نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۰، پاییز ۱۴۰۲
ص‌ص: ۱۲۷~۱۳۸

اثر کومبوچای ملاس بر روی عملکرد، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک جوجه‌های گوشتی

• **صالح صالحی[۱،۲*]، امیر علی صادقی[۳]، احمد کریمی[۳]**

۱- دانش آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران
۳- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت : آبان ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : دی ۱۴۰۱
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۸۷۸۷۴۱۹
Email: s.salehi@areeo.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2023.360451.2265

چکیده

در این مطالعه اثر کومبوچای ملاس در آب آشامیدنی، بر عملکرد، ریخت‌شناسی روده و جمعیت میکروبی روده کور تعداد ۳۲۰ قطعه جوجه‌گوشتی نر سویه راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصـــادفی با ۵ تیمار، ٤ تکرار و ١٦ قطعه جوجه در هر تکرار، در دوره‌های آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲٤-۱۱ روزگی) و پایانی (٤۲-۲۵ روزگی) بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل آب حاوی: ۱) بدون کومبوچا، ۲) کومبوچا ۱۵ در هزار و ۳ در هزار به ترتیب در دوره آغازین و رشد، ۳) کومبوچا ۱۵ در هزار، ۳ در هزار و ۳ در هزار سه روز در هفته به‌ترتیب در دوره آغازین، رشد و پایانی، ٤) کومبوچا ۱۵ در هزار در دوره آغازین و ۳ در هزار سه روز در هفته در دوره رشد و پایانی و ۵) کومبوچا ۱۵ در هزار در دوره آغازین و رشد و ۳ در هزار سه روز در هفته در دوره پایانی، بود. تیمارهای‌آزمایشی متوسط افزایش وزن روزانه بیشتری از گروه شاهد داشتند (P<۰/۰۵). در دوره‌های پایانی و کل دوره، غیر از تیمار ۲ آزمایش، کومبوچای ملاس موجب کاهش و بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک شد (P<۰/۰۵). در میزان ارتفاع و عرض‌پرز در ژژنوم و ایلئوم، تیمار ۵ افزایش معنی‌دار نسبت به سایرگروه‌ها داشت (P<۰/۰۵). مصرف کومبوچای ملاس باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس و کاهش شمارش کلی میکروبی در روده کور شد (P<۰/۰۵). در نتیجه، کومبوچا ۱۵ در هزار در دوره‌های آغازین و رشد و ۳ در هزار سه روز در هفته در دوره پایانی، می‌تواند باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی شود.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، عملکرد، کومبوچای ملاس، ریخت شناسی روده، میکروبیوم روده.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 140 pp: 127-138

Effect of molasses kombucha on performance, morphology and intestinal microbial population of broiler chickens

By: Saleh Salehi[1, 2], Amirali Sadeghi[1], Ahmad Karimi[1]
1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.
2. Department of Animal Science, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sanandaj, Iran.
Corresponding author: E-mail address: s.salehi@areeo.ac.ir

Received: November 2022 **Accepted: January 2023**

This study was conducted to investigate the effect of molasses kombucha on performance, intestinal morphology and intestinal microbial population on 320 Ross male broiler chickens in a completely randomized design in 5 treatments and 4 replicate with 16 chickens in each replicate, in the starter (1-10 days old), growth (11-24), the final (25-42) and whole period (1-42). Experimental treatments include drinking water containing: 1) tap water with no kombucha, 2) 0.015 and 0.003 kombucha, respectively, during the starter and growth period, 3) 0.015, 0.003 kombucha and 0.003 three days a week, respectively during the starter, growth and finisher period 4) 0.015 Kombucha during starter and 0.003 kombucha three days a week during growth and finisher period 5) 0.015 Kombucha during starter and growth period and 0.003 kombucha three days a week during finisher. All experimental treatments had a higher body weight gain than the control group ($P < 0.05$). During the starter and whole periods, except for treatment 2, addition of molasses kombucha significantly improved the feed conversion ratio ($P<0.05$). There was a significant increase in the villus surface area of the treatments compared to the control group ($P<0.05$). Molasses kombucha caused a significant increase in the Lactobacillus population and decreased the total coliforms in the cecum environment ($P<0.05$). In conclusion, 0.015 Kombucha during starter and growth period and 0.003 kombucha three days a week during finisher can improve the performance of broiler chickens.

Key words: Broilers, Performance, Molasses kombucha, Intestine morphology, Intestine microbiome

مقدمه

با ایجاد محدودیت و ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، صنعت طیور با افزایش شیوع بیماری، مرگ و میر و کاهش نرخ رشد مواجه شد (Murugesan et al., 2015; Cowieson and Kluenter, 2019) و محققان سعی کرده‌اند جایگزین‌های مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها پیدا کنند تا از خسارات اقتصادی ناشی از حذف آنتی‌بیوتیک‌ها جلوگیری کنند. یکی از این جایگزین‌ها اسیدهای آلی هستند. قابلیت اسیدهای آلی به منظور تقویت رشد باکتری‌های مفید در دستگاه گوارش طیور به خوبی اثبات شده است. استفاده از اسیدی کننده‌ها می‌تواند به طور بالقوه در بهبود عملکرد طیور مفید باشد (Tasharofi et al., 2017).

کومبوچا منشاء آن به ۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بر می‌گردد اگرچه یک محصول خوراکی جدید نمی‌باشد، ولی با توجه به متابولیت‌های مفید آن که بخشی از آنها در مواد اولیه موجود بوده و بیشتر آنها در فرایند تخمیر تولید می‌شوند، می‌تواند به عنوان یک محصول جایگزین آنتی بیوتیک‌های محرک رشد مطرح باشد. کومبوچا منبع مناسب از اسیدهای آلی است و حاوی پلی‌فنول‌ها و سایر اجزای فعال بیولوژیکی است. تخمیر کومبوچا توسط یک مجموعه مشخص از مخمرها و باکتری‌ها انجام می‌شود (Kapp and Summer 2019). مدت زمان تخمیر نه تنها بر ویژگی‌های حسی محصول بلکه بر ثبات و در نتیجه فعالیت‌های

بیولوژیکی متابولیت‌های آن تأثیر می‌گذارد (Amarasinghe et al., 2018). در خصوص استفاده از کومبوچا در طیور مطالعات بسیار محدودی در منابع وجود دارد. مکمل کومبوچای تخمیر شده بر روی شکر سفید باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک (Arani et al., 2014) و افزایش وزن بدن طیور گوشتی شده است (Afsharmanesh and Sadaghi, 2014). با گذشت زمان تخمیر، کومبوچا طعم سرکه‌ای گرفته و محتوای اسید استیک آن تابعی از مدت زمان فرآیند تخمیر در سیستم‌های دارای منابع مختلف کربن می‌باشد. هنگامی که ساکارز به عنوان منبع کربن همراه با فروکتوز مورد استفاده قرار گیرد، اسید استیک یکی از متابولیت‌های اصلی باکتری‌های اسید استیک می‌باشد (Akbarirad et al., 2017). مطالعه حاضر برای ارزیابی اثرات کومبوچای تولیدی بر روی ملاس چغندرقند و چای سبز، در سطوح مختلف و مدت‌های متفاوت مصرف، بر عملکرد رشد، مورفولوژی روده و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۳۲۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در یک طرح کاملاً تصادفی به ۵ تیمار و چهار تکرار با ۱۶ جوجه در هر تکرار اختصاص داده شد. دما، رطوبت و برنامه نوری برابر دستورالعمل جوجه گوشتی راس ۳۰۸ و واکسیناسیون بر اساس دستورالعمل اداره دامپزشکی منطقه انجام شد. تیمارها شامل کومبوچای تهیه شده با ملاس چغندر قند و چای سبز که به مدت ۲۸ روز تخمیر شده بود (صالحی و همکاران، ۱۴۰۰) با افزودن در آب آشامیدنی به صورت آب حاوی: ۱) آب معمولی، ۲) کومبوچا ۱۵ در هزار و ۳ در هزار به ترتیب در دوره‌های آغازین و رشد، ۳) کومبوچا ۱۵ در هزار، ۳ در هزار و ۳ در هزار سه روز در هفته به ترتیب در دوره آغازین، رشد و پایانی، ۴) کومبوچا ۱۵ در هزار در دور آغازین، و ۳ در هزار سه روز در هفته در دوره رشد و پایانی، ۵) کومبوچا ۱۵ در هزار در دور آغازین و رشد و ۳ در هزار سه روز در هفته در دوره پایانی، در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. جوجه‌ها خوراک مشابهی را برابر دستورالعمل مطابق جدول ۱ دریافت نمودند.

جدول ۱: ترکیب مواد خوراکی و مغذی جیره‌های پایه در دوره‌های سنی مختلف

اجزای خوراک (درصد؛ مگر آنکه ذکر شده باشد)	دوره های آزمایشی		
	۱ تا ۱۰ روزگی	۱۱ تا ۲۴ روزگی	۲۵ تا ۴۲ روزگی
ذرت (۸/۳۸ درصد پروتئین خام)	۵۲/۱۵	۵۷/۰۱	۶۳/۸۵
کنجاله سویا (۴۲/۹ درصد پروتئین خام)	۴۰/۶۹	۵۱/۳۶	۳۰/۵۵
روغن سویا	۳/۰۴	۲/۹۰	۲/۴۲
دی کلسیم فسفات	۱/۵۴	۱/۴۲	۰/۱۸
کلسیم کربنات (۳۸ درصد کلسیم)	۱/۰۸	۰/۸۴	۰/۷۶
نمک طعام	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷
پیش مخلوط ویتامینه [۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
پیش مخلوط مواد معدنی [۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی ال- متیونین	۰/۳۱	۰/۲۴	۰/۲۱
ال- لیزین- هیدروکلرید	۰/۲۱	۰/۱۴	/۱۴
ال- ترئونین	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۳
مواد مغذی محاسبه شده			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۵۰	۳۰۰۰	۳۰۵۰
پروتئین خام	۲۲/۵	۲۱/۰	۱۹/۰
کلسیم	۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۶۷
فسفر قابل دسترس	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۳۳
لیزین	۱/۴۱	۱/۲۴	۱/۱۰
متیونین+سیستئین	۱/۰۶	۰/۹۶	۰/۸۶

۱ و ۲: پیش مخلوط ویتامینه مقادیر زیر را به ازای هر کیلوگرم خوراک فراهم کرد: ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۸ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3، ۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۸؛ ریبوفلاوین، ۶/۶ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6، ۳ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۰ میلی‌گرم؛ کولین کلرید، ۱۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین C، ۳۰۰ میلی‌گرم؛ کلسیم دی‌پنتوتنات، ۱۰ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی‌گرم، منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ روی، ۸۴/۷ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۰ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۱۵ میلی‌گرم.

صفات اندازه‌گیری شده

عملکرد: جوجه‌ها در کل دوره آزمایش به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند و وزن‌کشی و مقدار خوراک مصرفی پرنده‌ها به صورت دوره‌ای انجام شد. تلفات به صورت روزانه به همراه وزن لاشه و روز تلف شدن ثبت شد و بر این اساس، تصحیحات لازم در تعیین میانگین مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک انجام گرفت. به‌منظور محاسبه روزمرغ، زمان و وزن تلفات ثبت شد.

مورفولوژی روده: در روز ۲۴ آزمایش، از ۲۰ جوجه کشتار شده (یک پرنده از هر پن) جهت بررسی مورفولوژی بخش‌های ژژنوم و ایلئوم روده نمونه‌هایی به طول ۲ سانتی‌متر با تیغ جراحی برداشت شد و بعد از شستشوی محتویات روده با سرم فیزیولوژیک، در ظروف پلاستیکی حاوی محلول فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شدند. در آزمایشگاه برای تهیه اسلایدهای بافتی با ضخامت کم از روش واکس پارافین استفاده و با میکروتوم برش داده شد. پس از برش، نمونه‌های بافتی را بر روی لام چسبانده و با هماتوکسیلین ائوزین رنگ‌آمیزی شدند (Hashemi و

همکاران، ۲۰۱۴). سپس (جهت مونت نمودن) یک قطره چسب سیتولوژی بر روی لام حاوی مقطع بافت رنگ‌آمیزی شده ریخته و بر روی آن لامل قرار گرفت. پس از خشک شدن لام، صفات مورد نظر شامل ارتفاع پرز، عمق کریپت، عرض پرز از بالا و پایین بوسیله میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰X مشاهده و ثبت گردید (Iji و همکاران، ۲۰۰۱).

تعیین ترکیب جمعیت میکروبی روده کور: در سن ۲۴ روزگی، مقدار ۰/۵ گرم از محتویات روده کور نمونه‌برداری و با ۱/۵ گرم از محلول گلیسرولی در میکروتیوپ‌های ۲ میلی‌لیتری قرار داده شد و سپس در تانک ازت آنها را منجمد کرده و بعد تا زمان آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در آزمایشگاه به روش Hung et al. (2012) جمعیت لاکتوباسیلوس و کلی‌فرم تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS, 2001) آنالیز آماری شدند و میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شدند. مدل آماری استفاده شده برای تجزیه داده‌ها به‌شرح زیر بود:

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

yij: مقدار هر مشاهده، μ : میانگین جامعه، Ti:اثر تیمار، ei_j:اثر خطای آزمایش

نتایج

افزایش وزن روزانه: در کل دوره آزمایش (۱ تا ۴۲ روزگی) در تمامی تیمارهای آزمایشی، افزودن محلول کومبوچای ملاس به آب آشامیدنی جوجه‌ها باعث افزایش وزن معنی‌دار (P<۰/۰۵) جوجه‌ها نسبت به گروه شاهد شد و بیشترین مقدار افزایش وزن مربوط به تیمار ۵ آزمایش بود که در سن ۱ تا ۲۴ روزگی کومبوچای ۱۵ در هزار و در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی ۳ روز در هفته به میزان ۳ در هزار را دریافت نمودند (جدول ۲).

جدول ۲: اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن روزانه (گرم) جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف آزمایشی

تیمار	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی
۱	۲۲/۵۲^{b}	۴۷/۰۵^{c}	۸۵/۳۲^{b}	۵۷/۴۳^{d}
۲	۲۳/۹۴^{a}	۵۱/۰۵^{b}	۸۶/۰۷^{b}	۵۹/۴۵^{c}
۳	۲۳/۷۲^{a}	۵۱/۲۷^{ab}	۹۲/۱۴^{a}	۶۲/۲۳^{b}
۴	۲۳/۵۷^{a}	۴۸/۶۷^{bc}	۹۰/۰۱^{ab}	۶۰/۳۶^{bc}
۵	۲۳/۸۶^{a}	۵۳/۶۵^{a}	۹۵/۰۸^{a}	۶۴/۴۰^{a}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱۴	۰/۶۶	۱/۰۸	۲/۶۹
سطح احتمال	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱

$^{a-c}$ وجود حروف یکسان در بین میانگین‌ها در هر ستون بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آنها است (P >۰/۰۵).

۱ (آب معمولی در کل دوره)، ۲ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، ۳ در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و آب معمولی در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، ۳ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و سه در هزار سه روز در هفته در دوره ۲۵ تا ۴۲روزگی)، ۴ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۱۱ تا ۴۲ روزگی)، ۵ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۲۴، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی).

مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک: در کل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی) مقدار مصرف خوراک، تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشتند (جدول ۳). در سنین ۱ تا ۱۰ و ۱۱ تا ۲۴ روزگی، تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد، ولی در سنین ۲۵ تا ۴۲ و ۱ تا ۴۲ روزگی غیر از تیمار ۲ آزمایش، تفاوت سایر تیمارها با گروه

شاهد معنی‌دار بود (P <۰/۰۵) و افزودن کومبوچای ملاس موجب بهبود ضریب تبدیل خوراک شد (جدول ۴).

جدول ۳: اثر تیمارهای آزمایشی برمقدار مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی دردوره‌های مختلف آزمایشی

تیمار	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵ روزگی	۴۲-۱ روزگی
۱	۳۰۲/۱۹	۱۰۸۷/۸۶^{c}	۳۲۱۴/۰۰	۴۶۰۴/۰۵
۲	۳۰۹/۵۶	۱۱۲۴/۹۴^{abc}	۳۱۶۸/۵۰	۴۶۰۲/۸۴
۳	۳۰۶/۴۷	۱۱۵۲/۵۰^{ab}	۳۲۶۶/۰۴	۴۷۲۴/۷۹
۴	۳۰۲/۱۷	۱۱۰۲/۹۱^{bc}	۳۱۹۵/۲۵	۴۶۰۰/۴۵
۵	۳۰۶/۸۰	۱۱۶۱/۹۲^{a}	۳۱۵۲/۷۵	۴۶۲۱/۴۸
خطای استاندارد میانگین‌ها	۱/۱۴	۹/۲۱	۱۸/۸۰	۲۲/۴۴
سطح احتمال	۰/۱۵۷۲	۰/۰۲۷۸	۰/۳۷۷۷	۰/۳۶۵۳

$^{a-c}$ وجود حروف یکسان در بین میانگین‌ها در هر ستون بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آنها است (P >۰/۰۵).

۱ (آب معمولی در کل دوره)، ۲ (کومبوچا ۱۵ در هزار درسن ۱ تا ۱۰، ۳ در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و آب معمولی در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، ۳ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و سه در هزار سه روز در هفته در دوره ۲۵ تا ۴۲روزگی)، ۴ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۱۱ تا ۴۲ روزگی)، ۵ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۲۴، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی).

جدول ٤: اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف آزمایشی

تیمار	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵ روزگی	۴۲-۱ روزگی
۱	۱/۱۱	۱/۶۵	۲/۱۰^{a}	۱/۸۷^{a}
۲	۱/۰۹	۱/۵۸	۲/۰۵^{ab}	۱/۸۱^{ab}
۳	۱/۰۹	۱/۶۱	۱/۹۷^{b}	۱/۷۸^{b}
۴	۱/۰۸	۱/۶۲	۱/۹۸^{b}	۱/۷۹^{b}
۵	۱/۰۸	۱/۵۵	۱/۸۵^{c}	۱/۶۸^{c}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۰۰۴	۰/۰۱۴	۰/۰۲۴	۰/۰۱۷
سطح احتمال	۰/۱۳۹۳	۰/۱۳۴۰	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۰۴

$^{a-c}$ وجود حروف یکسان در بین میانگین‌ها در هر ستون بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آنها است (P >۰/۰۵).

۱ (آب معمولی در کل دوره)، ۲ (کومبوچا ۱۵ در هزار درسن ۱ تا ۱۰، ۳ در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و آب معمولی در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، ۳ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و سه در هزار سه روز در هفته در دوره ۲۵ تا ۴۲روزگی)، ۴ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۱۱ تا ۴۲ روزگی)، ۵ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۲۴، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی).

مورفولوژی ژژنوم و ایلئوم: تیمارهای ۳ و ۵ آزمایش باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع پرز ژژنوم نسبت به تیمار شاهد شدند (P<۰/۰۵) و بیشترین میزان افزایش ارتفاع پرز مربوط به جوجه‌های تیمار ۵ بود که کومبوچای ملاس را در سطح ۱/۵ درصد از روز ۱ تا ۲۴ دوره پرورش دریافت کردند. در میزان عرض پرز فقط تیمار ۵ با گروه شاهد افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشت و تفاوت سایر

تیمارها با تیمار شاهد معنی‌دار نبود. در میزان مساحت پرز افزودن کومبوچای ملاس به آب آشامیدنی در تمامی سطوح در مقایسه با گروه شاهد باعث افزایش مساحت پرز شد (P<۰/۰۵) و بیشترین مساحت پرز مربوط به تیمار شماره ۵ بود. با توجه به داده‌های جدول ۷، تیمارهای ۴ و ۵ آزمایش باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع پرز ایلئوم نسبت به تیمار شاهد شدند (P<۰/۰۵) و بیشترین میزان افزایش ارتفاع پرز مربوط به جوجه‌های تیمار ۵ بود. در میزان عرض پرز فقط تیمار ۵ با گروه شاهد افزایش معنی‌داری داشت. در میزان مساحت پرز ایلئوم تفاوت گروه‌های آزمایش با شاهد معنی‌دار بود و افزودن کومبوچای ملاس به آب آشامیدنی جوجه‌ها باعث افزایش مساحت پرز شد (P<۰/۰۵) (جداول ۵ و ۶).

جدول ۵: اثر تیمارهای آزمایشی بر مورفولوژی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

تیمار	ارتفاع پرز (µm)	عمق کریپت (µm)	عرض پرز (µm)	ارتفاع پرز به عمق کریپت	مساحت پرز* ($\times10^{-3}$ µm^2)
۱	۹۲۲^{c}	۱۰۰	۱۵۳^{a}	۹/۲۶	۴۴۳^{d}
۲	۹۶۵^{bc}	۹۹	۱۶۹^{a}	۹/۸۴	۵۱۲^{bc}
۳	۹۸۹^{b}	۱۰۹	۱۶۸^{a}	۹/۰۸	۵۲۱^{b}
۴	۹۴۰^{c}	۱۰۵	۱۶۶^{a}	۹/۰۶	۴۹۱^{c}
۵	۱۰۵۴^{a}	۹۹	۱۷۱^{b}	۱۰/۶۵	۵۶۵^{a}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۱۱/۸۶	۱/۶۹۸	۱/۶۵۵	۰/۲۱۷۷	۹/۷۰۹
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۲۵۶۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۸۱۱	۰/۰۰۰۱

$^{a-c}$ وجود حروف یکسان در بین میانگین‌ها در هر ستون بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آنها است (P >۰/۰۵).

۱ (آب معمولی در کل دوره)، ۲ (کومبوچا ۱۵ در هزار درسن ۱ تا ۱۰، ۳ در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و آب معمولی در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، ۳ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و سه در هزار سه روز در هفته در دوره ۲۵ تا ۴۲روزگی)، ۴ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۱۱ تا ۴۲ روزگی)، ۵ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۲۴، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی).

*مساحت پرز به روش Nain و همکاران ۲۰۱۲ با استفاده از فرمول زیر برآورد شد.

(ارتفاع پرز)×(۲/عرض پرز)×۳/۱۴×۲= مساحت پرز

جدول ٦: اثرات تیمارهای آزمایشی بر مورفولوژی ایلئوم جوجه‌های گوشتی در ۲۴ روزگی

تیمار	ارتفاع پرز (µm)	عمق کریپت (µm)	عرض پرز (µm)	ارتفاع پرز به عمق کریپت	مساحت پرز ($\times10^{-3}$ µm^2)
۱	۷۳۲^{c}	۱۱۹	۱۷۴^{c}	۶/۲۰	۴۰۰^{c}
۲	۷۷۰^{bc}	۱۱۵	۱۸۵^{b}	۶/۷۴	۴۴۶^{b}
۳	۷۷۷^{abc}	۱۱۹	۱۹۴^{ab}	۶/۶۰	۴۷۴^{ab}
۴	۷۹۱^{ab}	۱۲۰	۱۸۵^{b}	۶/۷۲	۴۶۰^{b}
۵	۸۲۲^{a}	۱۱۰	۱۹۸^{a}	۷/۴۸	۵۱۰^{a}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۹/۰۲	۲/۳۲۹	۲/۲۷۲	۰/۱۸۱۸	۹/۸۱۶
سطح احتمال	۰/۰۱۰۹	۰/۷۰۷۳	۰/۰۰۰۸	۰/۲۷۵۴	۰/۰۰۰۵

$^{a-c}$ وجود حروف یکسان در بین میانگین‌ها در هر ستون بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آنها است (P >۰/۰۵).

۱ (آب معمولی در کل دوره)، ۲ (کومبوچا ۱۵ در هزار درسن ۱ تا ۱۰، ۳ در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و آب معمولی در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، ۳ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و سه در هزار سه روز در هفته در دوره ۲۵ تا ۴۲روزگی)، ۴ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۱۱ تا ۴۲ روزگی)، ۵ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۲۴، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی).

جمعیت میکروبی روده کور: مصرف سطوح مختلف کومبوچای ملاس در آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی باعث افزایش معنی‌دار جمعیت لاکتوباسیلوس و کاهش معنی‌دار شمارش کل میکروبی گروه‌های آزمایش نسبت به گروه شاهد در روده کور شد (P<۰/۰۵) (جدول ۷).

جدول۷: اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی روده (log10) (CFU) جوجه‌های گوشتی در سن ۲٤ روزگی

تیمار	لاکتوباسیل	شمارش کلی میکروب ها
۱	۸/۶۴[b]	۶/۹۲[a]
۲	۹/۴۴[a]	۶/۴۱[b]
۳	۹/۵۷[a]	۶/۴۲[b]
۴	۹/۴۶[a]	۶/۳۱[b]
۵	۹/۷۷[a]	۵/۴۶[c]
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱۱۴۱	۰/۱۲۶۲
سطح احتمال	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۰۳

[a-c] وجود حروف یکسان در بین میانگین‌ها در هر ستون بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آنها است (P >۰/۰۵).

۱ (آب معمولی در کل دوره)، ۲ (کومبوچا ۱۵ در هزار درسن ۱ تا ۱۰، ۳ در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و آب معمولی در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، ۳ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار در سن ۱۱ تا ۲۴ و سه در هزار سه روز در هفته در دوره ۲۵ تا ۴۲روزگی)، ۴ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۱۰، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۱۱ تا ۴۲ روزگی)، ۵ (کومبوچا ۱۵ در هزار در سن ۱ تا ۲۴، سه در هزار سه روز در هفته در سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی).

بحث

در سال‌های اخیر تولید و مصرف غذاهای ارگانیک اهمیت بیشتری پیدا کرده است زیرا آنها مزایای سلامتی فراتر از عملکردهای اساسی تغذیه‌ای را فراهم می‌کنند. کومبوچا با توجه به داشتن میکروارگانیسم‌های زنده، اجزای فنلی آزاد و محصولات تخمیری مفیدی مانند انواع اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و مواد معدنی (Jakubczyk et al. 2020) می‌تواند خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی داشته‌باشد (Villarreal-Soto et al. 2018; Kapp and Sumner 2019)، بنابراین، به عنوان یک جایگزین برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد می‌تواند در نظر گرفته شود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد کومبوچای ملاس باعث افزایش وزن معنی‌دار جوجه‌ها و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد. یافته‌های ما با گزارش‌های افشارمنش و صادقی (Afsharmanesh and Sadaghi, 2014) و آرانی و همکاران (Arani et al., 2014) که گزارش نمودند با استفاده از تغذیه کومبوچا سرعت رشد و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی بهبود می‌یابد، مطابقت دارد. کومبوچا متشکل از اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، پلی‌فنول‌ها، آمینواسیدها، آنتی‌بیوتیک‌ها و عناصر ریز مغذی است (Jayabalan et al., 2014; Kaewkod et al., 2019) و این ترکیبات می‌توانند اثرات مفیدی بر روی عملکرد تولید جوجه‌های گوشتی بگذارند. مهم‌ترین اسیدهای آلی که در طول فرآیند تخمیر و عمل‌آوری کومبوچا تولید می‌شوند شامل اسید استیک، اسید گلوکورونیک، گلوکونیک، لاکتیک، مالیک، سیتریک، تارتاریک، فولیک، مالونیک، اگزالیک، سوکسینیک، پیرویک و اوسنیک اسید هستند و می‌توان بخش زیادی از اثرات مفید و موثر کومبوچا را در این مطالعه به وجود این اسیدهای آلی ارتباط داد و در این رابطه مطالعات بسیاری اثرات مفید اسیدهای آلی را بر افزایش عملکرد رشد و بهبود ضریب تبدیل خوراک و همچنین مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی گزارش کرده‌اند (Hedayati et al., 2013; Sohail et al., 2015). در مطالعه حاضر با توجه به افزایش مقدار وزن بدن و همچنین بهبود ضریب تبدیل خوراک در اثر تیمارهای دارای کومبوچای ملاس، می‌توان این نتایج را به حضور

قابل ملاحظه اسیدهای آلی در ترکیب تیمارهای آزمایشی نسبت داد و در تیمارهایی که میزان مصرف کومبوچا بیشتر بوده است، عملکرد بهتری بدست آمده‌است.

کومبوچا و سایر غذاهای تخمیر شده مملو از آنتی‌اکسیدان‌ها و پروبیوتیک‌ها یا باکتری‌های زنده هستند که باعث تقویت سلامتی سلول‌های روده، بهبود عملکرد سیستم ایمنی بدن و کمک به بهبود هضم خوراک می‌شوند و می‌توانند در کارآمدتر کردن بدن و روده نقش داشته باشند (Jayabalan et al., 2014; Bogdan et al., 2018). در مطالعه حاضر کومبوچای ملاس باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس و کاهش جمعیت کلی‌فرم‌ها شد. مهار باکتری‌های بیماری‌زای روده توسط کومبوچا ممکن است منجر به کاهش نیازهای متابولیکی و کاهش سطح متابولیت‌های سمی باکتری‌ها شود، در نتیجه دسترسی مواد مغذی برای پرندگان افزایش می‌یابد. همچنین، تعداد بیشتر باکتری‌های مطلوب مانند لاکتوباسیلوس می‌تواند فعالیت آنزیمی را در دستگاه گوارش طیور افزایش داده و قابلیت هضم و جذب مواد مغذی را بهبود ببخشد (Chawla et al., 2013). در مطالعه حاضر،کومبوچا باعث افزایش ارتفاع پرز روده در نواحی ژژنوم و ایلئوم شده است و این باعث افزایش سطح قابل دسترس برای جذب مواد مغذی و در نهایت افزایش ظرفیت هضم و جذب مواد مغذی شده است. از طرف دیگر، افزایش عملکرد می‌تواند به دلیل وجود مواد مغذی مفید در کومبوچا (به ویژه اسیدهای آلی و ویتامین‌های گروه B) و مکانیسم‌های مربوط به هضم و جذب مواد مغذی باشد. اسیدهای آلی با تغییر pH دستگاه گوارش و در نتیجه تغییر ترکیب میکروبیوم روده‌ای، توانایی افزایش عملکرد طیور را نشان داده‌اند. علاوه بر این، اسیدهای آلی، با تغییر در pH ، طیور را در برابر عوامل بیماری‌زای حساس به pH، محافظت می‌کنند. همچنین اسیدهای آلی با توانایی در تقویت مورفولوژی و فیزیولوژی دستگاه گوارش و سیستم ایمنی بدن، باعث محافظت بیشتر طیور می‌شوند (Dittoe et al., 2018).

در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است که کومبوچا به عنوان یک پروبیوتیک نیز عمل می‌کند و با کمک به تعادل میکروبی بر میکروبیوتای دستگاه گوارش تأثیر مثبت می‌گذارد، بنابراین، فعالیت روده را تا حدودی تسهیل می‌کند (Setorkil and Ahangar Darabi, 2013). باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در کومبوچا به عنوان پروبیوتیک شناخته می‌شوند که خواص خود را مانند بهبود تغذیه، بهبود اختلالات روده‌ای، بهبود سیستم ایمنی بدن و تعدیل بهداشت روده‌ای را ثابت کرده‌اند (Moroeanu et al., 2015; Bogdan et al 2018). در آزمایش حاضر، جوجه‌های گوشتی دریافت کننده کومبوچای ملاس در مقایسه با تیمار شاهد، جمعیت کلی‌فرم کمتر و تعداد لاکتوباسیلوس بیشتری داشتند. بسیاری از مطالعات اثرات مهاری محلول تخمیری کومبوچا را علیه چندین میکروارگانیسم بیماری‌زا با منشأ گرم مثبت و گرم منفی نشان داده‌اند (Kaewkod et al. 2019; Kapp and Sumner, 2019). علاوه بر اسیدهای آلی، سایر ترکیبات کومبوچا به عنوان مولکول‌های ضدمیکروبی گزارش شده‌اند. به عنوان مثال Tu et al. (2019)، ارتباط معنی‌داری بین میزان فلاونوئیدهای کومبوچا و فعالیت ضدباکتریایی آن را در برابر *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سوبتیلیس* و *اشریشیاکلی* گزارش کردند. در مطالعه حاضر، کومبوچای ملاس فعالیت ضدمیکروبی خوبی بر علیه کلی‌فرم‌های روده کور داشت و این محصول نشان داد پتانسیل استفاده به عنوان یک ماده ضدمیکروبی را دارد. این فرضیه مطرح شده است که اسیدهای آلی رشد بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا روده را کاهش می‌دهند، در نتیجه باعث کاهش فرآیندهای عفونی و کاهش واکنش‌های التهابی در مخاط روده و در نهایت باعث افزایش ارتفاع پرز می‌شوند (Adil et al., 2011). یافته‌های مطالعه حاضر در مورد پارامترهای مورفومتریک روده مانند ارتفاع پرز، عرض پرز و سطح پرز در ژژنوم و ایلئوم در مقایسه با نتایج گزارش شده افشارمنش و صادقی (۲۰۱۴) مغایرت دارد زیرا آنها تفاوت معنی‌داری در پارامترهای هیستومورفولوژیکی جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده کومبوچا مشاهده نکرده بودند و این را می‌توان به روش کاربرد و مقدار کومبوچا استفاده شده در این آزمایشات نسبت داد، زیرا آنها از غلظت کمتری کومبوچا در

جیره غذایی مبتنی بر گندم استفاده کردند، با این حال، ما از غلظت بیشتری در آب آشامیدنی استفاده کردیم. با توجه به اینکه کومبوچا منبع غنی از اسیدهای آلی است و برخی مطالعات اثرات مفید اسیدهای آلی را بر مورفولوژی روده گزارش کرده‌اند (Sabour et al. 2019; Saleem et al. 2020)، می‌توان بهبود عملکرد روده‌ای را با حضور ترکیبی از اسیدهای آلی در کومبوچا نسبت داد.

نتیجه گیری کلی

مصرف کومبوچا ۱۵ در هزار در دوره‌های آغازین و رشد و ۳ در هزار سه روز در هفته در دوره پایانی، باعث افزایش عملکرد رشد، بهبود وضعیت مورفولوژی روده و تعدیل جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی شد بنابراین، می‌تواند به عنوان یک گزینه مناسب برای جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جوجه‌های گوشتی در نظر گرفته شود.

منابع

صالحی، صالح. (۱۴۰۰). استفاده از کومبوچای تولیدی بر پایه شکر و ملاس در جوجه‌های گوشتی. پایان نامه دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه کردستان.

Adil, S., Banday, T., Ahmad Bhat, G., Salahuddin, M., Raquib, M. and Shanaz, S. (2011). Response of broiler chicken to dietary supplementation of organic acids. *Journal of Central European Agriculture*. 12(3): 498-508.

Afsharmanesh, M. and Sadaghi, B. (2014). Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder, and Kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens. *Comparative Clinical Pathology*. 23(3): 717-724.

Akbarirad, H., Mazaheri Assadi, M., Pourahmad, R. and Mousavi Khaneghah, A. (2017). Employing of the different fruit juices substrates in vinegar kombucha preparation. *Current Nutrition & Food Science*. 13(4): 303-308.

Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S. and Waisundara, V. Y. (2018). Evaluation of pHysicochemical properties and antioxidant activities of kombucha "Tea Fungus" during extended periods of fermentation. *Food Science and Nutrition.* 6(3): 659-665.

Arani, M., Hemati, B. and Zarei, A. (2014). The effect of using kombucha on blood antibody level and proventriculus and gizzard tissue cells in broiler chicks. *Data Management Association*. 3(4): 1-1.

Bogdan, M., Justine, S., Filofteia, D. C., Petruta, C., Gabriela, L., Roxana, U. and Florentina, M. (2018). Lactic acid bacteria strains isolated from Kombucha with potential probiotic effect. *Romanian Biotechnological Letters.* 23(3): 13592-13598.

Chawla, S., Katoch, S., Sharma, K. and Sharma, V. (2013). Biological response of broiler supplemented with varying dose of direct fed microbial. *Veterinary World.* 6(8): 521-524.

Cowieson, A. and Kluenter, A. (2019). Contribution of exogenous enzymes to potentiate the removal of antibiotic growth promoters in poultry production. *Animal Feed Science and Technology.* 250: 81-92.

Dittoe, D. K., Ricke, S. C. and Kiess, A. S. (2018). Organic acids and potential for modifying the avian gastrointestinal tract and reducing pathogens and disease. *Frontiers in Veterinary Science.* 5: 216.

Hashemi, S. R., Zulkifli, I., Davoodi, H., Hair Bejo, M., & Loh, T. C. (2014). Intestinal histomorphology changes and serum biochemistry responses of broiler chickens fed herbal plant (Euphorbia hirta) and mix of acidifier. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(1), 95-103.

Hedayati, M., Manafi, M., Yari, M. and Vafaei, P. (2013). Effects of supplementing diets with an acidifier on performance parameters and visceral organ weights of broilers. *European Journal of Zoological Research*. 2(6): 49-55.

Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S. and Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 13(4): 538-550.

Kaewkod, T., Bovonsombut, S. and Tragoolpua, Y. (2019). Efficacy of kombucha obtained from green, oolong, and black teas on inhibition of pathogenic bacteria, antioxidation, and toxicity on colorectal cancer cell line. *Microorganisms.* 7(12): 700.

Kapp, J. M. and Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*. 30: 66-70.

Moroeanu, V. I., Vamanu, E., Paun, G., Neagu, E., Ungureanu, O. R., Eremia, S. A., Radu, G.-L., Ionescu, R. and Pelinescu, D. R. (2015). Probiotic strains influence on infant microbiota in the in vitro colonic fermentation model GIS1. *Indian Journal of Microbiology. 55*(4): 423-429.

Murugesan, G. R., Syed, B., Haldar, S. and Pender, C. (2015). PHytogenic feed additives as an alternative to antibiotic growth promoters in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science.* 2: 21.

Nain, S., Renema, R. A., Zuidhof, M. J., & Korver, D. R. (2012). Effect of metabolic efficiency and intestinal morphology on variability in n-3 polyunsaturated fatty acid enrichment of eggs. *Poultry science*, *91*(4), 888-898.

Sabour, S., Tabeidian, S. A. and Sadeghi, G. (2019). Dietary organic acid and fiber sources affect performance, intestinal morpHology, immune responses and gut microflora in broilers. *Animal Nutrition. 5*(2): 156-162.

Saleem, K., Rahman, A., Pasha, T. N., Mahmud, A. and Hayat, Z. (2020). Effects of dietary organic acids on performance, cecal microbiota, and gut morpHology in broilers. *Tropical Animal Health and Production.* 52(6): 3589-3596.

Setorkil, M. and Ahangar Darabi, M. 2013. Protective effects of kombucha tea and silimarin against thioacetamide induced hepatic injuries in wistar rats. *World Applied Sciences Journal, 27*(4): 524-532.

Sohail, R., Saeed, M., Chao, S., Soomro, R., Arain, M., Abbasi, I., Raza, S., Lu, G. and Yousaf, M. (2015). Comparative effect of different organic acids (benzoic, acetic and formic) on growth performance, immune response and carcass traits of broilers. *Journal of Animal Production Advances.* 5: 757-764.

Tasharofi, S., Goharrizi, L. Y. and Mohammadi, F. (2017). Effects of dietary supplementation of waste date's vinegar on performance and improvement of digestive tract in broiler chicks. *Paper presented at the Veterinary Research Forum.* 8(2): 127-132.

Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., and Taillandier, P. (2018). Understanding kombucha tea fermentation: a review. *Journal of Food Science.* 83(3): 580-588.