تأثیرات استرس گرمایی بالای وظایف شکمبه

پوهندوی شاه‌پور رحمتی[۱۷]

تقریظ‌دهنده: پوهنوال محمدابراهیم قاسمی

مجـلهٔ علمی-تحقیقی حـوزهٔ علوم طبیعی پـوهـنتون کـابـل، ۲ (٤) ۱٤۰۰

چکیده

سکتور مال‌داری در پاسخ به تقاضای روزافزون انسان به محصولات حیوانی در حال پیشرفت و تکامل است. علاوه بر مرغ و خوک، جمعیت نشخوارکنندهگان عامل اصلی انکشاف در سکتور مال‌داری محسوب می‌شود. افزایش حرارت محیطی فیزیولوژی اساسی شکمبه را تغییر داده و بالای تولیدات نشخوارکنندهگان تأثیر منفی می‌گذارد. واکنش نشخوارکننده‌ها در مقابل استرس گرمایی، کاهش مصرف ماده خشک می‌باشد. افزایش حرارت محیطی باعث کاهش حرکات روده، کاهش نشخوار، کاهش انقباضات شکمبه و بی‌اشتهایی در نشخوارکنندهگان می‌شود. استرس گرمایی تولید مجموعی اسید شحمی مفر را نظر به خواص فردی هر حیوان کاهش داده و منجر به تغییر pH شکمبه می‌شود. تغییر در مایکروبیوتا به دلیل استرس گرمایی ممکن است میزان تخمر در شکمبه را تغییر داده و باعث تغییر در هضم، تولید اسیدهای شحمی مفر و انتشار گاز میتان شود. بررسی وظایف شکمبه گاوهای بالغ، غوناجی‌ها و گوساله‌ها در جریان استرس گرمایی اهداف این مقاله را تشکیل می‌دهد.

اصطلاحات کلیدی: نشخوارکنندهگان؛ استرس گرمایی؛ شکمبه؛ انتشار میتان؛ اسیدهای شحمی مفر

The Influences of Heat Stress on Rumen Functions

Asstt. Prof. Shahpoor Rahmati

Abstract

The livestock sector is evolving in response to rapidly increasing demand for livestock products. Ruminant population is the main driver of the growth of the livestock sector besides pig and poultry. Increase in the environment temperature the basic physiology of rumen which negatively effects on production. Dry matter intake begins to decline in an adaptive response to heat stress. Increased environmental temperature reduces the gut motility, rumination, ruminal contractions and depresses appetite in ruminants. Heat stress reduces the total production of volatile fatty acid (VFA) with individual variation and also changes the ruminal as a consequences pH. The change in microbiota due to heat stress might change the fermentation pattern in the rumen resulting in variation in digestibility, VFA production and also methane emission. The aim of this study was to review the rumen functions of adult cattle, higher and calves during heat stress.

Keywords: Ruminants; Heat stress; Rumen; Methane emission; Volatile fatty acid

ارجاع

رحـمتی، شـاه‌پور. (۱٤۰۰). تأثیرات اسـترس گرمایی بالای وظایف شـکمبه. مجـلهٔ علمی- تحـقیقی حـوزهٔ علـوم طبیعی پوهـنتون کـابل، شماره ۲ (٤)، صص ۱۹۳ – ۲۰٦.

---

[۱۷] استاد پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل

مقدمه

سکتور مال‌داری در سطح جهان شدیداً در حال پیشرفت است. درکشورهای در حال توسعه، به دلیل تقاضای روزافزون به محصولات حیوانی، سکتور مال‌داری به سرعت در حال انکشاف است، اما در کشورهای توسعه‌یافته، تقاضای برای محصولات حیوانی در حال سکون قرار دارد. در حال حاضر در کشورهای در حال توسعه، مال‌داری در میان سکتورهای زراعتی یکی از سکتورهای است که بسیار به سرعت رشد می‌کند. این پیشرفت ناشی از افزایش تقا ضا برای محصولات حیوانی است که این تقا ضا ناشی از افزایش نفوس، میزان بلند شهرنشینی، تقا ضا برای افزایش درآمدها در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. قرار گزارش FAO در سال ۲۰۰۳ به تعداد ۳.۷ میلیون رأس گاو، ۸.۸ میلیون گوسفند، ۷.۳ میلیون بز، ۱.٦ میلیون خر، ۱۸۰ هزار شتر و ۱٤۰ هزار اسپ و ۱۲.۲ میلیون مرغ در افغانستان وجود دارند.

تغییرات پیش‌بینی آب و هوا در افغانستان نشان می‌دهد که به‌دلیل دو برابر شدن سطح کاربن‌دای‌اکساید در اتموسفیر، انتظار می‌رود که درجه حرارت محیطی ۲.۳ - ۸. ٤ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد و این افزایش بیشتر در ماه‌های بهار و تابستان پیش‌بینی می‌شود. کارشناسان هواشناسی عامل اصلی گرم شدن هوا را افزایش فعالیت‌های انسانی خوانده و بدین باور اند که از بین بردن جنگل‌ها و محیط سبز و در ضمن سوختن ذغال سنگ، نفت، گاز و مصرف آن در وسایط شهری و کارخانه‌های تولیدی منجر به افزایش گرمای زمین می‌شود.

منظور از گرم شدن زمین بالا رفتن گرمایی متوسط زمین است که تغییر آب هوا را نیز در پی خواهد داشت. گرم شدن زمین سبب تغییر میزان بارش، باران و برف، افزایش سطح آب دریاهای آزاد و کاهش سطح آب دریاچه‌ها و تأثیرات عمیق بر گونه‌های مختلف گیاهان و حیوانات و سرانجام انسان‌ها خواهد داشت. یکی از مواردی‌که تا پیش از گرم شدن زمین باعث افزایش فعالیت‌های بشر به عنوان ابزار ایمن‌سازی برای زمین در نظر گرفته می‌شد، گازهای گلخانه‌یی بودند، یعنی مجموعه‌ی از گازهایی که مقداری از انرژی خورشید را در اتموسفیر زمین نگه‌می‌دارند و باعث گرم شدن اتموسفیر می‌شوند که شامل بخار آب، کاربن‌دای‌اکساید، نایتروجن‌دای‌اکساید و میان است. این گازهای گلخانه‌یی کره زمین را به اندازه‌ی گرم نگه‌می‌دارد که انسان‌ها بتوانند بر روی آن زندگی کنند، اما به دلایل مختلفی اگر چنین گازها افزایش یابد، ممکن است گرمایی زمین به اندازه‌ی زیاد شود که انسان‌ها و گیاهان و سایر جانداران از تحمل این گرما عاجز بماند (https://daneshyari.com/isi/articles/global_warming).

استرس گرمایی زمان اتفاق می‌افتد که حرارت بدن حیوانات به وسیله‌ی افزایش حرارت محیطی، رطوبت بالا و کاهش جریان هوا، افزایش یابد و حیوان مبتلا قادر به کاهش و دور نمودن حرارت بدن خود توسط تبخیر، تشعشع، انتقال و هدایت نباشد (۲۹). به طور معمول، سطح استرس گرمایی با استفاده از شاخص حرارت و رطوبت THI (Temperature-Humidity Index) تخمین زده می‌شود که بار اول توسط تام (Thom) معرفی شده است (۱).

افزایش حرارت محیطی ممکن است تولیدات حیوانات را از طریق کاهش‌های مانند رشد، گوشت، شیر، تخم مرغ و اختلال در عملکرد تولید مثل، عدم توازن پروسه‌ی میتابولیزمی بیوشیمی و فیزیولوژیکی و پاسخ معافیتی مختل کند. افزایش حرارت محیطی، فیزیولوژی اساسی شکمبه را تغییر داده و بر تعادل انرژی غذایی تأثیر منفی می‌گذارد. استرس گرمایی باعث کاهش مصرف مواد خشک گردیده، تحرک و انقباض شکمبه را کاهش داده، میزان تخمر و تولید اسیدهای شحمی مفر را مختل نموده، قابلیت هضم و استفاده از مواد مغذی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سر انجام باعث تغییر در عملکرد شکمبه می‌شود. افزایش استرس گرمایی باعث اختلالات در تولید مثل و افزایش تلفات حیوانات می‌گردد، در ایالت متحده امریکا خسارات اقتصادی ناشی از استرس گرمایی سالانه به‌طور تخمینی ۱.۶۹- ۲.۳۶ بیلیون دالر در صنعت مال‌داری تخمین نموده است (۲). قابل یادآوری است که این مقاله مروری به دو کتگوری جداگانه قرار شرح زیر مورد بحث قرار گرفته است:

الف. اثر استرس گرمایی بالایی شکمبه گاوهای بالغ.

ب. اثر استرس گرمایی بالای رشد و سلامتی غوناجی‌ها و گوساله‌ها.

الف. تأثیر استرس گرمایی بر میزان مصرف مواد خوراکی گاوهای بالغ

مصرف مواد خوراکی در گاوهای شیرده در درجه حرارت محیطی ۲۵-۲۶ درجه سانتی گراد شروع به کاهش نموده و در درجه حرارت بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد میزان مصرف مواد خوراکی به سرعت کاهش می‌یابد. قابل یادآوری است که حرارت مطلوب (Thermoneutral zone) برای گاوهای شیرده بسیار گسترده است که از منفی (۱۵-) الی مثبت (۲۵+) درجه سانتی‌گراد متغیر است (۳). در حرارت ۴۰ درجه سانتی گراد ممکن است میزان مصرف مواد خوراکی تا ۴۰ درصد کاهش یابد (۴). افزایش گرما باعث کاهش جذب مواد مغذی تقریباً در تمام گونه‌های حیوانات شده که در مورد گاوها، میزان جذب آن‌ها تا حدود ۳۰ درصد کاهش می‌یابند (۳،۵). در هنگام استرس گرمایی مرکز سردکننده هایپوتلاموس باعث تحریک مرکز سیری در مغز شده و سرانجام اشتهای حیوان را مهار

می‌سازد، از این‌رو مصرف مواد خوراکی کاهش یافته و در نتیجه تولید شیر نیز پایین می‌آید. با افزایش حرارت محیطی و افزایش درجه حرارت مقعدی، کاهش مصرف مواد خوراکی نیز رخ می‌دهد (٦). در گاوهای شیرده کاهش مصرف مواد خشک با قرار گرفتن در معرض استرس گرمایی مشاهده شده است (۷). افزایش گرمایی محیطی باعث کاهش مصرف مواد خوراکی در غوناجی‌های نسل هولشتین فریز می‌شود (۸). در میزان مصرف مواد خوراکی غوناجی‌های نسل هولشتین فریز در درجه حرارت‌های محیطی ۲۰ الی ۲۸ درجه سانتی‌گراد کدام تفاوت قابل ملاحظه به مشاهده نرسیده، اما در درجه ۳۳ درجه سانتی‌گراد حدوداً ۹ درصد کاهش گزارش شده اند (۹). میزان مصرف مواد خوراکی در نسل‌های النتیجانا (Alentejana) و لیمویوسین (Limousine) در درجه حرارت محیطی ۳٦ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۴۵ درصد به ترتیب ۱۰- ۹ درصد کاهش یافته بود، در حالی‌که در نسل‌های هولشتین فریز و مرتولنگا (Mertolenga) در شرایط مشابه گرمایی محیطی، میزان مصرف مواد خوراکی آن‌ها تغییر نکرده و این امر نشان می‌دهدکه تغییر در مصرف مواد خوراکی در پاسخ به استرس گرمایی به نسل حیوان بستگی دارد. کاهش میزان مصرف مواد خوراکی در گاوهای نسل دورگه که در معرض گرمایی ۳۵- ۴۰ درجه سانتی گراد نگه‌داری می‌گردید، در مقایسه با گرمایی محیطی ۳۰-۲۵ درجه سانتی گراد، گزارش شده است (۱۰). کاهش میزان مصرف مواد خشک در گاوهای نسل جرسی که شاخص حرارت و رطوبت آن از ٥٦ تابه ۷۲ افزایش یافته بود، نیز گزارش شده است (۱۱). در جریان استرس گرمایی به دلیل میزان میتابولیزم و تولید گرمایی بیشتر، میزان مصرف مواد خشک در بزهای شیرده نیز کاهش یافته است (۱۲). افزایش میزان مصرف مواد خشک در گروهی از گاوهایی که در سیستم تهویه‌ی خُنک نگه‌داری می‌شدند در مقایسه با گاوهایی که در بدون سیستم تهویه‌ی خُنک‌کننده بودند، گزارش شده است (۱۳). میزان مصرف مواد کانسنتره در هوای معتدل، گرم- خشک و گرم- مرطوب تغییر قابل ملاحظه رونما نگردیده، در حالی‌که مصرف کاه گندم در هوای گرم- خشک و گرم- مرطوب به اندازه ۲۹-۳۰ درصد کاهش یافت (۱۴).

۱. تأثیر استرس گرمایی بر شکمبه و حرکات آن

تغییر در خواص دینامیکی هضم من‌حیث میکانیزم احتمالی تغییر هضم شناخته می‌شود و از طریق استرس گرمایی می‌تواند بر تغذیه‌ی حیوانات تأثیر بگذارد (۱۵). افزایش گرمایی محیطی‌که اثر منفی بر مرکز اشتها در هایپوتلاموس دارد و باعث کاهش اشتها و کاهش زمان نشخوار می‌گردد. ارقام موجود حاکی از آن است که در هنگام دیهایدریشن و استرس گرمایی میزان نشخوار حیوان کاهش می‌یابد (۱٦). در هنگام استرس گرمایی جریان خون در سطوح اپیتلیوم شکمبه کاهش یافته و حرکات

شکمبه نیز کاهش یافته، در حالی‌که حجم مواد خوراکی در شکمبه‌ی گاوهای گوشتی، بزهای بدوین (Bedouin)، گاومیش‌های رود خانه‌یی و گاومیش‌های مصری افزایش می‌یابد (۱۷). غلظت بلند لکتیک اسید و pH پایین شکمبه در گاوهایی که تحت استرس گرمایی قرار دارند، دیده شده است و حاکی از آن است که غلظت بلند لکتیک اسید و pH پایین شکمبه در کاهش حرکات شکمبه در هنگام استرس گرمایی نقش دارد (۱۸). در رابطه با تأثیر هورمون‌های هضمی و نیرون‌های پپتیدرجیک (Peptidergic neurons) در وساطت اثر گرما بر حرکات دستگاه هضمی، هنوز و ضاحت وجود ندارد. بعضی از هورمون‌های سیستم هضمی که بر حرکات شکمبه اثر داشته و بر مصرف مواد خوراکی نشخوارکننده نیز تأثیر می‌گذارند. تعداد زیاد از ترکیبات فعال بیولوژیکی تولید شده در روده می‌تواند بالای حرکات شکمبه و عبور مواد خوراکی تأثیر بگذارند (۱۹).

۲. تأثیر استرس گرمایی بر تولید اسیدهای شحمی مفر

استرس گرمایی تولید مجموع اسیدهای شحمی مفر را کاهش می‌دهد. در جریان استرس گرمایی سویه اسیتیت در مقایسه با پروپیونت کاهش یافته و در حالی‌که سویه‌های پروپیونت و بوتایریت به اندازه‌ی غیر قابل توجه افزایش را نشان می‌دهند (۹). کاهش اسیدهای شحمی مفر در هنگام استرس گرمایی بستگی به کاهش مصرف مواد سلولوزی (Roughage) دارد، در حالی‌که تغییرات در روند تخمر، به تغییر جمعیت میکروبی شکمبه نسبت داده می‌شود (۲۰). تأثیرات افزایش حرارت شکمبه از طریق کشت مداوم محتویات آن در دو محیط جداگانه (In-vivo and In- vitro) راجع به خواص تخمر شکمبه مورد بررسی قرار گرفته و مشخص گردید که در درجه‌ی حرارت‌های بلند شکمبه سویه‌های مجموعی اسیدهای شحمی مفر در مقایسه با حرارت طبیعی آن کاهش می‌یابد، در حالی‌که افزایش حرارت شکمبه بر تناسب مولار اسیدهای شحمی مفر اثرگذار نبوده است (۱۱). استرس گرمایی بر میکروبیوتا و غلظت برخی از اسیدهای عضوی موجود در شکمبه نیز تأثیر می‌گذارد. در شکمبه پر از مواد خوراکی و تحت استرس گرمایی تعداد پروکاریوتاها کاهش یافته، اما در تنوع آن‌ها کدام تغییر قابل ملاحظه به رونما نگردیده است (۲۱).

۳. تأثیر استرس گرمایی بر هضمیت مواد مغذی

برخی از محققین افزایش هضم مواد خوراکی را در گاوهایی که در معرض حرارت محیطی بلند قرار می‌گیرند، گزارش نموده اند (۹، ۲۲). همزمان با آن، تأثیر منفی و یا عدم رابطه بین درجه حرارت بلند محیطی و هضم مواد غذایی در گاوهای شیری و نشخوارکننده‌های کوچک نیز گزارش شده است (۲۵). اما افزایش درجه حرارت محیطی باعث کاهش عبور مواد خوراکی از دستگاه هضمی و کاهش

میزان مصـرف مواد خشـک خوراکی می‌گردد (۱٦، ۱۷). افزایش هضـم مواد خشـک (رژیم غذایی مبتنی بر علوفه) در گاوهایی که معرض حرارت محیطی بلند قرار گرفته اند، گزارش شـده اسـت. افزایش قابل ملاحظه در میزان هضـمیت مواد خشـک با کیفیت متوسـط در گاوهای نسـل آی‌شـیر (Ayrshire) در گرمایی ۳۳ درجه سـانتی گراد در مقایسـه با درجه حرارت ۲۰ درجه سـانتی گراد گزارش شده است، اما سویه‌ی هضمیت مواد خشک با کیفیت بلند در درجه حرارت ۳۳ و ۲۰ درجه سـانتی گراد یک‌سـان بوده اسـت (۲۰). میزان هضـمیت مواد خوراکی در درجه حرارت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت که در گرمایی ۲۵-۳۰ درجه سانتی گراد کدام تغییر قابل ملاحظه در هضمیت حیوان دیده نشـد، در حالی‌که در گرمایی ۳۵ درجه سـانتی گراد قابلیت هضـم افزایش یافته و در گرمایی ۴۰ درجه سانتی گراد دوباره کاهش یافته است. دلایل کاهش هضمیت مواد مغذی در گرمایی ۴۰ درجه سـانتی گراد را به تغییرات در محیط شـکمبه مانند (pH، درجه حرارت شـکمبه، حرکات شـکمبه و تغییر در جمعیت فلورا و فونا) ناشـی از اسـترس گرمایی نسـبت داده اند (۱۵). در گاوهای مبتلا به استرس گرمایی افزایش سویه لکتیک اسید و کاهش pH دیده شده و افزایش لکتیک اسید و کاهش pH در جریان اسـترس گرمایی باعث کاهش حرکات شـکمبه می‌گردند (۲۰). تغییر در میزان عبور مواد خوراکی از سیستم هضمی یکی از فکتورهای اصلی بین حرارت محیطی و میزان هضمیت می‌باشـد. عبور آهسـته و طولانی شـدن زمان باقی ماندن مواد خوراکی در سـیتسـم هضـمی گاوهای شـیرده، گاومیش‌ها و غوناجی‌هایی که تحت شرایط اسـترس گرمایی شـدید نگه‌داری می‌گردید، گزارش شده است. افزایش قابل توجه هضمیت مواد خشک در غوناجی‌های نسل هولشتین فریز که در گرمایی ۳۳ درجه سـانتی گراد در مقایسـه با گرمایی ۲۰ درجه سـانتی گراد نگه‌داری می‌گردید، توصیف شده است (۹، ٤۱).

هنگامی‌که غوناجی‌های نسـل هولشـتین فریز در معرض گرمایی کوتاه مدت قرار گرفته بود، میزان هضمیت مواد مغذی آن‌ها سیری صعودی داشت، اما با طولانی شدن مدت زمان گرمایی محیطی در میزان هضـمیت آن‌ها کاهش رونما گردید. در این مطالعه، تغییر در هضـم مواد خوارکی تحت محیط گرم مشاهده شـد، ولی با میزان مصـرف مواد خشـک و عبور آن ارتباط نداشـت. با وجودی‌که ارتباط مثبت بین هضـمیت مواد خوراکی (خوراکه‌های غیر متراکم) و حرارت محیطی گزارش شده است، اما گرمایی شـدید بالای هضـم مواد خوراکی گاوهای شیرده و بزها اثر ناچیز دارد. ضریب هضـمیت ماده خشـک، مواد عضـوی، نیوترال دیترجنت فایبر (Neutral detergent fiber) و اسید دیترجنت فایبر (Acid detergent fiber) در استرس گرمایی کوتاه‌مدت و شاخص حرارت و رطوبت (THI = ۸۲)

در گوسفندها متأثر نمیشود، اما اگر زمان استرس گرمایی طولانی گردد، ممکن ضریب هضمیت مواد یادشده کاهش یابد (۲۰).

٤. تأثیر استرس گرمایی بر تولید میتان در شکمبه

با وجودیکه شکمبه بخش مهم تولیدکننده گاز میتان در نشخوارکنندهها همچون گاوها محسوب میشود، اما شکمبه به تنهایی عضو نیست که میتان را تولید کند، بلکه روده‌ها نیز در تولید میتان نقش دارند. در گاوها تخمر روده‌یی (Enteric fermentation) تقریباً ۸۰ درصد میتان را تولید میکند. درحالیکه، در حیوانات یک معده مانند خوکها، روده‌های بزرگ مسوول تولید گاز میتان میباشد (۲۰).

باکتریا تولیدکننده‌ی گاز میتان (میتانوجن‌ها) مایکروارگانیزم‌های یک حجره‌یی پروکاریوتیک هستند و به عالم حیوانی ایوریچایتا (Euryarchaeota) تعلق داشته و به گونه‌ی وسیع در محیط غیرهوازی یافت میشوند. در صورتیکه کاهش بیوشیمیکی کاربن‌دای‌اکساید و هایدروجن در محیط شکمبه وجود آید، میتانوجن‌ها از اسیتیت و گروپ میتایل برای تولید گاز میتان استفاده میکند. به طور معمول، میتان توسط دو دسته از میتانوجن‌های رشدکننده آهسته (زمان تولید مثل آن‌ها تقریباً ۱۳۰ ساعت) و میتانوجن‌های رشدکننده سریع (زمان تولید مثل آن‌ها تقریباً ۴- ۱۲ ساعت) تولید شده و باعث کاهش کاربن‌دای‌اکساید و هایدروجن میگردد. در شکمبه تولید میتان بیشتر توسط میتانوجن‌های رشدکننده سریع رخ میدهد، زیرا زمان ماندگاری در شکمبه برای گونه‌هاییکه رشد آهسته دارند، بسیار کوتاه میباشند (۹). ضیاع انرژی ناشی انتشار گاز میتان در نشخوارکنندهها نظر به نوع مواد خوراکی متفاوت بوده و به‌طور تخمینی ۲-۱۲ درصد، انرژی ناخالص را تشکیل میدهد. میتان یکی از محصولات جانبی است که از تخریب کاربوهایدریت‌ها در هنگام تخمر مواد خوراکی و تجزیه غیرهوازی سرگین حیوانات تولید میشود. میزان تولید میتان ناشی از تخمر روده‌یی به موارد مانند میزان تخمر مواد عضوی، نوع اسیدهای شحمی مفر و کارآیی بیوسنتیز میکروبی بستگی دارد. مهم‌ترین عواملی که بر تولید میتان تأثیر میگذارند عبارت اند از pH، اسیدهای شحمی مفر، مواد خوراکی، استراتیژی تغذیه، نوع حیوان و استرس‌های محیطی میباشند. pH مناسب برای تولید گاز میتان ۷- ۷.۲ است، اما این گاز میتواند در محدوده pH ٦.٦ – ٧.٦ نیز تولید شود. باوجود pH فراتر از این محدوده فعالیت تجزیه‌کننده‌های مواد فایبری را کاهش میدهند (۲۰).

میزان انتشار گاز میتان در گرمایی مختلف مورد بررسی قرار گرفته و دریافت شد که انتشار میتان در هر کیلوگرام مواد خشک مصرف شده در گرمایی ۳۵ درجه سانتی گراد در مقایسه با گرمای ۲۵-۳۰ درجه

سانتی گراد کاهش یافته و سپس در گرمایی ۴۰ درجه سانتی گراد دوباره افزایش را نشان داده است. کم‌ترین میزان انتشار میتان در ۳۵ درجه سانتی گراد ممکن است به دلیل قابلیت هضم بیشتر مواد خوراکی باشد، در حالی‌که افزایش تولید میتان در در گرمایی ۲۵ – ۳۰ درجه سانتی گراد گزارش شده، زیرا هضم در گرمایی یادشده در مقایسه با ۳۵ درجه سانتی‌گراد کم‌تر بوده است، از این‌رو مواد عضوی بیشتر برای میکروب‌ها وجود داشته تا آن‌ها را به میتان تبدیل کند، به همین دلیل تولید میتان در گرمایی ۲۵-۳۰ درجه سانتی گراد نسبتاً بیشتر گزارش شده است (۸). بیشترین میزان انتشار میتان به ازای هر کیلوگرام مواد خشک مصرف شده در گرمایی ۴۰ درجه سانتی‌گراد ممکن است به دلیل هضم کم‌تر مواد عضوی، تغییر در میکروب‌های تولیدکننده میتان و سایر تخمرات میکروبی ناشی از تغییر محیط شکمبه به دلیل گرمایی بالاتر محیطی باشد. افزایش در میزان تولید میتان در گرمایی بلند شکمبه گزارش شده است. تولید میتان ناشی از تخمر روده‌یی وابسته به میزان تخمر مواد عضوی، نوع اسیدهای شحمی مفر و کارآیی بیوسنتیز میکروبی می‌باشد (۲۰).

ب. تأثیر استرس گرمایی بر رشد و سلامتی گوساله‌ها و غوناجی‌ها

بررسی‌های فعلی تأثیرات استرس گرمایی را بالای گوساله‌ها و غوناجی‌ها برجسته ساخته و روش‌های کاستن تأثیرات استرس گرمایی را برای صنعت مال‌داری پیشنهاد می‌کنند (۲۲). استرس گرمایی زمان اتفاق می‌افتد که گرمایی حاصل از محیط و میتابولیزم، از ضیاع حرارت که به وسیله‌ی تشعشع، انتقال، هدایت و تبخیر انجام می‌شود، پیشی‌گرفته باشد. با وجودی‌که گوساله‌ها و غوناجی‌ها به دلیل تولید حرارت میتابولیکی کم‌تر در مقابل گرمایی محیطی مقاوم می‌باشند، ولی هنوز هم از افزایش گرمایی شدید آسیب‌پذیر می‌باشند. مصرف مواد خشک و عملکرد رشد گوساله‌ها و غوناجی‌ها به دلیل توزیع مجدد انرژی برای تنظیم گرما از طریق پاسخ‌های فیزیولوژیکی و میتابولیکی مانند افزایش انسولین خون و کتابولیزم پروتیین است، در جریان استرس گرمایی کاهش می‌یابد (۲۲). افزایش نفسک زدن در جریان استرس گرمایی باعث از بین رفتن کاربن‌دای‌اکساید شده و در نتیجه باعث تغییر اسید و قلوی خون می‌گردد که سرانجام الکلوز تنفسی را سبب می‌شود (۹). تغییر ناشی از استرس گرمایی در حرکات شکمبه و میکروبیوتا بر قابلیت هضم و تخمر شکمبه تأثیر می‌گذارد. کاهش هورمون‌های مانند لیوتنازینگ هورمون (LH)، استرادیول (E2) و گنادوتروپن‌ها به دلیل استرس گرمایی باعث اختلال در چرخه‌ی طبیعی نرطلبی شده، رشد فولیکوها را مختل ساخته و سر انجام باعث کاهش میزان بارداری می‌شود. استرس گرمایی قبل از تولد نه تنها رشد جنین را طریق پلاسنتا متضرر می‌سازد، بلکه منجر با هایپوکسی و سوء تغذی جنین نیز می‌شود. همچنین رشد و معافیت گوساله‌های نو تولد

را به تأخیر انداخته و تولید شیر گوساله‌های نوزاد را در آینده نیز کاهش می‌دهد. با توجه به چالش‌های فوق، محققین سعی در توصیف تأثیرات احتمالی استرس گرمایی بالای رشد، سلامتی، هضم و تولید مثل گوساله‌ها و غوناجی‌ها دارند. از همین‌رو، محققین سه استراتیژی مهم را برای بهبودی پیامدهای استرس گرمایی پیشنهاد می‌کنند (۲۲). توسعه جنتیکی و اقدامات تولید مثل، مانند انتخاب جین و انتقال امبریو، به احتمال زیاد رویکردهای طولانی مدت برای افزایش تحمل حیوان در مقابل استرس گرمایی محسوب می‌شوند. در حالی که اصلاح فیزیکی محیط، مانند ایجاد سایبان و سیستم‌های آب‌پاشی، از جمله رایج‌ترین روش‌ها برای کاهش استرس گرمایی می‌باشد. علاوه براین، مدیریت تغذیه روش کلیدی دیگری است که می‌تواند به گوساله‌ها و غوناجی‌ها کمک کند تا هیموستاز را حفظ نموده و از کم‌بود مواد مغذی به دلیل استرس گرمایی جلوگیری کند (۱۴).

۱. تأثیر استرس گرمایی بر حرکات، میکروبیوتا و تخمر شکمبه‌ی گوساله‌ها و غوناجی‌ها

در پاسخ به استرس گرمایی، به منظور کاهش حرارت میتابولیکی، حرکات دستگاه هضمی غوناجی‌ها کاهش یافته، به همین ترتیب سرعت عبور مواد خوراکی نیز تقلیل می‌یابد. چندین محقق میزان کاهش عبور مواد خوراکی را در شکمبه‌ی غوناجی‌های تحت استرس گرمایی گزارش کرده اند. نونکا و همکاران (۲۳) چنین گزارش نموده اند که میزان سرعت عبور مواد خوراکی در شکمبه غوناجی‌های قبل از بلوغ که در گرمایی ۳۳ درجه سانتی گراد نگه‌داری می‌گردید در مقایسه با آن‌هایی که در گرمایی ۲۰ درجه سانتی گراد قرار داشتند، حدوداً ۵۶ درصد کاهش داشته اند. هم‌چنین برنابوچی و همکاران (۳۲) نشان داد که اختلاف معنادار در عبور محتویات شکمبه در غوناجی‌های ۱۰ ماهه در تحت THI ۶۴- ۸۴ وجود دارد. افزایش زمان احتباس مواد خوراکی در کل دستگاه هضمی، همراه با کاهش میزان مصرف مواد خشک، منجر به قابلیت هضم بالاتر غوناجی‌ها در شرایط استرس گرمایی می‌شود. مطالعات قبلی مانند (۲۷،۲۹) چنین افزایش را در قابلیت هضم در جریان استرس گرمایی نشان داده بود. با این حال، برخی از نتایج متضاد در دسترس می‌باشد که در حرارت ۳۲.۲ درجه سانتی گراد باعث کاهش قابلیت هضم گاو در شرایط استرس گرمایی می‌شود. این کاهش را می‌توان با برخی از عوامل مانند رقیق شدن محتوای شکمبه ناشی از مصرف زیاد آب، کاهش جذب مواد مغذی از شکمبه و روده به دلیل کاهش جریان خون، توضیح داد. علاوه براین، برنابوچی و همکاران (۲۴) اظهار داشتند که این تغییرات در قابلیت هضم نه تنها به دلیل کاهش میزان عبور و مصرف مواد خشک خوراکی بوده، بلکه ممکن به دلیل سایر عواملی که قبلاً تذکر یافته است نیز باشد که احتمالاً به عنوان پاسخ سازگاری دستگاه هضمی به استرس گرمایی عمل کند.

علاوه بر موارد یادشده، میکروبیوتا و تخمر شکمبه غوناجی‌ها در طول استرس گرمایی تغییر خواهند کرد. هم‌چنین در طول دوره استرس گرمایی جمعیت میکروبیوتای شکمبه به اندازه قابل توجه تغییر نموده و در نتیجه تغییر در ترکیب و حجم مواد خوراکی، سرانجام باعث تغییر محصول تخمری شکمبه می‌شود. Uyeno و همکاران (۲۵) نشان دادکه باکتریای مانند – Clostridium coccoides Eubacterium rectale از جمله باکتریای تولیدکننده بوتیرات (Butyrate) است و جِنَس استرپتوکوکوس در حالی افزایش می‌یابد که فیبروباکتر (Fibrobacter)، نماینده باکتریای تولیدکننده اسیتات در غوناجی‌های تحت استرس گرمایی محیط (۳۳ درجه سانتی گراد) کاهش یافته بود. از این‌رو، برخی از تحقیقات گزارش می‌دهند که میزان تولید اسیدهای شحمی مفر، سویه‌های لکتیک اسید در غوناجی‌های زیر شرایط استرس گرمایی (۳۲-۳۳ درجه سانتی گراد) کاهش یافته و مقدار و غلظت بوتریک اسید افزایش می‌یابد (۲۰، ۲۲). این تغییرات ممکن است باعث اختلال در عملکرد رشد غوناجی‌های در حال نمو شود، زیرا اسیدهای شحمی مفر به عنوان منبع تأمین انرژی اولیه آن‌ها عمل نموده و با این حال، ممکن است میزان استفاده از آن‌ها نیز کاهش یابد. مطالعات عمیق‌تری برای کشف پویایی میکروبیوتای شکمبه و چگونگی تغییرات آن‌ها، پیشنهاد شده که ممکن است بالای تخمر شکمبه و عملکرد آن در غوناجی‌های تحت استرس گرمای تأثیرگذار باشند.

۲. استراتیژهای کاهش استرس گرمایی

جهت کاهش و مقابله با استرس گرمایی سه فکتور عمده برای گوساله‌ها و غوناجی‌ها پیشنهاد شده است که شامل اقدامات جنتیکی و تولید مثل، اصلاح فیزیکی محیط و مدیریت تغذیه می‌باشند.

الف. اقدامات جنتیکی و تولید مثل

نژاد نقش مهمی را در رابطه با اثر جنتیکی بر تحمل‌پذیری استرس گرمایی گوساله‌ها و غوناجی‌ها بازی می‌کند. از این‌رو، نژادهای دورگه در مقایسه با نژاد خالص هولشتین در مقابله با استرس گرمایی دارای مقاومت بیشتر بوده و نسل‌گیری نژاد هولشیتن با گاوهای بومی به‌طور باالقوه تحمل گوساله‌های دورگه را در مقابل استرس گرمایی افزایش می‌دهد. این‌که آیا نسل دو رگه‌یی‌که از همچون نسل‌گیری به‌دست می‌آید، پاسخ‌گوی نیازهای صنایع لبنی می‌باشد و یا خیر؟ سؤال‌برانگیز است. به طور کلی، به نظر می‌رسد که گاوهای شیرده در مقابل استرس گرمایی حساسیت بیشتر دارند، زیرا تولید شیر باعث افزایش تولید گرمایی میتابولیکی می‌گردد. از این‌رو، نسل‌گیری انتخابی گاوهای شیرده برای تولید شیر، حساسیت آن‌ها را در مقابل استرس گرمایی افزایش می‌دهد. اما انتخاب جین‌های خاصی‌که استرس گرمایی را کنترل می‌کند، مطلوب خواهند بود. زیرا تنها جین‌های مقاوم به استرس

گرمایی بدون ایجاد خطر در تولید شیر، انتخاب می‌شوند. جین نژاد نرم‌مو، که منجر به پوشش موی کوتاه، براق و جلادار می‌شود برای بهبودی توانایی تنظیم حرارت معرفی شده است، زیرا رنگ مو با جذب تابش خورشید مرتبط است و طول مو با انتقال و هدایت حرارت وابسته می‌باشد (۲۲).

ب. اصلاح فیزیکی محیط

اصلاح محیط می‌تواند شدت گرما را کاهش دهد و گوساله‌ها و غوناجی‌ها را در مقابل استرس گرمایی محافظت کند. مهم‌ترین اقدامات برای کاهش استرس گرمایی تهیه‌ی طویله با سقف بلند و سایبان (همراه با آب و غذا)، سردکننده تبخیری همراه با آب به گونه‌ی سپری، پاشیدن آب با جریان هوای طبیعی و یا اجباری و هم‌چنین حوض‌چه‌ی سردکننده می‌باشند (۲۶). پاشیدن آب همراه با تهویه باعث افزایش تبخیر بیشتر شده و شدت استرس گرمایی را کاهش می‌دهد. در شرایط استرس گرمایی (حرارت محیطی ۳۶ درجه سانتی گراد) غوناجی‌هایی‌که به وسیله‌ی آب‌پاشی سرد می‌شود در مقایسه با غوناجی‌های بدون سیستم سردکننده، درجه‌ی حرارت مقعدی و میزان تنفس آن‌ها پایین بوده و ۲۶.۱ درصد افزایش وزن را نشان دادند. به همین ترتیب، با استفاده از بادپکه در شرایط استرس گرمایی (۲۹ درجه سانتی گراد) اوسط وزن‌گیری روزانه و مؤثریت (بازده) مواد خوراکی گوساله‌ها به ترتیب ۲۳ و ۲۱ درصد افزایش را نشان داده است. علاوه براین، مقدم و همکاران (۲۷) چنین برجسته می‌سازند که آب‌پاشی همراه با بادپکه برای یک مدت کوتاه یعنی قبل و بعد از تلقیح مصنوعی می‌تواند در جریان استرس گرمایی (۳۶ درجه سانتی گراد) میزان بارداری را افزایش دهد. علاوه براین، ایجاد سایبان به عنوان ساده‌ترین روش برای کاهش شدت گرما در نظر گرفته می‌شود. سایبانی‌که به درستی طراحی شده باشد می‌تواند باعث کاهش ۳۰-۴۰ درصد شدت گرمای ناشی از شعاع آفتاب شود. Marcillac-Embertson و همکاران (۲۸) چنین گزارش نمودند که غوناجی‌ها در تحت شرایط ۶۵ متر مربع سایبان در مقایسه با غوناجی‌هایی که روزانه ۵ بار و در هر دوره آن برای ۷ دقیقه آب‌پاشی می‌گردید، میزان مصرف مواد خشک و وزن‌گیری روزانه‌ی آن‌ها به اندازه‌ی قابل توجه افزایش داشت. تحت این سیستم و روش خونک‌کننده، سایبان نظر به سیستم آب‌پاشی در غوناجی‌های تحت استرس گرمایی مؤثرتر ارزیابی شده است (۲۲).

ج: مدیریت تغذیه

مدیریت تغذیه‌ی گوساله‌ها و غوناجی‌ها جهت حفظ هیموستاز و جلوگیری از کاهش مواد مغذی ناشی از استرس گرمایی می‌تواند مؤثر واقع گردد. مواد خوراکی مایع با کیفیت (حاوی انرژی) در اختیار گوساله‌ها قرار داده شوند تا نیازمندی‌های انرژی آن‌ها را در شرایط مختلف تکافو نماید.

همچون گاوهای بالغ، جیره‌ی متراکم غوناجی‌ها نیز باید افزایش داده شود تا کم‌بودی میزان مصرف مواد خشک را جبران کند. علاوه بر موارد یاد شده، افزودن چربی در جیره‌ی غوناجی می‌تواند مفید واقع شود، زیرا این امر باعث تبدیل شدن انرژی رژیم غذایی به انرژی بدن شده و افزایش گرما را در مقایسه به پروتیین و کاربوهایدریت کاهش می‌دهد. مکمل ویتامین‌های A، C و E همراه با مواد معدنی مانند زینگ آسیب‌های اکسیداتیف ناشی از استرس گرمایی را تسکین داده و تنظیم الکترولیت‌های مواد خوراکی را توسط تفاوت کتیون – انیون جیره می‌تواند به حفظ اسید- قلوی خون کمک کند و کم‌بود مواد معدنی مانند سودیم و پوتاسیم ناشی تعریق در جریان استرس گرمایی باید تصحیح شود (۲۲).

نتیجه‌گیری

باوجودی که تأثیرات استرس گرمایی بالای قابلیت هضم و تولید اسید شحمی مفر کاملاً به اثبات رسیده است، اما مطالعات بسیار اندکی در مورد تغییر غلظت مولار اسیدهای شحمی مفر، تولید میتان و جمعیت فلورا و فونا شکمبه حیوانات انجام شده اند. به همین ترتیب، معلومات اندکی در رابطه با تغییر جمعیت میکروبی شکمبه ناشی از استرس گرمایی وجود دارند. میتان یکی از محصولات اصلی تخمر شکمبه بوده و ممکن است تحت تأثیر استرس گرمایی قرار گیرد. در سناریو تغییر اقلیم، انتشار گاز میتان از حیوانات فارم از اهمیت فوق‌العاده بر خوردارد است. بنابراین، یک مطالعه جامع در مورد جمعیت میکروبی تحت تأثیر گرمایی محیطی، به خصوص در مورد باکتریایی که تولیدکننده میتان اند، ضروری می‌باشد.

به منظور کاهش و تدوین استراتیژهای موفق در مقابل پیامدهای ناگوار ناشی از افزایش گرمایی محیط بر عملکرد شکمبه، انجام مطالعات جامع و همه جانبه جهت مبانی فیزیولوژی، مایکروبیولوژی تغییر عملکرد شکمبه در جریان استرس گرمایی ضروری پنداشته می‌شود. بر اساس معلومات موجود در منابع، گوساله‌ها و غوناجی‌ها در مقایسه با گاوهای بالغ، استرس گرمایی را بیشتر تحمل کرده می‌توانند، اما هنوز هم از استرس گرمایی شدید رنج می‌برند. علاوه بر موارد یادشده میکروبیوتای و تخمر شکمبه غوناجی‌ها در طول استرس گرمایی تغییر می‌نمایند. بنابراین، استرس گرمایی یک چالش عمده و قابل توجه در صنعت مال‌داری محسوب می‌شود.

منابع

(1) Thom E. C. The discomfort index. Weather-wise. 1959; 12(12), pp. 57-61.
(2) (2) Stpierre NR, Cobanov B, Schnitkey G. Economic losses from heat stress by US livestock Industries1. J Dairy Sci. 2003; 86 (5), pp. 52-77.
(3) Rhoads RP, Baumgard LH, Suagee JK, & Sanders SR. Nutritional Interventions to Alleviate the Negative Consequences of Heat Stress. Adv.Nutr. 2013; 4(3), pp. 267-276.
(4) National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th Revised Edition Update). NationalAcademy Press, Washington, DC. 1989.
(5) Wheelock JB, Rhoads RP, VanBaale MJ, Sanders SR, and Baumgard LH, Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. J. Dairy 0 Sci. 2010; 93, pp. 644. 655.
(6) Albright JL and Alliston CW. Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. J. Anim. Sci. 1972; 32, pp. 566-577.
(7) Rhoads ML, Rhoads RP, VanBaale M J, Collier RJ, Sanders SR, Weber J, Crooker BA. and Baumgard LH. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. J. Dairy Sci. 2009; 9(5), pp. 986-997.
(8) Smith DL, Smith T, Rude BJ and Ward SH. Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows. J. Dairy Sci. 2013; 96(5), pp. 3028-3033.
(9) Nonaka I, Takusari N, Tajima K, Suzuki Higuchi T and Kurihara KM. Effects of high environmentaltemperatures on physiological and nutritional status of prepubertal Holstein heifers. Livest. Sci. 2008; 113, pp. 14-23.
(10) Pereira AMF, Baccari JF, Titto EAL and Almeida JAA. Effect of thermal stress on physiologicalparameters, feed intake and plasma thyroid hormonesconcentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. Int. J. Biometeorol. 2008; 52, pp. 199-208.
(11) Hall MB. Heat Stress Alters Ruminal Fermentation and Digesta Characteristics, and Behavior in Lactating Dairy cattle. 2009; pp. 204.
(12) Hamzaoui S, Salama AAK, Albanell E, Such X and Caja G. Physiological responses and lactationalperformances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. J. Dairy Sci. 2013; 96 (10).
(13) Chaiyabutr N, Chanpongsang S and Suadsong S. Effects of evaporative cooling on the regulation of body water and milk production in crossbred Holstein cattle in a References tropical environment. Int. J. Bio. 2008; 52, pp. 575-585.
(14) Korde JP, Jadhao SV, Varshney VP, Singh G and Shukla DC. Longterm effects of heat exposure on nutrient digestibility and digesta flow rate in buffalo calves. Buffalo Bulletin. 2006; 22(1), pp. 25-32.
(15) Sejian V, Valtorta S, Gallardo M and Singh AK. Ameliorative Measures to Counteract EnvironmentalStresses. In Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production. Springer Berlin Heidelberg. 2012; pp. 153-180.

(16) Soriani N, Panella G and Calamari L. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. J. Dairy Sci. 2013; 96(8), pp. 5082-5094.
(17) Marai IFM and Haeeb AAM. Buffalo's biological functions as affected by heat stress-A review. Livest. Sci. 2010; 127(2), pp. 89-109.
(18) Mishra M, Martz FA, Stanley RW, Johnson HD, Campbell JR, Hildebrand E. Effect of diet and ambient temperature-humidity and ruminal pH, oxidation-reduction potential, ammonia and lactic acid in lactating cows. J. Anim. Sci. 1970; 31, 1023-1028.
(19) Bloom SR. Gut hormones. Proc. Nutr. Soc. 1978; 37, pp. 259-271.
(20) Yadav B, Singh G, Verma AK, Dutta N and Sejian V. Impact of heat stress on rumen functions, Veterinary World. 2013; 6(12), pp. 992-996.
(21) Sales A. Heat stresses influence the microbiota and organic acids concentration in beef cattle rumen, J. thermal biology, 2021; Vol 97, pp. 40-47.
(22) Wang J, Li J, Wang F, Xiao J, Wang Y, Yang H, Li S and Cao Z. Heat stress on calves and heifers: a review, Journal of Animal Science and Biotechnology. 2020; 11(79), pp. 2-8.
(23) Nonaka I, Takusari N, Tajima K, Suzuki, T, Higuchi K, Kurihara M. Effects of high environmental temperatures on physiological and nutritional status of prepubertal Holstein heifers. Livest Sci.; 2008; 113(1), pp. 14-23.
(24) Bernabucci U, Bani P, Ronchi B, Lacetera N, Nardone A. Influence of shortand long-term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. J Dairy Sci. 1999; 82(5), pp. 967-73.
(25) Uyeno Y, Sekiguchi Y, Tajima K, Takenaka A, Kurihara M, Kamagata Y. An rRNA-based analysis for evaluating the effect of heat stress on the rumen microbial composition of Holstein heifers. Anaerobe. 2010;16(1), pp. 27-33.
(26) Pejman A, Shahryar A. Heat stress in dairy cows (a review). Res Zool. 2012; 2(4), pp. 31-7.
(27) Moghaddam A, Karimi I, Pooyanmehr M. Effects of short-term cooling on pregnancy rate of dairy heifers under summer heat stress. Vet Res Commun. 2009; 33(6), pp. 567-75.
(28) Marcillac-Embertson N, Robinson P, Fadel J, Mitloehner FM. Effects of shade and sprinklers on performance, behavior, physiology, and the environment of heifers. J. Dairy Sci. 2009; 92 (2), pp. 506-17.