دوفصلنامه ترویجی
علوم و فنون دامپروری
شماره ٤٦، پاییز و زمستان ١٤٠٣
ص‌ص: ٤٧~٥٤

راهکارهای تغذیه ای، مدیریتی و ژنتیکی برای کاهش اثرات تنش گرمایی در طیور

مجید پسندیده (نویسنده مسئول)[1]، **رضا پسندیده**[2]، **نصراله پیرانی**[3]

۱. استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲. پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ، بوشهر، ایران

۳. دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت : شهریور ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش : آبان ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۶۱۱۹۰۰

Email: M.pasandideh@sku.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ AASRJ.2024.367512.1299

چکیده

مصرف خوراک و سوخت و ساز سلولی باعث ایجاد گرما در بدن طیور می شود. چنانچه گرمای دفع شده کمتر از گرمای تولید شده در بدن باشد، پرنده با مازاد حرارت مواجه شده و تغییراتی در بدن بروز می‌کند که تحت عنوان تنش گرمایی شناخته می شود. تنش گرمایی یک تهدید اساسی برای صنعت طیور به شمار می آید زیرا موجب کاهش عملکرد و افزایش تلفات طیور می شود. تنش گرمایی در جوجه های گوشتی باعث کاهش وزن بدن، کاهش بهره وری خوراک و کاهش کیفت لاشه و گوشت تولیدی و در مرغ های تخم‌گذار موجب کاهش تولید و اندازه تخم مرغ و کاهش کیفت پوسته تخم مرغ می شود. راهکارهای مدیریتی مانند افزایش تعداد آبخوری ها، توجه به فرم فیزیکی خوراک، عادت دهی جوجه ها به گرما، تهویه و عایق بندی سالن‌ها و برنامه نوردهی مناسب به کاهش تنش گرمایی در طیور کمک می نمایند. مدیریت تغذیه‌ای مانند افزودن چربی، کاهش سطح پروتئین خام، افزایش ویتامین ها و مواد معدنی، استفاده از افزودنی هایی مانند پروبیوتیک ها، پری‌بیوتیک‌ها اثرات منفی تنش گرمایی را در پرندگان بهبود می‌بخشد. انتخاب ژنتیکی ابزاری امیدوارکننده در توسعه نژادهای مقاوم در برابر گرما است. در مرغ، ژن های گردن لختی (Na)، پرفر (F) و کوتولگی (Dw) به عنوان کاندیداهای تحمل تنش گرمایی در نظر گرفته می شوند. ژن Na با کاهش پرهای گردن، ژن F با کاهش شدت پر و ژن Dw با کاهش وزن بدن باعث دفع گرمای اضافی و افزایش مقاومت پرنده به تنش گرمایی می شوند.

واژه‌های کلیدی: آسایش حیوان، تغذیه، تنش گرمایی، ژنتیک، مدیریت

بیان مسئله

مواد مغذی حاصل از هضم و جذب خوراک مصرفی، با ورود به سلول‌های بدن مورد اکسیداسیون قرار گرفته، که در نتیجه آن گرما تولید می‌شود. چنانچه گرمای تولید شده از گرمای دفعی از بدن بیشتر باشد، پرنده با مازاد حرارت در بدن مواجه شده که از آن تحت عنوان تنش گرمایی یاد می‌شود. در چنین شرایطی، یک سری تغییرات فیزیولوژیکی در بدن برای مقابله با گرمای مازاد رخ می‌دهد. تنش گرمایی یکی از نگرانی های عمده صنعت طیور در مناطق با آب و هوای گرم و به‌خصوص در فصل تابستان است، زیرا با کاهش مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی موجب افت عملکرد و افزایش تلفات می‌شود (حاجاتی، ۱۴۰۱). بسته به شدت تنش گرمایی و توانایی کنترل آن، میزان تلفات از ۵ تا ۵۰ درصد و حتی ۱۰۰ درصد متغیر می باشد. شدت تنش گرمایی (خفیف، متوسط، شدید) که طیور تجربه می‌کنند، عمدتاً به تشعشعات حرارتی، مقدار رطوبت، توانایی تنظیم حرارت حیوان، نرخ متابولیکی، سن، شدت و مدت مواجه با تنش گرمایی بستگی دارد. در حال حاضر، جوجه های‌گوشتی تجاری سوخت و ساز سریعی دارند که باعث شده گرمای بیشتری تولید کنند و در برابر تنش گرمایی نیز آسیب‌پذیرتر باشند (Onagbesan et al., 2023). تنش گرمایی باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد مضر در بدن و کاهش کارآمدی سیستم دفاع آنتی اکسیدانی سلولی برای خنثی سازی اثرات مخرب این ترکیبات می شود. عدم تعادل بین سیستم اکسیدانی و آنتی اکسیدانی در بدن با عنوان تنش اکسیداتیو شناخته می‌شود. تنش اکسیداتیو باعث افزایش تولید انواع اکسیژن فعال در سلول و درنتیجه آسیب شدید به اندام‌های حیاتی مانند کبد، کلیه، مغز و قلب می شود (حاجاتی، ۱۴۰۱). پاسخ جوجه های گوشتی در مواجه با دمای بالا به میزان رطوبت نسبی وابسته است. برای مثال، در دمای بالا چنانچه رطوبت نسبی نیز بالا باشد، عوارض تنش گرمایی بیشتر از زمانی است که رطوبت نسبی کم باشد. منطقه دمای آسایش طیور ۱۸ تا ۲۱ درجه سانتی گراد است که در این دامنه حرارتی، پرنده برای تنظیم درجه حرارت بدن به صرف انرژی نیاز ندارد و عملکرد رشدی و تولید پرنده در حد مطلوب قرار دارد (Dedousi et al., 2023). جوجه ها در درجه حرارت های بالاتر از منطقه آسایش حرارتی دچار تنش گرمایی می شوند. امکان وقوع تنش گرمایی در هر سنی وجود دارد.

پاسخ های رفتاری

یکی از سازوکارهای مؤثر برای کنترل درجه حرارت بدن پرنده، له له زدن می باشد. چنانچه رطوبت نسبی هوا ٪۵۰ باشد له له زدن از دمای ۲۹ درجه شروع می شود. تنفس شدید یا له له زدن به دلیل تبخیر آب از مجاری تنفسی به خنک شدن بدن پرنده منجر می شود ولی به دلیل افزایش فعالیت ماهیچه ای، به صرف انرژی زیادی توسط پرنده نیاز دارد که باعث کاهش بازده تبدیل خوراک و در نتیجه کاهش رشد می‌شود (آگاه، ۱۴۰۱). همچنین کارایی له له زدن تنها در رطوبت پایین می باشد و بالا بودن همزمان دما و رطوبت باعث تنش بیشتر می‌شود. له له زدن باعث افزایش نرخ تنفسی و کاهش سطح دی اکسید کربن در خون می شود در نتیجه با افزایش pH خون باعث آلکالوز تنفسی می شود، که تعادل اسید و باز خون را برهم می زند. پرندگان در مواجه با تنش حرارتی بیشتر استراحت می کنند و به منظور کاهش تولید گرما از فعالیت خود می کاهند. این پرندگان دنبال فضاهای خنک تر می‌گردند و به سمت نقاط خنک تر سالن مانند دیوارها و مسیرهای حرکت هوا متمایل می‌شوند. پرندگان بال های خود را باز کرده و از مصرف خوراک خود نیز می کاهند. در دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد، با افزایش هریک درجه سانتیگراد، کاهش ۱/۵ درصدی در مصرف خوراک مشاهده می شود (حاجاتی، ۱۴۰۱). به دلیل این که در هنگام تنش حرارتی، له له زدن موجب دهیدراسیون می شود، پرندگان آب بیشتری می نوشند که منجر به افزایش دفع ادرار و رطوبت بستر می شود. افزایش دفع ادرار موجب افزایش دفع الکترولیت ها نظیر سدیم و پتاسیم از ادرار شده و برهم خوردن تعادل الکترولیت را تشدید می کند (حاجاتی، ۱۴۰۱). شکل ۱.

شکل ۱- اثرات تنش گرمایی بر طیور

پاسخ های فیزیولوژیکی و ایمونولوژیکی

تنش گرمایی باعث کاهش تولید آنتی بادی ها و کاهش مقاومت در برابر بیماری ها و در نتیجه افزایش تلفات می‌شود. در مرغ ها موجب کاهش ترشح هورمون های FSH، LH و GnRH می شود. در خروس ها موجب کاهش حجم، غلظت، تعداد اسپرم های زنده و تحرک اسپرم می شود (Nawab et al., 2018).

اثرات تنش گرمایی بر عملکرد طیور

تنش گرمایی در جوجه های گوشتی باعث کاهش وزن بدن، افزایش ضریب تبدیل خوراک، افزایش تلفات، افزایش مشکلات پا و کاهش کیفت لاشه و گوشت تولیدی می شود. در مرغ های تخمگذار، کاهش تولید و اندازه تخم مرغ، کاهش کیفیت پوسته تخم مرغ و افزایش ضریب تبدیل خوراک مشاهده شده است. تنش گرمایی اثرات منفی بر عملکرد جوجه های گوشتی مانند کاهش وزن بدن، کاهش مصرف خوراک، افزایش ضریب تبدیل خوراک و افزایش درصد تلفات دارد (Saeed et al., 2019).

اثرات تنش گرمایی بر وضعیت روده

بسیاری از عوامل استرس زا روانی و فیزیولوژیکی می توانند بر یکپارچگی سد روده اثر منفی گذارند. در شرایط استرس گرمایی، قلب، خون را از روده ها به سمت پوست منتقل می نماید تا از طریق هدایت گرمایی باعث خنک تر شدن بدن شود. بنابراین کاهش دسترسی به اکسیژن و مواد مغذی به دلیل کاهش عرضه خون و کاهش مصرف خوراک، منجر به تغییرات مورفولوژیکی و آسیب مخاطی به روده می شود که در نتیجه استرس اکسیداتیو و التهاب ایجاد می شود. استرس گرمایی سد روده را مختل می کند و در نتیجه باعث افزایش نفوذپذیری روده به اندوتوکسین و جابجایی پاتوژن های روده می شود. همچنین خطر بروز التهاب و متعاقب آن سوء جذب، اسهال و عفونت افزایش می یابد. کاهش تامین مواد مغذی و اکسیژن برای سلول های اپیتلیوم روده و کاهش دفع مواد زاید، باعث می شود که روده یکپارچگی خود را از دست داده و پرنده دچار سوء جذب و واکنش‌های التهابی شود. این وضعیت معمولاً به عنوان "نشت روده[1]" شناخته می شود (Nawab et al., 2018).

معرفی دستاورد

راهکارهای مختلفی برای کاهش اثرات تنش گرمایی می باشد که در سه دسته راهکارهای مدیریتی، تغذیه ای و ژنتیکی و اصلاح نژادی توضیح داده می شوند.

[1] Leaky gut syndrom

۱- راهکارهای مدیریتی

در شرایط محیطی گرم، آب آشامیدنی خنک‌تر و استفاده از تعداد آبخوری های بیشتر سبب می‌شود که پرندگان راحت‌تر بتوانند دمای بالای محیطی را تحمل کنند. توجه به فرم فیزیکی خوراک ممکن است مفید باشد؛ به طوری که جوجه‌های گوشتی خوراک با اجزای بزرگتر را ترجیح می‌دهند؛ بنابراین شروع زودتر از زمان معمول تغذیه با پلت پیشنهاد می شود (آگاه، ۱۴۰۱). عادت دهی جوجه ها به گرما قبل از وقوع تنش گرمایی باعث سازگاری‌های بلندمدت متابولیکی به ویژه در مورد هورمون‌های تیروئیدی و بهبود عملکرد جوجه های گوشتی در کل دوره می شود. برای این منظور پیشنهاد می شود که در سن سه روزگی جوجه ها در دمای تا ۳۸ درجه به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شوند. تهویه و عایق‌بندی سالن ها و برنامه نوردهی از موارد دیگر مدیریتی هستند. برنامه نوردهی طوری تنظیم شود که دوره روشنایی همزمان با ساعات خنک صبح باشد تا پرندگان به مصرف خوراک بپردازند و در ساعات گرمتر روز دوره تاریکی اعمال شود تا استراحت کنند. در فصول گرم باید تراکم گله را کاهش داد؛ حداکثر تراکم گله در این فصول ۳۰ کیلوگرم در مترمربع پیشنهاد می شود (Saeed et al., 2019).

۲- راهکارهای تغذیه ای

۲-۱- توجه به نحوه تأمین آب جوجه ها

آب نقش مهمی در خنک کردن جوجه های گوشتی دارد. آب آشامیدنی خنکتر سبب افزایش تحمل پرندگان به دمای بالای محیطی می شود. به همین دلیل افزایش تعداد آبخوری ها تا ۲۵ درصد در شرایط محیطی گرم توصیه می شود. استفاده از آبخوری های بزرگتر و عمیقتر در سالن باعث میشود علاوه بر منقار، امکان فروکردن تمام صورت پرنده در آب امکان پذیر باشد (آگاه، ۱۴۰۱).

۲-۲- ترکیب جیره

چون هضم چربی‌ها در مقایسه با کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها گرمای کمتری تولید می‌کند، پیشنهاد می شود که افزودن چربی تا ۵ درصد چربی جیره باعث بهبود عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و ویژگی های لاشه جوجه های گوشتی تحت استرس گرمایی می شود. کاهش سطح پروتئین خام و استفاده از منابع پروتئینی دارای قابلیت هضم بالا نیز راهکار دیگر می باشد (Ghazalah et al., 2008). مکمل چربی و روغن برای افزایش محتوای انرژی خوراک یکی دیگر از روش های دستکاری تغذیه ای طیور تحت تنش گرمایی است. چربی ها و روغن ها ارزش انرژی بالایی دارند و در عین حال افزایش حرارت کمتری دارند و برای جذب ویتامین های محلول در چربی بسیار مهم هستند. در حیوانات تحت استرس گرما، گنجاندن چربی ها و روغن ها در جیره غذایی باعث افزایش مصرف خوراک، افزایش بهره وری و به حداقل رساندن بار گرمایی می شود. وجود انرژی/چربی باعث بهبود عملکرد رشد می شود، زیرا چربی‌ها و روغن، طعم خوراک را بهبود می‌دهند و افزایش حرارت را نسبت به جیره‌های غنی از پروتئین و کربوهیدرات کاهش می‌دهند. در یک مطالعه، جوجه‌های گوشتی مکمل‌شده با حداکثر ۸ درصد روغن‌های گیاهی در دوره ۴۲-۲۱ روزگی، عملکرد بهتر در تولید، بهبود کیفیت گوشت و شاخص‌های بیوشیمیایی خون، خواص آنتی‌اکسیدانی و پاسخ‌های ایمنی را نشان دادند بنابراین نسبت به تنش گرمایی مقاوم تر بودند (Onagbesan et al., 2023).

۲-۳- ویتامین ها و مواد معدنی

در زمان تنش حرارتی به دلیل کاهش مصرف خوراک، مصرف ویتامین ها و مواد معدنی نیز کاهش پیدا می‌کند. از این رو، لازم است مقدار استفاده از ویتامین ها و مواد معدنی در جیره افزایش داده شود. به ازای هر درجه سانتی‌گراد افزایش دما بین ۲۱ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد، ۱/۲۵ درصد و برای هر درجه افزایش دما فراتر از ۲۸ درجه سانتیگراد، ۲/۵ درصد مصرف ویتامین ها و مکمل معدنی افزایش داده شود. اضافه کردن ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ویتامین C به جیره می‌تواند به بهبود عملکرد پرنده‌ها کمک کند. استفاده از ۱۵۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A و استفاده از ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم ویتامین E به ویژه در گله

های مادر می تواند کمک کننده باشد. الکترولیت‌هایی مثل کلرید پتاسیم به میزان ۰/۲ تا ۰/۳ درصد در آب آشامیدنی به مدت ۳ تا ۵ روز در زمان وقوع گرما می تواند مفید باشد. نشان داده شده است که افزودن بتائین در جیره غذایی جوجه های گوشتی می تواند میانگین افزایش روزانه و شاخص های عملکردی و ایمنی را در دمای ۳۴ درجه بهبود بخشد (Ghasemi and Nari, 2020).

۲-٤- استفاده از افزودنی‌های خوراکی

تنش گرمایی ممکن است موجب اختلال در عملکرد مناسب روده جوجه های گوشتی شود. به این علت، استفاده از افزودنی هایی مانند پروبیوتیک‌ها، پریبیوتیک‌ها، سینبیوتیک‌ها، اسیدی‌فایرها و گیاهان دارویی می‌تواند در جلوگیری یا بهبود عوارض تنش گرمایی کمک کند. استفاده از عصاره های گیاهی به دلیل سهولت در دسترس بودن، قدرت و اثرات بیولوژیکی متعدد به عنوان یک استراتژی تغذیه ای برای بهبود تنش حرارتی در طیور می باشد. چندین ماده گیاهی به عنوان افزودنی‌های خوراک و اصلاح‌کننده‌های تغذیه‌ای برای کاهش تنش گرمایی در طیور مورد استفاده قرار گرفته‌اند. گزارش شده است که عوامل بیواکتیو مانند رسوراترول[۲]، کورکومین[۳] و کوئرستین[۴] باعث فعال سازی ویتامین ها می شوند (Madkour et al., 2022). افزودنی های گیاهی مانند زنجبیل، زردچوبه، فلفل قرمز تند، آویشن، رزماری، شیرین بیان، دارچین، به طور گسترده در طیور بررسی شده است. این گیاهان در بهبود اثرات منفی استرس گرمایی در طیور از طریق افزایش عملکرد تولید، از بین بردن رادیکال های آزاد، تقویت سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی، تحریک سیستم ایمنی، تنظیم پاسخ شوک حرارتی، اعمال اثرات ضد میکروبی، کاهش ترشح کورتیکوسترون موثر هستند و باعث بهبود قابلیت هضم مواد مغذی، محافظت از سلامت روده، تنظیم خواص بیوشیمیایی خون، بهبود الگوهای رفتاری و کاهش مرگ و میر در پرندگان می شود (Abd El-Hack et al., 2020).

۲-۵- شکل جیره

استفاده از دان پلت در شرایط تنش گرمایی مناسب تر است؛ به دلیل این که خوردن آن زمان کمتری نیاز دارد و پرنده ها می‌توانند با صرف انرژی کمتر آن را مصرف کنند (Lin et al., 2006).

۲-٦- زمان عرضه خوراک

در این روش، خوراک در ساعت‌های گرم روز از دسترس پرنده‌ها خارج و در ساعات خنک روز مجدداً در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد. این کار به کاهش سوخت و ساز و گرمای ناشی از آن در ساعات گرم روز کمک می‌کند. بنابراین، مهم است که تغذیه پرندگان را به ساعات خنک روز محدود کرد یا ترجیحاً در صبح، عصر یا شب تغذیه شوند تا اثرات استرس گرمایی به حداقل برسد. بنابراین، تغذیه در اواسط روز اثرات منفی زیادی را به همراه خواهد داشت زیرا گرمای تولید شده از مصرف خوراک با گرمترین بخش روز، به ویژه در طول دوره تابستان در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری همزمان است.

۳- راهکارهای ژنتیکی و اصلاح نژادی

انتخاب ژنتیکی ابزاری امیدوارکننده در توسعه نژادهای مقاوم در برابر گرما است. به عنوان مثال، ژن گردن لختی که تنها ژن اتوزومال غالب است، تعداد پرهای ناحیه گردن پرندگان را کاهش می دهد و به ناحیه گردن اجازه می دهد گرما را پخش کند. در جوجه های گوشتی، ژن گردن برهنه با افزایش ماهیچه سینه و وزن بدن، کاهش دمای بدن و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در طول فصل گرم مرتبط است (Van Goor et al., 2015). نقشه برداری دقیق جایگاه های صفات کمی (QTL) می تواند در شناسایی ژن های موثر بر تحمل گرمایی در پرندگان کمک نماید. نتایج نشان می‌دهد که می‌توان از این ژن‌ها برای پرورش جوجه‌هایی استفاده کرد که بتوانند در برابر چالش‌های حرارتی مقاومت داشته باشند (Van Goor et al., 2015). برخی از استراتژی های ژنتیکی در ادامه مورد بحث قرار می گیرند.

---

[۲] یک فیتوآلکسین پلی‌فنولی گیاهی است که در برخی گیاهان از جمله بادام زمینی، انگور و تمشک به وفور یافت می‌شود.

[۳] دی فرولوئیل متان نام دارد و جزء فعال ادویه زردچوبه می باشد.

[٤] یک آنتی اکسیدان از خانواده فلاوونوئیدها می باشد که در مواد غذایی مانند سبزیجات، گوجه فرنگی و کلم بروکلی به وفور یافت می شود.

علوم و فنون دامپروری

۳-۱- اصلاح نژاد انتخابی به کمک نشانگر

اخیراً نشانگرهای مولکولی برای شناسایی ژن‌های کاندیدا بالقوه مرتبط با مقاومت به گرما به منظور انتخاب پرندگان ایجاد شده‌اند. با افزایش ظرفیت جوجه ها برای زنده ماندن در محیط های گرم، چنین پتانسیل ژنتیکی می تواند به صنعت طیور در بهبود عملکرد عمومی طیور کمک کند. به منظور ایجاد نژادهای مقاوم به گرما با استفاده از انتخاب به کمک نشانگر، شناسایی و گنجاندن نشانگرهای زیستی مناسب در برنامه‌های اصلاحی جوجه‌ها ضروری است. به عنوان مثال، ژن های HSP70 و HSP90 با یک عملکرد محافظتی در بدن در برابر اثرات مضر استرس اکسیداتیو شناخته شده اند و به عنوان نشانگری برای استرس گرمایی در طیور استفاده می شوند به طوری که هم در مرغ های خانگی و هم در مرغ های تجاری، یک جهش خاموش در ناحیه کدگذاری HSP70 می تواند به عنوان نشانگر برای تحمل گرما عمل کند (Nawaz et al., 2023). یک تحقیق نشان داد که میزان بیان mRNA ژن HSP70 در قلب و کبد لگهورن سفید جوان با دمای بدن ارتباط معنی دار داشت (Mahmoud et al., 2023). اصلاح نژاد انتخابی با چنین ژن های کاندید بالقوه می تواند تحمل حرارتی پرندگان را بهبود بخشد.

۳-۲- ژن گردن لختی

در مرغ، ژن های گردن لختی (Na)[5]، کوتولگی (Dw)[6] و پرفر (F)[7] به عنوان کاندیداهای تحمل استرس گرمایی در نظر گرفته می شوند. ژن های مقاومت به تنش گرمایی، یک راه حل عملی، پایدار و مقرون به صرفه برای چالش استرس گرمایی ارائه می دهند. استفاده از ژن‌های مقاوم در برابر گرما مانند پر درآوری آهسته (K)[8]، پرفر و گردن لختی می تواند تحمل گرما، عملکرد رشد و کیفیت تولید مثل را در جوجه‌ها افزایش دهد (Lin et al., 2006). در مقایسه با مرغ‌های با پرهای معمولی، جوجه‌های هموزیگوت با ژن گردن برهنه تقریباً ۴۰ درصد و خواهر و برادرهای هتروزیگوت بین ۲۰ تا ۳۰ درصد پوشش پر کمتر دارند. هنگامی که در معرض دمای بالای محیط قرار می گیرند، پرهای کاهش یافته به آنها اجازه می دهد گرما را دفع کنند. با توجه به مطالعات انجام شده، پرندگان دارای ژن Na در شرایط گرما بهتر از پرندگان معمولی عمل کردند و این ژن می تواند تغییرات محیطی سخت مانند دمای بالا را تحمل کند (Fathi et al., 2022). نشان داده شده است که لاین مرغ Na رشد و ایمنی را بهبود بخشیده است (ص). عدم وجود پر در گردن باعث افزایش سطح در دسترس برای دفع گرما می شود و از عایق حرارتی جلوگیری می کند که به پرندگان کمک می‌کند تا در برابر گرمای شدید مقاومت کنند (Nawaz et al., 2023). گالال و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که در نژادهای بومی مصری که تحت تنش گرمایی پرورش یافته بودند، این ژن با افزایش بیان ژن HSP70، تحمل حرارتی را افزایش داد. وزن، کیفیت و تعداد تخم مرغ‌های تخم‌گذار با ژن گردن برهنه تحت تنش گرمایی بهبود یافت (Fathi et al., 2022). ژن Na را می توان به عنوان یک ژن نشانگر در نظر گرفت زیرا ژنوتیپ های مختلف را می توان با بازرسی بصری پس از جوجه ریزی بر اساس ظاهر پرهای آنها تشخیص داد.

۳-۳- ژن پر فر (F)

ژن دیگری که می تواند برای مقاومت در برابر گرما در مرغ ها مورد هدف قرار گیرد ژن پر فر است. ژن پر فر (F) یک ژن با غالبیت نسبی است که شدت پر را کاهش می‌دهد و در نتیجه توانایی دفع گرمای بیش از حد پرندگان را افزایش می‌دهد (Fathi et al., 2022). بر طبق گزارش لین و همکاران (۲۰۰۶)، ژن پر فر (F) باعث انحنای شکل پر می شود که وزن پر را کاهش می دهد و انتشار گرما را از بدن افزایش می دهد. پرهای پرندگان فردار بالغ (FF و Ff) نسبت به حالت معمولی (ff) شکننده‌تر و پیچ خورده‌تر هستند. همچنین نشان داده شد که مرغ‌های با پر معمولی کاهش واضحی در تمام شاخص‌های تولیدمثلی در دماهای بالاتر در مقایسه با مرغ‌های پرفر نشان دادند (Fathi et al., 2022). تجاری سازی پرندگان گردن لخت و پر فر برای کشورهای در حال توسعه در آب و هوای گرمسیری مفید خواهد بود.

[5] naked neck
[6] dwarf
[7] frizzle
[8] slow feathering

۳-٤- ژن کوتولگی (dw)

پرندگان نر و ماده هموزیگوت برای ژن کوتولگی وزن بدن کمتری به ترتیب تقریباً ۴۰ و ۳۰ درصد دارند و به عنوان مقاوم به تنش گرمایی در نظر گرفته می شوند. یک تحقیق نشان داد که پرندگان دارای ژن کوتولگی ۳۳ درصد کاهش وزن بدن و بین ۲۰ تا ۲۵ درصد کاهش مصرف خوراک داشتند همچنین پرندگان کوتوله در مقایسه با خواهر و برادر با اندازه معمولی خود، تعدادی از اثرات و مزایای پلیوتروپیک از جمله مقاومت بالاتر در برابر بیماری، کاهش مصرف خوراک، بهبود راندمان خوراک و تناسب تولید مثل بهتر در طول تنش حرارتی نشان دادند (Fathi et al., 2022).

توصیه ترویجی

صنعت پرورش طیور در آینده باید برای تغییر نحوه مدیریت تنش گرمایی در جوجه ها آماده شود و یک استراتژی چند وجهی برای مدیریت تنش گرمایی در صنعت طیور باید اتخاذ شود؛ به عنوان مثال، ۱- کنترل آب و هوای دقیق، با استفاده از سنسورهای پیشرفته و سیستم‌های خودکار برای تنظیم دینامیکی دما، رطوبت و تهویه در سالن‌های مرغداری مورد نیاز است. ۲- استفاده از نژادهای طیور مقاوم در برابر گرما که از پیشرفت‌های ژنتیکی برنامه های اصلاح نژادی حاصل می شوند و نیز جیره های غذایی تخصصی و مکمل‌های غذایی غنی از مواد مغذی که دمای بدن را تنظیم می‌کنند، از ابزارهای حیاتی برای تقویت مقاومت پرندگان در برابر تنش گرمایی هستند. ۳- تکنیک‌های خنک‌کننده جدید مانند خنک‌کننده تبخیری و سطوح تابشی نیز باید مورد بررسی قرار گیرند. ۴- انتخاب ژنتیکی نژادهای طیور مقاوم به گرما، سیستم‌های دقیق کنترل آب و هوا، روش‌های خنک‌کننده جدید و مداخلات تغذیه‌ای تخصصی بایستی برای کاهش تأثیر چالش‌های حرارتی بر تولید طیور اجرا شوند. ۵- القای شرایط تنش گرمایی در پرنده های کم سن، برای افزایش سازگاری در شرایط تنش گرمایی مفید می باشد.

منابع

آگاه، م. ج. (۱۴۰۱). جنبه‌های تغذیه‌ای مقابله با تنش گرمایی در واحدهای پرورش جوجه گوشتی (چاپ اول)، انتشارات آموزش کشاورزی وابسته به معاونت آموزشی وترویج کشاورزی. ص. ۲۴.

حاجاتی، ح. (۱۴۰۱). تنش گرمایی در سالن های پرورش طیور و راهکارهای مقابله با آن. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. (۵) ۱: ۳.

Abd El-Hack, M.E., Abdelnour, S.A., Taha, A.E., Khafaga, A.F., Arif, M., Ayasan, T., et al. (2020). Herbs as thermoregulatory agents in poultry: an overview. *Science of the total environment.* 703:134399. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134399

Dedousi, A., Kritsa, M.Z., Sossidou, E.N. (2023). Thermal Comfort, Growth Performance and Welfare of Olive Pulp Fed Broilers during Hot Season. *Sustainability*. 15(14):10932. https://doi.org/10.3390/su151410932

Fathi, M.M., Galal, A., Radwan, L.M., Abou-Emera, O.K., Al-Homidan, I.H. (2022). Using major genes to mitigate the deleterious effects of heat stress in poultry: an updated review. *Poultry Science.* 101:102157. doi: 10.1016/j.psj.2022.102157

Galal, A., Radwan, L.M., Rezik, H., Ayoub, H. (2019). Expression levels of HSP70 and CPT-1 in three local breeds of chickens reared under normal or heat stress conditions afer the introduction of the naked neck gene. *Journal of Thermal Biology*. 80:113–8. doi: 10.1016/j.jtherbio.2018.12.018

Ghasemi, H.A., Nari, N. (2020). Effect of supplementary betaine on growth performance, blood biochemical profile, and immune response in heat-stressed broilers fed different dietary protein levels. *Journal of Applied Poultry Research*. 29(2):301–13.

Ghazalah, A.A., Abd–Elsamee, M.O., Ali, A.M. (2008). Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat. *International Journal of Poultry Science*. 7:355–9. doi: 10.3923/ijps.2008.355.359

Lin, H., Jiao, H.C., Buyse, J., Decuypere, E. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science.* 62:71–86. doi: 10.1079/WPS200585

Madkour, M., Salman, F.M., El-Wardany, I., Abdel-Fattah, S.A., Alagawany, M., Hashem, N.M., et al. (2022). Mitigating the detrimental effects of heat stress in poultry through thermal conditioning and nutritional manipulation. *Journal of Thermal Biology*. 103:103169. doi: 10.1016/j.jtherbio.2021.103169

Mahmoud, K.Z., Edens, F.W., Eisen, E.J., Havenstein, G.B. (2003). Efect of ascorbic acid and acute heat exposure on heat shock protein 70 expression by young white Leghorn chickens. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 136:329–35. doi: 10.1016/j.cca.2003.10.006

Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W, et al. (2018). Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. *Journal of thermal biology*. 78, 131-139.

Nawaz, A.H., Lin, S., Wang, F., Zheng, J., Sun, J., Zhang, W., et al. (2023). Investigating the heat tolerance and production performance in local chicken breed having normal and dwarf size. *Animal.* 17:100707. doi: 10.1016/j.animal.2023.100707

Onagbesan, O.M., Uyanga, V.A., Oso, O., Tona, K. and Oke, O.E. (2023). Alleviating heat stress effects in poultry: updates on methods and mechanisms of actions. *Frontiers in Veterinary Science.* 10, 1255520.

Saeed, M., Abbas, G., Alagawany, M., Kamboh, A.A., Abd El-Hack, M.E., Khafaga, A.F., et al. (2019). Heat stress management in poultry farms: a comprehensive overview. *Journal of Thermal Biology*. 84:414–25. doi: 10.1016/j.jtherbio.2019.07.025

Van Goor, A., Bolek, K.J., Ashwell, C.M., Persia, M.E., Rothschild, M.F., Schmidt, C.J., et al. (2015). Identifcation of quantitative trait loci for body temperature, body weight, breast yield, and digestibility in an advanced intercross line of chickens under heat stress. *Genetics Selection Evolution.* 47:96. doi: 10.1186/s12711-015-0176-7