نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۴، پاییز ۱۴۰۳
ص‌ص: ۱۰۹~۱۲۰

بررسی تاثیر مصرف خوراک گازدهی شده با ازن بر عملکرد، خصوصیات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

* سعید هونجانی[1]، سید داود شریفی[2*]، رضا صادقی[3] و شکوفه غضنفری[4]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۲. دانشیار گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۳. دانشیار گروه حشره شناسی و بیماری های گیاهی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۴. دانشیار گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت : اردیبهشت ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش : دی ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۱۳۶۰۴۰۹۰۷
Email: sdsharifi@ut.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2024.359461.2246

چکیده

تأثیر مصرف خوراک ضدعفونی شده با گاز ازن بر عملکرد، خصوصیات لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۴۳۲ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با سه سطح گاز ازن (صفر، ۲۰ و ۳۰ قسمت در میلیون) و دو سطح چربی شامل کم (یک و نیم و دو درصد روغن گیاهی به ترتیب برای دوره‌های رشد و پایانی) و زیاد (سه و چهار درصد به ترتیب برای دوره‌های رشد و پایانی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش گروه آزمایشی، چهار تکرار و ۱۸ قطعه پرنده در هر تکرار بررسی شد. در سن ۴۲ روزگی، دو قطعه پرنده از هر تکرار انتخاب و بعد از وزن‌کشی کشتار و وزن لاشه، قلب، کبد، روده کوچک و روده‌های کور به‌دقت اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان دادند که افزایش وزن جوجه‌های تغذیه شده با جیره پرچرب و بدون گازدهی، بطور معنی‌داری بالاتر از جوجه‌های تغذیه شده با جیره پرچرب و گازدهی شده با ۲۰ قسمت در میلیون گاز ازن بود (P<۰/۰۵). وزن روده‌های کور جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های کم‌چرب، بالاتر از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های پرچرب بود و پرندگان تغذیه شده با جیره‌های گاز دهی شده با ۲۰ قسمت در میلیون گاز ازن، وزن روده‌های کور بیشتری داشتند (P<۰/۰۵). با توجه به نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد که استفاده از گاز ازن برای ضدعفونی جیره‌های حاوی سطوح بالای چربی، بر کیفیت خوراک تأثیر منفی دارد و موجب کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جوجه¬های گوشتی، روغن گیاهی، عملکرد، گاز ازن، لاشه.

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: 109-120

Evaluation the effect of ozonated feed utilization on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens

By: Saeed hoonejany [1], Seyed Davood Sharifi[2*], Reza Sadeghi[3], Shokofeh Ghazanfari[4]
1. Ms.C. Student, Department of Animal and Poultry Science, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal and Poultry Sciences, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran.
3. Associate Professor, Department of Entomology and Plant Diseases, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.
Associate Professor, Department of Animal and Poultry Sciences, Aburaihan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

Received: May 2023 **Accepted: January 2024**

The effect of utilization of feed disinfected with ozone gas on performance, carcass characteristics and blood parameters of broilers was investigated using 432 Ross 308 male broilers in a 3×2 factorial arrangement with three levels of ozone gas (zero, 20 and 30 parts per million) and two levels of fat including low (1.5 and 2% vegetable oil for grower and finisher periods, respectively) and high (3 and 4% of vegetable oil for grower and finisher periods, respectively) in a completely randomized design with 6 treatments and 4 replications of 18 birds in each. At 42 day of age, two birds were selected from each replication and slaughtered after weighing and the weights of carcass, heart, liver, small intestine and ceca were measured precisely. The results showed that the weight gain of chicks fed a high-fat, ozone-free diet was significantly higher than that of chicks fed a high-fat, gassed with 20 ppm ozone diet ($P < 0.05$). The ceca weight of chicks fed low-fat diets were higher than that of birds fed high-fat diets and birds fed diets gassed with 20 ppm ozone had higher ceca weight ($P < 0.05$). According to the results of this experiment, it seems that the utilization of ozone gas for the disinfection of diets containing high levels of fat has a negative effect on feed quality and reduces the performance of broilers.

Key words: Broilers, Vegetable oil, Ozone gas, Performance, Carcass.

مقدمه

با گسترش روزافزون صنعت مرغداری و پرورش مرغ‌های گوشتی، نگرانی‌ها برای داشتن خوراک عاری از عوامل بیماری‌زا و در نتیجه تولید محصول باکیفیت و سالم، رو به افزایش است. با توجه به مسائل مربوط به خوراک طیور نظیر نحوه دریافت دان، نحوه رسیدن دان به مقصد و نحوه انبارداری و فرآوری آن، امکان بروز و گسترش عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها و میکروب‌ها و سمومی مانند آفلاتوکسین‌ها، افزایش یافته که سبب کاهش کیفیت خوراک می‌شوند. سازمان خوار و بار کشاورزی جهانی (FAO: Food and Agriculture Organization) در سال ۲۰۰۵ تخمین می‌زند که بیش از ۲۵ درصد از خوراک دام و طیور در جهان با مایکوتوکسین‌ها آلوده شده‌اند و غلات به دلیل شیوع آلودگی بالاتر و همچنین مصرف زیاد آن‌ها توسط انسان و حیوانات، در اولویت قرار می‌گیرند (MacNeil، ۲۰۰۵). ازن (O3 : Ozone) مولکول سه اتمی اکسیژن است که به‌عنوان قوی‌ترین اکسید کننده و ضدعفونی کننده در دنیا شناخته می‌شود. ازن به دلیل ساختار ناپایداری که دارد پس از انجام ضدعفونی و گاز دهی، به گاز اکسیژن تبدیل می‌شود لذا از سوی سازمان غذا و داروی ایالات متحده آمریکا (Cook، ۱۹۹۶) در زمره ترکیبات دارای وضعیت عموماً بی‌خطر (GRAS : Generally recognized as safe) قرار گرفته است (White، ۲۰۱۰). این

گاز دارای خواصی مانند واکنش‌پذیری بالا، نفوذپذیری و تجزیه خود به خودی به یک محصول غیر سمی (اکسیژن) است و بدون ایجاد هرگونه باقی‌مانده خطرناک روی محصولات تحت فراوری با آن، اثر می‌کند. ازن باعث کاهش آلودگی میکروبی محصولات می‌شود و در مقابله با باکتری‌ها و قارچ‌ها مؤثر است (Glowacz و همکاران، ۲۰۱۵).

علی‌رغم تأثیر مثبت گاز ازن در ضدعفونی مواد خوراکی و کاهش عوامل میکروبی، نگرانی‌هایی در خصوص مکانیسم اثر آن یعنی خاصیت اکسیدکنندگی قوی آن وجود دارد. لذا هدف از انجام این آزمایش، ضدعفونی خوراک‌های آماده حاوی سطوح مختلف چربی با گاز ازن و بررسی تاثیر تغذیه این جیره‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، از ۴۳۲ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با سه سطح گاز ازن (صفر، ۲۰ و ۳۰ قسمت در میلیون) و دو سطح چربی به‌عنوان جیره کم‌چرب (حاوی یک و نیم و دو درصد روغن گیاهی به ترتیب در دوره‌های رشد و پایانی) و جیره پرچرب (دارای سه و چهار درصد روغن گیاهی به ترتیب برای دوره‌های رشد و پایانی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، چهار تکرار و ۱۸ قطعه پرنده در هر قفس (تکرار) به ابعاد دو متر در یک متر روی بستر استفاده شد. دمای سالن در هنگام ورود جوجه‌ها در محدوده ۳۳-۳۱ درجه سانتی‌گراد تنظیم و سعی شد دما در تمام نقاط سالن، یکنواخت باشد. پس از هفته اول، هر هفته دما به میزان ۲ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت تا به دمای ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد برسد و تا آخر دوره دما ثابت ماند.

جوجه‌ها تا سن هفت روزگی با یک جیره استاندارد آغازین به صورت پلت، تغذیه شدند. سپس از سن ۲۴-۸ و ۴۲-۲۵ روزگی به ترتیب با جیره‌های رشد و پایانی که با توجه به احتیاجات مواد مغذی جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ (Martínez and Valdivié، ۲۰۲۱) برای دو مرحله رشد (سن ۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (سن ۲۵ تا ۴۲ روزگی) با استفاده از نرم‌افزار UFFDA (Pesti and Miller، ۱۹۹۳) تنظیم گردیدند (جدول ۱)، تغذیه شدند.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

مواد خوراکی (درصد)		آغازین	رشد		پایانی	
			کم‌چرب	پرچرب	کم‌چرب	پرچرب
			۱/۵ درصد چربی	۳ درصد چربی	۲ درصد چربی	۴ درصد چربی
دانه ذرت		۵۷/۱۳	۶۱/۰۱	۵۶/۳۳	۶۵/۷۲	۵۹/۴۵
کنجاله سویا		۳۴/۴۹	۳۲/۱۱	۳۳/۱۶	۲۸/۶۸	۲۹/۸۷
منوکلسیم فسفات		۱/۳۴	۱/۲۸	۱/۳۰	۱/۰۹	۱/۱۱
کنجاله گلوتن ذرت		۳/۰	۱/۳۱	۱/۲۰	–	–
پودر صدف		۱/۴۶	۱/۳۷	۱/۳۵	۱/۲۴	۱/۲۲
نمک		۰/۳	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[1]		۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی[2]		۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
DL - متیونین		۰/۳۲	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۶
L – لیزین هیدروکلراید		۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۲
L – ترئونین		۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
ماسه		–	–	۲/۲۵	۰/۰۰۲	۳/۰۹
روغن گیاهی		۱/۰۷	۱/۵	۳	۲	۴
اجزای محاسبه شده						
ME (Kcal/kg)		۲۸۷۰	۲۹۳۵	۲۹۳۵	۳۰۰۰	۳۰۰۰
پروتئین خام (٪)		۲۲/۰	۲۰/۲۰	۲۰/۲۰	۱۸/۱	۱۸/۱
کلسیم (٪)		۰/۹۱	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۷۱	۰/۷۱
فسفر قابل دسترس (٪)		۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۳۶
متیونین قابل هضم (٪)		۰/۶۵	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۲
متیونین + سیستئین (٪)		۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۷۴
لیزین قابل هضم (٪)		۱/۱۹	۱/۰۸	۱/۰۸	۰/۹۳	۰/۹۳
سدیم (٪)		۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۷
کلر (٪)		۰ /۱۷	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۹

[1] مکمل ویتامینی برای هر کیلوگرم از جیره حاوی ۱۲۰۰۰IU ویتامین A، ۵۰۰۰IU کوله کلسیفرول، ۴۵IU ویتامین E، ۲/۴mg ویتامین K_3، ۲/۶mg تیامین، ۶/۶mg ریبوفلاوین، ۲۵mg اسید پانتوتنیک، ۵۵mg نیاسین، ۵۰۰mg کولین کلراید، ۰/۱mg بیوتین، ۱/۵mg اسید فولیک، ۵/۵mg پیریدوکسین، ۰/۰۱۵mg ویتامین B_{12} و ۱mg BHT بود.

[2] مکمل مواد معدنی برای هر کیلوگرم از جیره حاوی ۵۰mg آهن، ۸۵mg روی، ۹۰mg منگنز، ۱mg ید، ۱۰mg مس و ۰/۲۵mg سلنیوم بود.

برای تولید ازن و گازدهی خوراک، از دستگاه ژنراتور ازن (مدل ODS-1300 P، با خروجی ازن ۳۰-۲۰ قسمت در میلیون، دمای ۳۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد و توان (مقدار کار انجام شده یا انرژی انتقال یافته در واحد زمان) برابر ۲۲۰ و فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز = چرخه در ثانیه) و دستگاه اکسیژن ساز و اتوکلاو (ساخت شرکت ازن آب) استفاده شد. ازن دهی برای هر خوراک به مدت ۱۲۰ دقیقه در دو غلظت ۲۰ و ۳۰ قسمت در میلیون انجام شد. در ابتدا، اکسیژن تولید شده با دستگاه اکسیژن ساز با خلوص ۹۵ درصد به ژنراتور ازن ساز منتقل و مولد، ازن را در دو غلظت (۲۰ یا ۳۰ قسمت در میلیون) تولید می‌کرد. خروجی دستگاه ازن ساز توسط شیلنگ پلاستیکی به محفظه اتوکلاو (به عنوان اتاقک ازن دهی) متصل شد. مقدار مشخصی از خوراک مورد آزمایش (حدود ۱۵ کیلوگرم) در اتوکلاو گذاشته و با بستن درب آن، ازن دهی انجام شد. وزن بدن و مصرف خوراک به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری و افزایش وزن، خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل غذایی محاسبه شدند. تلفات نیز بصورت روزانه جمع‌آوری و پس از توزین، معدوم شدند. در پایان دوره پرورش (سن ۴۲ روزگی)، دو قطعه پرنده از هر تکرار با وزن نزدیک به میانگین گروه، انتخاب و پس از توزین، کشتار شدند.

حین کشتار، از ورید گردن پرنده‌ها در لوله‌های استریل خونگیری شد. پس از کشتار، پرکنی انجام و سر و پاها جدا شدند. محتویات شکم به دقت خارج و لاشه توزین و وزن کل دستگاه گوارش اندازه‌گیری شد. سپس قلب، کبد، چربی محوطه شکمی و روده-های کور، توزین و وزن نسبی لاشه و اندام‌های مذکور به صورت درصدی از وزن زنده، محاسبه شدند.

نمونه‌های خون پس از انعقاد، به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم آنها جدا گردید. میزان کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی پایین و آنزیم‌های کبدی آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در سرم خون با استفاده از کیت‌های تجاری ساخت شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شدند.

داده‌های حاصل از آزمایش، با استفاده از رویه مدل‌های خطی عمومی نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ بر اساس مدل آماری زیر، تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح خطای ۵ درصد، مقایسه شدند (SAS، ۱۹۹۶).

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A\times B)_{ij} + e_{ijk}$$

که در این مدل Y_{ijk} = مقدار هر مشاهده؛ μ = میانگین کل؛ A_i = اثر جیره؛ B_j = اثر سطح ازن؛ $(A\times B)_{ij}$ = اثر متقابل جیره و گاز ازن و e_{ijk} = اثر خطای آزمایش است.

نتایج

عملکرد

تأثیر نوع جیره و گاز دهی جیره با ازن بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره پرورش، در جدول ۲ آورده شده است. در کل دوره پرورش، اثر متقابل نوع جیره و سطح ازن دهی، بر ضریب تبدیل غذایی، معنی‌دار نبود. مقدار مصرف خوراک پرندگان تغذیه شده با جیره کم‌چرب گاز دهی شده با ۲۰ قسمت در میلیون گاز ازن، بیشتر از پرندگان تغذیه شده با جیره کم‌چرب بدون گاز دهی و یا جیره پرچرب گاز دهی شده با ۲۰ قسمت در میلیون گاز ازن بود ($P<۰/۰۵$). اثر متقابل نوع جیره و سطح ازن دهی، بر میانگین افزایش وزن، معنی‌دار بود به طوری که میانگین افزایش وزن پرندگان تغذیه شده با جیره پر چرب و بدون گاز ازن، بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). در کل دوره پرورش، اثر متقابل نوع جیره و سطح ازن دهی، بر وزن زنده و درصد تلفات، معنی‌دار نبود.

جدول ۲- تاثیر نوع جیره و سطح گاز دهی آن با ازن بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره پرورش

عامل	میانگین مصرف خوراک (گرم در روز)	میانگین افزایش وزن (گرم در روز)	ضریب تبدیل غذایی	وزن زنده (گرم)	درصد تلفات
سطح چربی جیره[1]					
چربی کم	۱۱۷/۲	۷۴/۳^{a}	۱/۵۷	۲۷۹۸^{a}	۶/۴۸
چربی زیاد	۱۱۴/۸	۷۲/۲^{b}	۱/۵۹	۲۷۳۶^{b}	۱۰/۱۸
SEM	۱/۷۲	۰/۵۴	۰/۰۱	۲۰/۶۹	۱/۶۲
سطح گاز ازن (PPM)					
صفر	۱۱۳/۳	۷۴/۹^{a}	۱/۵۱^{b}	۲۸۱۵	۷/۶۴
۲۰	۱۱۶/۵	۷۲/۱^{b}	۱/۶۱^{a}	۲۷۲۴	۸/۳۳
۳۰	۱۱۸/۱	۷۲/۷^{ab}	۱/۶۲^{a}	۲۷۶۱	۹/۰۳
SEM	۲/۱۱	۰/۶۶	۰/۰۲	۲۵/۳۴	۱/۹۹
نوع جیره × گاز ازن					
چربی کم × صفر	۱۱۰/۲^{b}	۷۴/۱^{abc}	۱/۴۸	۲۷۹۹	۶/۹۵
چربی کم × ۲۰	۱۲۲/۱^{a}	۷۴/۴^{ab}	۱/۶۴	۲۷۶۱	۵/۵۶
چربی کم × ۳۰	۱۱۹/۲^{ab}	۷۴/۶^{ab}	۱/۵۹	۲۸۳۳	۶/۹۵
چربی زیاد × صفر	۱۱۶/۵^{ab}	۷۵/۸^{a}	۱/۵۳	۲۸۳۱	۸/۳۳
چربی زیاد × ۲۰	۱۱۱/۰^{b}	۶۹/۹^{c}	۱/۵۸	۲۶۸۷	۱۱/۱۱
چربی زیاد × ۳۰	۱۱۷/۰^{ab}	۷۰/۸^{bc}	۱/۶۵	۲۶۸۹	۱۱/۱۱
SEM	۲/۹۹	۰/۹۴	۰/۰۳	۳۵/۸۴	۲/۸۱
سطوح احتمال					
جیره	۰/۳۴۷	۰/۰۱۱	۰/۵۴۳	۰/۰۴۷	۰/۱۲۴
گاز ازن	۰/۲۹۰	۰/۰۲۱	۰/۰۰۴	۰/۰۶۱	۰/۸۸۶
نوع جیره × گاز ازن	۰/۰۳۱	۰/۰۰۸	۰/۱۵۶	۰/۰۷۲	۰/۷۵۶

[1] جیره با چربی کم در دوره رشد و پایانی حاوی ۱/۵ و ۲ درصد چربی و جیره با چربی زیاد در دوره رشد و پایانی حاوی ۳ و ۴ درصد چربی بود.

[a-] در هر ستون در هر بخش، تفاوت میانگین‌های با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM، خطای استاندارد میانگین‌ها.

خصوصیات لاشه

تأثیر نوع جیره و سطح گاز دهی جیره با ازن بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی، در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که اثر متقابل جیره و گاز ازن بر وزن نسبی لاشه، دستگاه گوارش، کبد، روده‌های کور، چربی حفره شکمی و قلب، معنی-دار نبود. وزن روده‌های کور پرندگان تغذیه شده با جیره کم‌چرب، بالاتر از پرندگان تغذیه شده با جیره پرچرب بود (P<۰/۰۵). پرندگان تغذیه شده با جیره‌های گاز دهی شده با ۲۰ قسمت در میلیون گاز ازن، وزن روده کور بیشتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره معمولی داشتند (P<۰/۰۵). وزن دستگاه گوارش در پرندگان تغذیه شده با جیره کم‌چرب، تمایل به افزایش داشت (P<۰/۱۰). نوع جیره اثر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه، دستگاه گوارش، کبد، چربی محوطه شکمی و قلب نداشت. وزن نسبی لاشه، دستگاه گوارش، کبد، چربی محوطه شکمی و قلب تحت تأثیر سطح گاز دهی با ازن قرار نگرفت.

فراسنجه‌های خونی

تأثیر نوع جیره و سطح گاز دهی آن با ازن بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، اثر متقابل جیره و گاز ازن بر غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)، نسبت لیپوپروتئین با چگالی پایین به لیپوپروتئین با چگالی بالا (LDL/HDL)، نسبت کلسترول کل به لیپوپروتئین با چگالی بالا (TC/HDL) و آنزیم‌های کبدی آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)، معنی‌دار نبود. غلظت کلسترول کل در پرندگان تغذیه شده با جیره کم‌چرب و گاز دهی شده با ۳۰ قسمت در میلیون گاز ازن نسبت به سایر گروه‌ها تمایل به افزایش نشان داد (P<۰/۱۰). نوع جیره، اثر معنی‌داری بر غلظت تری گلیسرید (TG)، لیپوپروتئین LDL، نسبت LDL/HDL، نسبت TC/HDL و آنزیم‌های AST و ALT سرم خون نداشت. غلظت کلسترول کل در سرم خون پرندگان تغذیه شده با جیره کم‌چرب بالاتر از پرندگان تغذیه شده با جیره پرچرب بود (P<۰/۰۵). اثر نوع جیره بر غلظت تری‌گلیسرید سرم خون، تمایل به معنی‌داری نشان داد (P<۰/۱۰) و غلظت آن در پرندگان تغذیه شده با جیره کم‌چرب، بیشتر بود. غلظت کلسترول کل در سرم خون پرندگان تغذیه شده با جیره ازن دهی شده (۲۰ قسمت در میلیون) بیشتر و غلظت تری‌گلیسرید سرم خون پرندگان تغذیه شده با جیره ازن دهی شده (۳۰ قسمت در میلیون) کمتر از پرندگان تغذیه شده با جیره گازدهی نشده بود. غلظت LDL در سرم خون پرندگان تغذیه شده با جیره ازن دهی شده (۳۰ قسمت در میلیون) بالاتر از پرندگان تغذیه شده با جیره گازدهی نشده بود (P<۰/۰۵).

جدول ۳- تأثیر نوع جیره و سطح گاز دهی آن با ازن بر وزن نسبی (درصد) لاشه و اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی

عامل	بازده لاشه	دستگاه گوارش	کبد	روده کور	چربی محوطه شکمی	قلب
چربی جیره[1]						
چربی کم	۶۴/۶۰	۹/۵۶	۲/۰۶	۰/۶۷[a]	۱/۲۶	۰/۷۲
چربی زیاد	۶۵/۵۴	۸/۵۰	۲/۲۸	۰/۵۰[b]	۱/۱۸	۰/۷۱
SEM	۰/۵۸	۰/۳۸	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۴
سطح گاز ازن (PPM)						
صفر	۶۵/۰۷	۹/۱۷	۲/۱۲	۰/۴۸[b]	۱/۰۸	۰/۷۰
۲۰	۶۵/۱۱	۹/۰۱	۲/۱۰	۰/۷۰[a]	۱/۲۸	۰/۷۴
۳۰	۶۵/۰۱	۸/۹۱	۲/۳۰	۰/۵۸[ab]	۱/۳۰	۰/۷۳
SEM	۰/۷۱	۰/۴۷	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۰۵
نوع جیره × گاز ازن						
چربی کم × صفر	۶۴/۸۳	۹/۵۹	۲/۱۵	۰/۵۳	۱/۰۹	۰/۶۳
چربی کم × ۲۰	۶۴/۹۸	۹/۴۷	۱/۸۰	۰/۸۵	۱/۴۶	۰/۸۰
چربی کم × ۳۰	۶۳/۹۸	۹/۶۳	۲/۲۳	۰/۶۵	۱/۲۳	۰/۷۳
چربی زیاد × صفر	۶۵/۳۲	۸/۷۶	۲/۰۹	۰/۴۴	۱/۰۸	۰/۷۸
چربی زیاد × ۲۰	۶۵/۲۴	۸/۵۵	۲/۴۱	۰/۵۵	۱/۱۰	۰/۶۷
چربی زیاد × ۳۰	۶۶/۰۴	۸/۱۸	۲/۳۶	۰/۵۱	۱/۳۷	۰/۷۰
SEM	۱/۰۰	۰/۶۶	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۶
سطوح احتمال						
جیره	۰/۲۷۰	۰/۰۷۴	۰/۱۸۹	۰/۰۰۷	۰/۶۹۵	۱/۰۰۰
گاز ازن	۰/۹۹۸	۰/۸۹۵	۰/۵۵۰	۰/۰۲۳	۰/۵۵۶	۰/۸۹۰
نوع جیره × گاز ازن	۰/۶۳۱	۰/۸۴۶	۰/۲۳۱	۰/۳۶۹	۰/۵۰۹	۰/۱۳۰

[1]جیره با چربی کم در دوره رشد و پایانی حاوی ۱/۵ و ۲ درصد چربی و جیره با چربی زیاد در دوره رشد و پایانی حاوی ۳ و ۴ درصد چربی بود.

[a-b] در هر ستون در هر بخش، تفاوت میانگین‌های با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM، خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ٤- تأثیر نوع جیره و سطح گاز دهی آن با ازن بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

عامل	TC*	TG	HDL	LDL	LDL/HDL	TC/HDL	AST	ALT
چربی جیره[1]								
چربی کم	۱۲۴/۱۱^{a}	۱۲۲/۱۱	۸۱/۵۵	۲۱/۸۸	۰/۲۷	۰/۶۶	۳۷۴/۶۱	۳/۶۰
چربی زیاد	۱۱۲/۳۳^{b}	۱۱۴/۴۴	۷۸/۸۸	۲۳/۴۷	۰/۳۰	۰/۷۰	۴۳۱/۶۹	۳/۴۵
SEM	۲/۴۰	۲/۷۰	۲/۳۰	۱/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۴۳/۹۸	۰/۲۳
سطح گاز ازن (PPM)								
صفر	۱۱۰/۸۳^{b}	۱۱۸/۶۷^{ab}	۷۵/۸۳	۱۶/۸۳^{b}	۰/۲۶	۰/۶۸	۳۹۸/۸۸	۳/۲۳
۲۰	۱۲۶/۰۰^{a}	۱۲۵/۵۰^{a}	۸۳/۱۶	۲۳/۲۳^{ab}	۰/۲۷	۰/۶۶	۴۲۶/۶۵	۳/۶۶
۳۰	۱۱۷/۸۳^{ab}	۱۱۰/۶۶^{b}	۸۱/۶۶	۲۴/۹۵^{a}	۰/۳۱	۰/۶۹	۳۸۳/۹۱	۳/۶۸
SEM	۲/۹۵	۳/۳۱	۲/۸۲	۱/۲۷	۰/۰۱	۰/۰۲	۵۳/۸۷	۰/۲۸
نوع جیره × گاز ازن								
چربی کم × صفر	۱۱۶/۰۰	۱۲۲/۳۳	۷۵/۳۳	۲۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۶۵	۳۸۶/۴۳	۳/۵۳
چربی کم × ۲۰	۱۲۷/۰۰	۱۳۰/۳۳	۸۱/۶۶	۲۰/۹۳	۰/۲۵	۰/۶۴	۳۶۷/۳۷	۳/۴۷
چربی کم × ۳۰	۱۲۹/۳۳	۱۱۳/۶۶	۸۷/۶۶	۲۴/۷۰	۰/۲۹	۰/۶۸	۳۷۰/۰۳	۳/۸۰
چربی زیاد × صفر	۱۰۵/۶۶	۱۱۵/۰۰	۷۶/۳۳	۱۹/۶۶	۰/۲۶	۰/۷۲	۴۱۱/۳۳	۲/۹۳
چربی زیاد × ۲۰	۱۲۵/۰۰	۱۲۰/۶۷	۸۴/۶۶	۲۵/۵۳	۰/۳۰	۰/۶۸	۴۸۵/۹۳	۳/۸۶
چربی زیاد × ۳۰	۱۰۶/۳۳	۱۰۷/۶۶	۷۵/۶۶	۲۵/۲۰	۰/۳۳	۰/۷۱	۳۹۷/۸۰	۳/۵۷
SEM	۴/۱۷	۴/۶۸	۳/۹۹	۱/۸۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۷۶/۱۸	۰/۴۰
سطوح احتمال								
جیره	۰/۰۰۴	۰/۰۶۸	۰/۴۲۹	۰/۳۰۲	۰/۲۴۷	۰/۰۸۵	۰/۳۷۷	۰/۶۶۷
گاز ازن	۰/۰۱۱	۰/۰۲۶	۰/۱۹۴	۰/۰۴۲	۰/۲۸۵	۰/۵۰۷	۰/۸۵۲	۰/۴۶۸
نوع جیره × گاز ازن	۰/۰۷۶	۰/۹۲۵	۰/۱۶۷	۰/۳۷۳	۰/۵۲۳	۰/۷۲۵	۰/۷۸۷	۰/۴۷۴

[1] جیره با چربی کم در دوره رشد و پایانی حاوی ۱/۵ و ۲ درصد چربی و جیره با چربی زیاد در دوره رشد و پایانی حاوی ۳ و ۴ درصد چربی بود.

[a-b] در هر ستون در هر بخش، تفاوت میانگین‌های با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM، خطای استاندارد میانگین‌ها.

[*] TC: کلسترول کل، TG: تری گلیسرید، HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا، LDL: لیپوپروتئین با چگالی پایین، AST: آسپارتات آمینوترانسفراز، ALT: آلانین آمینو ترانسفراز

بحث

در کل دوره پرورش، گازدهی جیره‌های حاوی چربی بالا اثر منفی بر عملکرد داشت و گازدهی با ازن باعث کاهش میزان اضافه وزن روزانه و بالا رفتن ضریب تبدیل خوراک شد. ازن با ترکیبات شیمیایی موجود در دانه واکنش داده و بسته به غلظت و مدت زمان قرار گرفتن در معرض گاز ازن، باعث ایجاد تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی در دانه می‌شود (Savi و همکاران، ۲۰۱۴). عوامل اکسید کننده مانند گاز ازن ممکن است باعث تغییر نسبی در نشاسته دانه‌ها شوند زیرا زنجیره آمیلاز و آمیلوپکتین می‌توانند در طی فرآیند اکسیداسیون توسط گاز ازن، آسیب ببینند. واکنش ازن با روغن‌های گیاهی تقریباً به‌طور انحصاری با پیوندهای دوگانه بین اتم‌های کربن در اسیدهای چرب اشباع نشده، رخ می‌دهد. ازاین‌رو، خصوصیات شیمیایی و ساختاری روغن‌ها می‌توانند تغییر کنند (Baily، ۱۹۸۲) و مولکول‌های لیپیدی بزرگ‌تر به محصولاتی با وزن مولکولی کمتر و مولکول‌هایی با خواص متفاوت، تجزیه می‌شوند. طبق گزارش لی و همکاران (۲۰۱۷)، ساختار پروتئین‌ها به دلیل گاز دهی با ۵ گرم در ساعت ازن در مدت زمان ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به طور قابل توجهی تغییر می‌کند به طوری که ناپدید شدن برخی از باندها در پروتئین گندم آردی تحت تاثیر گاز ازن مشاهده شد. بنابراین به نظر می‌رسد ازن دهی خوراک با ایجاد تغییر در ساختار پروتئین‌ها و چربی‌های جیره، سبب کاهش ارزش غذایی آنها و به تبع آن کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی شده است.

Rosero و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر روغن سویای اکسید شده بر خوک‌ها، نشان دادند که تغذیه خوک‌ها با روغن سویای اکسید شده باعث کاهش مصرف خوراک، کاهش دریافت انرژی، کاهش رشد و بازده مصرف خوراک شد. کاهش سرعت رشد جوجه‌های تغذیه شده با لیپیدهای اکسید شده، ممکن است به عوامل مختلفی مربوط باشد. در مرحله اول، لیپیدهای اکسید شده ممکن است باعث ترشیدگی خوراک و کاهش خوش‌خوراکی آن شده و از این طریق باعث کاهش خوراک مصرفی روزانه و در نتیجه کاهش رشد شوند (Liu و همکاران، ۲۰۱۴). ثانیاً، محصولات ثانویه پراکسیداسیون لیپیدها مانند β,α هیدروکسی آلدئیدهای اشباع نشده، از اهمیت خاصی برخوردار هستند زیرا برخی از آن‌ها بسیار سمی بوده و به راحتی جذب بدن می‌شوند (Kumagai و همکاران، ۲۰۰۴) و با آسیب رساندن به غشای برسی روده قادر به اختلال در جذب مواد مغذی هستند (Dibner و همکاران، ۱۹۹۶).

مصرف جیره‌های حاوی چربی کم باعث بالا رفتن وزن روده کور در مقایسه با جیره‌های پرچرب شد و پرندگان تغذیه شده با جیره‌های گاز دهی شده با ۲۰ قسمت در میلیون ازن، وزن روده کور بیشتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره معمولی داشتند. صرف‌نظر از نوع چربی، جیره‌های کم‌چرب می‌توانند باعث کاهش فراوانی گونه‌های باکتری گرم مثبت *Firmicutes* (شاخه‌ای از باکتری‌ها هستند. اغلب آن‌ها از گروه باکتری‌های گرم مثبت هستند و در سوخت و ساز چربی در روده نقش دارند) در مقایسه با جیره پرچرب شوند و ممکن است باعث عدم تعادل جمعیت میکروبی روده و بروز علائم التهاب شوند (De Wit و همکاران، ۲۰۱۲: Abulizi و همکاران، ۲۰۱۹).

در این آزمایش، گازدهی جیره‌ها با ۲۰ قسمت در میلیون گاز ازن باعث افزایش میزان کلسترول کل، افزایش LDL و کاهش غلظت تری‌گلیسرید (در سطح مصرف ۳۰ قسمت در میلیون گاز ازن) در سرم خون جوجه‌های گوشتی شد. کاهش غلظت تری‌گلیسرید ممکن است به دلیل تشکیل میزان زیاد استرهای اکسید شده، در طی اکسیداسیون لیپیدها توسط گاز ازن و کاهش جذب لیپیدها و اختلال در تشکیل و فعالیت میسل باشد. از طرفی، کاهش تری‌گلیسرید ممکن است به علت افزایش فعالیت و بیان ژن گیرنده آلفا فعال شده با تکثیر کننده پراکسی زوم = PPAR-α باشد. گیرنده آلفا فعال شده با تکثیر کننده پراکسی زوم (PPAR-α)، عامل رونویسی خاصی است که در انتقال، جذب، اکسیداسیون و کتوژنز اسیدهای چرب نقش دارد و اثرات تنظیم ژنی را وادار به القاء اثرات کاهنده چربی و التهاب کرده و باعث کاهش سوخت و ساز اسیدهای چرب کبدی از طریق کاهش سنتز

تری‌گلیسرید و افزایش کاتابولیسم آن می‌شود. در حقیقت، گیرنده آلفا فعال شده با تکثیر کننده PPAR-α بر بیان ژن‌های ناقل اسیدهای چرب و اکسیداسیون اسیدهای چرب، مؤثر بوده و اسیدهای چرب را به سمت مسیر بتا اکسیداسیون پیش می‌برد و باعث افزایش بیان لیپوپروتئین لیپاز و در نتیجه کاهش تشکیل لیپوپروتئین‌ها و تری‌گلیسرید می‌شود.

استفاده از سطح ۳۰ قسمت در میلیون گاز ازن باعث افزایش غلظت LDL سرم خون شد. اکسیداسیون لیپیدها منجر به تجزیه اسیدهای چرب غیر اشباع دارای چندین پیوند دوگانه (PUFA) و در نتیجه تغییر در ترکیب اسیدهای چرب می‌شود. اسیدهای چرب موجود در خوراک، بر ترکیب LDL و حساسیت LDL به اکسیداسیون، تأثیر می‌گذارند. همسو با نتایج این آزمایش، تغذیه خوک‌ها با لیپیدهای اکسید شده باعث افزایش سطح LDL سرم خون شد (Eder و Stangl، ۲۰۰۰). مصرف جیره حاوی چربی زیاد و گازدهی شده با ۳۰ قسمت در میلیون ازن باعث کاهش غلظت کلسترول کل و تری‌گلیسرید سرم خون جوجه‌های گوشتی شد. کاهش غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول، می‌تواند به دلیل تشکیل میزان زیاد استرهای اکسید شده در طی اکسیداسیون چربی جیره توسط گاز ازن و در نتیجه کاهش جذب لیپیدها و ایجاد اختلال در تشکیل و فعالیت میسل‌ها باشد (Liu و همکاران، ۲۰۱۴).

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی، نتایج این آزمایش نشان دادند که استفاده از گاز ازن در سطوح مورد مطالعه، موجب کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی شد. انجام مطالعات بیشتر در این خصوص توصیه می‌شود.

منابع

Abulizi, N., Quin, C., Brown, K., Chan, Y.K., Gill, S.K. and Gibson, D.L. (2019). Gut mucosal proteins and bacteriome are shaped by the saturation index of dietary lipids. *Nutrients*. 11: 418. doi: 10.3390/nu11020418. PMID: 30781503; PMCID: PMC6412740.

Baily, P. (1982). Ozonation in Organic Chemistry. 1st Edition. *Academic Press, New York*.

Cook, E. (1996). Ozone protection in the United States. *World Resources Institute, Washington, DC*.

De Wit, N., Derrien, M., Bosch-Vermeulen, H., Oosterink, E., Keshtkar, S., Duval, C. *et al*. (2012). Saturated fat stimulates obesity and hepatic steatosis and affects gut microbiota composition by an enhanced overflow of dietary fat to the distal intestine. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*. 303: G589-G599.

Dibner, J., Atwell, C., Kitchell, M., Shermer, W. and Ivey, F. (1996). Feeding of oxidized fats to broilers and swine: effects on enterocyte turnover, hepatocyte proliferation and the gut associated lymphoid tissue. *Animal Feed Science and Technology*. 62: 1-13.

Eder, K. and Stangl, G.I. (2000). Plasma thyroxine and cholesterol concentrations of miniature pigs are influenced by thermally oxidized dietary lipids. *The Journal of Nutrition*. 130: 116-121.

Glowacz, M., Colgan, R. and Rees, D. (2015). The use of ozone to extend the shelf-life and maintain quality of fresh produce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95: 662-671.

Kumagai, T., Matsukawa, N., Kaneko, Y., Kusumi, Y., Mitsumata, M. and Uchida, K. (2004). A lipid peroxidation-derived inflammatory mediator identification of 4-hydroxy-2-nonenal as a potential inducer of cyclooxygenase-2 in macrophages. *Journal of Biological Chemistry*. 279: 48389-48396.

Lee, M.J., Kim, M.J., Kwak, H.S., Lim, S.T. and Kim, S.S. (2017). Effects of ozone treatment on physicochemical properties of Korean wheat flour. *Food Science and Biotechnology*. 26: 435-440.

Liu, P., Kerr, B., Weber, T., Chen, C., Johnston, L.J. and Shurson, G.C. (2014). Influence of thermally oxidized vegetable oils and animal fats on intestinal barrier function and immune

variables in young pigs. *Journal of Animal Science*. 92: 2971-2979.

MacNeil, J.D. (2005). The joint food and agriculture organization of the United Nations/World Health Organization Expert Committee on Food Additives and its role in the evaluation of the safety of veterinary drug residues in foods. *The AAPS journal*. **7**: E274-E280.

Martínez, Y. and Valdivié, M. (2021). Efficiency of Ross 308 broilers under different nutritional requirements. *Journal of Applied Poultry Research*. 30: 100140.

Pesti, G.M. and Miller, B.R. (1993). Animal Feed Formulation: Economic and Computer Applications. 1st Edition. *Springer Science and Business Media, Berlin, Germany*.

Rosero, D.S., Odle, J., Moeser, A.J., Boyd, R.D. and van Heugten, E. (2015). Peroxidised dietary lipids impair intestinal function and morphology of the small intestine villi of nursery pigs in a dose-dependent manner. *British Journal of Nutrition*. 114: 1985-1992.

SAS (1996). SAS User's Guide: Statistics. Version 6 edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Savi, G.D., Piacentini, K.C., Bittencourt, K.O. and Scussel, V.M. (2014). Ozone treatment efficiency on *Fusarium graminearum* and deoxynivalenol degradation and its effects on whole wheat grains (*Triticum aestivum* L.) quality and germination. *Journal of Stored Products Research*. 59: 245-253.

White, S.D., Murphy, P.T., Bern, C.J. and van Leeuwen, J. (2010). Controlling deterioration of high-moisture maize with ozone treatment. *Journal of Stored Products Research*. 46: 7-12.