آب مصرفی)، ۵ تکرار و ۱۱ قطعه پرنده در هر تکرار در دامنه سنی ۴۲-۱ روزگی انجام شد. افزودن سرکه سیب به میزان ۱ درصد به آب مصرفی باعث کاهش معنی‌دار مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی (P<۰/۰۵) جوجه‌های گوشتی در دوره‌های سنی ۱۰-۱ و ۲۴-۱۱ روزگی شد. ایمنی سلولی ایجاد شده در پاسخ به تزریق فیتوهموآگلوتینین (PHA-P) در سن ۴۲ روزگی در پرندگان دریافت کننده آب حاوی سرکه سیب (۱ و ۲ درصد) در مقایسه با پرندگان دریافت کننده آب فاقد افزودنی به طور معنی‌دار بیشتر بود (P<۰/۰۵). افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی تأثیر معنی‌داری بر جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم و pH محتویات چینه‌دان، سنگدان و ایلئوم در سن ۱۰ روزگی نداشت. افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی تاثیر معنی‌داری بر وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی در سن ۴۲ روزگی و تیتر آنتی بادی در پاسخ به تزریق گلبول‌های قرمز گوسفند نداشت (P>۰/۰۵). نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن سرکه سیب به آب مصرفی باعث بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی شد. همچنین مصرف سرکه سیب در سنین پایین اثر بخش‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: آب آشامیدنی، ایمنی، جوجه‌های گوشتی، سرکه سیب، عملکرد

مقدمه

سرکه سیب یکی از فرآورده‌های سیب است که حاوی انواع فلاونوئیدها از جمله کوئرستین، کامپفرول، کاتچین، اپیکاتچین، آنتوسیانین، سیانیدین-۳-گلوکوزید و اسیدهای آلی مانند اسید استیک و اسید مالیک می‌باشد. سرکه سیب دارای خواص آنتی بیوتیکی، ضد باکتری و ضد قارچ است. بتاکاروتن موجود در سرکه سیب خواص آنتی‌اکسیدانی دارد. مصرف سرکه سیب سبب بهبود پاسخ سیستم ایمنی بدن در مقابله با عوامل بیماری‌زا شده، همچنین به حفظ تعادل اسید-باز خون کمک می‌کند (۳۷). در دوران رشد جنینی پرندگان، املاح صفراوی ترشح شده از کبد در مجرای گوارشی تجمع می‌یابد به‌طوری‌که باعث افزایش pH محتویات روده پرنده در روزهای اول زندگی می‌شود و به این ترتیب شرایط برای فعالیت و استقرار میکروارگانیسم‌های پاتوژن مثل کلستریدیوم فراهم می‌گردد (۵). استفاده از عوامل اسیدی کننده، باعث کاهش pH محتویات دستگاه گوارش، کمک به غلبه جمعیت باکتریایی مفید بر باکتری‌های بیماری‌زا بر اثر تحریک رشد فلور میکروبی مفید روده، کاهش تجمع پاتوژن‌ها در دیواره روده (۶) و کاهش متابولیت‌های سمی تولید شده توسط باکتری‌های مضر مانند آمونیاک و آمین‌ها می‌شود (۳۸).

اسیدهای آلی در واقع اسیدهای ضعیفی هستند که در صورت مصرف در محیط دستگاه گوارش تفکیک نشده و از دیواره سلولی باکتری به داخل آن نفوذ می‌کنند. مولکول اسیدآلی پس از ورود به سلول باکتری، تفکیک شده و سبب کاهش pH داخل سلولی باکتری و در نتیجه مرگ آن می‌شود و به این طریق نقش ضد باکتریایی خواهد داشت (۹). گزارش شده است استفاده از غلظت‌های بالای اسید آلی در جیره غذایی طیور باعث کاهش آلودگی سالمونلایی چینه‌دان و سنگدان می‌شود (۱۵). از سرکه سیب می‌توان به‌عنوان یک عامل اسیدی فایر ارزان قیمت و قابل دسترس در تغذیه طیور استفاده کرد. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی بر عملکرد رشد، pH محتویات دستگاه گوارش، جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرندگان، جایگاه و شرایط پرورش

برای انجام این آزمایش تعداد ۱۶۵ قطعه جوجه خروس گوشتی یک روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ از نزدیک‌ترین موسسه جوجه‌کشی به محل انجام آزمایش تهیه شد. جوجه‌ها بعد از ورود به سالن توزین و بین ۱۵ پن (در هر پن ۱۱ پرنده) با میانگین وزن گروهی مشابه (۲۵±۵۱۴ گرم) تقسیم شدند. دمای جایگاه پرورش در روز ورود جوجه‌ها ۳۵-۳۲ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد، پس از ۷۲ ساعت روزانه ۰/۵-۰/۴ درجه سانتی‌گراد دمای سالن کاهش یافت تا دمای سالن به ۲۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد برسد و سپس تا پایان دوره پرورش دمای سالن ثابت نگه‌داشته شد. رطوبت نسبی در هفته اول پرورش ۷۰-۶۰ درصد و پس از آن تا پایان دوره

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]
[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]

پرورش در دامنه ۶۰-۵۰ درصد حفظ شد. برنامه نوردهی سالن شامل ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی در کل دوره آزمایش اعمال شد.

تهیه اقلام خوراکی، مکمل افزودنی، تنظیم جیره‌ها و تیمارهای آزمایشی

جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش بر پایه ذرت و سویا تنظیم شدند، به این منظور ترکیب شیمیایی اقلام پایه (ذرت و سویا) مورد استفاده در تنظیم جیره‌های مصرفی به روش طیف سنجی نزدیک به مادون قرمز نزدیک انعکاسی (NIR[1]) تعیین شد. تنظیم جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار UFFDA[2] بر اساس حداقل احتیاجات توصیه شده (اسیدهای آمینه قابل هضم) راهنمای راس ۳۰۸ (۷) و نتایج ترکیب شیمیایی مواد خوراکی حاصل از آزمایش NIR انجام شد (جدول ۱). سرکه مورد استفاده در این آزمایش سرکه سفید سیب با غلظت ۵ درصد اسید استیک بود. تیمارهای آزمایش شامل افزودن سه سطح سرکه سیب به آب مصرفی به مقادیر صفر، ۱ و ۲ درصد بود که در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار ۵ تکرار و ۱۱ قطعه پرنده در هر تکرار انجام شد.

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهند و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد)

Table 1. Ingredient and nutrient composition of experimental diets (%)

اجزای جیره	دوره‌های سنی (روز)		
	۱-۱۰	۱۱-۲۴	۲۵-۴۲
ذرت	۴۹/۱۷	۵۲/۱۵	۵۷/۰۰
کنجاله سویا	۴۲/۱۵	۳۸/۷۰	۳۳/۵۵
روغن سویا	۴/۲۰	۵/۱۹	۵/۸۱
دی کلسیم فسفات	۱/۵۶	۱/۳۴	۱/۱۷
سنگ آهک	۱/۴۱	۱/۳۱	۱/۱۹
نمک طعام	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۹
جوش شیرین	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۵
دی- ال- متیونین	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۲۶
ال- لیزین- هیدروکلراید	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۱۲
ال- ترئونین	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۷
مکمل ویتامینه[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ترکیب شیمیایی محاسبه شده			
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۲۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۳/۰۰	۲۱/۵۰	۱۹/۵۰
کلسیم (درصد)	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۷۸
فسفرقابل دسترس (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۳۹
سدیم (درصد)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۲۸	۱/۱۵	۱/۰۳
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۵۳
متیونین + سیستین قابل هضم (درصد)	۰/۹۵	۰/۸۷	۰/۷۹
تره‌اونین قابل هضم (درصد)	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۶۰

۱- مکمل ویتامینه در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: ویتأمین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D3، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتـأمینE، ۱۸ واحد بین‌المللی، ویتامین K3، ۲ میلی‌گرم، ویتأمین B12، ۱/۵ میلی‌گرم، تیامین، ۱/۸ میلی‌گرم، ریبوفلاوین، ۶/۶ میلی‌گرم، نیاسین، ۱۰ میلی‌گرم، اسید فولیک، ۰/۱ میلی‌گرم، بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم، پریدوکسین، ۳ میلی‌گرم، اسید پنتوتنیک، ۳۰ میلی‌گرم، کولین کلراید، ۰۵۰ میلی‌گرم

۲- مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: روی، ۸۴/۷ میلی‌گرم، منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم، ید، ۱ میلی‌گرم، مس، ۱۰ میلی‌گرم، آهن، ۵۰ میلی‌گرم.

سنجش شاخص‌های عملکرد رشد

جوجه‌های هر پن در سن ۱ روزگی و بعد از آن در سنین ۱۰، ۲۴ و ۴۲ روزگی به صورت گروهی توزین شدند. به منظور حداقل‌کردن خطای حاصل از وزن محتویات دستگاه گوارش ۴ ساعت قبل از وزن‌کشی به جوجه‌ها گرسنگی داده شد. رشد به صورت میزان افزایش وزن روزانه به ازای هر قطعه پرنده در دوره‌های سنی ۱۰-۱، ۲۴-۱۱، ۴۲-۲۵ و ۴۲-۱ روزگی محاسبه شد. میزان مصرف خوراک هر پن معادل مقدار خوراک عرضه شده در طول هر دوره سنی منهای مقدار خوراک باقی مانده در پایان دوره محاسبه سپس میزان مصرف خوراک هر قطعه در روز با توجه به تعداد جوجه‌های هر پن و تاریخ بروز تلفات به صورت گرم مصرف خوراک به ازای هر قطعه در روز تصحیح شد. ضریب تبدیل غذایی یا مقدار غذای مورد نیاز برای افزایش واحد وزن زنده از تقسیم خوراک مصرفی بر میزان افزایش وزن محاسبه شد. شاخص راندمان تولید اروپایی برای کل دوره آزمایش (۴۲-۱ روزگی) بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (۷).

$$\text{شاخص تولید} = \frac{\text{ماندگاری}(\%) \times \text{وزن زنده}\ (kg)}{\text{ضریب تبدیل غذایی} \times \text{طول دوره پرورش}} \times 100$$

اندازه‌گیری pH محتویات اندام‌های گوارشی و جمعیت میکروبی (لاکتوباسیلوس) محتویات ایلئوم

در سن ۱۰ روزگی یک قطعه جوجه از هر تکرار (۵ قطعه از هر تیمار) که از نظر وزن مشابه میانگین وزنی آن تکرار بود انتخاب و کشتار شد پس از کشتار بلافاصله محوطه شکمی باز و دستگاه گوارش خارج شد. مقدار ۰/۵ گرم از محتویات

1-Near Infrared

2-User Friendly Feed Formulation Done Again

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]

[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]

اندام‌های گوارشی (چینه‌دان، سنگ‌دان و ایلئوم) به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر مخلوط و پس از ۳۰ ثانیه هم زدن pH آن با دستگاه pH متر[1] خوانده و ثبت شد (۳۸). همچنین محتویات ایلئومی در مجاوت یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی تحت شرایط استریل و بهداشتی انتقال یافت، از این نمونه برای انجام آزمایشات میکروبی استفاده شد. با توجه به اینکه بررسی جمعیت لاکتوباسیل‌ها هدف این آزمایش بود از محیط‌های کشت (MHA)[2] و (MRSA)[3] استفاده شد.

وزن نسبی اندام‌های لنفاوی

در سن ۴۲ روزگی یک قطعه جوجه از هر تکرار مربوط به هر تیمار (۵ قطعه از هر تیمار) که از نظر وزنی نزدیک به میانگین وزن تکرار (پن) بود، انتخاب، توزین و کشتار شد پس از کشتار بلافاصله پرکنی، بورس و طحال جدا و توزین شدند. وزن نسبی اندام‌های احشایی به صورت درصدی از وزن زنده (۱۰۰ گرم وزن زنده/ گرم) محاسبه شد.

ایمنی هومورال

برای اندازه‌گیری پاسخ ایمنی (آنتی‌بادی ایجاد شده) علیه گلبول‌های قرمز گوسفندی[4] (SRBC) از روش سنجش مستقیم هموآگلوتیناسیون (۳۹) استفاده شد. به این منظور خون‌گیری از یک گوسفند سالم در سرنگ آغشته به EDTA انجام شد. خون جمع‌آوری‌شده در ۲۰۰۰ rpm و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و گلبول‌های قرمز تفکیک شدند. توده گلبول‌های قرمز بدست آمده سه مرتبه با محلول بافر فسفات سالین به روش "محلول سازی-سانتریفیوژ-تفکیک" شستشو داده شدند. گلبول‌های باقی‌مانده به نسبت ۵ درصد با محلول بافر فسفات سالین رقیق و محلول تزریقی بدست آمد (لازم به ذکر است که تمام مراحل فوق تحت شرایط استریل انجام شد). در سن ۳۰ روزگی (نوبت اول) و ۳۷ روزگی (نوبت دوم) ۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون ۵ درصد SRBC تازه تهیه شده داخل عضله ران جوجه‌ها تزریق و ۷ روز پس از هر تزریق از یک قطعه جوجه از هر تکرار از طریق سیاهرگ بال به میزان ۲ میلی‌لیتر خون‌گیری شد. از نمونه خون، سرم جدا و به آزمایشگاه به‌منظور سنجش تیتر آنتی بادی انتقال یافت. اندازه‌گیری پاسخ آنتی‌بادی به SRBC با استفاده از روش سنجش مستقیم هموآگلوتیناسیون برای تعیین ایمونوگلوبولین کل، ایمونوگلوبولین M و ایمونوگلوبولین G انجام شد. برای اندازه‌گیری ایمنوگلوبولین G از مرکاپتواتانول برای ایجاد رسوب استفاده شد. ایمنوگلوبولین M با تفریق ایمنوگلوبولین G از ایمونوگلوبولین کل به دست آمد (۸).

روش آزمایش- سرم تهیه شده برای نیم ساعت در دمای ۵۶ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت، ۵۰ ماکرولیتر سرم و ۵۰ ماکرولیتر بافر فسفات سالین به داخل اولین چاهک پلت ۹۶ تایی (۱۲×۸) اضافه و پلت در داخل انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای مدت نیم ساعت قرار گرفت. پس از نیم ساعت به بقیه چاهک‌ها ۵۰ ماکرولیتر بافر فسفات سالین اضافه و سپس رقت‌های ۱/۲، ۱/۴، ۱/۸، ۱/۱۶، ۱/۳۲، ۱/۶۴، ۱/۱۲۸ و ۱/۲۵۶ تهیه شدند. پس از تهیه این رقت‌ها ۵۰ ماکرولیتر محلول SRBC ۵ درصد به هر چاهک اضافه، سپس پلت به مدت نیم ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون و پس از آن شماره‌ی اولین خانه‌ی لیز شده یادداشت شد. بالاترین رقت سرم که قادر بود به طور قابل مشاهده یک حجم مساوی از سوسپانسیون ۵ درصد SRBC را آگلوتینه کند به‌عنوان تیتر آنتی‌بادی SRBC ثبت و به صورت log2 معکوس آن رقت گزارش شد. از آنجایی که ایمنوگلوبولین M به ۲ مرکاپتواتانول حساس هستند و در حضور آن تخریب می‌شود، با افزودن این ماده به چاهک اول می‌توان آنرا حذف کرد که تیتر مشاهده شده نشان دهنده میزان ایمونوگلوبولین G است. از تفاضل تیتر ایمونوگلوبولین G از تیتر آنتی SRBC کل، تیتر ایمونوگلوبولین M بدست آمد (۱۳).

ایمنی سلولی

سنجش فعالیت سیستم ایمنی سلولی با استفاده از تست CBH انجام شد. بدین منظور در سن ۴۲ روزگی ابتدا ضخامت پرده بین انگشت دوم و سوم پای چپ جوجه‌ها (دو قطعه از هر پن) با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۱± میکرومتر اندازه‌گیری شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر فیتوهموآگلوتینین- پی (PHA-P) به روش تزریق زیر پوستی به پرده بین انگشت دوم و سوم پای چپ هر جوجه تزریق شد. در فواصل زمانی ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت بعد از تزریق ضخامت پرده بین انگشتان پا اندازه‌گیری و پاسخ به این تست از طریق مقدار تورم ایجاد شده (که خود از کسر میزان ضخامت پرده بین انگشتان پا قبل از تزریق و بعد از تزریق بود) به دست آمد (۲۸).

آنالیز آماری داده‌ها

نتایج بدست آمده از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویه مدل عمومی خطی GLM مورد تجزیه آماری قرار گرفتند(۳۶). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ($P<0/05$) انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های عملکرد رشد

تأثیر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی بر فراسنجه‌های عملکرد رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر افزودن سرکه سیب به آب مصرفی بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های سنی ۱۰-۱ و ۲۴-۱۱ روزگی معنی دار بود ($P<0/05$) ولی در دوره سنی ۴۲-۲۵ و کل دوره آزمایش (۴۲-۱ روزگی) اثر معنی‌داری نداشت. همچنین اثر افزودن سرکه سیب به آب مصرفی بر وزن زنده در سنین ۱۰، ۲۴ و ۴۲ روزگی و رشد در دوره‌های سنی ۱۰-۱، ۲۴-۱۱، ۴۲-۲۵ و ۴۲-۱ روزگی و شاخص راندمان تولید اروپایی در کل دوره پرورش معنی‌دار نبود. با بررسی نتایج مشاهده می‌شود با افزودن سرکه سیب به آب آشامیدنی مصرف خوراک در دوره های سنی ۱۰-۱ و ۲۴-۱۱ روزگی کاهش یافته است. کاهش مصرف خوراک می‌تواند در اثر کاهش سرعت تخلیه محتویات معده و کاهش سرعت عبور مواد مغذی داخل روده کوچک تحت تاثیر افزودن سرکه سیب به آب مصرفی باشد (۳۰). پینچاسو و المالیا (۳۲) گزارش

1-Metrohm AG CH-9101 Herisau, Switzerland
2- Muller-Hinton Agar
3- De Man Rogosa and Sharpe Agar
4-Sheep red blood cell

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]
[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]

کردن خوراندن اسید استیک به جوجه‌های گوشتی باعث کاهش مصرف خوراک می‌شود. برنس و همکاران (۱۰) نیز گزارش کردند که استفاده از ۲۰ گرم بر کیلوگرم اسید سیتریک منجر به کاهش معنی‌دار مصرف خوراک گردید. البته نتایج برخی گزارشات با نتایج بدست آمده در این تحقیق و گزارشات فوق مغایر است به طوری که عبدالفتاح و همکاران (۲) گزارش نمودند که افزودن اسید استیک، اسید سیتریک و اسید لاکتیک به جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش مصرف خوراک شد. همچنین چودهاری و همکاران (۱۴) نیز گزارش کردندکه استفاده از ۰/۵ درصد اسید سیتریک منجر به افزایش مصرف خوراک در مقایسه با گروه شاهد گردید.

جدول ۲- اثر افزودن سرکه سیب به آب مصرفی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی (۴۲-۱ روزگی)

Table 2. The effect of apple vinegar addition to the drinking water on growth performance of broiler chickens (1-42d)

سن/ دوره سنی (روزگی)	سطح افزودن سرکه سیب (درصد)			SEM	P-Value
	صفر	۱	۲		
	وزن زنده (گرم)				
۱۰	۲۳۱	۲۲۸	۲۲۵	۸/۲۹	۰/۸۷
۲۴	۹۷۵	۹۷۳	۹۸۳	۲۲/۷۷	۰/۹۵
۴۲	۲۱۷۸	۲۱۹۲	۲۲۰۲	۳۳/۵۶	۰/۸۵
	افزایش وزن (روز/ پرنده/ گرم)				
۱-۱۰	۱۸/۵۷	۱۸/۲۳	۱۷/۸۹	۰/۸۱	۰/۸۴
۱۱-۲۴	۵۳/۱۷	۵۳/۲۳	۵۴/۱۱	۱/۲۶	۰/۸۴
۲۵-۴۲	۶۶/۸۴	۶۷/۷۲	۶۷/۰۰	۱/۸۰	۰/۹۰
۱-۴۲	۵۰/۷۹	۵۱/۱۰	۵۱/۴۰	۰/۷۹	۰/۸۶
	خوراک مصرفی (روز/ پرنده/ گرم)				
۱-۱۰	۲۷/۲۱^{a}	۲۴/۹۴^{b}	۲۵/۰۶^{ab}	۱/۰۲	۰/۰۵
۱۱-۲۴	۷۸/۱۰^{a}	۷۲/۷۴^{b}	۷۷/۳۴^{a}	۲/۱۰	۰/۰۵
۲۵-۴۲	۱۲۳/۴۰	۱۲۵/۹۳	۱۳۱/۹۵	۳/۹۴	۰/۳۲
۱-۴۲	۸۵/۴۰	۸۴/۱۶	۸۸/۳۰	۲/۲۶	۰/۴۳
	ضریب تبدیل غذایی				
۱-۱۰	۱/۴۷^{a}	۱/۳۹^{b}	۱/۴۲^{ab}	۰/۰۸	۰/۰۵
۱۱-۲۴	۱/۵۴^{a}	۱/۴۱^{b}	۱/۴۹^{ab}	۰/۰۴	۰/۰۵
۲۵-۴۲	۱/۸۴	۱/۸۴	۱/۹۴	۰/۰۷	۰/۵۵
۱-۴۲	۱/۷۰	۱/۶۵	۱/۷۳	۰/۰۵	۰/۵۳
	شاخص راندمان تولید اروپایی				
۱-۴۲	۲۴۸	۲۶۴	۲۵۷	۴/۱۰	۰/۷۳

a, b: میانگین‌های هر ردیف که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵).

در این آزمایش افزودن سرکه سیب به آب آشامیدنی باعث کاهش ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های سنی ۱۰-۱ و ۲۴-۱۱ روزگی شد. در مطالعات مختلف گزارش شده است که بهبود عملکرد طیور در اثر استفاده از مکمل اسیدهای آلی می‌تواند ناشی از بهبود هضم و جذب خوراک، کاهش تولید مواد سمی، افزایش جمعیت میکروبی مفید روده، کاهش میزان وقوع عفونت‌ها و تقویت سیستم ایمنی طیور باشد (۱، ۳، ۲۶). یکی از موضوع‌های مهم در جیره اسیدی شده، مهار رقابت باکتری‌های روده با میزبان برای مصرف مواد غذایی قابل دسترس و شاید کاهش متابولیت‌های سمی با منشاء باکتریایی مانند آمونیاک و آمین‌ها باشد (۳۸). گزارش شده است که اسیدهای آلی باعث افزایش قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه و همچنین کاهش ضریب تبدیل خوراک می‌شوند (۳۵). گزارشات حاصل از نتایج سایر محققین نیز بهبود ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی هنگام استفاده از اسید استیک (۲۱، ۲۳) و یا سایر اسیدهای آلی را نشان می‌دهد (۲، ۳۴،۲۵،۱۹). سالاری و همکاران (۳۴) گزارش کردند افزودن ۰/۴ درصد اسید آلی به جیره مصرفی باعث کاهش ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین و رشد جوجه‌های گوشتی می‌شود. دلیل اثر بخشی اسیدآلی در مراحل اولیه پرورش مقدار کم تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در جوجه‌های جوان می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که بهترین زمان مصرف اسید آلی در دوره آغازین پرورش جوجه گوشتی باشد (۲۹). با افزایش سن تولید اسیدهای چرب فرار در دستگاه گوارش افزایش یافته و این موضوع می‌تواند دلیل اصلی موثر واقع نشدن افزودن اسیدهای آلی به خوراک باشد (۵، ۲۹،۲۲).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]

[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]

جدول ۳- اثر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب بر وزن نسبی اندام‌های لنفاوی (گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن زنده)، سنجش ایمنی سلولی (پاسخ به تزریق PHA-P) و ایمنی هومورال (پاسخ به تزریق گلبول‌های قرمز گوسفندی) در جوجه‌های گوشتی

Table 3. The effect of apple vinegar addition to the drinking water on lymphoid organs relative weight (g/ 100 g live body weight), cell immune (response to the PHA-P injection) and humoral immune (Antibody titers (log 2) response to SRBC injection) of broiler chickens

	سطح افزودن سرکه سیب (درصد)			SEM	P-Value
	صفر	۱	۲		
اندام‌های لنفاوی	وزن نسبی (۱۰۰ گرم وزن زنده/ گرم)				
بورس	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۴۰
طحال	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۴۲
ساعت پس از تزریق	تغییر ضخامت پوست در پاسخ به تزریق PHA-P (میلی متر)				
۸	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۱۲	۰/۹۱
۱۶	۰/۲۴	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۱۴	۰/۲۹
۲۴	۰/۱۰[b]	۰/۵۹[a]	۰/۶۱[a]	۰/۱۶	۰/۰۵
سن ۳۵ روزگی	تیتر آنتی بادی در پاسخ به تزریق SRBC (2 log)				
Ig G	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۸۳	۰/۱۹	۰/۷۹
Ig M	۲/۶۷	۱/۵۰	۲/۰۰	۰/۵۶	۰/۳۶
Ig T	۴/۳۳	۳/۱۷	۳/۸۳	۰/۵۶	۰/۳۷
سن ۴۲ روزگی					
Ig G	۲/۶۷	۲/۰۰	۲/۳۳	۰/۵۴	۰/۶۹
Ig M	۲/۶۷	۲/۵۰	۱/۵۰	۰/۴۲	۰/۱۴
Ig T	۵/۵۳	۴/۵۰	۳/۸۳	۰/۵۹	۰/۲۳

a, b: میانگین‌های هر ردیف که حرف مشترک ندارند دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P < ۰/۰۵).

وزن نسبی اندام های لنفوئیدی و پاسخ ایمنی

تأثیر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی بر وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی (طحال و بورس)، پاسخ ایمنی هومورال (تیتر ایمنوگلوبین کل، M و G) ایجاد شده علیه آنتی ژن گوسفندی SRBC و پاسخ ایمنی سلولی ایجاد شده در پاسخ به تزریق فیتوهموآگلوتینین (PHA-P) در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج نشان داد که افزودن سرکه سیب به آب مصرفی تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی و تولید ایمنوگلوبین کل، G و M علیه تزریق SRBC در نوبت اول و دوم نداشت (P>۰/۰۵). عدم تاثیر افزودن سرکه سیب به آب مصرفی بر وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی در این آزمایش با گزارش بریس بین و همکاران (۱۱) هم‌خوانی دارد. گزارش شده است که استفاده از مکمل اسیدهای آلی (اسید فورمیک، اسید استیک، اسید لاکتیک، اسید پروپیونیک، اسید ال-آسکوروبیک و اسید سیتریک) در جیره جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌داری بر وزن سنگدان، کبد، پانکراس و طحال نداشت (۴). البته در مقابل این نتایج هاکو و همکاران (۲۰) گزارش کردند افزودن اسیدآلی منجر به افزایش تعداد سلول‌های مشارکت کننده در سیستم ایمنی در فولیکول‌های بورس شده و وزن بورس را افزایش می‌دهد.

اثر افزودن سرکه سیب در سطوح ۱ و ۲ درصد به آب مصرفی باعث افزایش معنی‌داری تغییر ضخامت پرده بین انگشتان پا، در ۲۴ ساعت پس از تزریق PHA-P شد (P<۰/۰۵). پاسخ به آزمون CBH در اثر تزریق زیر پوستی PHA-P پاسخی وابسته به تیموس می‌باشد که از طریق لنفوسیت‌های T صورت می‌گیرد (۲۸) به عبارت دیگر این سنجش برای اندازه‌گیری فعالیت T-cellها در ایمنی سلولی می‌باشد. مقدار تورم پوستی بوجود آمده ناشی از حضور لکوسیت‌ها و فیلتراسیون مایع بعد از تزریقPHA-P است. PHA-P میتوژنی است که از لکتین مشتق شده و جزء پروتئین‌های دانه‌ای لوبیای قرمز بوده که با گلیکوپروتئین‌ها پیوند برقرار می‌کند و به سطح سلول‌های T می‌چسبد. PHA-P لنفوسیت T را تحریک و لنفوکائین تولید می‌شود در نتیجه نفوذپذیری عروق بیشتر شده و لکوسیت‌ها به موضع تزریق هجوم می‌آورند (۱۸). استفاده از اسید آلی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک، کاهش تولید آمونیاک و متابولیت‌های میکروبی کاهنده رشد، جذب مطلوب مواد معدنی و کاهش عفونت‌های بالینی شده در نتیجه باعث بهبود سیستم ایمنی می‌شود (۴۰،۲).

pH محتویات گوارشی

تأثیر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی بر pH بخش‌های مختلف دستگاه گوارش جوجه‌های‌گوشتی در سن۱۰ روزگی در جدول۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی تأثیر معنی‌داری بر pH بخش‌های مختلف دستگاه گوارش نداشت (P>۰/۰۵). اقلام خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور دارای ظرفیت بافری بالایی هستند و لذا به دلیل افزایش ظرفیت بافری محتویات دستگاه گوارش pH محتویات پایدار بوده و کمتر تغییر می‌کند (۲۷)، در نتیجه مانع از تأثیر مورد انتظار افزودن سرکه سیب برکاهش pH دستگاه گوارش شده است، همچنین گزارش شده است به دلیل اینکه pH چینه دان بالاتر از pKa اسید استیک است احتمال یونیزه شدن اسید خورانده شده و جذب از جدار دستگاه گوارش در بخش‌های فوقانی نیز وجود دارد (۱۲) بعلاوه احتمال جذب اسیدهای آلی در روده کوچک نیز وجود دارد.

جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم

تأثیر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی بر جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم جوجه‌های‌گوشتی در سن ۱۰ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی تأثیر

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]

[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]

معنی‌داری بر جمعیت لاکتوباسیل‌های ایلئوم در محیط کشت MHA و MRSA نداشت (P>۰/۰۵). اسید سرکه سیب دارای pKa بالا است لذا در محیط با pH بالا یونیزه شده و شکل یونیزه اسید به دلیل داشتن بارالکتریکی قادر به عبور از غشای سلولی نبوده و بنابراین نمی‌تواند اثر باکتری کشی خود را اعمال کند (۱۲). نتایج برخی گزارشات علمی نشان داده است که استفاده از اسیدآلی در جیره، ضمن مهار کردن رشد میکروب‌های مضر، شرایط محیط را به نفع باکتری‌های مفیدی، چون لاکتوباسیلوس فراهم می‌کند (۳۳). همچنین استفاده از ۰/۲ و ۰/۴ درصد اسید فوماریک و اسید پروپیونیک، باعث افزایش پرگنه‌های لاکتوباسیل حاصل از کشت میکروبی محتویات دستگاه گوارش جوجه‌ها در سنین ۲۴ و ۴۲ روزگی می‌شود (۱۷). افزودن اسید آلی به جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند با کاستن pH روده کوچک، سبب بهبود رشد لاکتوباسیل‌ها شود (۶۴).

جدول ۴- اثر افزودن سطوح مختلف سرکه سیب به آب مصرفی بر pH محتویات بخش‌های مختلف دستگاه گوارش و شمارش لاکتوباسیل‌های ایلئوم (CFU log 10) جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی

Table 4. The effect of apple vinegar addition to the drinking water on gastro intestinal tract organs pH and ileal lactobacillus count (CFU log 10) of broiler chickens (10 d)

سطح افزودن سرکه سیب (درصد)	pH محتویات			جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم	
	چینه دان	سنگدان	ایلئوم	MHA1	MRSA2
صفر	۴/۳۸	۲/۸۸	۵/۸۷	۳/۵۹	۳/۹۰
۱	۴/۵۴	۲/۹۸	۶/۳۴	۳/۵۵	۴/۰۱
۲	۴/۴۹	۲/۷۹	۶/۲۹	۳/۵۸	۳/۹۶
SEM	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۳۴	۰/۰۱	۰/۰۶
P-Value	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۵۹	۰/۳۹	۰/۵۶

1- Muller Hinton Agar, 2- De Man Ragusa Agar

به‌طورکلی مشاهده نتایج متناقض در اثر افزودن اسید آلی به آب مصرفی در آزمایشات مختلف ممکن است متأثر از شکل اسیدی فایر استفاده شده باشد. اسیدی‌فایرهای تجاری موجود در بازار دارای شکل‌های مختلفی از جمله (اسید آزاد، نمک اسید، پوشش دار و یا بدون پوشش) می‌باشد. استفاده از ترکیبات اسیدی مثل اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک، اسید سیتریک و نمک‌های آن‌ها در تغذیه طیور خاصیت ضد میکروبی و تنظیم‌کنندگی pH محتویات روده را دارا می‌باشد. اسیدهای آلی با کمک به باکتری‌های مفید در ایجاد کلنی و غلبه بر جمعیت میکروب‌های مضر و ایجاد تعادل میکروبی در دستگاه گوارش اثرات مثبت خود را بر جای می‌گذارند و در نهایت باعث بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌شوند (۱۶،۵). همچنین لاکتوباسیل‌ها معمولاً برای سلامتی دستگاه‌گوارش پرنده مفید هستند و افزایش جمعیت آن‌ها از رشد پاتوژن‌های گرم منفی ممانعت می‌کند (۳۱). اسیدهای آلی دارای خصوصیات آنتی باکتریایی بر علیه باکتری‌های سالمونلا، کمپیلوباکترها و اشریشیاکلی دستگاه گوارش طیور می‌باشند (۲۴).

تشکر و قدردانی

بدین وسیله مولفین از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Abdel-Azeem, F., Y.M. El-Hommosany and G.M. Nematallah. 2000. Effect of citric acid in diets with different starch and fiber levels on productive performance and some physiological traits of growing rabbits. Egypt Journal Rabbit Science, 10: 121-145.
2. Abdel-Fattah, S.A., M.H. El-Sanhoury, N.M. El-Mednay and F. Abdel-Azeem. 2008. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. International Journal of Poultry Science, 7: 215-222.
3. Abdo, M. and A. Zeinb. 2004. Efficacy of acetic acid in improving the utilization of low protein-low energy broiler diets. Egypt Poultry Science, 24: 123-141.
4. Abedini, M., F. Shariatmadari and M. karimi. 2011. Comparison of the effects of medicinal plants, organic acids and antibiotics in diets containing barley and enzyme on performance, Blood, immune response and intestinal morphology of broiler chickens. Journal of Animal Production, 13:19-27 (In Persian).
5. Akbari, M.R., H. Kermanshahi and G.A. Kalidari. 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, 3: 139-147 (In Persian).
6. Alp, M., M. Kocabagli, R. kahraman and K. Bostan. 1999. Effect of dietary supplementation with organic acids and zinc bacitracin on ileal microflora, pH and performance in broilers. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 23: 451-455.
7. Aviagen. 2015. Ross 308: Broiler nutrition specification. In: H. Aviagen Inc., AL, (ed.), USA.
8. Beshratian, M. 2011. The effect of the leaves and extract of Aloe-vera powder on growth performance, blood parameters and the immune system of broiler chickens. MSc. Thesis, 30-35pp, Ferdowsi University of Mashhad (In Persian).
9. Bolton, W. and W.A. Dewar. 1965. The digestibility of acetic, propionic and butyric acids by the fowl. British Poultry Science, 6: 103-105.
10. Brenes, A., A. Viveros, I. Arija, C. Centeno, M. Pizarro and C. Bravo. 2003. The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. Animal Feed Science and Technology, 110: 201-219.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]

[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]

11. Brisbin, J.T., H. Zhou, J. Gong, P. Sabour, M.R. Akbari, H.R. Haghighi and S. Sharif. 2008. Gene expression profiling of chicken lymphoid cells after treatment with Lactobacillus acidophilus cellular components. Developmental and Comparative Immunology, 32: 563-574.
12. Chaveerach, P., D.A. Keuzenkamp, L.J.A. Lipman and F. Van Knapen. 2004. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on Campylobacter infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. Poultry Science, 83: 330-334.
13. Cheema, M.A., M.A. Qureshi and G.B. Havenstein. 2003. A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 random bred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry Science, 82: 1519-1529.
14. Chowdhury, R., K.M.S. Islam, M.J. Khan, M.R. Karim, M.N. Haque and M. Khatun. 2009. Effect of citric acid, avilamycin and their combination on the performance, tibia ash and immune status of broilers. Poultry Science, 8: 1616-1622.
15. Denli, M., F. Okan and K. Celik. 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.
16. Ebrahimi, E., S. Sobhani Rad, and H. Zarghi. 2017. Effect of triticale level and exogenous enzyme in the grower diet on performance, gastrointestinal tract relative weight, jejunal morphology and blood lipids of japanese quail (coturnix coturnix japonica). Journal of Agricultural Science and Technology 19: 569-580.
17. Garcia, V., P. Catala Gregori, F. Hernandez, M.D. Megias and J. Madrid. 2007. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology and meat yield of broilers. The Journal of Applied Poultry Research, 16: 555-562.
18. Grasman, K.A. 2010. In vivo functional tests for assessing immunotoxicity in birds. Methods Mol Biol, 598: 387-398.
19. Gutierezz Del Alamo, A., J. De Los Mozos, J.T.P. Van Dam and P.P. De Ayala. 2007. The use of short and medium chain fatty acids as an alternative to antibiotic growth promoters in broilers infected with malabsorption syndrome. In Proceedings of the 16th, European Symposium on Poultry Nutrition, pp: 317-320.
20. Haque, M.N., K.M. Islam, M.A. Akbar, R. Chowdhury, M. Khatun, M.R. Karim and B.W. Kemppainen. 2010. Effect of dietary citric acid, flavomycin and their combination on the performance, tibia ash and immune status of broiler. Canadian journal of animal science, 90: 57-63.
21. Hassan, A.M., H.M. Abdel Azeem and P.G. Reddy. 2009. Effect of some water supplements on the performance and immune system of chronically heat-stressed broiler chicks. International Journal of Poultry Science, 8: 432-436.
22. Hernández, F., V. García, J. Madrid, J. Orengo, P. Catalá and M.D. Megias. 2006. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. British Poultry Science, 47: 50-56.
23. Hudha, M.N., M.S. Ali, M.A. Azad, M.M. Hossian, M. Tanjim, S.C. Bormon, M.S. Rahman, M.M. Rahman and A.K. Paul. 2010. Effect of acetic acid on growth and meat yield in broilers. International Journal of Biological Research, 1: 31-35.
24. Isazade, S., N. Mousavi and R. Taherkhani. 2016. Effects of organic acids with different dietary electrolyte balances on growth performance and intestinal microbial population of broiler. Research on Animal Production, 6: 49-60 (In Persian).
25. Islam, M.Z., Z.H. Khandaker, S.D. Chowdhury and K.M.S. Islam. 2008. Effect of citric acid and acetic acid on the performance of broilers. Journal of the Bangladesh Agricultural University, 6: 315-320.
26. Izat, A., L.M.H. Adams and M. Cabel. 1990. Effect of formic acid or calcium format in feed on performance of brioler chicks. Poultry Science, 69: 1876-1882.
27. Kalantar, M., F. Khajali, A. Yaghobfar, J. Pourreza and M.R. Akbari. 2017. Effects of COMBO® enzyme supplemented wheat and wheat bran diet on growth performance and digesta physicochemical properties of broilers. Research on Animal Production, 8: 49-57 (In Persian).
28. Langarodi, N., M. Mohammadi and A.M.M. Rostaei. 2012. Formic acid and probiotic effect on the immune system of broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science, 46: 449-456 (In Persian).
29. Leeson, S., H. Namkung, M. Antongiovanni and E.H. Lee. 2005. Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. Poultry Science, 84: 1418-1422.
30. Liljeberg, H. and I. Fjorck. 1998. Delayed gastric emptying rate may explain improved glycaemia in healthy subjects to a starchy meal with added vinegar. European Journal of Clinical Nutrition, 52: 368-371.
31. Patterson, J.A. and K.M. Burkholder. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poultry Science, 82: 627-631.
32. Pinchasov, Y. and S. Elmaliah. 1995. Broiler chick responses to anorectic agents: Dietary acetic and propionic acids and the blood metabolites. Annals of Nutrition and Metabolism, 39: 107-116.
33. Ricke, S.C. 2003. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. Poultry Science, 82: 632-639.
34. Salari, A, A., A. Hassanabadi, H. Nassiri Moghaddam and G.A. Kalidari. 2016. The effect of diet acidified with hydrochloric and butyric acids on performance of female broiler chickens. Journal of Animal Production (In Persian).
35. Samanta, S., S. Haldar and G.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, 645-650.
36. SAS Institute. 2003. SAS User's Guide. Statistics. Version 9.1 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
37. Shahidi, F., J. McDonald, A. Chandrasekara and Y. Zhong. 2008. Phytochemicals of foods, beverages and fruit vinegars: chemistry and health effects. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 17: 380-382.
38. Thompson, J.L. and M. Hinton. 1997. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens and salmonellas in the crop. British Poultry Science, 38: 159-165.
39. Van der Zijpp, A.J. and F.R. Leenstra. 1980. Genetic analysis of humoral immune response of white leghorn chicks. Poultry Science, 59: 1363-1369.
40. Wolfenden, A.D., J.L. Vicente, J.P. Higgins, R.L. Andreatti Filho, S.E. Higgins, B.M. Hargis and G. Tellez. 2007. Effect of organic acids and probiotics on Salmonella enteritidis infection in broiler chickens. International Journal of Poultry Science, 6: 403-405.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]

[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]

Effect of Apple Vinegar Addition to the Drinking Water on Growth Performance, Ileal Lactobacillus Population, Digestive Chyme pH and Immune Response of Broiler Chickens

Parviz Allahdo[1], Heydar Zarghi[2], Hasan Kermanshahi[3] and Mohammad Reza Edalatian Dowom[4]

1, 3 and 4- Graduated M.Sc. Student, Professor and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (Corresponding author: h.zarghi@um.ac.ir)

Received: February 21, 2016 Accepted: September 3, 2016

Abstract

An experiment was carried out to evaluate the effect of addition various levels of apple vinegar (zero, 1 and 2%) in drinking water on growth performance, gastrointestinal tract organs chyme pH, ileal lactobacillus population and immune responses of broiler chickens. One hundred and sixty day old male Ross 308 broiler chicks were allotted in a completely randomized design with three treatments, five replicates/treatment and 11 chicks/replicate. The study lasted from one to 42 days of age. The results showed that supplementation of drinking water with apple vinegar significantly ($P<0.05$) reduced feed intake and feed conversion ratio during the starter and grower periods (1-10 &11-24 days of ages) but on other growth performance traits had not significant ($P>0.05$) effects. The cellular immune response to the injection of Phytohaemagglutinin-P (PHA-P) in the birds that fed apple vinegar contained water were significantly ($P<0.05$) more than birds fed non-supplemented water (control). Ileal chyme lactobacillus counts and pH of the crop, gizzard, and ilium contents measured at day 10th, remained unaffected ($P>0.05$) by the drinking water supplementation with apple vinegar. The addition apple vinegar to drinking water did not shown significant ($P>0.05$) effects on relative weights of spleen and lymphoid organs and the humoral immune response to sheep red blood cell intramuscular injection. The results of this study revealed, added apple vinegar to broiler chicken's drinking water improved growth performance and in the lower age had meaningfully influence.

Keywords: Broiler chickens, Immune system, Performance, Vinegar

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-15]

[DOI: 10.29252/rap.8.16.55]