University of Tehran Press

Journal of Veterinary Research

Homepage: jvr.ut.ac.ir

Online ISSN: 2251-6190

Research Article

Effects of Guanidinoacetic Acid on Sperm Characteristics of Older Roosters and Hatchability Rate in Broiler Breeder Flocks

Hoda Javaheri Barfourooshi[1]✉, **Akbar Yaghobfar**[2]✉

[1] *Department of Animal Production Management, Animal Science Research Institute of Iran (ASRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran*

[2] *Department of Poultry Nutrition Animal Science Research Institute (ASRI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran*

Received: *15 Oct 2025*, ***Reciver in revised from:*** *6 Dec 2025*, ***Accepted:*** *17 Dec 2025*, ***Available online****: 18 Mar 2026*

10.22059/jvr.2025.393823.3503

J Vet Res, Volume 81, Number 1, 2026, 43-53

Abstract

BACKGROUND: Physical decline in older roosters negatively affects their mating behavior and hatchability in broiler breeder flocks. Energy-producing compounds such as guanidinoacetic acid (GAA) may help address this issue.

OBJECTIVES: This study aimed to evaluate the effects of different levels of GAA on sperm characteristics and testicular histology in older roosters, and hatchability rate in a broiler breeder flock.

METHODS: A total of 144 hens and 18 roosters from a Ross 308 breeder flock were divided into three groups; one control group feeding based on the Ross 308 feeding guides, a treatment group receiving 1200 mg/kg of GAA (CreAmino), and a treatment group receiving 1600 mg/kg of CreAmino. Each group consisted of 48 hens and 8 roosters, with 6 replicates per treatment. Data were recorded done for 20 weeks, starting from week 41. The data included body weight, testicular weight, quantitative and qualitative sperm characteristics, serum concentrations of creatinine, nitric oxide, insulin, and testosterone, as well as histological testicular parameters and egg hatchability rates.

RESULTS: No significant differences in sperm characteristics were found among the groups. However, both CreAmino treatment groups showed a significant increase in the number of spermatogonia, spermatocytes, spermatids, and Leydig cells, as well as an increase in the diameter of the seminiferous tubules and the thickness of the germinal epithelium, compared to the control group ($P \leq 0.05$). Serum keratin levels were significantly elevated in the CreAmino 1200 group during the second sampling period compared to the CreAmino 1600 and control groups ($P \leq 0.05$). Furthermore, serum nitric oxide concentrations were significantly higher in the CreAmino 1600 group during the second sampling period and in the control group during the third sampling period, compared to other two groups ($P \leq 0.05$). The hatchability rates were not significantly different among the groups.

CONCLUSIONS: The use of 1200 mg CreAmino can improve both quantitative and qualitative sperm characteristics and histological parameters in older roosters. However, the treatment with GAA does not significantly affect hatchability rate in broiler breeder flocks.

Keywords: Blood metabolites, Broiler breeder, Guanidinoacetic acid, Hatchability, Sperm characteristics

Copyright © The Author(s). Publisher: University of Tehran Press Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Corresponding author: Hoda Javaheri Barfourooshi, Tel/Fax: +9826-34250001

How to cite this article:

Javaheri Barfourooshi H, Yaghobfar A. Effects of guanidinoacetic acid on sperm characteristics of older roosters and hatchability rate in broiler breeder flocks. Journal of Veterinary Research, 2026; 81(1): 43-53. doi: 10.22059/jvr.2025.393823.3503

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Dietary Feed Ingredients and Nutrients of Broiler Breeder Diets.
Table 2. Effect of treatments on sperm quantitative and qualitative characteristics in roosters during the experimental period (41-64 weeks of age).
Table 3. Effect of treatments on body weight and testicular weight in roosters at the end of the experimental period (64 weeks old).
Table 4. Effect of treatments on histological parameters of the testicular tissue in roosters at the end of the experimental period (64 weeks old).
Table 5. Effect of treatments on total hatchability rate in fertile broiler breeders.
Table 6. Effect of treatments on the hatchability of fertile eggs in broiler breeders at 41-64 weeks of age.
Figure 1. Cross-section of the seminiferous tubules of the testis (4× magnification). A: Control group; B: CreAmino 1200 (1200 mg/kg); C: CreAmino 1600 (1600 mg/kg).
Figure 2. Changes in serum creatine, nitric oxide, insulin, and testosterone concentrations during the experimental period. [a, b] Different letters indicate significance at the 0.05 level ($P \leq 0.05$).

مجله تحقیقات دامپزشکی
Homepage: jvr.ut.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۶۱۹۰-۲۲۵۱
انتشارات دانشگاه تهران
مقاله پژوهشی

ارتباط فیزیولوژیکی گوانیدینو استیک اسید با باروری و ویژگی‌های اسپرم خروس‌های مسن گله مرغ مادر گوشتی

هدی جواهری‌بارفروشی[۱]، اکبر یعقوبفر[۲]

[۱] *بخش تحقیقات فیزیولوژی تولیدمثل و مدیریت پرورش دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران*

[۲] *بخش تحقیقات تغذیه طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران*

تاریخ دریافت: ۲۳ مهر ۱۴۰۴، **تاریخ بازنگری:** ۱۵ آذر ۱۴۰۴، **تاریخ پذیرش:** ۲۶ آذر ۱۴۰۴، **تاریخ انتشار:** ۲۷ اسفند ۱۴۰۴

دوره ۸۱، شماره ۱، ۱۴۰۴، ۵۳-۴۳ 10.22059/jvr.2025.393823.3503

چکیده

زمینه مطالعه: کاهش توان جسمانی خروس‌های مسن تأثیر منفی بر رفتار جفت‌گیری و درنهایت میزان جوجه‌درآوری در گله‌های مرغ مادر گوشتی دارد. استفاده از ترکیبات مولد انرژی، مانند گوانیدینواستیک اسید می‌تواند راهکاری برای مقابله با این وضعیت باشد.

هدف: مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر مصرف سطوح مختلف گوانیدینو استیک اسید بر ویژگی‌های اسپرم و بافت‌شناسی بیضه و جوجه‌درآوری در خروس‌های مسن گله مرغ مادر گوشتی انجام شد.

روش‌کار: ۱۴۴ قطعه مرغ و ۱۸ قطعه خروس گله مرغ مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ در سه تیمار با ۴۸ قطعه مرغ و ۸ قطعه خروس و ۶ تکرار در هر باکس به‌عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شدند. تیمارهای آزمایشی، شامل تیمار کنترل دریافت‌کننده جیره بر پایه توصیه راهنمای تغذیه مرغ مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸، تیمار کرامینو ۱۲۰۰، حاوی ۱۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و تیمار کرامینو ۱۶۰۰ حاوی ۱۶۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره گوانیدینواستیک اسید با نام تجاری CreAMINO® بودند. رکوردبرداری از هفته ۴۱ به‌مدت ۲۰ هفته انجام شد. وزن بدن، وزن بیضه‌ها، ویژگی‌های کمی و کیفی اسپرم، غلظت کراتین، نیتریک اکساید، انسولین و تستوسترون سرم، فراسنجه‌های بافت‌شناسی بیضه و میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها تعیین شدند.

نتایج: ازلحاظ ویژگی‌های کمی و کیفی اسپرم، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. مصرف هر دو سطح کرامینو موجب افزایش معنی‌دار تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت، اسپرماتید، لیدیگ و همچنین افزایش قطر مجرای سمینیفر و ضخامت اپیتلیوم زایا در بیضه در مقایسه با خروس‌های گروه کنترل شد ($P\leq$۰/۰۵). غلظت کراتین سرم، در نوبت دوم نمونه‌گیری در گروه‌های مصرف‌کننده کرامینو به‌طور معنی‌داری بالاتر از دو گروه کنترل و گروه کرامینو ۱۶۰۰ بود ($P\leq$۰/۰۵). غلظت نیتریک اکساید سرم در دوره دوم نمونه‌گیری برای گروه کرامینو ۱۶۰۰ و در دوره سوم نمونه‌گیری، برای گروه کنترل به‌طور معنی‌داری بالاتر از دو گروه دیگر بود ($P\leq$۰/۰۵). میزان جوجه‌درآوری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری نهایی: با وجود بهبود نسبی مشاهده‌شده در ویژگی‌های کمی و کیفی اسپرم و صفات بافت‌شناختی بیضه با مصرف سطح ۱۲۰۰ میلی‌گرم کرامینو، تأثیر معنی‌داری بر میزان جوجه‌درآوری کل و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: جوجه‌درآوری، گوانیدینواستیک اسید، متابولیت‌های خونی، مرغ مادر گوشتی، ویژگی‌های اسپرم

کپی‌رایت © نویسندگان. ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

نویسنده مسئول: *هدی جواهری‌بارفروشی، بخش تحقیقات فیزیولوژی تولیدمثل و مدیریت پرورش دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران*

مقدمه

در سال‌های اخیر، فعالیت‌های بهبود ژنتیکی و اصلاح نژادی انجام‌شده بر روی مرغان گوشتی به‌منظور نیل به اهدافی همچون سرعت رشد بالا و بزرگ‌تر شدن لاشه، به‌دلیل وجود همبستگی منفی بین صفات تولیدمثلی و صفات تولیدی، موجب کاهش قابل‌ملاحظه توان باروری در مرغان مادر گوشتی شده است. به‌طور طبیعی، در گله‌های مرغ مادر گوشتی تا سن ۳۰ الی ۴۰ هفتگی، باروری به سطحی عالی می‌رسد (بالای ۹۵ درصد)، اما پس از سن ۴۰ الی ۴۵ هفتگی باروری به‌سرعت کاهش می‌یابد و در بیشتر موارد به‌دلیل افول شدید باروری در سنین ۶۵ الی ۷۰ هفتگی ازلحاظ اقتصادی نگهداری گله به‌صرفه نبوده و مرغدار اقدام به حذف

و فروش گله می‌کند. علاوه‌براین مدیریت پرندگان با تولید بالا دشوارتر بوده و متأسفانه پیشرفت روش‌های مدیریتی این پرندگان با پیشرفت ژنتیکی آن‌ها همگام و همسو نبوده است؛ بنابراین جهت دستیابی به بالاترین پتانسیل تولید و تولیدمثلی پرندگان، به یک برنامه مدیریتی همه‌جانبه، منظم و هماهنگ نیاز است و در این بین مدیریت تغذیه از اهمیت بالایی برخوردار است (۱).

تقریباً ۳۰ درصد از مشکلات ناباروری به خروس مرتبط است. شرایط محیطی و عواملی همچون افزایش سن، سطح تغذیه، شرایط آب‌وهوایی و مدیریت گله، بر ظرفیت تولید منی در خروس‌های مولد مؤثرند (۲). با افزایش سن پرندگان مولد، مرغ‌ها برای حفظ باروری نیازمند افزایش تعداد جفت‌گیری‌ها می‌باشند، درحالی‌که در همین زمان خروس‌ها برای جفت‌گیری تمایل کمتری از خود نشان می‌دهند. این امر به‌دلیل کاهش توان جسمانی خروس‌ها برای نشان دادن رفتار جفت‌گیری است که دلیل عمده آن ضعف ماهیچه‌ای و ناکافی بودن ذخیره انرژی در ماهیچه است (۳). یکی از راهکارهای غلبه بر این مشکل، استفاده از ترکیبات مولد انرژی، مانند گوانیدینواستیک اسید (GAA) به‌عنوان پیش‌ساز کراتین است. این ترکیب در کلیه و کبد پرنده وجود داشته و از اسیدآمینه‌های گلایسین و آرژنین توسط آنزیم آرژنین ـ گلایسین آمیدینوترانسفراز ساخته شده و سپس توسط اس ـ آدنوزیل ـ ال ـ متیونین و با فعالیت آنزیم گوانیدینواستات اِن ـ متیل ترانسفراز متیله شده و به کراتین تبدیل می‌شود. کراتین در سلول‌ها به فسفوکراتین تبدیل شده و به‌عنوان منبع مهم و سریع از انرژی می‌تواند مورد استفاده ماهیچه‌ها قرار گیرد (۱). در حین تبدیل فسفوکراتین به کراتین توسط آنزیم کراتین کیناز، ATP تولید می‌شود که برای فعالیت‌های مختلف مصرف می‌شود. حدود ۶۵ الی ۷۵ درصد از نیاز روزانه بدن به کراتین ازطریق بازتولید تأمین شده و مابقی آن بایستی توسط خوراک تأمین شود. همچنین روزانه در حدود ۱/۷ درصد از کل ذخیره کراتین در بدن متابولیزه شده و به‌صورت کراتینین از بدن دفع می‌گردد که بایستی جایگزین شود (۴). علاوه‌بر نقش GAA در تأمین نیاز انرژی برای ماهیچه‌ها، مطالعات متعددی درخصوص تأثیر مصرف آن بر فراسنجه‌های تولیدمثلی نیز انجام شده است. به‌عنوان‌مثال، می‌توان به وجود کراتین و فسفوکراتین در سلول‌های سرتولی و اپیتلیوم زایا (۵)، افزایش جنبایی اسپرم و نرخ باروری در خروس مولد گوشتی (۶، ۷)، بهبود باروری تا ۲۸/۵ درصد و بهبود نفوذ اسپرم تا ۲۹ درصد (۷)، افزایش غلظت LH و FSH در مرغان تخم‌گذار (۸)، افزایش اسپرماتوژنز و بهبود کیفیت منی در خروس‌های مولد گوشتی مسن (۹)، بهبود جنبایی کل و جنبایی پیش‌رونده اسپرم پس از یخ‌گشایی (۱۰) اشاره کرد.

جیره‌های بر پایه گیاهی مورداستفاده در تغذیه مرغان مادر فاقد کراتین می‌باشند و افزودن آرژنین به جیره موجب افزایش هزینه تمام‌شده خوراک می‌شود. ازسوی‌دیگر، گوانیدینواستیک اسید در مقایسه با آرژنین ارزان‌تر بوده و درعین‌حال در مقایسه با کراتین ترکیب پایدارتری است (۵)؛ بنابراین باتوجه‌به موارد مذکور، در مطالعه حاضر تأثیر مکمل‌سازی جیره با گوانیدینواستیک اسید به‌عنوان پیش‌ساز کراتین با نام تجاری CreAMINO® بر باروری خروس‌های گله مادر گوشتی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش کار

۱۴۴ قطعه مرغ و ۱۸ قطعه خروس مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ در سه تیمار به‌گونه‌ای جای داده شدند که هر تیمار شامل ۶ تکرار و هر تکرار شامل ۸ قطعه مرغ و ۱ قطعه خروس بود. درمجموع ۴۸ قطعه مرغ و ۸ قطعه خروس در هر تیمار قرار داشتند و هر تکرار در باکس جداگانه به‌عنوان واحد آزمایشی جای داده شد. تیمارهای آزمایشی، شامل تیمار کنترل دریافت‌کننده جیره بر پایه توصیه راهنمای تغذیه مرغ مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸، تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) و تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) گوانیدینواستیک اسید با نام تجاری CreAMINO® بودند. هر باکس دارای دانخوری‌های جداگانه برای خروس و مرغ، آبخوری آویزی و لانه‌های تخم‌گذاری دوطبقه بود. سالن پرورش به سیستم گرمایشی، سیستم تهویه با تایمر و سیستم تنظیم ساعت روشنایی و خاموشی اتوماتیک دیجیتالی (۱۴ ساعت روشنایی، ۱۰ ساعت تاریکی) مجهز بود. غذای مصرفی برای هر باکس به‌طور روزانه در ۲ نوبت صبح و عصر توزین شده و در دانخوری‌ها قرار می‌گرفت. جهت اجتناب از خطا در آزمایش و نیز فساد تخم‌مرغ‌ها، روزانه در ۲ نوبت جمع‌آوری تخم‌مرغ انجام شده و تخم‌مرغ‌ها در اتاق مخصوص با دما و رطوبت کنترل‌شده قرار داده می‌شدند. جیره آزمایشی براساس راهنمای مدیریت مرغ مادر گوشتی راس ۳۰۸ تنظیم و در اختیار هر تیمار قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱. جیره‌های غذایی اقلام خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی مرغ مادر گوشتی.

اجزای جیره آزمایشی (درصد)	
ذرت	۵۳/۴۴
گندم	۲۰/۸۵
روغن	۰/۰۸
کنجاله سویا	۱۵/۹۳
صدف	۷/۴۵
دی کلسیم فسفات	۱/۲۶
نمک	۰/۳۱
مکمل ویتامینی و معدنی	۰/۵
دی ـ ال ـ متیونین	۰/۱۴
ال ـ لیزین هیدرکلراید	۰/۰۲
ال ـ ترئونین	۰/۰۲
ترکیبات محاسبه‌شده	
انرژی قابل‌متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲/۸۵
پروتئین (درصد)	۱۴/۴۴
چربی (درصد)	۲/۱۷
اسید لینولنیک (درصد)	۱/۴۰
فیبر (درصد)	۳/۸۴
کلسیم (درصد)	۳/۳۰
فسفر قابل‌دسترس (درصد)	۰/۳۴
سدیم (درصد)	۰/۲۲
آرژنین قابل‌هضم (درصد)	۰/۶۴
ترئونین قابل‌هضم (درصد)	۰/۴۶
لیزین قابل‌هضم (درصد)	۰/۶۴
متیونین قابل‌هضم (درصد)	۰/۳۵

* ترکیبات مکمل ویتامینی و معدنی (در کیلوگرم): ویتامین آ، ۴/۴ گرم، ویتامین د ۳، ۰/۷۲ گرم، ویتامین ب ۱، ۰/۳۰۶ گرم، ویتامین ب ۲، ۱/۵ گرم، ویتامین ب ۶، ۰/۳۰۶ گرم، ویتامین ب ۱۲، ۱ گرم، ویتامین ای، ۷/۲ گرم، بیوتین، ۱ گرم، ویتامین کا، ۱ گرم، نیاسین، ۲/۴۸ گرم، اسید فولیک، ۰/۳۰۶ گرم، اسید پنتوتنیک، ۶/۰۸ گرم، کولین کلراید، ۲۲۰ گرم، منگنز، ۲ گرم، آهن، ۱۰ گرم، روی، ۱۳ گرم، ید، ۰/۲ گرم، کبالت، ۰/۰۲ گرم، سلنیوم، ۰/۰۴ گرم.

جدول ۲. اثر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های کمی و کیفی اسپرم در خروس‌های گله مادر گوشتی راس ۳۰۸ طی دوره آزمایش (۴۱ الی ۶۴ هفتگی).

ویژگی‌های کمی و کیفی اسپرم	تیمارهای آزمایشی*			ارزش P	SEM
	کنترل	کرامینو ۱۲۰۰	کرامینو ۱۶۰۰		
حجم منی (میلی‌لیتر)	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۵۴	۰/۰۱
غلظت اسپرم (×۱۰^{۶})	۴۷۹۵/۱۳	۵۲۹۳/۱۷	۵۷۱۷/۴۲	۰/۲۹	۳۹۵/۵۷
تحرک اسپرم (درصد)	۷۵/۷۷	۷۹/۵۴	۸۰/۹۰	۰/۵۳	۳/۲۵
حرکت پیش‌رونده (درصد)	۴۷/۸۲	۵۱/۶۹	۵۰/۷۴	۰/۵۸	۲/۶۹
اسپرم زنده (درصد)	۷۳/۷۱	۷۵/۴۴	۷۶/۱۹	۰/۷۴	۲/۲۷

*تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از کنترل: تیمار دریافت‌کننده جیره پایه، کرامینو ۱۲۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کرامینو ۱۶۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گوانیدینواستیک اسید.

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن بدن و وزن بیضه خروس‌های گله مادر گوشتی راس ۳۰۸ در پایان دوره آزمایش (۶۴ هفتگی).

تیمارهای آزمایشی*	وزن بدن (گرم)	وزن بیضه‌ها	وزن بیضه راست	وزن بیضه چپ	وزن نسبی بیضه‌ها
کنترل	۵۳۷۵	۱۹/۴۷	۹/۷۷	۹/۷۷	۰/۳۳
کرامینو ۱۲۰۰	۵۳۲۶/۷	۲۲/۹۰	۱۱/۵۰	۱۱/۴۷	۰/۴۱
کرامینو ۱۶۰۰	۵۷۵۰	۱۴/۰۷	۷/۲۰	۶/۹۳	۰/۲۷
ارزش P	۰/۶۴	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۷۶
SEM	۳۳۷/۱۰	۷/۷۸	۳/۸۹	۳/۹۴	۰/۱۳

*تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از شاهد: تیمار دریافت‌کننده جیره پایه، کرامینو ۱۲۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کرامینو ۱۶۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گوانیدینواستیک اسید.

جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بافت‌شناسی بیضه در خروس‌های گله مادر گوشتی راس ۳۰۸ در پایان دوره آزمایش (۶۴ هفتگی).

تیمارهای آزمایشی*	تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی	تعداد سلول‌های اسپرماتوسیت	تعداد سلول‌های اسپرماتید	تعداد سلول‌های اسپرماتوزوئید	تعداد سلول‌های سرتولی	تعداد سلول‌های لیدیگ	قطر مجرای سمینیفر (میکرومتر)	ضخامت اپیتلیوم زایا (میکرومتر)
کنترل	۷۲/۹۳^{b}	۶۶/۰۳^{b}	۷۱/۴۷^{c}	۸۰/۹۰	۴/۵۰	۲/۷۳^{b}	۱۳۱/۰۰^{b}	۴۳/۰۰^{b}
کرامینو ۱۲۰۰	۸۴/۰۷^{a}	۸۴^{a}	۸۴/۶۷^{b}	۸۴/۸۳	۴/۵۷	۳/۳۰^{a}	۱۶۸/۴۷^{a}	۷۱/۶۰^{a}
کرامینو ۱۶۰۰	۸۲/۲۷^{a}	۸۰/۴۳^{a}	۹۰/۵۷^{a}	۸۴/۱۷	۴/۰۷	۳/۳۷^{a}	۱۴۹/۰۷^{ab}	۶۵/۳۳^{a}
ارزش P	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	<۰/۰۰۱
SEM	۱/۵۷	۲/۰۴	۲/۰۱	۲/۱۳	۰/۲۸	۰/۱۳	۷/۲۹	۳/۱۳

*تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از کنترل: تیمار دریافت‌کننده جیره پایه، کرامینو ۱۲۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کرامینو ۱۶۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گوانیدینواستیک اسید. ^{b,a} حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان جوجه‌درآوری کل مرغان مادر گوشتی راس ۳۰۸ در سن ۴۱ الی ۶۴ هفتگی.

درصد جوجه‌درآوری کل				
زمان	تیمارهای آزمایشی*			میانگین اثر زمان
	کنترل	کرامینو ۱۲۰۰	کرامینو ۱۶۰۰	
۱	۷۳/۳۳	۷۸/۸۹	۹۴/۴۴	۸۲/۲۲^{a}
۲	۷۶/۶۶	۶۳/۳۳	۸۷/۷۸	۷۵/۹۳^{a}
۳	۷۳/۵۰	۶۶/۶۷	۹۴/۴۴	۷۸/۲۰^{a}
۴	۷۰/۰۰	۷۶/۶۷	۹۱/۱۱	۷۹/۲۶^{a}
۵	۶۲/۲۲	۷۱/۱۱	۷۲/۵۰	۶۸/۶۱^{ab}
۶	۳۷/۹۵	۵۷/۹۸	۵۸/۰۷	۵۱/۳۳^{b}
۷	۵۷/۳۶	۶۲/۳۱	۶۴/۳۱	۶۱/۳۳^{ab}
۸	۵۲/۳۷	۵۲/۷۸	۶۵/۶۲	۵۶/۹۳^{ab}
میانگین تیمارها	۶۲/۹۳	۶۶/۲۲	۷۸/۵۳	
	تیمار	زمان	تیمار×زمان	
ارزش P	۰/۳۲	۰/۰۰۲	۰/۸۷	
SEM	۷/۴۲	۶/۳۸	۱۱/۰۶	

*تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از کنترل: تیمار دریافت‌کننده جیره پایه، کرامینو ۱۲۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کرامینو ۱۶۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گوانیدینواستیک اسید. ^{b,a} حروف غیرمشابه در هر سطر نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد.

مطالعه حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. عادت‌پذیری خروس‌ها به جیره‌های آزمایشی و محیط پرورش به‌منظور بهبود باروری و جلوگیری از رفتار تهاجمی خروس‌ها از سن ۳۸ هفتگی شروع گردید. رکوردبرداری تیماره‌های آزمایشی از هفته ۴۱ شروع شد و به‌مدت ۲۰ هفته ادامه یافت. مدیریت شرایط سالن پرورش و مدیریت تغذیه گله براساس راهنمای پرورش مرغ

مادر گوشتی سویه راس ۳۰۸ صورت گرفت. در پایان هر هفته، خروس‌ها در هر جایگاه نگهداری پس از ۳ ساعت قطع دان، وزن‌کشی شده و متوسط افزایش وزن زنده هر خروس در هفته و در کل دوره براساس دفترچه راهنمای پرورش راس ۳۰۸ محاسبه شد. از هر خروس هفته‌ای ۱ بار اسپرم‌گیری (به روش دستی) انجام شد. نمونه‌های اسپرم در حمام آب گرم به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه صفات کمی و کیفی اسپرم شامل حجم منی، تراکم اسپرم، جنبایی کل، درصد جنبایی پیش‌رونده و درصد اسپرم زنده تعیین شدند. از روز نخست آغاز آزمایش با فواصل ۳۰ روزه از خروس‌ها ۵ مرحله خون‌گیری (از سیاهرگ بال) انجام شد و سرم نمونه‌های خون پس از جداسازی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا هنگام آنالیز نگهداری شدند. فراسنجه‌های خونی موردبررسی شامل کراتین، نیتریک اکساید، انسولین و تستوسترون بودند. همچنین در طول آزمایش میزان باروری یا نطفه‌داری تخم‌مرغ‌ها و میزان جوجه‌درآوری کل و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور نیز محاسبه و تعیین شد. در روز پایانی آزمایش، یک خروس از هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب و ذبح گردید. سپس بیضه‌ها جدا شده و وزن شدند. برش‌هایی از بیضه تهیه شده و پس از شست‌وشو با سرم فیزیولوژیک، در محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شده و به آزمایشگاه بافت‌شناسی منتقل شد تا پس از طی مراحل روتین تثبیت و رنگ‌آمیزی بافت، تعداد سلول‌های اسپرماتوگونیوم، اسپرماتوسیت، اسپرماتید، اسپرماتوزوآ، سرتولی و لیدیگ و نیز قطر مجرای سمینیفر و ضخامت اپیتلیوم زایا تعیین گردد. میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور و میزان جوجه‌درآوری کل نیز تعیین شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS با دو رویه repeated measurement و GLM بسته به ماهیت داده‌ها آنالیز شدند. نتایج به‌صورت LSmeans گزارش شد و سطح معنی‌داری ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج

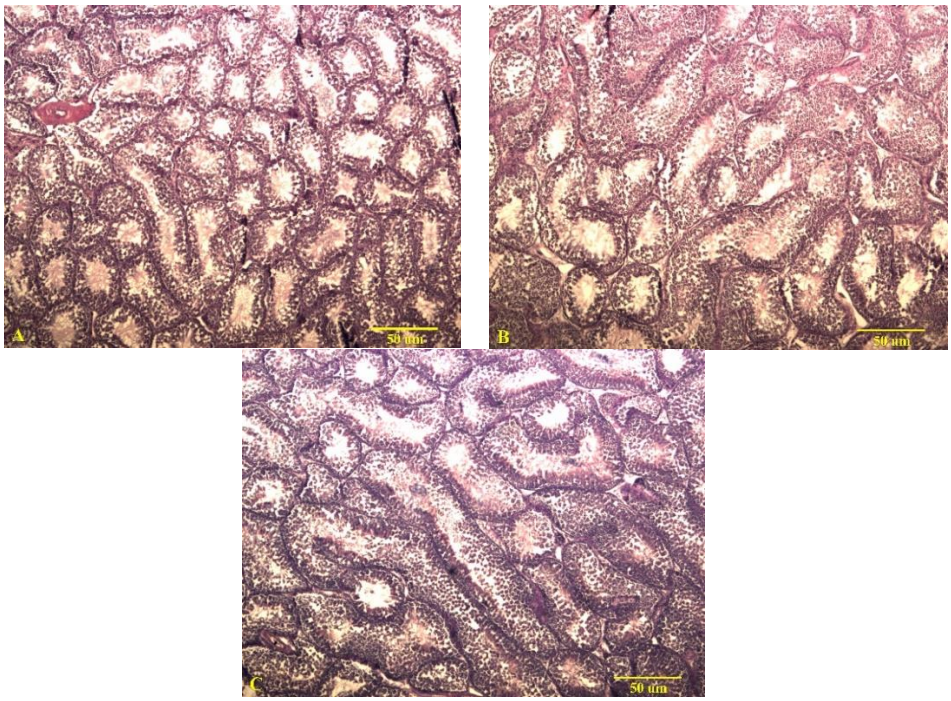
میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی اسپرم در کل دوره آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد ازنظر حجم منی، غلظت اسپرم، میزان جنبایی (تحرک) اسپرم، درصد اسپرم‌های دارای حرکت پیش‌رونده و همچنین درصد اسپرم‌های زنده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. اگرچه ازلحاظ عددی مصرف کرامینو موجب بهبود فراسنجه‌های کمی و کیفی اسپرم در مقایسه با گروه کنترل شد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن بدن خروس و وزن بیضه‌ها در پایان دوره آزمایش (۶۴ هفتگی) در جدول ۳ نشان داده شده است. باتوجه‌به نتایج ارائه‌شده در این جدول، مصرف ۲ سطح کرامینو تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن و وزن بیضه‌ها در خروس‌ها نداشت، هرچند ازلحاظ عددی مصرف سطح ۱۶۰۰ میلی‌گرم کرامینو موجب کاهش وزن بیضه‌ها گردید.

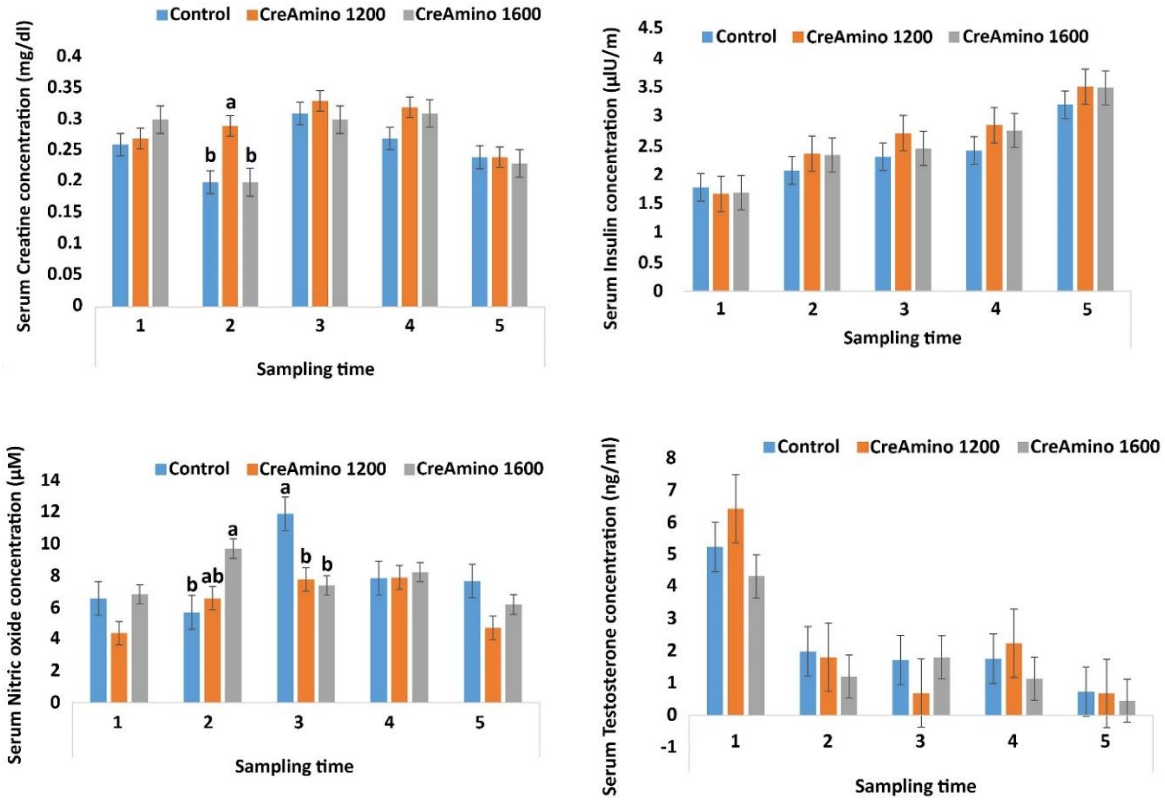
جدول ۶. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور مرغان مادر گوشتی راس ۳۰۸ در سن ۴۱ الی ۶۴ هفتگی.

درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور				
زمان	تیمارهای آزمایشی*			میانگین اثر زمان
	کنترل	کرامینو ۱۲۰۰	کرامینو ۱۶۰۰	
۱	۶۵/۸۱	۶۱/۲۱	۶۵/۱۹	۶۴/۰۷[a]
۲	۶۳/۳۱	۶۵/۹۳	۶۲/۷۴	۶۳/۹۹[a]
۳	۶۵/۸۱	۶۳/۴۳	۶۵/۹۳	۶۵/۰۶[a]
۴	۵۴/۷۰	۵۵/۵۶	۶۶/۶۷	۵۸/۹۸[a]
۵	۵۹/۰۷	۵۱/۸۰	۶۲/۹۴	۵۷/۹۴[a]
۶	۳۶/۱۶	۳۸/۴۹	۴۷/۸۷	۴۰/۸۴[b]
۷	۳۵/۵۸	۴۶/۵۱	۳۹/۲۳	۴۰/۴۴[b]
۸	۳۸/۹۲	۳۸/۲۷	۳۹/۰۶	۳۸/۷۵[b]
میانگین تیمارها	۵۲/۴۲	۵۲/۶۵	۵۶/۲۰	
	تیمار	زمان	تیمار×زمان	
ارزش P	۰/۳۸	<۰/۰۰۱	۰/۸۵	
SEM	۲/۰۸	۳/۰۹	۵/۳۶	

*تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از کنترل: تیمار دریافت‌کننده جیره پایه، کرامینو ۱۲۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کرامینو ۱۶۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گوانیدینواستیک اسید. [b,a] حروف غیرمشابه در هر سطر نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد.



تصویر ۱. برش عرضی لوله‌های سمینیفر بیضه با بزرگ‌نمایی ۴ درصد. A: گروه کنترل: تیمار دریافت‌کننده جیره پایه؛ B: کرامینو ۱۲۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)؛ C: کرامینو ۱۶۰۰، تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گوانیدینواستیک اسید. بزرگ‌نمایی تصاویر ۵۰ میکرومتر است.



تصویر ۲. تغییرات غلظت‌های کراتین، نیتریک اکساید، انسولین و تستوسترون سرم طی دوره آزمایش. فواصل بین زمان‌های خون‌گیری ۳۰ روز می‌باشد. کنترل: تیمار دریافت‌کننده جیره پایه، کرامینو ۱۲۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۲ درصد (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کرامینو ۱۶۰۰: تیمار حاوی سطح ۰/۱۶ درصد (۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گوانیدینواستیک اسید. ^{b,a} حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵).

در جدول ۴ تأثیر مصرف دو سطح کرامینو در مقایسه با گروه کنترل بر فراسنجه‌های بافت‌شناسی بیضه مشاهده شد. مصرف هر دو سطح کرامینو موجب افزایش معنی‌دار تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت، اسپرماتید، لیدیگ و همچنین افزایش قطر مجرای سمینیفر و ضخامت اپیتلیوم زایا در بیضه خروس‌ها در مقایسه با خروس‌های گروه کنترل شد ($P\leq$۰/۰۵). تعداد سلول‌های اسپرماتوزوئید و سرتولی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. ساختار بافت بیضه که دربرگیرنده لوله‌های سمینیفر است برای گروه‌های آزمایشی در تصویر ۱ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود تراکم سلولی در مجاری سمینیفر در گروه‌های دریافت‌کننده کرامینو در مقایسه با گروه کنترل بالاتر است که تأییدکننده نتایج ارائه‌شده در جدول ۴ است.

اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان جوجه‌درآوری کل و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور در گله مرغان مادر گوشتی راس ۳۰۸ در سنین ۴۱ الی ۶۴ هفتگی در جداول ۵ و ۶ نشان داده شده است. براساس نتایج ارائه‌شده در این دو جدول، مشاهده می‌شود تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر درصد جوجه‌درآوری کل و درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور نداشت؛ اما گذر زمان، به‌ویژه از زمان ششم نمونه‌گیری به بعد، اثر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌درآوری مرغان گله داشت ($P\leq$۰/۰۵)، به‌طوری‌که با افزایش سن گله، از میزان جوجه‌درآوری کاسته شد.

تغییرات هورمون‌ها و متابولیت‌های سرم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در تصویر ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی ازنظر غلظت انسولین و تستوسترون سرم وجود نداشت. غلظت کراتین سرم، در نوبت دوم نمونه‌گیری در گروه کرامینو ۱۲۰۰ به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از دو گروه دیگر بود ($P\leq$۰/۰۵)، اما در سایر دوره‌های نمونه‌گیری، تفاوت معنی‌داری ازنظر غلظت کراتین سرم بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت. غلظت نیتریک اکساید سرم در دوره دوم نمونه‌گیری برای گروه کرامینو ۱۶۰۰ به‌طور معنی‌داری بالاتر از دو گروه دیگر بود ($P\leq$۰/۰۵). در دوره سوم نمونه‌گیری، غلظت نیتریک اکساید برای گروه کنترل به‌طور معنی‌داری بالاتر از دو گروه دیگر بود ($P\leq$۰/۰۵). در سایر زمان‌های نمونه‌گیری، اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی ازنظر غلظت نیتریک اکساید وجود نداشت.

بحث

Namazizadegan و همکاران در سال ۲۰۱۶ گزارش دادند با افزودن گوانیدینو استیک اسید در سطوح صفر، ۰/۰۶، ۰/۱۲ و ۰/۱۸ درصد به جیره غذایی خروس‌ها و بررسی نمونه‌های اسپرم منجمد پس از یخ‌گشایی، مشاهده شد میانگین جنبایی کل و جنبایی پیش‌رونده در سطوح ۰/۱۲ و ۰/۱۸ درصد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود، اما تفاوتی در درصد زنده‌مانی اسپرم‌ها مشاهده نشد (۱۰). Tapeh و همکاران در سال ۲۰۱۷ با استفاده از سطوح صفر، ۶۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۸۰۰ میلی‌گرم گوانیدینو استیک اسید در هر کیلوگرم جیره به‌مدت ۲۴ هفته در خروس‌ها در سن ۲۹ هفتگی، گزارش کردند که سطح ۱۲۰۰ میلی‌گرم گوانیدینو استیک اسید موجب افزایش در غلظت اسپرم، تعداد کل اسپرم‌ها و حرکت پیش‌رونده اسپرم‌ها گردید. همچنین نرخ باروری با مصرف تمام سطوح گوانیدینو استیک اسید افزایش یافت (۶). در خروس‌های ۳۷ هفته‌ای که چهار سطح صفر، ۱/۳۵، ۲/۳۳ و ۳/۲۲ گرم در کیلوگرم جیره ال ـ آرژنین به‌مدت ۸ هفته دریافت کرده بودند، سطح ۲/۳۳ گرم در کیلوگرم ال ـ آرژنین موجب افزایش وزن بیضه، حجم اسپرم و حرکت رو به جلوی اسپرم گردید (۱۱).

اندازه بیضه بزرگ‌تر و گستردگی شبکه رگ‌های خونی، خون کافی برای بافت بیضه تأمین می‌کند و موجب می‌شود اسپرماتوژنز به‌طور بهینه انجام شود. زمانی که اسپرم‌ها در معرض محیط مناسبی قرار نداشته باشند، هم در مجاری اسپرم‌ساز و هم در اویداکت مرغ‌ها طول عمر کمتری خواهند داشت. با افزایش سن خروس، بیضه‌ها دچار تحلیل شده و مشابه همین روند در تولید اسپرم و غلظت تستوسترون قابل‌مشاهده است (۱۲). همچنین مشاهده شد خروس‌های گله مادر گوشتی که کمتر از ۳۸۰۰ گرم وزن داشتند، نابارور بوده و یا ناباروری تحت بالینی داشتند. همچنین سطوح پایینی از تستوسترون و غلظت‌های بالایی از کورتیکوسترون داشتند. برعکس، خروس‌های سنگین‌تر، بیضه‌های بزرگ و سالم‌تر، سطح تستوسترون بالاتر و غلظت کورتیکوسترون کمتری داشتند. بااین‌حال این خروس‌ها به‌دلیل سنگین‌وزن بودن موفقیت چندانی در جفت‌گیری نداشتند. فقدان همگنی بین خروس‌ها و وجود سلسله‌مراتب در گله، همواره با کاهش درصد جوجه‌درآوری همراه است که به‌عنوان ضعف خروس‌ها در جفت‌گیری و یا محدودیت دسترسی به مرغان تلقی می‌شود. کاهش باروری در خروس‌ها پس از سن ۴۵ هفتگی با کاهش در وزن بیضه‌ها، تولید اسپرم و سطح تستوسترون همراه است (۱۲).

در خروس‌های ۳۷ هفته‌ای که چهار سطح صفر، ۱/۳۵، ۲/۳۳ و ۳/۲۲ گرم در کیلوگرم جیره ال ـ آرژنین به‌مدت ۸ هفته دریافت کرده بودند، مشاهده شد سطح ۳/۲۲ گرم در کیلوگرم ال ـ آرژنین موجب افزایش در قطر مجرای لوله‌های سمینیفر، تعداد سلول‌های لیدیگ، اسپرماتیدها و سلول‌های اسپرم گردید؛ اما پرندگانی که ۲/۳۳ گرم در کیلوگرم ال ـ آرژنین مصرف کرده بودند قطر لوله‌های سمینیفر، تعداد سلول‌های سرتولی و اسپرماتوگونیای بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند (۱۱). Nasirikhah و همکاران در سال ۲۰۱۹ مشاهده کردند سطوح مصرفی گوانیدینواستیک اسید در خروس‌های جوان گله مادر گوشتی (صفر، ۶۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره در روز به‌مدت ۲۶ هفته)، تأثیری بر وزن بیضه، قطر مجاری سمینیفر و تعداد رگ‌های خونی بیضه‌ها نداشتند، در مقابل ضخامت اپیتلیوم زایا، تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی و سلول‌های لیدیگ و درنتیجه میزان اسپرماتوژنز افزایش یافت. همچنین مشاهده کردند استفاده از سطح ۱۲۰۰ میلی‌گرم گوانیدینواستیک اسید در هر کیلوگرم جیره بالاترین میزان باروری را ازطریق افزایش تولید اسپرم، تراکم اسپرم و درصد جنبایی پیش‌رونده به دست آورد (۹). این بهبود در تولید اسپرم در خروس‌های مسن را می‌توان به افزایش جمعیت سلول‌های سرتولی و اسپرماتوگونی نسبت داد که به افزایش در ضخامت اپیتلیوم مجاری سمینیفر و اسپرماتوژنز و درنهایت به افزایش تراکم اسپرم منجر می‌شود. بهبود در جنبایی پیش‌رونده اسپرم می‌تواند به‌دلیل فراهمی بیشتر انرژی (ATP) ازطریق فسفوریلاسیون کراتین باشد (۱۳، ۱۴).

در خروس مسن، حجم منی و تعداد اسپرماتوزوییدها در هر انزال و توانایی باروری اسپرماتوزوییدها کاهش می‌یابد. کیفیت اسپرم به‌عنوان یک عامل مهم در باروری، ممکن است به اندازه رفتار جفت‌گیری مؤثر نباشد (۱۵). بدین ترتیب، بررسی وضعیت تغذیه خروس ازلحاظ ماده افزودنی برای تداوم رفتار جفت‌گیری در سنین بالای ۴۰ هفته می‌تواند راه‌حلی برای این مسئله باشد. با افزایش سن، توان جسمانی خروس‌ها برای نشان دادن رفتار جفت‌گیری کاهش می‌یابد که دلیل اصلی و عمده آن ضعف ماهیچه‌ای و عدم ذخیره مقدار کافی انرژی در این ماهیچه‌های ضعیف است. نیاز ماهیچه‌ها به برخی آمینواسیدها (مانند آرژنین، ایزولوسین، والین، متیونین و تریپتوفان) برای عملکرد مناسب، در پرورش گله‌های مادر مهم می‌باشد. این مهم، به‌ویژه هنگام بروز رفتار جفت‌گیری در خروس‌ها که نیازمند فعالیت ماهیچه‌ای شدید و خسته‌کننده است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ بنابراین باتوجه‌به این توضیحات، لزوم استفاده از مواد انرژی‌زای ماهیچه‌ای و پروفایل مناسب آمینواسیدی، مانند کراتین که نقش مهمی در متابولیسم انرژی سلول‌ها و به‌خصوص سلول‌های ماهیچه‌ای، به‌ویژه در خروس با سن بالا ایفا می‌کند وجود دارد (۵). به‌طوری‌که گزارش شده استفاده از کراتین در جیره غذایی گله‌های مادر گوشتی (از سن ۵۰ تا ۶۰ هفتگی) سبب افزایش باروری و جوجه‌درآوری می‌شود (۱). جوجه‌درآوری کل و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور در مطالعه حاضر، اگرچه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما به‌طور غیرمعنی‌داری مصرف کرامینو موجب بهبود این دو صفت گردید.

در مطالعه‌ای که Ringel و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام دادند، گزارش شد گوانیدینواستیک اسید می‌تواند به‌عنوان یک منبع کافی و مؤثر از کراتین عمل کرده و متابولیسم انرژی را در ماهیچه‌ها بهبود بخشد (۱۶). سطوح تستوسترون در خروس‌هایی که ۲/۳۳ گرم در کیلوگرم ال ـ آرژنین دریافت کرده بودند، افزایش یافت (۱۱). Azizollahi و همکاران در سال ۲۰۲۴ در مطالعه خود نشان دادند مصرف ۰/۶ گرم بر کیلوگرم گوانیدینواستیک اسید در جیره مرغ‌های تخم‌گذار مسن (۵۲ هفته) به افزایش غلظت کراتین و نیتریک اکساید و کاهش مالون دی‌آلدئید در سرم خون منجر شد (۱۷). Salah و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند با استفاده از سطوح ۱/۰۰ و۵ ۱/ گرم بر کیلوگرم گوانیدینواستیک اسید در مرغ‌های تخم‌گذار، سطوح نیتریک اکساید کبدی در مقایسه با سطوح صفر و ۰/۵ گرم بر کیلوگرم، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که غلظت مالون دی‌آلدئید به‌طور خطی با افزایش سطوح GAA کاهش یافت (۱۸).

نتیجه‌گیری نهایی: باتوجه‌به نتایج مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد مصرف کرامینو در سطح ۱۲۰۰ میلی‌گرم در جیره خروس‌ها به‌مدت ۲۰ هفته صفات مربوط به اسپرم و بافت بیضه را به‌طور نسبی بهبود بخشید، اما تأثیر معنی‌داری بر میزان جوجه‌درآوری کل و جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های بارور نداشت. این امر می‌تواند به سن خروس‌ها در زمان آغاز مصرف کرامینو، مدت‌زمان استفاده از آن و سایر شرایط مدیریتی مرتبط باشد. برای درک بهتر علل دخیل در این امر به مطالعات بیشتری نیاز است.

ملاحظات اخلاقی

در طول دوره مطالعه و نیز در تمام مراحل نمونه‌گیری، اصول اخلاقی زیستی بر پایه مقررات مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور در خصوص نحوه برخورد و بهره‌گیری از حیوانات مزرعه با شناسه ASRI-2016-95014 تطابق داشت.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان مراتب سپاس خود را از حمایت‌های مادی و معنوی شرکت پژوهش و توسعه کشاورزی کوثر و مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور جهت اجرای مطالعه حاضر ابراز می‌دارند.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافعی در ارتباط با این مطالعه وجود ندارد.

References

1. Asiriwardhana M, Bertolo RF. Guanidinoacetic acid supplementation: A narrative review of its metabolism and effects in swine and poultry. Front Anim Sci. 2022;3:972868. doi: 10.3389/fanim.2022.972868

2. Nemati Z, Dehghani P, Karimi A, Amirdahri S, Kianifard D. Effects of ginger (*Zingiber officinale*) supplementation on testicular histology, semen characteristics, blood plasma parameters, and reproductive performance in aged broiler breeder roosters. J Anim Physiol Anim Nutr. 2022;107(3):907-919. doi: 10.1111/jpn.13779 PMID: 36245294

3. Teixeira RHS, Arele AF, Izabel AAC, Kazue MIH, Guilherme NK, Rocha FP, et al. Brazilian tables for poultry and swine: Composition of feedstuffs and nutritional requirements. 5th ed. Teixeira RHS editors. 2024. Viçosa, Brazil. doi: 10.26626/978-85-8179-212-5.2024.b001

4. Khajali F, Lemme A, Rademacher-Heilshorn M. Guanidinoacetic acid as a feed supplement for poultry. World's Poult Sci J. 2020;76(2):270-291. doi: 10.1080/00439339.2020.1716651

5. Murakami AE, Rodrigueiro RJB, Santos TC, Ospina-Rojas IC, Rademacher M. Effects of dietary supplementation of meat-type quail breeders with guanidinoacetic acid on their reproductive parameters and progeny performance. Poult Sci. 2014;93(9):2237-2244. doi: 10.3382/ps.2014-03894 PMID: 24974392

6. Tapeh RS, Zhandi M, Zaghari M, Akhlaghi A. Effects of guanidinoacetic acid diet supplementation on semen quality and fertility of broiler breeder roosters. Theriogenology 2017;89:178–182. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.11.012 PMID: 28043349

7. Sharideh H, Neia LE, Zaghari M, Zhandi M, Akhlaghi A, Lotfi L. Effect of feeding guanidinoacetic acid and L-arginine on the fertility rate and sperm penetration in the perivitelline layer of aged broiler breeder hens. J Anim Physiol Anim Nutr. 2015;100(2):316–322. doi: 10.1111/jpn.12372 PMID: 26216477

8. Khakran G, Chamani M, Foroudi F, Sadeghi AA, Afshar MA. Effect of guanidineacetic acid addition to corn-soybean meal-based diets on productive performance, blood biochemical parameters and reproductive hormones of laying hens. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 2017;24:99–105. doi: 10.9775/kvfd.2017.18407

9. Nasirikhah A, Zhandi M, Shakeri M, Sadeghi M, Ansari M, Deldar H, et al. Dietary guanidinoacetic acid modulates testicular histology and expression of c-Kit and STRA8 genes in roosters. Theriogenology. 2019;130:140-145. doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.03.006 PMID: 30893638

10. Namazizadegan M, Shakeri M, Zhendi M, Zaghari M, Shahabi R. Evaluation of the effect of guanidinoacetic acid nutritional additive on the freezing ability of rooster spermatozoa. Anim Prod. 2016;18(1):183-190. (In Persian).

11. Ahangar M, Asadzadeh S, Rezaeipour V, Zareh Shahneh A. Effects of L-arginine supplementation on semen quality, testosterone concentration and testes histological parameters of Ross 308 breeder roosters. Asian Pac J Reprod. 2017;6(3):133-135. doi: 10.12980/apjr.6.20170307

12. Fragoso JS, Pizarro Díaz M, Moreno JCA, Casanovas IP, Rodriguez-Bertos A, Barger, K. Relationships between fertility and some parameters in male broiler breeders (body and testicular weight, histology and immunohistochemistry of testes, spermatogenesis and hormonal levels). Reprod Domest Anim. 2013;48(2):345-52. doi: 10.1111/j.1439-0531.2012.02161.x PMID: 22957657

13. Chao HH, Zhang Y, Dong PY, Gurunathan S, Zhang XF. Comprehensive review on the positive and negative effects of various important regulators on male spermatogenesis and fertility. Front Nutr. 2023;9:1063510. doi: 10.3389/fnut.2022.106351 PMID: 36726821

14. Dong S, Chen C, Zhang J, Gao Y, Zeng X, Zhang X. Testicular aging, male fertility and beyond. Front Endocrinol. 2022;13:1012119. doi: 10.3389/fendo.2022.1012119 PMID: 36313743

15. Abudabos A. The effect of broiler breeder strain and parent flock age on hatchability and fertile hatchability. Int J Poult Sci. 2010;9(3):231-235. doi: 10.3923/ijps.2010.231.235

16. Ringel J, Lemme A, Redshaw MS, Damme K. The effects of supplemental guanidinoacetic acid as a precursor of creatine in vegetable broiler diets on performance and carcass parameters. Poult Sci. 2008;87(Suppl. 1):72-78.

17. Azizollzhi M, Ghasemi HA, Foroudi F, Hajkhodadadi I. Effect of guanidinoacetic acid on performance, egg quality, yolk fatty acid composition, and nutrient digestibility of aged laying hens fed diets with varying substitution levels of corn with low-tannin sorghum. Poult Sci. 2024;103(2):103297. doi: 10.1016/j.psj.2023.103297 PMID: 38104413

18. Salah AS, Ahmed-Farid OA, El-Tarabany MS. Effects of guanidinoacetic acid supplements on laying performance, egg quality, liver nitric oxide and energy metabolism in laying hens at the late stage of production. J Agric Sci. 2020;158(3):241–246. doi: 10.1017/s0021859620000477