



اثر افزودن سلنیوم آلی بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خون و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در تراکم‌های مختلف پرورش

فرهاد مهدی‌خانی^۱، مژگان مظهري^۲، امیدعلی اسماعیلی پور^۲، مرتضی مختاری^۲

^۱ دانش آموخته دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، کرمان، ایران

^۲ گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۴ اردیبهشت ماه ۱۴۰۱، تاریخ پذیرش: ۲۳ خرداد ماه ۱۴۰۱

doi: 10.22059/jvr.2022.343604.3263

20.1001.1.20082525.1401.77.2.2.9

چکیده

زمینه مطالعه: تراکم گله یکی از مسائل مهم در صنعت پرورش طیور است، که با تولید و رفاه طیور ارتباط دارد.

هدف: مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر استفاده از مکمل آلی سلنیوم بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در تراکم‌های مختلف پرورش انجام شد.

روش کار: تعداد ۲۱۶ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ با دو سطح تراکم (۷ و ۱۵ جوجه در مترمربع) و دو سطح سلنومتیونین (صفر و ۰/۴ میلی‌گرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند.

نتایج: خوراک مصرفی و افزایش وزن در کل دوره به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح تراکم و سلنومتیونین قرار گرفتند ($P < 0.05$). در تراکم ۱۵ قطعه، خوراک مصرفی و افزایش وزن کاهش و ضریب تبدیل خوراک افزایش یافت ($P < 0.05$). افزودن سلنومتیونین، خوراک مصرفی و افزایش وزن را افزایش داد ($P < 0.05$). با افزایش تراکم گله گلوکز خون افزایش یافت ($P < 0.05$). میزان گلوکوتاتیون پراکسیداز و لنفوسیت خون در تراکم ۱۵ قطعه کاهش و با افزودن ۰/۴ میلی‌گرم سلنومتیونین افزایش یافت ($P < 0.05$). افزایش تراکم گله سبب افزایش درصد هتروفیل خون و افزودن سلنومتیونین سبب کاهش آن شد ($P < 0.05$). اسیدیته و افت پخت گوشت تحت تأثیر تراکم پرورش قرار نگرفتند. افت خونابه در تراکم ۱۵ قطعه، افزایش و ظرفیت نگهداری آب کاهش یافت. افزودن سلنومتیونین ظرفیت نگهداری آب را افزایش و افت خونابه و افت پخت را کاهش داد ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری نهایی: در مجموع، با توجه به نتایج مطالعه حاضر، افزایش تراکم گله اثر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی داشت، در حالی که استفاده از سلنومتیونین در جیره به میزان ۰/۴ میلی‌گرم، منجر به بهبود صفات عملکردی، متابولیت‌های خونی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی شد.

کلمات کلیدی: افت پخت، تراکم، جوجه گوشتی، سلنومتیونین، گلوکوتاتیون پراکسیداز

کپی‌رایت © مجله تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: مژگان مظهري، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، کرمان، ایران

پست الکترونیکی: mozhgan.mazhari@gmail.com

مقدمه

فرض میانگین وزن نهایی بدن ۲/۵ کیلوگرم، فراتر نرود، با این حال، اگر تراکم گله از حد مناسب فراتر رود، به دلیل افزایش مشکلات بهداشتی و کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی، بهره‌وری به مراتب کاهش می‌یابد (۲). افزایش تراکم گله می‌تواند تنش‌زا باشد و تأثیر منفی بر عملکرد و ایمنی جوجه‌های گوشتی داشته باشد (۳). گزارش شده است که

در صنعت پرورش جوجه گوشتی، یکی از مهم‌ترین عوامل تنش‌زا، پرورش پرندگان تحت تراکم بالا است. تراکم گله برای جوجه‌های گوشتی بر اساس تعداد پرندگان یا کل وزن زنده پرندگان در یک فضای ثابت تعریف می‌شود (۱). افزایش تراکم گله، اثرات اقتصادی مفیدی حاصل می‌کند، مشروط به این‌که از محدوده بهینه ۳۴ تا ۴۰ کیلوگرم در مترمربع با

مخمر غنی از سلنیوم و سلنومتیونین بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی مقایسه و نتایج نشان داد که بیشترین ذخیره سلنیوم در بافت‌ها و بالاترین وضعیت آنتی‌اکسیدانی در جوجه‌های تغذیه شده با سلنومتیونین مشاهده شد (۱۴). بنابراین با توجه به نقش سلنیوم در بهبود عملکرد، ایمنی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر افزودن سلنومتیونین بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خونی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در تراکم‌های مختلف گله انجام شد.

مواد و روش کار

جهت انجام مطالعه حاضر از ۲۱۶ قطعه جوجه گوشتی نر سویه تجاری راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار در ۲۰ واحد آزمایشی با ابعاد ۱/۲×۱ متر استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح سلنومتیونین (صفر و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) و دو سطح تراکم پرورش (۹ و ۱۸ پرنده در هر واحد آزمایشی یا ۷ و ۱۵ پرنده در هر مترمربع) بودند. مکمل سلنومتیونین با غلظت یک در ۱۰۰۰ بود یعنی در هر یک کیلوگرم آن ۱ گرم سلنیوم موجود بود و برای تأمین ۰/۴ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره میزان ۰/۴ گرم از مکمل استفاده می‌شد. مکمل به صورت پودر بود که پس از محاسبه غلظت مورد نیاز به ازای کیلوگرم جیره ابتدا به ۱ کیلوگرم از خوراک هر پن اضافه شده و بعد این ۱ کیلو به تدریج با بقیه خوراک پن مخلوط شد. خوراک به صورت هفتگی تهیه و مکمل اضافه شد. در طول دوره پرورش که تا سن ۴۲ روزگی به طول انجامید، دسترسی پرندگان به آب و خوراک آزاد بود و مراقبت‌های لازم بر اساس روش‌های توصیه شده سویه تجاری راس ۳۰۸ انجام گرفت. جیره‌ها برای تأمین مواد مغذی توصیه شده سویه تجاری راس برای سه دوره آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۵ روزگی) و پایانی (۲۶ تا ۴۲ روزگی) تنظیم شدند (جدول ۱).

به منظور پیشگیری از بیماری‌ها، با توجه به شرایط منطقه، برنامه واکسیناسیون برای جوجه‌ها اعمال گردید. مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک به صورت گرم خوراک مصرفی به گرم رشد محاسبه شدند. تلفات به صورت روزانه وزن و ثبت شدند. مصرف خوراک و

تراکم بالای گله پرورشی باعث کاهش وزن بدن، مصرف خوراک و بازده خوراک در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۴،۵). همچنین افزایش تراکم گله سبب کاهش ظرفیت جذب از طریق اختلال در ساختار پرزهای روده کوچک در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۶،۷). تنش ناشی از افزایش تراکم گله تأثیر منفی بر جمعیت میکروبی روده با کاهش باکتری‌های مفید و افزایش باکتری‌های بیماریزا دارد و سبب کاهش عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۸). در مطالعه‌ای اثر تراکم‌های مختلف گله شامل تراکم پایین (۷/۵ پرنده در مترمربع) و تراکم بالا (۱۵ پرنده در متر مربع) در جوجه‌های گوشتی بررسی و نتایج نشان داد که پرورش جوجه‌ها در تراکم بالا سبب کاهش مصرف خوراک و وزن و افزایش ضریب تبدیل خوراک در دوره پایانی در مقایسه با پرورش جوجه‌ها در تراکم پایین شد (۹). همچنین در مطالعه‌ای دیگری اثر تراکم نرمال (۱۰ پرنده) و تراکم بالا (۱۶ پرنده در مترمربع) بر عملکرد و ایمنی در جوجه‌های گوشتی بررسی و نتایج نشان داد که تراکم نرمال منجر به ضریب تبدیل خوراک بهتر و همچنین تیترا آنتی‌بادی بالاتر در برابر بیماری نیوکاسل در مقایسه با تراکم بالا شد (۱۰).

سلنیوم یکی از مواد معدنی ضروری است که برای رشد و تولید بهینه در پرندگان مورد نیاز است. این عنصر از چندین عملکرد مرتبط با تولید، باروری و پیشگیری از بیماری‌های طیور پشتیبانی می‌کند. همچنین به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از آنزیم گلوکوتایون پراکسیداز، به کنترل سطوح پراکسید هیدروژن و پراکسیدهای چربی که در طی فعالیت متابولیکی نرمال تولید می‌شوند، کمک می‌کند. مکمل سلنیوم به دو شکل معدنی (سلنیت سدیم و سلنات سدیم) و آلی (سلنوسیستئین، سلنومتیونین و مخمر غنی از سلنیوم) وجود دارد (۱۱). نتایج مطالعات نشان داده است که افزودن فرم‌های آلی مکمل سلنیوم بر عملکرد، خواص آنتی‌اکسیدانی و ایمنی جوجه‌های گوشتی در فصل تابستان تأثیر مثبتی داشته است (۱۲). محققین افزایش غلظت آنزیم گلوکوتایون پراکسیداز، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش غلظت مالون دی‌آلدهید در سرم خون، کبد و کلیه را با افزودن ۰/۳ میلی‌گرم سلنومتیونین در هر کیلوگرم جیره جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی گزارش کرده‌اند (۱۳). در مطالعه‌ای اثر منابع مختلف سلنیوم شامل سلنیت سدیم،

شد. گلوکاتایون پراکسیداز با روش پیشنهادی انجمن شیمی کلینیک آلمان (DGKC) در آزمایشگاه دامپزشکی شاخص کرمان اندازه‌گیری شد. نیمی دیگر از نمونه‌های خون جهت تعیین تعداد سلول‌های خونی در لوله‌های حاوی هپارین جمع‌آوری شده و پس از همگن‌سازی نمونه خون گسترش آن تهیه شد. سلول‌های خونی روی گسترش توسط متانول ثابت شده و با محلول گیمسا رنگ‌آمیزی شدند. برای اندازه‌گیری تعداد لکوسیت‌ها (هتروفیل و لنفوسیت)، تعداد ۱۰۰ لکوسیت مورد شمارش قرار گرفتند.

ضریب تبدیل خوراک برای تلفات تصحیح شدند. در انتهای مطالعه دو پرنده از هر قفس به طور تصادفی انتخاب و خون‌گیری از سیاهرگ زیر بال انجام گرفت. از نیمی از نمونه‌های خون پس از تفکیک لخته، نمونه سرم جدا و با دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. صفات بیوشیمیایی سرم شامل گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول با استفاده از دستگاه اتو آنالایزر بیوشیمی بالینی (AUTOLAB, Ames, Rome, Italy) با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون تهران، ایران اندازه‌گیری

جدول ۱. ترکیب جیره‌های آزمایشی در سه دوره آغازین، رشد و پایانی.

درصد ترکیبات	آغازین (یک تا ۱۰)	رشد (۱۱ تا ۲۴)	پایانی (۲۵ تا ۴۲)
ذرت	۵۰/۹۲	۵۴/۲۶	۵۸/۸۷
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۴۱/۷۱	۳۷/۸۴	۳۳/۴۴
روغن سویا	۳/۴۲	۴/۳۳	۴/۱۶
دی کلسیم فسفات	۱/۴۵	۱/۲۵	۱/۲۳
کربنات کلسیم	۱/۳۰	۱/۲۱	۱/۱۸
کلرید سدیم	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۲۹
دی ال متیونین	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۲
ال-لیزین	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۲۱
مکمل ویتامین و معدنی ^۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
مقادیر محاسبه شده			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۲۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۳	۲۱/۵	۲۰
کلسیم (درصد)	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۱
فسفر (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۱
سدیم (درصد)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر (درصد)	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲۲
لیزین (درصد)	۱/۴۴	۱/۲۹	۱/۱۹
متیونین (درصد)	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۴۸

^۱مقدار مواد معدنی و ویتامین‌ها در هر کیلوگرم خوراک: ۰/۲ میلی‌گرم منگنز، ۰/۳ میلی‌گرم آهن، ۰/۱۵ میلی‌گرم روی، ۰/۲۵ میلی‌گرم مس، ۰/۰۰۲۴ میلی‌گرم ید، ۰/۰۰۶۲۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۳۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳/۷۵ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۰/۱۵ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۰/۰۰۵ میلی‌گرم ویتامین K₃، ۰/۰۰۶ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۰/۰۱۲ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۰/۰۷۵ میلی‌گرم B₃، ۰/۰۴ میلی‌گرم B₅، ۰/۰۰۷۵ میلی‌گرم B₆، ۰/۰۰۲۵ میلی‌گرم فولیک، ۰/۰۰۰۷ میلی‌گرم B₁₂، ۰/۰۰۰۴ میلی‌گرم بیوتین و ۰/۱۲۵ میلی‌گرم کولین کلراید.

جدول ۲. اثر سطوح مختلف تراکم (۷ و ۱۵ قطعه در مترمربع) و مکمل سلنومتیونین (صفر و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در ۴۲ روز پرورش جوجه‌های گوشتی.

اثر تراکم				اثر تراکم × سلنومتیونین				اثر سلنومتیونین			
۷		۱۵		۷		۱۵		صفر		۰/۴	
SEM	P-Value	SEM	P-Value	SEM	P-Value	SEM	P-Value	SEM	P-Value	SEM	P-Value
۲۸۶۳/۳ ^b	<۰/۰۰۰۱	۲۲۴۰/۳ ^b	<۰/۰۰۰۱	۲۸۹۶/۱ ^a	<۰/۰۰۰۱	۲۲۲۳/۸ ^b	<۰/۰۰۰۱	۲۴۹۶/۱ ^a	<۰/۰۰۰۱	۲۴۹۶/۱ ^a	<۰/۰۰۰۱
۴۴۲۰/۳ ^a	<۰/۰۰۰۱	۲۵۷۹/۷ ^a	<۰/۰۰۰۱	۴۳۱۴/۸ ^{ab}	<۰/۰۰۰۵	۲۴۵۹/۸ ^b	<۰/۰۰۰۱	۴۰۷۱/۷ ^b	<۰/۰۰۰۱	۴۳۱۴/۸ ^{ab}	<۰/۰۰۰۵
۱/۷۱	<۰/۰۰۰۱	۱/۷۲	<۰/۰۰۰۱	۱/۶۷	<۰/۰۰۰۱	۱/۷۵	<۰/۰۰۰۱	۱/۶۷	<۰/۰۰۰۱	۱/۷۵	<۰/۰۰۰۱
۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱

^{a,b} میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی‌دار هستند ($P < 0/05$).

جدول ۳. اثر سطوح مختلف تراکم (۷ و ۱۵ قطعه در مترمربع) و مکمل سلنومتیونین (صفر و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی.

تراکم × سلنومتیونین						اثر سلنومتیونین (mg/kg)				اثر تراکم (پرنده/m ²)				
P-Value	SEM	۰/۴ × ۱۵	۰ × ۱۵	۰/۴ × ۷	۰ × ۷	P-Value	SEM	۰/۴	صفر	P-Value	SEM	۱۵	۷	مقابله‌ها
۰/۸۲	۴/۳۴	۲۳۵/۰	۲۴۰/۳	۲۲۶/۳	۲۲۹/۶	۰/۳۴	۲/۰۷	۲۳۰/۷	۲۳۵/۰	۰/۰۵	۳/۱	۲۳۷/۶ ^a	۲۲۸/۰ ^b	گلوکز (mg/dl)
۰/۳۹	۶/۸۶	۱۱۶/۰	۱۱۶/۰	۱۰۴/۶	۱۱۷/۰	۰/۳۹	۴/۸۵	۱۱۰/۳۳	۱۱۶/۵۰	۰/۴۷	۴/۸۵	۱۱۶/۰	۱۱۰/۸	کلسترول (mg/dl)
۰/۷۴	۴/۸۳	۶۲/۰	۶۳/۳	۶۰/۰	۶۴/۶	۰/۵۵	۳/۴۱	۶۱/۰	۶۴/۰۵	۰/۹۴	۳/۴۱	۶۲/۶	۶۲/۳	تری‌گلیسرید (mg/dl)
۰/۱۷	۲/۲۲	۱۲۴/۳	۱۱۷/۳	۱۳۸/۶	۱۲۵/۰	۰/۰۰۲	۱/۵۷	۱۳۱/۵ ^a	۱۲۰/۳ ^b	۰/۰۰۱	۱/۵۷	۱۲۰/۸ ^b	۱۳۱/۸ ^a	گلوکاتینون پراکسیداز (u/ml)
۰/۳۱	۱/۳۴	۶۷/۶۷	۶۲/۶۷	۷۰/۶۷	۶۵/۳۳	۰/۰۲	۰/۸۷	۶۷/۷ ^a	۶۳/۷ ^b	۰/۰۰۸	۰/۸۷	۶۳/۷ ^b	۶۸/۰ ^a	لنفوسیت (درصد)
۰/۳۱	۱/۳۴	۳۵/۳۳	۳۷/۳۳	۲۹/۳۳	۳۴/۶۷	۰/۰۲	۰/۸۷	۳۲/۳ ^b	۳۶/۰ ^a	۰/۰۰۸	۰/۸۸	۳۶/۳ ^a	۳۲/۰ ^b	هتروفیل (درصد)

^{a,b} میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

جدول ۴. اثر سطوح مختلف تراکم (۷ و ۱۵ قطعه در مترمربع) و مکمل سلنومتیونین (صفر و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بر ویژگی‌های کیفی گوشت جوجه‌های گوشتی.

تراکم × سلنومتیونین						اثر سلنومتیونین (mg/kg)				اثر تراکم (پرنده/m ²)				
P-Value	SEM	۰/۴ × ۱۵	۰ × ۱۵	۰/۴ × ۷	۰ × ۷	P-Value	SEM	۰/۴	صفر	P-Value	SEM	۱۵	۷	صفات
۰/۷۰	۰/۰۵	۶/۹۲	۶/۸۹	۶/۹۸	۶/۹۱	۰/۴۱	۰/۰۴	۶/۹۵	۶/۹۰	۰/۴۹	۰/۰۴	۶/۹۱	۶/۹۵	pH
۰/۴۲	۱/۰۴	۵۱/۰۰	۴۶/۲۵	۵۲/۷۵	۵۰/۷۵	۰/۰۰۳	۰/۷۴	۵۲/۳۸ ^a	۴۸/۵۰ ^b	۰/۰۰۵	۰/۷۴	۴۸/۶۳ ^b	۵۲/۲۵ ^a	ظرفیت نگهداری آب (درصد)
۰/۵۵	۰/۶۹	۳۵/۵۵	۳۸/۲۰	۳۴/۱۵	۳۷/۶۵	۰/۰۰۰۹	۰/۴۹	۳۴/۸۵ ^b	۳۷/۹۳ ^a	۰/۱۸	۰/۴۹	۳۶/۸۷	۳۵/۹۰	افت پخت (درصد)
۰/۴۴	۰/۲	۱۴/۹۰	۱۶/۲۵	۱۳/۵۷	۱۴/۶۰	< ۰/۰۰۰۱	۰/۱۴	۱۴/۲۳ ^b	۱۵/۴۲ ^a	< ۰/۰۰۰۱	۰/۱۴	۱۵/۵۸ ^a	۱۴/۰۸ ^b	افت خونابه (درصد)

^{a,b} میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

(۱۵)

$$\text{وزن پس از خشک کردن (گرم)} - \text{وزن پس از سانتریفیوژ (گرم)} = \text{ظرفیت نگهداری آب} \times 100 \div \text{وزن اولیه}$$

برای اندازه‌گیری افت خونابه یک قطعه ۱۰ الی ۲۰ گرمی از گوشت سینه مرغ توزین و در پارچه کتان خالص قرار داده شد، سپس نمونه مورد نظر در پاکت پلاستیکی گذاشته شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار گرفت و دقت شد که گوشت با پلاستیک تماس نداشته باشد. پس از ۲۴ ساعت گوشت به آرامی روی پارچه کتان مالش داده شد و دوباره وزن شد. درصد افت خونابه طبق فرمول زیر محاسبه گردید (۱۶).

$$\text{وزن نهایی (گرم)} - \text{وزن اولیه (گرم)} = \text{درصد افت خونابه} \times 100 \div \text{وزن اولیه}$$

پس از کشتار، گوشت سینه از لاشه جدا و به دو نیمه تقسیم شد، سپس به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. پارامترهای کیفیت گوشت، یک روز پس از کشتار اندازه‌گیری شدند. رطوبت با روش معمول AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری pH، ۵ گرم از نمونه گوشت خام در ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر هم زده شد تا یکنواخت شود. سپس با استفاده از گاز استریل صاف کرده و با pH متر (Sartorius مدل Professional Meter pp-50، کشور آلمان) در دمای اتاق pH نمونه‌ها خوانده شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب گوشت، ۱ گرم نمونه داخل گاز استریل قرار گرفت و به مدت ۴ دقیقه با دور ۱۵۰۰ سانتیفریوژ شد. پس از سانتریفیوژ به آرامی خشک و دوباره وزن شد، پس از توزین، نمونه به مدت ۲۴ ساعت در آن با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و سپس وزن گردید و درصد ظرفیت نگهداری آب طبق فرمول زیر محاسبه شد

سلنومیونین درصد لنفوسیت را افزایش و هتروفیل را کاهش داد ($P < 0/05$).

اثر تیمارهای مختلف بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در **جدول ۴**، نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم گله، افت خونابه افزایش و ظرفیت نگهداری آب گوشت کاهش یافت ($P < 0/05$). افزودن سلنومیونین منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش افت خونابه و پخت گردید ($P < 0/05$). برهم کنش تیمارها بر کیفیت گوشت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

بحث

نتایج مطالعات انجام گرفته روی تراکم بیانگر این است که در سنین ابتدایی پرورش نگرانی کمتری در رابطه تأثیر منفی تراکم بر مصرف خوراک و افزایش وزن به دلیل عدم محدودیت فضا نسبت به جثه پرنده وجود دارد. با افزایش سن و وزن پرندگان فضای حرکتی پرندگان کاهش می‌یابد و در نتیجه با کاهش تحرک، دسترسی پرنده به آب و خوراک کاهش می‌یابد (۴). مطالعات انجام شده روی جوجه‌های گوشتی نشان داد که حضور جوجه‌ها در اطراف دان‌خوری باعث تحریک سایر جوجه‌ها به مصرف خوراک شد و جوجه‌ها زمان بیشتری در اطراف دان‌خوری‌ها سپری کردند. این رفتار در گروه‌های بزرگ جوجه‌ها و در روزهای ابتدایی پرورش مفید بوده و سبب شد که جوجه‌ها خوراک کافی مصرف کنند، اما افزایش سن باعث کاهش سطح دان‌خوری نسبت به تعداد جوجه‌ها شد و در نتیجه مصرف خوراک را کاهش داد (۱۸). محققین تأثیر تراکم بر جوجه‌های گوشتی در دو تراکم کم (۱۰ پرنده در متر مربع) و زیاد (۱۶ پرنده در متر مربع) را بررسی و گزارش کردند که خوراک مصرفی در هفته پنجم و ششم پرورش به طور معنی‌داری در تراکم بالا کاهش یافت. همچنین افزایش وزن در تراکم بالا کاهش و ضریب تبدیل خوراک کاهش یافت (۱۹). برهم کنش افزایش سن و میزان تراکم پرورش توسط دیگر محققین گزارش و نشان داد که در دوره‌های رشد و پایانی، خوراک مصرفی و افزایش وزن در تراکم زیاد (۱۶ قطعه پرنده در مترمربع) نسبت به تراکم پایین (۱۰ قطعه پرنده در مترمربع)، کاهش و ضریب تبدیل افزایش یافت (۵) که همسو با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. گزارش شده است که تراکم بالای پرورش، پاسخ‌های فیزیولوژیکی منفی، از جمله افزایش سطح کورتیکوسترون، افزایش پراکسیداسیون لیپید و

برای اندازه‌گیری افت در نتیجه پخت، ۱ سانتی‌متر مکعب از گوشت بریده شده و وزن گردید. قطعه جدا شده گوشت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۸۵ درجه سلسیوس قرار داده شد، در مرحله آخر نمونه به آرامی با پارچه کتان پاک شده و وزن شد. درصد افت پخت طبق فرمول زیر محاسبه شد (۱۷).

$$\text{درصد افت پخت} = \frac{\text{وزن نهایی (گرم)} - \text{وزن اولیه (گرم)}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) و رویه مدل خطی عمومی تجزیه و میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ($P < 0/05$) مقایسه شد. داده‌های نسبی پس از تبدیل arcsin، تجزیه آماری شدند.

نتایج

اثر تیمارها بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک کل دوره در **جدول ۲** نشان داده شده است. نتایج نشان داد که افزایش تراکم منجر به کاهش مصرف خوراک کل دوره شد ($P < 0/05$) در حالی که افزودن سلنومیونین منجر به افزایش مصرف خوراک شد ($P < 0/05$). در کل دوره با افزایش تعداد پرنده، افزایش وزن کاهش یافت ($P < 0/05$). افزودن سلنومیونین منجر به افزایش وزن در کل دوره شد ($P < 0/05$). اثر تراکم بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود. اثر افزودن سلنومیونین بر ضریب تبدیل خوراک در کل دوره معنی‌دار بود به این ترتیب که افزودن سلنومیونین منجر به کاهش ضریب تبدیل خوراک شد ($P < 0/05$). برهم کنش تیمارها بر مصرف خوراک و افزایش وزن معنی‌دار بود ($P < 0/05$), به طوری که جوجه‌های پرورش یافته در تراکم ۷ قطعه و با مکمل سلنومیونین، مصرف خوراک و افزایش وزن بیشتری داشتند.

اثر تیمارهای مختلف بر فراسنجه‌های خونی در **جدول ۳**، نشان داده شده است. نتایج نشان داد که گلوکز خون با افزایش تراکم گله افزایش یافت، اما گلوکاتیون پراکسیداز خون کاهش یافت ($P < 0/05$). با افزایش تراکم گله، درصد هتروفیل افزایش و لنفوسیت کاهش یافت ($P < 0/05$). افزودن سلنومیونین منجر به افزایش گلوکاتیون پراکسیداز خون شد. همچنین افزودن

موکوسی روده برای جذب قندها افزایش می‌یابد و تنش گرمایی باعث افزایش انتقال گلوکز از ژژنوم جوجه‌ها می‌شود (۲۵)، بنابراین افزایش گلوکز خون با تنش تراکم قابل انتظار است. محققین گزارش کردند که با افزایش تراکم میزان گلوکز خون افزایش یافت، اما در میزان کلسترول خون تفاوتی مشاهده نشد (۲۶) که نتایج در مورد افزایش گلوکز خون با افزایش تعداد پرنده همسو با نتایج مطالعه حاضر است نه تعداد اما، در آزمایشی تأثیر دو تراکم پایین تراکم کم یعنی ۱۰ پرنده در مترمربع و تراکم زیاد یعنی ۱۶ پرنده در مترمربع در جوجه‌های گوشتی بررسی و گزارش شد که بین دو تیمار تراکم تفاوت معنی‌داری در میزان گلوکز و تری‌گلیسرید خون مشاهده نشد (۱۹). در این مطالعه با افزایش تراکم، غلظت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز کاهش یافت، اما افزودن سلنومیتونین میزان این آنزیم در خون را افزایش داد. تقریباً ۴۰ تا ۵۰ درصد از سلنیوم کل بدن در گلوکاتایون پراکسیداز قرار دارد و وجود این عنصر در بدن باعث افزایش فعالیت آنزیم می‌شود (۱۱). محققین تأثیر سلنومیتونین بر جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی را بررسی و گزارش کردند که استفاده از سطح ۰/۳ میلی‌گرم سلنومیتونین در دوره پایانی پرورش باعث افزایش معنی‌دار غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خون شامل گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز و کاهش غلظت تری‌گلیسرید شد (۲۲). در مطالعه‌ای با بررسی فرم آلی و غیرآلی و سطوح مختلف سلنیوم در جوجه‌های گوشتی گزارش کردند که تیمارهای حاوی سلنیوم به‌طور معنی‌داری سطح گلوکاتایون پراکسیداز خون را افزایش دادند (۲۳). در مطالعات دیگر نیز گزارش شد که استفاده از سطح ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنومیتونین و سلنیت سدیم نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح گلوکاتایون پراکسیداز پلاسما می‌شود (۲۷) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

عوامل تنش‌زا با تحریک ترشح هورمون‌های غدد فوق کلیوی، موجب افزایش نسبی تعداد هتروفیل در طیور می‌شوند. (۲۵). در یک مطالعه تراکم ۲۰ قطعه پرنده در مترمربع نسبت به تراکم‌های ۱۴ و ۱۸ قطعه پرنده در مترمربع باعث افزایش هتروفیل خون شد، اما میزان سلول‌های لنفوسیت در تراکم بالا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۲۸). در مطالعه‌ای دیگر در تراکم ۲۳ قطعه پرنده در مترمربع نسبت به ۱۳ قطعه پرنده در مترمربع در مرغان تخمگذار، تعداد سلول‌های لنفوسیت به‌طور

تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش سرکوب سیستم ایمنی در جوجه‌ها ایجاد می‌کند (۲۰)، بنابراین، تراکم بالای پرورش بر عملکرد رشد جوجه‌ها تأثیر منفی می‌گذارد. از جمله موادی که در کم کردن آثار رادیکال‌های آزاد مؤثر می‌باشد، سلنیوم است. سلنیوم بخشی از آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز است که به‌عنوان دومین خط دفاعی بدن عمل کرده و با تخریب پراکسیدهای سلولی، از تشکیل رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کند (۱۱). سلنیوم از عملکرد طبیعی سیستم‌های ایمنی حمایت کرده و از آسیب‌های کبدی جلوگیری می‌کند. به‌علاوه این عنصر، در فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و هورمون‌های تیروئید تأثیرگذار است و اثرات از بین برنده‌ای بر باکتری‌های مضر روده دارد (۲۱). مزیت اصلی سلنیوم برای پرورش دهندگان مربوط به ایجاد ذخایر سلنیوم در بدن است که می‌تواند در شرایط تنش مورد استفاده قرار گیرد. این ذخیره را می‌توان فقط با استفاده از خوراک حاوی سلنومیتونین که به‌طور اختصاصی به جای متیونین در پروتئین‌ها گنجانده می‌شود، در عضلات ایجاد نمود. در شرایط تنش، کاتابولیسم پروتئین و تجزیه پروتئین‌های غیرضروری، سلنیوم را آزاد می‌کند تا آن را برای سنتز بیشتر سلنوپروتئین‌ها و بهبود دفاع آنتی‌اکسیدانی فراهم کند (۱۱). محققین تأثیر سلنومیتونین بر جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی را بررسی و گزارش کردند که استفاده سطح ۰/۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره در دوره پایانی پرورش، خوراک مصرفی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، ولی بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک تأثیری نداشت (۲۲). سایر محققین نیز بهبود در افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در سطح ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم نسبت به گروه شاهد را گزارش کردند (۲۳) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

طبق نتایج مطالعه حاضر، گلوکز خون در تراکم ۱۵ جوجه در هر متر مربع پرورش افزایش یافت. طبق گزارش محققین عوامل تنش‌زا (دما، تراکم گله، بیماری و انتقال) با تحریک محور هیپوفیز-هیپوتالاموس منجر به افزایش ترشح هورمون‌های فوق کلیوی نظیر کورتیزول و کورتیکوسترون می‌شوند که ترشح هورمون کورتیزول با افزایش تجزیه پروتئین و فرایند گلوکونئوز منجر به افزایش گلوکز خون می‌گردد (۲۴). گزارش شده است که تنش گرمایی سبب افزایش ترشح هورمون کورتیکوسترون از غده فوق کلیوی و افزایش غلظت گلوکز و کلسترول پلاسما می‌شود. در دمای محیطی بالا ظرفیت غشاء

سلنومیونین، ظرفیت نگهداری آب را افزایش و افت پخت و خونابه را کاهش داد که با نتایج دیگر مطالعات همخوانی دارد. محققین بهبود کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی با افزودن ۰/۳ میلی‌گرم سلنومیونین و ۰/۱ میلی‌گرم نانوسلنیوم را گزارش کرده‌اند (۳۳). در مطالعه‌ای دیگر روی جوجه‌های گوشتی نشان دادند که افزودن ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم منجر به کاهش افت پخت و افت خونابه گوشت جوجه‌های گوشتی شد (۳۴). در مطالعه‌ای دیگر روی سطوح مختلف سلنومیونین، نشان داده شد که استفاده از سلنومیونین در سطوح ۰/۴ تا ۰/۸، به‌طور معنی‌داری سبب کاهش افت خونابه شد، اما بر افت پخت تأثیری نداشت (۳۵). محققین دلیل بهبود کیفیت گوشت با سلنیوم را به نقش آن در ساختار آنزیم‌های سلنوپروتئینی در جهت حفظ پایداری غشاها پس از کشتار و همچنین تعویق فرایند پروتئولیز به‌واسطه خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن نسبت داده‌اند (۳۶). در مجموع، با توجه به نتایج این مطالعه، افزایش تعداد جوجه از ۷ به ۱۵ قطعه در متر مربع اثر منفی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی داشت، در حالی‌که استفاده از سلنومیونین در جیره به میزان ۰/۴ میلی‌گرم، منجر به بهبود صفات عملکردی، متابولیت‌های خونی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی شد.

سیاسگزاری

بدین وسیله از حمایت مالی معاونت پشتیبانی و توسعه، معاونت پژوهشی و گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت برای همکاری در اجرای این پروژه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

معنی‌داری کاهش یافت (۳). سلنیوم می‌تواند در شرایط تنش گرمایی بر اثرات منفی ناشی از تنش گرمایی غلبه کند و موجب تقویت سیستم ایمنی و دفاعی در جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی شود (۱۲). محققین افزایش تولید ایمونوگلوبولین‌های A، G و M را با افزودن ۰/۵ میلی‌گرم سلنومیونین در جیره جوجه‌های گوشتی گزارش کرده‌اند و این افزایش را به بهبود عملکرد سیستم ایمنی با سلنیوم نسبت داده‌اند (۲۹). نشان داده شده است که سلنیوم در بسیاری از اندام‌های ایمنی نظیر مغز استخوان، تیموس، طحال، کبد و غدد لنفاوی وجود دارد و در سطح سلولی نیز در لنفوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها و ماکروفاژها یافت می‌شود (۳۰) که می‌تواند دلیلی بر افزایش لنفوسیت خون با مکمل سلنومیونین باشد.

چندین شاخص از جمله میزان pH، ظرفیت نگهداری آب، افت پخت و افت خونابه بازتاب دهنده کیفیت گوشت می‌باشند. ظرفیت نگهداری آب یکی از ویژگی‌های مهم کیفیت گوشت است که بر آبدار بودن گوشت تازه و محصول نهایی تأثیر می‌گذارد، بین درصد ظرفیت نگهداری آب با درصد افت خونابه و افت در نتیجه پخت همبستگی وجود دارد به طوری که گوشت با ظرفیت نگهداری آب بالاتر دارای درصد افت خونابه و افت در نتیجه پخت کمتری می‌باشد (۳۱). در این مطالعه افت خونابه در تراکم ۱۵ پرند نسبت به تراکم ۷ پرند افزایش و ظرفیت نگهداری آب کاهش یافت، که می‌تواند نشان دهنده کاهش کیفیت گوشت تولیدی در تراکم بالا باشد. محققین تأثیر تراکم بر عملکرد اردک‌های پکین پرورش یافته در تراکم‌های ۵، ۸ و ۱۱ قطعه در مترمربع را بررسی و گزارش کردند که میزان افت خونابه در تراکم‌های ۸ و ۱۱ قطعه به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم ۵ قطعه بود. همچنین میزان اسیدیته گوشت ۴۵ دقیقه بعد از کشتار، در تراکم‌های ۸ و ۱۱ قطعه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۳۲). طبق یافته‌های این مطالعه، افزودن

References

- Thaxton JP, Dozier III WA, Branton SL, Morgan GW, Miles DW, Roush WB, Lott BD, Vizzier-Thaxton Y. Stocking density and physiological adaptive responses of broilers. *Poult Sci.* 2006; 85(5): 819-824. doi: [10.1093/ps/85.5.819](https://doi.org/10.1093/ps/85.5.819) PMID: [16673757](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16673757/)
- Estevez I. Density allowances for broilers: where to set the limits?. *Poult Sci.* 2007; 86(6): 1265-1272. doi: [10.1093/ps/86.6.1265](https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1265) PMID: [17495104](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17495104/)
- Hofmann T, Schmucker S, Grashorn M, Stefanski V. Short-and long-term consequences of stocking density during rearing on the immune system and welfare of laying hens. *Poult Sci.* 2021; 100(8): 101243. doi: [10.1016/j.psj.2021.101243](https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101243) PMID: [34175797](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34175797/)
- Cengiz O, Koksall BH, Tatlı O, Sevim O, Ahsan U, Uner AG, Ulutaş PA, Beyaz D, Buyukyörük S, Yakan A, Onol AG. Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers. *Poult Sci.* 2015; 94(10): 2395-2403. doi: [10.3382/ps/pev194](https://doi.org/10.3382/ps/pev194) PMID: [26240393](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26240393/)

5. Sun ZW, Yan L, Zhao JP, Lin H, Guo YM. Increasing dietary vitamin D3 improves the walking ability and welfare status of broiler chickens reared at high stocking densities. *Poult Sci.* 2013; 92(12): 3071-3079. doi:[10.3382/ps.2013-03278](https://doi.org/10.3382/ps.2013-03278) PMID: [24235214](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24235214/)
6. Li J, Miao Z, Tian W, Yang Y, Wang J, Yang Y. Effects of different rearing systems on growth, small intestinal morphology and selected indices of fermentation status in broilers. *Anim Sci J.* 2017; 88(6): 900-908. doi:[10.1111/asj.12697](https://doi.org/10.1111/asj.12697) PMID: [27723183](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27723183/)
7. Shakeri M, Zulkifli I, Soleimani AF, o'Reilly EL, Eckersall PD, Anna AA, Kumari S, Abdullah FF. Response to dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broiler chickens reared at different stocking densities under hot, humid tropical conditions. *Poult Sci.* 2014; 93(11): 2700-2708. doi:[10.3382/ps.2014-03910](https://doi.org/10.3382/ps.2014-03910) PMID: [25143595](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25143595/)
8. Verbrugge E, Boyen F, Gaastra W, Bekhuis L, Leyman B, Van Parys A, Haesebrouck F, Pasmans F. The complex interplay between stress and bacterial infections in animals. *Vet Microbiol.* 2012; 155(2-4): 115-127. doi:[10.1016/j.vetmic.2011.09.012](https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.09.012) PMID: [21963418](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21963418/)
9. Jeong SB, Kim YB, Lee JW, Kim DH, Moon BH, Chang HH, Choi YH, Lee KW. Role of dietary gamma-aminobutyric acid in broiler chickens raised under high stocking density. *Anim Nutr.* 2020; 6(3): 293-304. doi:[10.1016/j.aninu.2020.03.008](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.03.008) PMID: [33005763](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33005763/)
10. Houshmand M, Azhar K, Zulkifli I, Bejo MH, Kamyab A. Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poult Sci.* 2012; 91(2): 393-401. doi:[10.3382/ps.2010-01050](https://doi.org/10.3382/ps.2010-01050) PMID: [22252353](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22252353/)
11. Surai PF, Fisinin VI. Selenium in livestock and other domestic animals. In *Selenium 2016*; 595-606. Springer, Cham. doi:[10.1007/978-3-319-41283-2_50](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41283-2_50)
12. Rao SV, Prakash B, Raju MV, Panda AK, Kumari RK, Reddy E. Effect of supplementing organic forms of zinc, selenium and chromium on performance, anti-oxidant and immune responses in broiler chicken reared in tropical summer. *Biol Trace Element Res.* 2016; 172(2): 511-520. doi:[10.1007/s12011-015-0587-x](https://doi.org/10.1007/s12011-015-0587-x) PMID: [26743864](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26743864/)
13. Zhao R, Li K, Wang J, Wang Y, Wu R, Zhan X. Effects of different forms and levels of selenomethionine on productive performance and antioxidant status of broiler breeders and its offspring. *Biol Trace Element Res.* 2019; 188(2): 478-484. doi:[10.1007/s12011-018-1430-y](https://doi.org/10.1007/s12011-018-1430-y) PMID: [29987753](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29987753/)
14. Li KX, Wang JS, Yuan D, Zhao RX, Wang YX, Zhan XA. Effects of different selenium sources and levels on antioxidant status in broiler breeders. *Asian-Austra J Anim Sci.* 2018; 31(12):1939. doi:[10.5713/ajas.18.0226](https://doi.org/10.5713/ajas.18.0226) PMID: [29879825](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29879825/)
15. Castellini C, Mugnai CA, Dal Bosco A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci.* 2002; 60(3): 219-25. doi:[10.1016/S0309-1740\(01\)00124-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00124-3) PMID: [22063392](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22063392/)
16. Christensen LB. Drip loss sampling in porcine m. longissimus dorsi. *Meat Sci.* 2003; 63(4): 469-477. doi:[10.1016/S0309-1740\(02\)00106-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00106-7) PMID: [22062516](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22062516/)
17. Bertram HC, Andersen HJ, Karlsson AH, Horn P, Hedegaard J, Nørgaard L, Engelsen SB. Prediction of technological quality (cooking loss and Napole Yield) of pork based on fresh meat characteristics. *Meat Sci.* 2003; 65(2): 707-712. doi:[10.1016/S0309-1740\(02\)00272-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00272-3) PMID: [22063431](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22063431/)
18. Collins LM, Sumpter DJ. The feeding dynamics of broiler chickens. *J Royal Society Interface.* 2007; 4(12): 65-72. doi:[10.1098/rsif.2006.0157](https://doi.org/10.1098/rsif.2006.0157) PMID: [17015286](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17015286/)
19. Zuowei S, Yan L, Yuan L, Jiao H, Song Z, Guo Y, Lin H. Stocking density affects the growth performance of broilers in a sex-dependent fashion. *Poult Sci.* 2011; 90(7): 1406-1415. doi:[10.3382/ps.2010-01230](https://doi.org/10.3382/ps.2010-01230) PMID: [21673155](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21673155/)
20. Von Eugen K, Nordquist RE, Zeinstra E, van der Staay FJ. Stocking density affects stress and anxious behavior in the laying hen chick during rearing. *Animals.* 2019; 9(2): 53. doi:[10.3390/ani9020053](https://doi.org/10.3390/ani9020053) PMID: [30744165](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30744165/)
21. Surai PF, Kochish II. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poult Sci.* 2019; 98(10): 4231-4239. doi:[10.3382/ps/pez072](https://doi.org/10.3382/ps/pez072) PMID: [30371889](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30371889/)
22. Ramezani, S, Riasi, A, Afzali, N, Fathi M.H. Effect of selenium and sodium bicarbonate supplementation diets on blood biochemical properties, growth performance and carcass traits of broilers in heat stress condition. *Vet J.* 2011; 90: 13-22. (in Persian).
23. Arnaut PR, da Silva Viana G, da Fonseca L, Alves WJ, Muniz JC, Pettigrew JE, Rostagno HS, Hannas MI. Selenium source and level on performance, selenium retention and biochemical responses of young broiler chicks. *BMC Vet Res.* 2021; 17(1): 1-3. doi:[10.1186/s12917-021-02855-4](https://doi.org/10.1186/s12917-021-02855-4) PMID: [33836766](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33836766/)
24. Beckford RC, Ellestad LE, Proszkowiec-Weglarz M, Farley L, Brady K, Angel R, Liu HC, Porter TE. Effects of heat stress on performance, blood chemistry, and hypothalamic and pituitary mRNA expression in broiler chickens. *Poult Sci.* 2020; 99(12): 6317-6325. doi:[10.1016/j.psj.2020.09.052](https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.052) PMID: [33248547](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33248547/)
25. Attia YA, Al-Harathi MA, El-Shafey AS, Rehab YA, Kim WK. Enhancing tolerance of broiler chickens to heat stress by supplementation with vitamin E, vitamin C and/or probiotics. *Annals Anim Sci.* 2017; 17(4): 1155. doi:[10.1515/aoas-2017-0012](https://doi.org/10.1515/aoas-2017-0012)
26. Gholami M, Chamani M, Seidavi A, Sadeghi AA, Aminafshar M. Effects of stocking density and climate region on performance, immunity, carcass characteristics, blood constituents, and economical parameters of broiler chickens. *Rev Brasil de Zootecnia.* 2020; 49. doi:[10.37496/rbz4920190049](https://doi.org/10.37496/rbz4920190049)
27. Wang YX, Zhan XA, Yuan D, Zhang XW, Wu RJ. Effects of selenomethionine and sodium selenite supplementation on meat quality, selenium distribution and antioxidant status in broilers. *Czech J Anim Sci.* 2011; 56(7): 305-313. doi:[10.17221/1296-CJAS](https://doi.org/10.17221/1296-CJAS)
28. Nasr MA, Alkhedaide AQ, Ramadan AA, Abd-El Salam EH, Hussein MA. Potential impact of stocking density on growth, carcass traits, indicators of biochemical and oxidative stress and meat quality of different broiler breeds. *Poult Sci.* 2021; 100(11): 101442. doi:[10.1016/j.psj.2021.101442](https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101442) PMID: [34607150](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34607150/)
29. Tahami Z, Dastar B, Oskoueian E, Hashemi SR. Investigation of the effect of organic and inorganic selenium on the immune system, egg traits and blood parameters in laying hens. *J Anim Environ.* 2021; 13(2): 135-142. doi:[10.22034/aej.2021.136308](https://doi.org/10.22034/aej.2021.136308)
30. Dalgaard TS, Briens M, Engberg RM, Lauridsen C. The influence of selenium and selenoproteins on immune responses of poultry and pigs. *Anim Feed Sci Technol.* 2018; 238: 73-83. doi:[10.1016/j.anifeedsci.2018.01.020](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.01.020) PMID: [32336871](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32336871/)

31. Zhang W, Xiao S, Ahn DU. Protein oxidation: basic principles and implications for meat quality. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2013; 53(11): 1191-1201. doi: [10.1080/10408398.2011.577540](https://doi.org/10.1080/10408398.2011.577540) PMID: [24007423](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24007423/)
32. Zhang YR, Zhang LS, Wang Z, Liu Y, Li FH, Yuan JM, Xia ZF. Effects of stocking density on growth performance, meat quality and tibia development of Pekin ducks. *Anim Sci J.* 2018; 89(6): 925-930. doi: [10.1111/asj.12997](https://doi.org/10.1111/asj.12997) PMID: [29682864](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29682864/)
33. Bakhshalinejad R, Hassanabadi A, Swick RA. Dietary sources and levels of selenium supplements affect growth performance, carcass yield, meat quality and tissue selenium deposition in broilers. *Anim Nutr.* 2019; 5(3): 256-263. doi: [10.1016/j.aninu.2019.03.003](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.03.003) PMID: [31528727](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31528727/)
34. Silva VA, Clemente AH, Nogueira BR, de Carvalho AC, de Freitas LF, Ramos AD, Bertechini AG. Supplementation of selenomethionine at different ages and levels on meat quality, tissue deposition, and selenium retention in broiler chickens. *Poult Sci.* 2019; 98(5): 2150-2159. doi: [10.3382/ps/pey569](https://doi.org/10.3382/ps/pey569) PMID: [30590669](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30590669/)
35. Tang JY, He Z, Liu YG, Jia G, Liu GM, Chen XL, Tian G, Cai JY, Kang B, Zhao H. Effect of supplementing hydroxy selenomethionine on meat quality of yellow feather broiler. *Poult Sci.* 2021; 100(10): 101389. doi: [10.1016/j.psj.2021.101243](https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101243) PMID: [34428646](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34428646/)
36. Wang L, Zhang D, Li S, Wang L, Yin J, Xu Z, Zhang X. Dietary selenium promotes somatic growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by accelerating the hypertrophic growth of white muscle. *Biol Trace Element Res.* 2021; 199(5):2000-2011. doi: [10.1007/s12011-020-02282-w](https://doi.org/10.1007/s12011-020-02282-w) PMID: [32666430](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32666430/)