نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱٤٤، پاییز ۱٤۰۳
ص‌ص: ۷۹~۹۲

تأثیراستفاده از سطوح مختلف افزودنی سین‌بیوتیک بر عملکرد تولیدی، جمعیت میکروبی و ریخت‌سنجی روده کوچک جوجه‌های گوشتی تحت تنش مزمن گرمایی و برآورد نقطه بهینه سین‌بیوتیک با استفاده از مدل‌سازی خط شکسته

- **غلامرضا زابلی**

استادیارپژوهشکده دامهای خاص پژوهشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ دریافت : خرداد ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش : آبان ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۴۰۲۹۳۹
Email: rezazaboli57@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2023.361940.2302

چکیده

در این پژوهش تأثیرافزودن سطوح مختلف سین‌بیوتیک به جیره برعملکرد، جمعیت میکروبی و ریخت‌سنجی روده‌کوچک جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی مزمن بررسی و سطح بهینه سین‌بیوتیک برآورد شد. در مجموع تعداد۲٤۰ قطعه جوجه گوشتی راس- ۳۰۸ یک روزه، به طور تصادفی در ٤ گروه آزمایشی و ٥ تکرار و ۱۲ پرنده در هر تکرار اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح ۰، ۰/٥، ۱ و ۱/٥ (گرم در کیلوگرم جیره) سین‌بیوتیک که به جیره آزمایشی (پایه) از ۳ روزگی تا ٤۲ روزگی اضافه گردید. تنش مزمن گرمایی برای همه گروه‌ها از روز ۲۸ تا ٤۲ اعمال شد (روزانه ٦ ساعت، دمای ۳۲ درجه سلسیوس از ده صبح تا ٤ عصر). نتایج نشان داد تغذیه با سین‌بیوتیک باعث بهبود معنی‌دار افزایش وزن بدن و مصرف خوراک تا ۲۸ روزگی و دوره تنش مزمن گرمایی شد ($p\leq$۰/۰٥). بطوریکه گروه‌های دریافت‌کننده ۱ و ۱/٥ گرم در کیلوگرم سین‌بیوتیک بالاترین عملکرد را داشتند. تیمارهای حاوی سین‌بیوتیک بر جمعیت میکروبی تأثیر معنی‌داری داشت و باعث افزایش جمعیت باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک شد ($p\leq$۰/۰٥). استفاده از سین‌بیوتیک در جیره باعث افزایش معنی دار ارتفاع پرز روده شد ($p\leq$۰/۰٥). شاخص تولید اروپایی در تیمارهای حاوی ۱ و ۱/٥ (گرم در کیلوگرم) سین‌بیوتیک افزایش معنی‌داری یافت ($p\leq$۰/۰٥). نتایج پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از سین‌بیوتیک در دوره تنش مزمن‌گرمایی با تغییر مثبت جمعیت میکروبی و ریخت سنجی روده، عملکرد را بهبود می‌دهد و بر اساس مدل‌سازی خطی و درجه دو، نقطه بهینه سطح سین‌بیوتیک برای افزایش وزن به ترتیب ۱/۳ و ۱/٤۲گرم در کیلوگرم جیره می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش مزمن گرمایی، جوجه گوشتی، سین بیوتیک، مدل‌سازی.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Research Journal of Livestock Science No 144 pp: 79-92

Effect of different levels of synbiotic on performance, intestinal microbial population and morphology of broiler chicks subjected to chronic heat stress and estimation of optimal point of synbiotic using broken line modeling

By: Gholamreza Zaboli
Assistant Professor of Domestic animal research center, Institute of Zabol, Zabol, Iran.

Received: June 2023 **Accepted: November 2023**

This study aimed to investigate the effects of different levels of synbiotic on performance, intestinal microbial population and morphology of broiler chicks subjected to chronic heat stress and estimation of optimal point of synbiotic using broken line modeling. In total, 240 one-day-old (Ross 308) broiler chicks were allocated into four experimental treatments with five replications (12 chicks) in complete random design. Treatments containing 0, 0.5, 1.0 and 1.5 (g/Kg) synbiotic added to experimental diet from 3 to 42 days. Chronic heat stress was induced from 28 to 42 days of age to all groups (32 degree Celsius for 6 hours, from 10:00 am to 4:00 pm).The results showed that synbiotic improved body weight gain and feed intake significantly to 28 day and during chronic heat stress ($p\geq0.05$). So that, the groups receiving 1 and 1.5 (g/kg) of synbiotic had the highest performance. Treatments affected microbial population and caused increasing lactic-acid producing bacteria ($p\geq0.05$). Moreover, the result showed that treatments made significant difference in intestinal morphology and increased villus height ($p\geq0.05$). European production index significantly increased the groups receiving 1 and 1.5 (g/kg) of synbiotic ($p\geq0.05$). The results of this study showed that using synbiotic during chronic heat stress, improved performance through positive changes in morphology and microbial population of intestine. Based on linear and quadratic broken line modeling, the optimal point of synbiotic are 1.3 and 1.42 (g/Kg diet) respectively.

Key words: Broiler, Chronic Heat Stress, Modeling, Synbiotic

مقدمه

در اثر پدیده گرمایش کره زمین در ۵۰ سال آینده دما ۰/۶ تا ۲/۵ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت. ایران در یک منطقه گرم و خشک واقع شده‌است، به ویژه نیمه جنوبی که دمای هوا از خرداد تا مهر در دامنه ۳۰ تا ۴۵ درجه سلسیوس است و به تبع آن در نیمه اول سال بسیاری از مزارع پرورش جوجه گوشتی جوجه‌ریزی را متوقف می‌نمایند (Akbarian و همکاران، ۲۰۱۳). در بین حیوانات اهلی، پرندگان به خاطر نداشتن غدد عرقی و وجود پوشش پر، بیشتر مستعد تنش گرمایی هستند، همچنین دامنه آسایش برای پرندگان با توجه به سن، نوع تولید و سویه متفاوت است (Zaboli و همکاران، ۲۰۱۹). درجوجه‌های گوشتی، تنش گرمایی معمولاً در دوره پایانی رشد (حداکثر وزن و مصرف خوراک) اتفاق می‌افتد که با بیشترین ضررهای اقتصادی همراه است (Gasparino و همکاران، ۲۰۱۴). تنش با توجه به شدت و مدت و نوع آن، دامنه‌ای از آسیب‌ها را در پرنده به وجود می‌آورد که شامل کاهش عملکرد، کاهش کیفیت گوشت، افزایش تنش اکسیداتیو و رادیکال‌های آزاد در سلول،کاهش قابلیت هضم، تخریب سد موکوسی روده، کاهش عمق کریپت، تغییر جمعیت میکروبی،کاهش ارتفاع پرز و ضعف سیستم ایمنی می‌شود (Renaudeau و همکاران، ۲۰۱۲؛ Zaboli و همکاران ۲۰۱۹). برای کاهش اثرات منفی تنش گرمایی؛ راهکارهای متفاوتی توسط پژوهشگران توصیه شده است که شامل کنترل دمای سالن، کاهش تراکم گله، فروش پرندگان در سنین پایین، محدودیت خوراک در ساعت‌های گرم روز، استفاده از تهویه، کولرهای تبخیری، تولید نژادهای مقاوم به تنش دمایی مثل پرندگان گردن لخت و

کم پر یا بدون پر و استراتژی‌های تغذیه‌ای است (Yahav، ۲۰۰۹؛ Sejian و همکاران، ۲۰۱۸).

همان‌گونه که اشاره شد، یکی از آسیب‌های جدی تنش حرارتی بر دستگاه گوارش؛ آسیب دیدن دیواره روده و پرزها بوده از طرفی تنش گرمایی جمعیت میکروبی مضر مانند سالمونلاها را در دستگاه گوارش افزایش می‌دهد. محققین نشان داده‌اند که ترکیبات پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی می‌توانند جمعیت میکروبی دستگاه گوارش را به نفع میکروب‌های مفید بهبود ببخشند (Mohammed و همکاران، ۲۰۱۹). سین‌بیوتیک، به عنوان ترکیب حاوی پری‌بیوتیک و پروبیوتیک، اثرات همزمان دو ترکیب را دارا است. سین‌بیوتیک‌ها، اثرات مثبتی روی حیوانات میزبان را از طریق بهبود رشد باکتری‌های سودمند در محیط روده-ای دارند (Naghi Shokri و همکاران، ۲۰۱۷). این ترکیبات با سازوکارهای ذیل عمل می‌کنند: الف) فراهم‌کردن سوبسترای تخمیر باکتریایی ب) تولید مواد آنتی‌باکتریایی ج) مداخله در پاسخ‌های ایمنی د) رقابت با عوامل بیماری‌زا برای اتصال به گیرنده‌ها (Adil و همکاران، ۲۰۱۲). از طرفی پروبیوتیک‌ها، اثرات مثبتی روی عملکرد از طریق بهبود، ریخت شناسی روده دارند (Jayaraman و همکاران، ۲۰۱۷)). Humam و همکاران، (۲۰۱۹) گزارش کردند که افزودن پروبیوتیک به جیره، عملکرد رشد، ریخت شناسی روده، ساختار جمعیت میکروبی روده، وضعیت ایمنی و بیان ژن‌های مرتبط با رشد را در جوجه‌های تحت تنش بهبود داد. چندین تحقیق اثرات مثبتی از سین‌بیوتیک‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی گزارش نموده‌اند (Mohhamad و همکاران، ۲۰۱۹؛ Yan و همکاران، ۲۰۱۸). محققین نشان دادند در شرایط تنش دمایی استفاده از سین‌بیوتیک باعث بهبود کیفیت استخوان (Yan و همکاران، ۲۰۱۹) بهبود رشد (Mohammed و همکاران، ۲۰۱۹)، کاهش تنش اکسیداتیو (Sohail و همکاران، ۲۰۱۱) و ارتقا صفات پرز روده (Ashraf و همکاران، ۲۰۱۳) شد.

در آزمایشی سطوح ۰، ۰/۰۵ و ۱ گرم در کیلوگرم سین‌بیوتیک در جیره استفاده شد و نشان دادند که ۱ گرم سطح مناسبی برای استفاده در جیره در شرایط تنش گرمایی است و برای سطوح بالاتر گزارش نشده است؛ به نظر می‌رسد سطح بالاتر از ۱ گرم می‌تواند در شرایط تنش موثر باشد (Mohammed و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین برای تعیین بهترین سطح از مقایسه میانگین‌ها استفاده نموده است. شیوه مدل‌سازی خط شکسته برای تعیین نقطه بهینه، میزان مصرف سین‌بیوتیک را در مقایسه مقایسه میانگین‌ها دقیقتر بیان می‌نماید. شیوه محاسباتی برآورد نقطه بهینه از عوامل تأثیرگذار در دقت میزان تخمین است. برآورد مقدار مناسب به شیوه خط شکسته[1] خطی(LBL) ودرجه دو (QBL) دقیق تر و به حد واقعی نزدیکتر است (Pesti و همکاران، ۲۰۰۹).

از طرفی با توجه به بررسی‌های صورت گرفته اثر سین‌بیوتیک بر پرندگان در شرایط تنش گرمایی مزمن (الگوی تنش در ایران) و نیز برآورد مقدار بهینه سین‌بیوتیک صورت نپذیرفته است به نظر می‌رسد میزان نیاز بیشتر از شرایط نرمال است.

این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیرافزودن سطوح مختلف سین-بیوتیک پلی‌استار (*Bifidobacterium ani- malis, : Enterococcus faecium, Lactobacillus reuteri, Pe- diococcusacidilactici, and fructooligosaccharides*) به جیره بر عملکرد، جمعیت میکروبی روده و ریخت‌سنجی روده‌کوچک جوجه‌های گوشتی تحت تنش مزمن گرمایی همراه با برآورد مقدار بهینه انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرورش

تحقیق روی ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی جنس نر سویه راس-۳۰۸ در تابستان ۱۴۰۱ در شهرستان زهک انجام شد. جوجه‌ها در زمان شروع تحقیق دارای میانگین وزنی ۴۲ گرم بودند. آب و خوراک به صورت آزاد برای تمامی جوجه‌ها در طول دوره آزمایش فراهم شد. جیره جوجه‌ها در طول دوره بر اساس توصیه کاتالوگ راس-۳۰۸ سال ۲۰۱۸ میلادی تنظیم شد(نرم افزار جیره نویسی UFFDA). دمای سالن در روز اول پرورش حدود ۳۳ درجه سلسیوس و با افزایش سن جوجه‌ها، مطابق با توصیه‌های راهنمای

[1] Linear broken line and Quadratic broken line

پرورش جوجه‌های گوشتی سویه راس-۳۰۸ کاهش یافت. رطوبت سالن در دامنه ۶۵ تا ۷۵ درصد حفظ شد. برنامه نوردهی برای کل دوره در طول شبانه روز به صورت دائمی (۲۴ ساعت) بود. برنامه واکسیناسیون جوجه‌ها مطابق با توصیه‌های دامپزشکی شهرستان زابل انجام شد. به منظور کاهش تنش ناشی از انجام واکسیناسیون، ۲۴ ساعت قبل و بعد از انجام آن، از محلول ویتامینی (یک گرم در یک لیتر) استفاده شد. ضمن اینکه قبل از انجام واکسیناسیون، جوجه‌ها به مدت ۱تا ۱/۵ ساعت از آب محروم بودند، تا آب واکسن‌دار را کامل مصرف کنند.

گروه‌ها و شرایط دمایی

تیمارهای آزمایشی شامل سطوح ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در کیلوگرم جیره سین‌بیوتیک پلی‌استار بودند، که به جیره آزمایشی (پایه) افزوده گردید (PoultryStar meUS, BIOMIN America Inc., San Antonio, TX). این سین‌بیوتیک مخلوطی از پروبیوتیک‌های گرفته شده از بخش‌های مختلف دستگاه گوارش است (*Lactobacillus reuteri ; Entero-coccus faecium; Bifidobacterium; and Pediococcus acidilactici*). ترکیب پری‌بیوتیکی استفاده شده فروکتو-الیگوساکارید بوده است. قابل ذکر است پایداری و بقای استاندارد این سین‌بیوتیک بررسی و گزارش شده است (Murugesan و همکاران، ۲۰۱۵).

به منظور همگن‌شدن سین‌بیوتیک؛ ابتدا مکمل درحجم‌های ۵۰۰ گرمی تهیه و سپس به استفاده از پودر ذرت حجم‌های ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ هزارگرمی رسانده شد. جوجه‌ها (جنس نر) در سن سه روزگی، در ۴ تیمار و ۵ تکرار (۱۲پرنده‌ای) در قالب طرح کاملاً تصادفی تقسیم شدند (ابعاد قفس‌های آزمایشی: ۱/۲۰×۱/۲۰). از زمان شروع آزمایش تا ۲۸ روزگی، دمای استاندارد توصیه‌ای سویه رعایت شد. جوجه‌ها از روز ۲۸ تا ۴۲ روزگی تحت تأثیر تنش حرارتی مزمن از ساعت ۱۰ صبح تا ۴ بعد از ظهر به مدت ۶ ساعت در دمای ۳۲ درجه قرار گرفتند (الگوی تنش دمایی نیمه جنوبی ایران در شش ماهه اول سال) (Akbarian و همکاران، ۲۰۱۳). در بقیه ساعات شبانه روز، دمای سالن آزمایش در دامنه ۲۲ تا ۲۷ درجه سلسیوس حفظ گردید.

شاخص‌های عملکرد

در ابتدا خوراک هر واحد آزمایشی به صورت دقیق توزین گردید و در داخل سطل‌های برچسب گذاری شده متعلق به آن واحد در اتاق خنک نگهداری و به صورت روزانه خوراک داخل دانخوری ها ریخته شد. مقدار ریزش روزانه جمع‌آوری و توزین گردید و در پایان هر روز مقدار دقیق مصرف خوراک اندازه‌گیری شد. مقدار مصرف خوراک، و افزایش وزن بدن به صورت دوره‌ای سنجیده شد و سپس ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد. در پایان دوره آزمایش، جوجه‌های هر واحد آزمایشی پس از ۸ ساعت گرسنگی توزین شدند. تعداد و وزن تلفات به منظور اعمال اصلاحات لازم مرتب به روز یاداشت شد.

شاخص تولید اروپایی

یکی از روش‌های مقایسه میان گروه‌ها در پژوهش‌هایی که ازموجودات زنده و تجاری استفاده می‌شود، شاخص تولید اروپایی است که دراین پژوهش محاسبه شده‌است.

$$EPEI = \frac{BW\ (kg) \times survived\ percentage}{PP \times FCR} \times 100$$

که دراین معادله

EPEI= شاخص تولید اروپایی، BW= کیلوگرم وزن بدن در ۴۲ روزگی،

Survived percentage=درصد ماندگاری، FCR= ضریب تبدیل خوراک و PP= دوره پرورش به روز بود.

ریخت‌سنجی روده

برای سنجش شاخص‌های بافت‌شناسی ایلئوم، تعداد دو قطعه جوجه از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب شده و سپس کشتار، محوطه شکمی باز و از قسمت ایلئوم روده کوچک به ابعاد ۰/۵×۰/۵ سانتی‌متر نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌های برای انتقال به آزمایشگاه در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند. در ادامه با افزایش غلظت اتانول آبگیری و پس از شفاف‌سازی، قالب‌گیری با

پارافین انجام شد. نمونه‌ها توسط میکروتیوم دوار به ضخامت ۶ میکرومتر برش عرضی داده شدند. پس از اطمینان از خشک شدن کامل لام‌ها در دمای آزمایشگاه، به وسیله میکروسکوپ نوری معمولی (میکروسکوپ مدل OLYMPUS-CH30) و لنزهای مخصوص(PF10X) مورد سنجش قرار گرفتند (Thompson و Ap-plegate، ۲۰۰۶).

بررسی جمعیت باکتریایی در ایلئوم

برای شمارش باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک و سالمونلا، درروز ۴۲ دوره‌ی آزمایش، یک جوجه از هر تکرار با شرایط نزدیک به میانگین انتخاب شد. پس از ذبح و بازکردن حفره‌ی شکمی، ایلئوم از ناحیه‌ی زایده‌ی مئکل و محل اتصال آن به سکوم‌ها و راست روده، با قیچی استریل جدا شده و محتویات یک سوم انتهای ایلئوم به داخل قوطی‌های استریل تخلیه و پس از بستن درب، بلافاصله فریز شدند. از این نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های میکروبی استفاده شد. پس ازانتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، بر اساس Sohail و همکاران (۲۰۱۳) شمارش میکروبی انجام شد. به صورت خلاصه عبارت است از: ابتدا هر گرم نمونه در آب بافری پپتون هموژن شده سپس در ده مرحله رقیق‌سازی شد و از هر نمونه مقدار کافی در محیط اختصاصی کشت داده شد. در پایان تعداد کلنی‌ها پس از انکوباسیون شمارش گردید.

تجزیه آماری داده‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۵ تکرار که شامل ۲۰ واحد (۱۲ پرنده) آزمایشی بود، انجام گرفت و از مدل آماری زیر استفاده شد:

$Y_{ij}= \mu + T_i\mu+ e_{ij}$ نشان دهنده میانگین، T_i تیمار و e_{ij} خطای آزمایشی است.

در پایان داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Excel ثبت شد و با نرم افزار SAS (۲۰۰۳) رویه GLM تجزیه وتحلیل شد.

میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و همچنین، با روش مدل‌سازی خط شکسته بهترین سطح سین‌بیوتیک تعیین گردید. از دو مدل خط شکسته خطی و خط شکسته درجه دو استفاده شد. که مدل‌ها به شرح ذیل می باشند.

مدل خط شکسته خطی: $Y=L+U\times(R-X)$ if $R<X$

مدل خط شکسته درجه دو: $Y=L+U\times(R-X)\ (R-X)$ if $R<X$

نتایج

عملکرد (افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک)

نتایج عملکرد جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی مزمن برای ۳ تا ۲۸ و ۲۹ تا ۴۲ روزگی در جدول شماره ۱ ارایه شده‌است. نتایج نشان داد که تیمارها در دوره‌های ۳ تا ۲۸ و ۲۹ تا ۴۲ روزگی (دوره تنش مزمن گرمایی) اثرات معنی‌داری برمصرف خوراک و افزایش وزن پرندگان داشته‌است ($p>0/05$)، اما ضریب تبدیل خوراک در این دوره تحت تأثیر قرار نگرفت ($p=0/11$). نتایج حاکی از آن است که تیمارهای حاوی سین‌بیوتیک در مقایسه با گروه شاهد، مقادیر مصرف خوراک و افزایش وزن بالاتری را نشان دادند. در دوره تنش مزمن حرارتی جوجه‌های دریافت کننده ۱/۵ گرم در کیلوگرم سین‌بیوتیک در جیره و شاهد بالاترین و کمترین افزایش وزن را به ترتیب داشتند. نتایج برای تلفات نیز در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است. مقدار تلفات برای گروه شاهد در دوره تنش در مقایسه با گروه پروبیوتیک به طور معنی-داری بیشتر بود ($p>0/05$). به عبارتی، مصرف سین‌بیوتیک مقدار تلفات را کاهش داده بود.

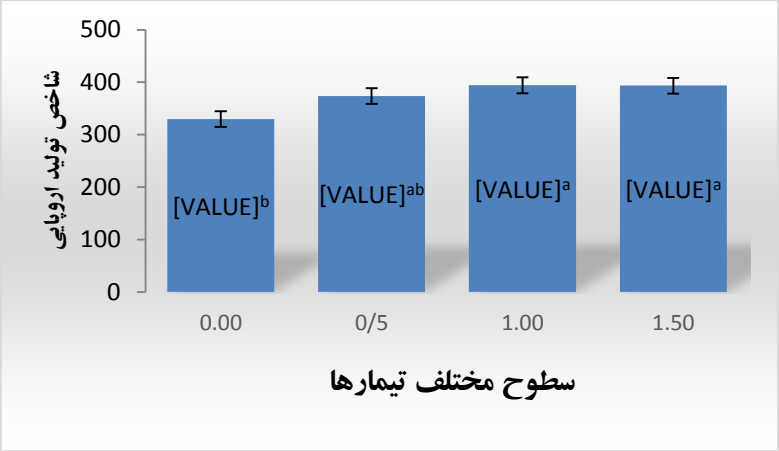
جدول ۱. اثر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر افزایش وزن (گرم)، خوراک مصرفی (گرم) و ضریب تبدیل‌خوراک جوجه‌های گوشتی از ۳ تا ۲۸ و ۲۹ تا ۴۲ روزگی

	دمای استاندارد	۲۸-۳ روزگی		تنش مزمن گرمایی	۴۲-۲۹ روزگی
تیمارها	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل خوراک	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل خوراک
۰	۲۲۰۸^{b}	۱۳۳۰^{b}	۱/۶۶	۳۰۷۵^{c}	۱۵۰۰^{b}	۲/۰۵
۰/۵	۲۲۱۰^{b}	۱۳۸۰^{ab}	۱/۶۰	۳۲۱۷^{b}	۱۶۵۰^{a}	۱/۹۵
۱	۲۳۴۳^{a}	۱۴۵۵^{a}	۱/۶۱	۳۲۵۹^{a}	۱۶۸۰^{a}	۱/۹۴
۱/۵	۲۳۴۹^{a}	۱۴۵۰^{a}	۱/۶۲	۳۲۸۱^{a}	۱۷۰۹^{a}	۱/۹۳
SEM	۹/۰۴	۷/۶۷	۰/۸۶۰	۲/۶۴	۱/۱۲۵	۰/۳۲
P-value	۰/۰۳۹	۰/۰۳۰	۰/۳۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۳۷

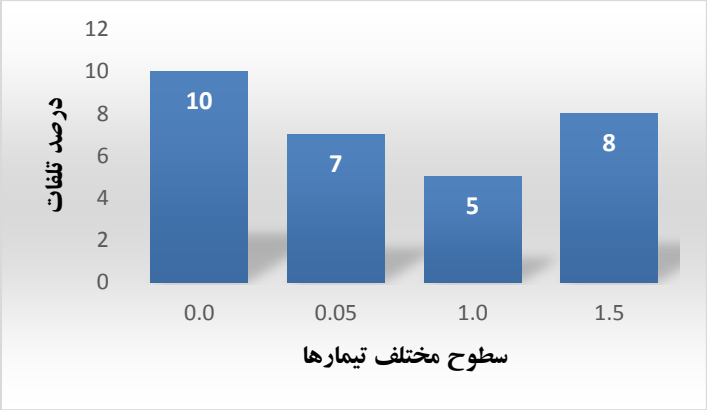
حروف مختلف (abc)، اختلافات معنی‌دار را بین گروه‌ها در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد.

شاخص تولید اروپایی

برای محاسبه شاخص تولید اروپایی، از شاخص‌های عملکرد، درصد تلفات و مدت زمان آزمایش استفاده می‌شود. در نتیجه به نظر نشانگر دقیق‌تری درباره اثر سین‌بیوتیک ارایه می‌دهد. نتایج مرتبط در نمودار شماره ۱ ارایه شده است. نمودار نشان می‌دهد که سین‌بیوتیک باعث بهبود این شاخص به صورت معنی‌داری در دوره تنش مزمن گرمایی در تیمارها مصرف کننده ۱ و ۱/۵ (گرم سین بیوتیک در کیلوگرم جیره) شده است (P<۰/۰۵). در مقایسه با شاهد در دوره تنش گرمایی، گروه مصرف‌کننده یک و نیم گرم در کیلوگرم سین بیوتیک در جیره؛ بهترین شاخص را نشان دادند.



نمودار ۱. اثر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر شاخص تولید اروپایی (SEM= ۱/۹۶ و p-value=۰/۰۰۱)



نمودار۲. اثر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر درصد مرگ میر جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر تنش مزمن گرمایی در سن ۲۹ تا ۴۲ روزگی.

جمعیت میکروبی روده

نتایج شمارش جمعیت میکروبی سالمونلا و باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک در جدول شماره ۲ گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که مکمل‌سازی سین‌بیوتیک‌ها در سطوح بزرگ‌تر به طور معنی‌داری توانست باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک را در مقایسه با گروه شاهد افزایش دهد ($p<۰/۰۵$) و باعث کاهش عددی جمعیت سالمونلا شود. گروه مصرف کننده ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک بالاترین تعداد باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک را داشتند.

جدول۲. اثر سطوح مختلف سین بیوتیک بر ترکیب جمعیت میکروبی روده (لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی/گرم).

تیمارها	باکتری سالمونلا	باکتری‌های تولید کنند اسید لاکتیک
۰	۶/۸۳	۴/۷۳^{b}
۰/۵	۶/۵۱	۵/۹۳^{ab}
۱	۶/۳۴	۶/۵۲^{a}
۱/۵	۶/۱۶	۶/۹۸^{a}
SEM	۰/۹۳	۰/۹۲۵
P-value	۰/۰۷۳	۰/۰۱۶

حروف مختلف (ab)، اختلافات معنی‌دار را بین گروه‌ها در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد.

ریخت‌سنجی روده

در جدول شماره ۳ نتایج مربوط به تأثیر سین‌بیوتیک بر ریخت-سنجی روده کوچک جوجه‌ها ارایه شده است. نتایج نشان می‌دهد که مکمل‌سازی سین‌بیوتیک به طور معنی‌داری موجب افزایش ارتفاع پرز شد ($p<۰/۰۵$) و تغییری در شاخص ارتفاع/عمق و عمق کریپت مشاهده نشد($p\geq۰/۰۵$).

جدول ۳. اثر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر ارتفاع پرز (میلی‌متر)، عمق کریپت (میلی‌متر) و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت.

تیمارها	ارتفاع پرز	عمق کریپت	ارتفاع/عمق
۰	۱/۶۳^{b}	۰/۱۹	۸/۴۵
۰/۵	۱/۸۲^{a}	۰/۲۰	۸/۹۵
۱	۱/۸۰^{a}	۰/۱۹	۹/۴۷
۱/۵	۱/۷۰^{ab}	۰/۲۰	۸/۳۶
P-value	۰/۰۲۶	۰/۹۵۲	۰/۸۱۰
SEM	۰/۱۶	۰/۹۸	۰/۹۰

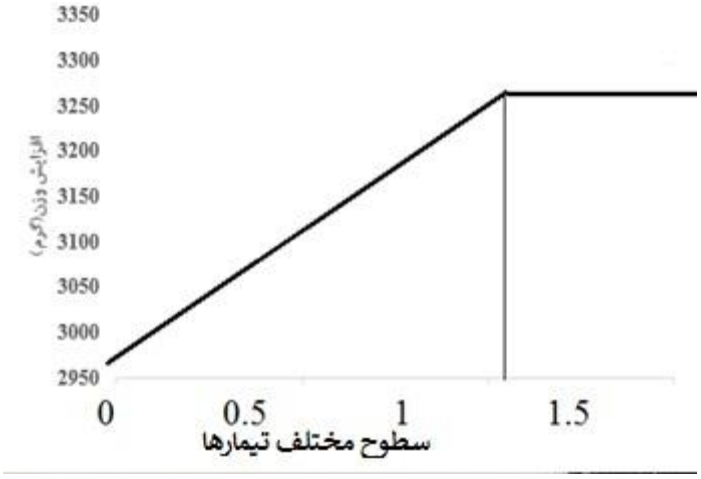
حروف مختلف(ab) ، اختلافات معنی‌دار را بین گروه‌ها در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد.

برآورد نقطه بهینه سین‌بیوتیک برای افزایش وزن

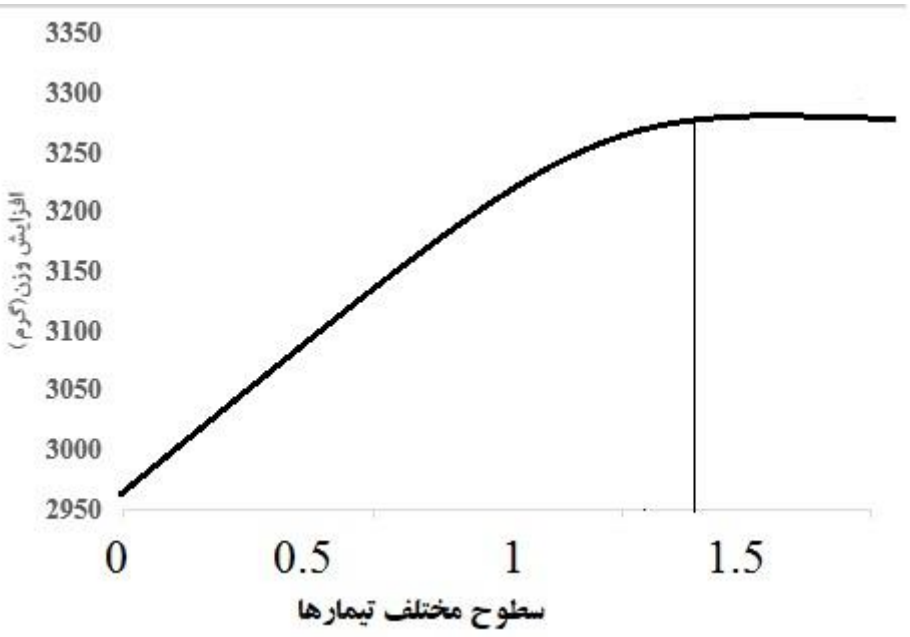
تخمین نقطه بهینه میزان مصرف سین‌بیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی در کل دوره براساس افزایش وزن در جدول شماره ۴ ارایه شده است و نشان می‌دهد که برای بهترین افزایش وزن براساس مدل‌سازی خط شکسته خطی و مدلسازی خط شکسته درجه دو، با اطمینان ۹۰ درصد مقدار ۱/۳۰ و ۱/۴۲ به ترتیب توصیه می‌شود.

جدول ٤. نقطه بهینه میزان استفاده از سین‌بیوتیک برای رشد بدن در جیره از سن ۳ تا ٤۲ روزگی(گرم در کیلوگرم.

	شاخص تولید اروپایی	
	LBL	QBL
حد بهینه	۱/۳۰	۱/۴۲
۹۵ درصد حدود اطمینان	۱/۴۵-۱/۱۵	۱/۳۲۰-۱/۵۰
SEM	۰/۰۹	۰/۱۲
R **R^2**	۰/۹۰	



نمودار۳. برآورد نقطه بهینه سطوح مختلف سین‌بیوتیک برای افزایش وزن بدن با استفاده از رگرسیون خطی خط شکسته (نقطه بهینه مقدار ۱/۳ گرم در کیلوگرم).



نمودار٤. برآورد نقطه بهینه سطوح مختلف سین‌بیوتیک برای افزایش وزن بدن با استفاده از رگرسیون درجه دو خط شکسته (مقدار بهینه مقدار ۱/٤۲ گرم در کیلوگرم برای دوره ٤۲ روز پرورش).

بحث

تنش حرارتی از عوامل اصلی کاهش آسایش، عملکرد، کیفیت و کمیت گوشت و ضررهای اقتصادی در مزارع پرورش جوجه گوشتی است (Zhang و همکاران، ۲۰۱۲). در این شرایط، سیستم هورمونی-عصبی پرنده با افزایش ترشح کورتیکوسترون و کاهش متابولیسم بدن از طریق کاهش مصرف خوراک، دمای پایه بدن را کاهش می‌دهد، که موجب کاهش عملکرد و آسیب‌های مرتبط می‌شود (Sohail و همکاران، ۲۰۰۴؛ Zaboli و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی، تنش حرارتی باعث افزایش جمعیت میکروبی مضر در روده و نامساعد شدن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش کیفیت پرز روده می‌گردد. نتایج مطالعه جاری حاکی از آن است که گروه‌های دریافت‌کننده سین بیوتیک، افزایش وزن و مصرف خوراک بهتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند. که این بهبود هم در دوره اول (تا ۲۸ روزگی) و هم در دوره تنش، ۲۹ تا ۴۲ روزگی قابل مشاهده بود. نتایج این مطالعه هم‌راستا با نتایج مطالعات قبلی در باره تأثیر سین‌بیوتیک‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش دمایی است (Jahromi و همکاران، ۲۰۱۵؛ Mohammed و همکاران، ۲۰۱۹؛ Chen و همکاران، ۲۰۲۰). Mohammed و همکاران، (۲۰۱۹) گزارش کردند افزودن سین‌بیوتیک در جیره پرندگان تحت تنش مزمن حرارتی از ۱۵ تا ۴۲ روزگی باعث افزایش معنی‌دار مصرف خوراک و وزن بدن شد. نتیجه گرفتند بهبود عملکرد مربوط به کاهش جراحات روده‌ای، پیشگیری از بیماری و تغییر مثبت جمعیت میکروبی روده بوده است. در مطالعه جاری نیز نشان داده شد، در اثر مصرف سین‌بیوتیک در جیره، پرز روده و جمعیت میکروبی در شرایط تنش گرمایی مزمن بهبود یافته است. در گزارش‌هایی استفاده از پروبیوتیک و پری‌بیوتیک در شرایط تنش حرارتی اثر معنی‌داری بر عملکرد بیان نکردند (Hassan , همکاران، ۲۰۰۷؛ Sohail و همکاران، ۲۰۱۲) که این تفاوت می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله نوع ترکیب سین‌بیوتیک، شدت و مدت تنش است که طی پژوهش‌های مروری بررسی شده است (Jin و همکاران، ۱۹۹۷؛ Khomayezi و Adewole، ۲۰۲۲).

یافته‌های این مطالعه بر اساس مدل‌سازی خط شکسته خطی و درجه دو مقدارمصرف بهینه سین‌بیوتیک را ۱/۳۰ و ۱/۴۲ گرم در کیلوگرم جیره به ترتیب، بعنوان بهترین سطح نشان دادند. مدل-سازی خطی مقدار برآورد کمتری را در مقایسه با درجه دو ارایه می‌دهدکه از ویژگی‌های مدل‌های اسپلاین است و نوع درجه دو حد بالاتری را برآورد می‌کند (Pesti و همکاران، ۲۰۱۳). مقدار برآورد این پژوهش بیشتر از سطح توصیه‌ای سین‌بیوتیک برای دوره‌های عادی پرورش است (Mohhamad و همکاران، ۲۰۱۹). به نظر می‌رسد در شرایط و فصل‌های گرم، استفاده از سطوح بالاتر سین‌بیوتیک ضروری است. Mohhamad و همکاران (۲۰۱۹) در آزمایشی سطوح ۰/۵ و ۱ گرم در کیلوگرم سین‌بیوتیک را استفاده کردند و نشان دادند که سطح ۱ گرم باعث بهبود عملکرد گردید. در پژوهش جاری سطوح بالاتر برای شرایط تنش تخمین زده شده است که بر اساس مقایسه میانگین‌ها گروه مصرف کننده ۱/۵گرم در کیلوگرم سین‌بیوتیک بهترین عملکرد را داشته اند.

در این پژوهش، افزودن سین‌بیوتیک به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به طور معنی‌داری باعث افزایش باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک شد. که مطابق با گزارش‌های سایر محققین بود (Landy و Kaviani، ۲۰۱۳؛ Zhang و همکاران، ۲۰۱۶).

Markazi و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر افزودن سین‌بیوتیک به آب آشامیدنی بر کلونیزاسیون *سالمونلا* مرغ‌های تخم‌گذار چالش‌یافته با *سالمونلا* پرداختند و اثرات مثبتی از سین‌بیوتیک‌ها بر جمعیت مفید روده را گزارش کردند. این محققین نشان‌دادند که سین‌بیوتیک، فضای روده را پر می‌کند و مانع از استقرار جمعیت باکتری‌های مضر می‌شوند. سازوکار دیگر توسط Abd Al-Fatah (۲۰۲۰) گزارش شد که نشان داد که افزودن پروبیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها به جیره، تعادل میکروبی را به طرف باکتری‌های مفید حرکت می‌دهد و از ساکن شدن باکتری‌های مضر در روده پیشگیری می‌نماید.

بر اساس یافته‌های این تحقیق، مکمل‌سازی سین‌بیوتیک‌ها توانست

به طور معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد ارتفاع پرز را افزایش داد. پژوهش‌های قبلی نشان دادند که تنش گرمایی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع پرز شد (Wu و همکاران، ۲۰۱۸). در مطالعه‌ای که در شرایط تنش گرمایی انجام شد؛ Mora و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که افزودن سین‌بیوتیک به جیره، اثرات منفی تنش را، بر ریخت‌سنجی روده، شدت التهاب و خون‌ریزی روده‌ای کاهش داد. این نتیجه را به افزایش کلونیزاسیون باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک و دسترسی بیشتر به مواد مغذی برای ساخت پرز نسبت دادند. رویهم‌رفته بهبود کیفیت پرز روده از طرفی کاهش پاتوژن‌ها و افزایش باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک؛ توانسته شرایط هضم و جذب بهتری برای سیستم گوارش فراهم آورد، در نتیجه عملکرد پرنده‌ها بهبود یافته است. محققین همچنین نشان دادن که افزودنی ترکیبات سین‌بیوتیک باعث تغییر مثبت جمعیت میکروبی روده و بهبود تعادل آنتی‌اکسیدانی پرنده می‌شود (Sohail و همکاران، ۲۰۱۰).که می‌تواند از دلایل بهبود صفات عملکرد پرنده در پژوهش جاری باشد.

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج این پژوهش، سین‌بیوتیک با بهبود ریخت‌سنجی روده کوچک جوجه‌های گوشتی و افزایش باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک باعث بهبود عملکرد شده‌است و افزودن سطوح بالاتری از سین‌بیوتیک به جیره در شرایط تنش گرمایی ضروری است.

منابع

Abd Al-Fatah, M. (2020). Probiotic modes of action and its effect on biochemical parameters and growth performance in poultry. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 10 (1): 9-15.

Adil, S., and Magray, S. N. (2012). Impact and manipulation of gut microflora in poultry: a review. *Journal of Animal and Veterinary Advances*.1 (6):73-877. DOI: 10.3923/javaa.2012.873.877

Akbarian, A., Golian, A.H., Kermanshahi, R, Farhoosh, A.R., Raji, S. (2013). Growth performance and gut health parameters of finishing broilers supplemented with plant extracts and exposed to daily increased temperature. *Spanish Journal Agricalture Research*. 11:109-119. DOI: 10.5424/sjar/2013111-3392.

Ashraf, H., Zaneb, M.S., Yousaf, A., Ijaz, M.U., Sohail, S., Muti, S., Usman, M.M., Ijaz, S. and Rehman, H. (2013). Effect of dietary supplementation of prebiotics and probiotics on intestinal microarchitecture in broilers reared under cyclic heat stress. *Journal Animal of Physiology and Nutrition*. 97: 68-73. DOI:10.1111/jpn.12041.

Chen, C., Zhang, H., Xie, Y., Xiong, L., Liu, H. and Wang, F. (2020). Effects of a probiotic on the growth performance, intestinal flora, and immune function of chicks infected with Salmonella pullorum. *Poultry Science*. 99(11): 5316-5323. DOI: 10.1016/j.psj.2020.07.017.

Gasparino, E., Del Vesco, A. P., Voltolini, D. M., Do Nascimento, C. S., Batista, E., Gasparino, E. et al. (2014). The effect of heat stress on GHR, IGF-I, ANT, UCP and COXIII mRNA expression in the liver and muscle of high and low feed efficiency female quail. *British Poultry Science*. *55* (4): 466-473. DOI: 10.1080/00071668.2014.925090.

Humam, A. M., Loh, T. C., Foo, H. L., Samsudin, A. A., Mustapha, N. M., Zulkifli, I., et al. (2019). Effects of feeding different postbiotics produced by Lactobacillus plantarum on growth performance, carcass yield, intestinal morphology, gut microbiota composition, immune status, and growth gene expression in broilers under heat stress. *Animals*. 9 (9): 644-660. DOI:10.3390/ani9090644

Jayaraman, S., Das, P. P., Saini, P. C., Roy, B., and Chatterjee, P. N. (2017). Use of *Bacillus Subtilis PB6* as a potential antibiotic growth promoter replacement in improving performance of broiler birds. *Poultry Science*. 96(8): 2614-2622. DOI: 10.3382/ps/pex079.

Jin, L. Z., Y. W. Ho, N. Abdullah, and Jalaludin, S. 1997. Probiotics in poultry: Modes of action. *Worlds Poultry Science Journal*. 53: 351-368. DOI:10.1079/WPS19970028

Khomayezi, R and Adewole, D. (2022) Probiotics, prebiotics, and synbiotics: an overview of their delivery routes and effects on growth and health of broiler chickens, *World's Poultry Science Journal*, 78:1, 57-81, DOI: 10.1080/00439339.2022.1988804.

Landy, N., and Kavyani, A. (2013). Effects of using a multi-strain probiotic on performance, immune responses and cecal microflora composition in broiler chickens reared under cyclic heat stress condition. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 3(4): 703-708.

Liu, L., Fu, C., Yan, M., Xie, H., Li, S., Yu, Q., et al. (2016). Resveratrol modulates intestinal morphology and HSP70/90, NF-κB and EGF expression in the jejunal mucosa of black-boned chickens on exposure to circular heat stress. *Food and Function*. 7(3): 1329-1338. DOI:10.1039/C5FO01338K.

Markazi, A., Luoma, A., Shanmugasundaram, R., Mohnl, M., Murugesan, G. R., and Selvaraj, R. (2018). Effects of drinking water synbiotic supplementation in laying hens challenged with Salmonella. *Poultry Science*. 97(10): 3510-3518. DOI:10.3382/ps/pey234.

Mohammed, A. A., Jiang, S., Jacobs, J. A., and Cheng, H. W. (2019). Effect of a synbiotic supplement on cecal microbial ecology, antioxidant status, and immune response of broiler. chickens reared under heat stress. *Poultry Science*, *98*(10): 4408-4415. DOI:10.3382/PS/PEZ246.

Mohammed, Hu, J. Y., Murugesan, A. A., and Cheng, H. W. (2022). Effect of a synbiotic supplement as an antibiotic alternative on broiler skeletal, physiological, and oxidative parameters under heat stress. *Poultry Science*.101(4):101-112. DOI: 10.1016/j.psj.2022.101769.

Mora, Z., Nuño, K., Vázquez-Paulino, O., Avalos, H., Castro-Rosas, J., Gómez-Aldapa, et al. (2019). Effect of a synbiotic mix on intestinal structural changes, and Salmonella Typhimurium and Clostridium perfringens colonization in broiler chickens. *Animals*. 9(10): 777. Doi: 10.3390/Ani9100777.

Murugesan, G. R., and M. E. Persia. (2015). Influence of a direct- fed microbial and xylanase enzyme on the dietary energy uptake efficiency and performance of broiler chickens. *Journal of Science Food and Agriculture*. 95:2521-2527. DOI:10.1002/JSFA.6984.

Naghi Shokri, A., Ghasemi, H. A., and Taherpour, K. (2017). Evaluation of Aloe vera and synbiotic as antibiotic growth promoter substitutions on performance, gut morphology, immune responses and blood constitutes of broiler chickens. *Animal Science Journal*. 88(2): 306-313. DOI: 10.1111/ASJ.12629.

Pesti, G. M., J. A. Vedenov, J. A. Cason, and Billard, L. (2009). A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. *Poultry Science*. 50: 16-320. DOI: 10.1080/00071660802530639.

Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J. L., and Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*. 6(05): 707-728. DOI: 10.1017/S1751731111002448 .

Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., and Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*. 12(s2): s431-s444. DOI:10.1017/S1751731118001945 .

Sohail, M. U., Rahman, Z. U., Ijaz, A., Yousaf, M. S., Ashraf, K., Yaqub, T., et al. (2011). Single or combined effects of mannan-oligosaccharides and probiotic supplements on the total oxidants, total antioxidants, enzymatic antioxidants, liver enzymes, and serum trace minerals in cyclic heat-stressed

broilers. *Poultry Science*. 90(11): 2573-2577. doi:10.3382/ps.2011-01502

Sohail, M. U., Ijaz, A., Younus, M., Shabbir, M. Z., Kamran, Z., Ahmad, S. and Rehman, H. (2013). Effect of supplementation of mannan oligosaccharide and probiotic on growth performance, relative weights of viscera, and population of selected intestinal bacteria in cyclic heat-stressed broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. *22*(3): 485-491. DOI: 10.3382/JAPR.2012-00682.

Hassan, A. M., M. H. Abd ELAz, M. M. Hussein, M. M. Osman, and Z. H. Abd El-Wahed. (2007). Effect of chronic heat stress on broiler chicks' performance and immune system. *SCVMJ*. 12:55-68.

Thompson, K. L., and Applegate, T. J. (2006). Feed withdrawal alters small-intestinal morphology and mucus of broilers. *Poultry Science*. 85:1535-1540. DOI: 10.1093/PS/85.9.1535.

Wu, Q. J., Liu, N., Wu, X. H., Wang, G. Y., and Lin, L. (2018). Glutamine alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, intestinal inflammatory response, and barrier integrity in broilers. *Poultry Science*. 97(8): 2675-2683. DOI: 10.3382/PS/PEY123.

Yahav, S. (2009). Alleviating heat stress in domestic fowl: different strategies. *World's Poultry Science Journal*. 44(32): 719–732. DOI:10.1017/S1751731111002448.

Yan, F., Wang, W., Wolfenden, R., and Cheng, H. (2016). The effect of bacillus subtilis based probiotic on bone health in broiler chickens. *Poultry Science*. 223: 95-40. DOI: 10.1016/J.PSJ.2020.11.073.

Zaboli, G. R., Rahimi, S., Shariatmadari, F., Torshizi, M. A. K., Baghbanzadeh, A., and Mehri, M. (2017). Thermal manipulation during Pre and Post-Hatch on thermotolerance of male broiler chickens exposed to chronic heat stress. *Poultry Science*. 96(2): 478-485. DOI:10.3382/PS/PEW344.

Zaboli, G., Huang, X., Feng, X., and Ahn, D. U. (2019). How can heat stress affect chicken meat quality? a review. *Poultry Science*. 98(3): 1551-1556. DOI: 10.3382/PS/PEY399.

Zhang, C., Zhao, X. H., Yang, L., Chen, X. Y., Jiang, R. S., Jin, S. H., and Geng, Z. Y. (2017). Resveratrol alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, microflora, and barrier integrity in broilers. *Poultry Science*. 96(12): 4325-4332. DOI:10.3382/PS/PEX266.

Zhang, P., T. Yan, X. Wang, S. Kuang, Y. Xiao, W. Lu, and D. Bi. (2017). Probiotic mixture ameliorates heat stress of laying hens by enhancing intestinal barrier function and improving gut microbiota. *Italian Journal Animal Science*. 16:292–300. DOI:10.1080/1828051X.2016.1264261.