



مقاله علمی - ترویجی

استفاده از اسید گوانیدینواستیک به عنوان یک مکمل در تغذیه طیور

سید محمدعلی میرحسینی^{*۱}

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی تغذیه طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، آذربایجان غربی، ایران

<https://doi.org/10.22059/domesticj.2024.363860.1131> doi

چکیده

اسید گوانیدینواستیک بستری مناسب برای بیوسنتز کراتین است. علاوه بر بهبود مصرف انرژی، اسید گوانیدینواستیک دارای چندین ویژگی است که ارزش آن را به عنوان یک افزودنی خوراک برای طیور افزایش می‌دهد. این مکمل خوراکی دارای پایداری حرارتی خوبی است که به آن اجازه می‌دهد تا با خیال راحت در جیره‌های پلت شده استفاده شود. اسید گوانیدینواستیک فراهمی زیستی بالایی دارد، مقرون به صرفه است و در مصرف آرژنین جیره و انرژی صرفه‌جویی می‌کند. هضم و جذب آن شبیه به سایر اسیدهای آمینه است، اگرچه برخی از فعل و انفعالات وجود دارد. مکمل ۱/۲-۰/۶ گرم بر کیلوگرم می‌تواند کراتین عضلانی را به ترتیب ۱۴ تا ۲۱ درصد افزایش دهد. تجزیه و تحلیل مطالعات نشان داده است که مکمل اسید گوانیدینواستیک ضریب تبدیل خوراک را به صورت وابسته به دوز و نسبتاً خطی بهبود می‌بخشد. فعالیت مؤثر ذخیره آرژنین توسط اسید گوانیدینواستیک یک ویژگی مهم است، زیرا پرندگان قادر به سنتز آرژنین نیستند و منحصراً به منابع غذایی این اسید آمینه وابسته هستند. اسید گوانیدینواستیک چندین مزیت ثابت شده دیگر نیز از جمله بهبود باروری و کیفیت مایع منی، تحریک رشد عضلانی از طریق فرآیندهای سیگنال دهی سلولی، و بهبود رشد و توسعه استخوان دارد. سطوح بهینه ۱/۴ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک برای حمایت از باروری در پرندگان گزارش شده است.

کلمات کلیدی: اسید گوانیدینواستیک، انرژی، آرژنین، جوجه گوشتی، کراتین

*نویسنده مسئول: mohamadali09@yahoo.com

بخش: تغذیه طیور دبیر تخصصی: دکتر امیر مصیب‌زاده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۸ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۶/۱۱

رفرنس‌دهی: میرحسینی، س.م.ع. استفاده از اسید گوانیدینواستیک به عنوان یک مکمل در تغذیه طیور. علمی - ترویجی (حرفه‌ای) دامستیک،

۵-۱۳: ۱۴۰۳: (۲) ۲۴



AnimSSAUT

مقدمه

اسید گوانیدینوآستیک یک مکمل خوراکی پایا با دسترسی بالا می‌باشد که می‌توان آن را به طور عمده با هدف مصرف انرژی مورد استفاده قرار داد. این امر را می‌توان به تبدیل مؤثر و کارآمد این ماده به کراتین در بدن نسبت داد. کراتین و شکل فسفات‌دار آن (فسفوکراتین) نقش مهمی را در متابولیسم انرژی سلولی برعهده دارند. با این که این ماده به طور طبیعی در بدن تمامی انسان‌ها و حیوانات سنتز می‌شود (Komoto *et al.*, 2003) ولی سنتز درونی آن ممکن است برای حمایت و پشتیبانی از نرخ رشد بسیار مطلوب و بهینه که برآمدی از ژنتیک نوین طیور است کافی نباشد. امروزه جیره طیور به طور عمده حاوی مواد خوراکی با منشأ غلات و به خصوص ذرت و کنجاله سویا می‌باشد. کراتین را می‌توان تنها در اقلام و مواد خوراکی با منشأ حیوانی یافت نمود و این در حالی است که در مواد خوراکی با منشأ غلات متابولیت‌های مربوط به کراتین موجود نیست (Krueger *et al.*, 2010). یک جوجه گوشتی ۲۱ روزه (با میانگین وزنی ۹۸۵ گرم) و میانگین افزایش وزن روزانه ۷۵ گرم (Aviagen, 2019) به ۱۶۹ میلی‌گرم کراتین نیاز دارد. در این حالت روند محاسبه بر این فرضیه استوار است که رشد و نمو عضلانی ۵۰ درصد از افزایش وزن را به خود اختصاص می‌دهد (Kallweit *et al.*, 1988) و در بافت عضلانی کراتین به میزان ۴/۵ گرم در کیلوگرم موجود می‌باشد (Chamruspollert and Bakalli 2002a, 2002b).

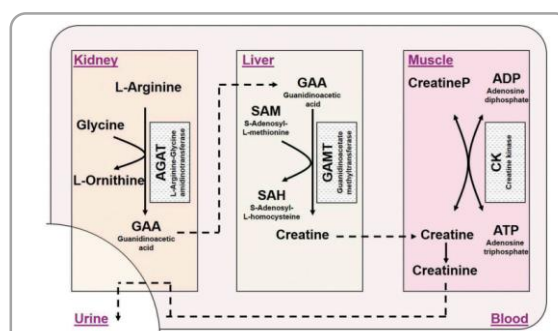
متابولیسم اسید گوانیدینوآستیک

اسید گوانیدینوآستیک پس از دریافت گروه گوانیدین از اسید آمینه L-آرژنین موجود در واکنش بیوشیمیایی کاتالیز شده به وسیله آنزیم L-آرژنین:گلايسين-آمیدینوترانسفراز (۱.۲.۴.۱ EC) توسط گلايسين تولید می‌شود. واکنش اولیه عمدتاً در کلیه به وقوع می‌پیوندد و این در حالی است که واکنش ثانویه در کبد انجام می‌شود و در طی آن اسید گوانیدینوآستیک توسط S-آدنوسیل متیونین متیل‌دار می‌شود و پس از آن به کراتین تبدیل می‌گردد. آنزیم گوانیدینوآستات N-متیل ترانسفراز (۲.۱.۱.۲ EC) از جمله آنزیم‌هایی است که این واکنش را کاتالیز می‌نماید (Wyss and Kaddurah-Daouk, 2000). دو آنزیم دیگر در فرآیند متابولیسم اسید گوانیدینوآستیک شرکت می‌کنند و متیونین آدنوسیل ترانسفراز (۲.۵.۱.۶ EC) و همچنین آنزیم S-آدنوزیل هموسیستین هیدرولاز (۳.۱.۱.۱ EC) که غالباً تحت عنوان آدنوزیل هموسیستیناز مطرح می‌باشد) از جمله آنزیم‌های دیگر موجود در این واکنش به شمار می‌آیند. آنزیم اول می‌تواند S-آدنوسیل متیونین را تولید نماید و پس از آن مسئولیت تبدیل آدنوزیل ال-هموسیستین به آدنوزین و هموسیستین را برعهده دارد. شکل ۱ نمای از فرآیند متابولیسم اسید گوانیدینوآستیک

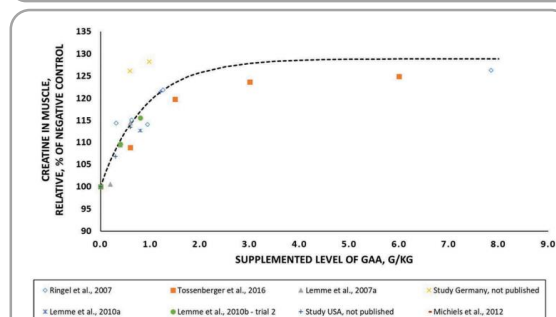
و آنزیم‌های مؤثر در آن را نشان می‌دهد. فرآیند تشکیل اسید گوانیدینوآستیک از L-آرژنین و گلايسين توسط یک مکانیسم با فیدبک منفی تنظیم می‌شود. این مکانیسم مواردی از قبیل غلظت کراتین موجود در سرم و همچنین غلظت اورنیتین در فعالیت L-آرژنین:گلايسين-آمیدینوترانسفراز را در بر می‌گیرد. با این وجود تکمیل جیره با استفاده از اسید گوانیدینوآستیک یکی از عواملی است که با استفاده از مسیرهای فرعی از این مکانیسم نرخ-تنظیمی عبور می‌نماید. با استناد به این امر می‌توان به این مطلب اشاره نمود که هنگام با افزایش مقدار آرژنین و گلايسين موجود در جیره نمی‌توان سنتز کراتین و غلظت آن در بافت ماهیچه‌ای را به مقدار بیش از سطح تنظیم شده افزایش داد. برخی از محققان مانند Chamruspollert و همکاران (۲۰۰۲) پس از اجرای مطالعات خود به این نکته اشاره کردند که پس از تکمیل آرژنین جیره‌ای بر مقدار کراتین موجود در ماهیچه افزوده می‌شود و این در حالی است که هنگام با استفاده از مقادیر بیشتری از گلايسين، میتونین و گلايسين + میتونین بر مقدار کراتین موجود در بافت ماهیچه‌ای افزوده نشد. محتوای کراتین موجود در ماهیچه را می‌توان به عنوان یک شاخص برای مشارکت مؤثر و کارآمد کراتین جیره‌ای مورد استفاده قرار داد. نتایج مطالعات برخی از محققان دیگر مانند De Groote و Dilger (۲۰۱۸) حاکی از آن است که در هنگام استفاده از مکمل حاوی اسید گوانیدینوآستیک در جیره بر سطح کراتین موجود در ماهیچه و سرم افزوده می‌شود و این در حالی است که این امر در هنگام استفاده از تیتراژهای حاوی L-آرژنین این حالت مشاهده نمی‌شود. بخش عمده‌ای (بیش از ۹۵٪) از ذخیره کراتین در ماهیچه‌های اسکلتی یافت می‌شود و مابقی آن در قلب و مغز موجود می‌باشد (Walker, 1979). شکل ۲ در یک مقیاس نسبی نشان می‌دهد که در مطالعات تغذیه‌ای متعددی که بر روی جوجه‌های گوشتی به مرحله اجرا در آمده است، استفاده از مکمل‌های حاوی اسید گوانیدینوآستیک محتوای کراتین موجود در ماهیچه را به مقدار بیش از سطوح طبیعی افزایش داده است. بر این اساس هنگام با افزودن اسید گوانیدینوآستیک در جیره بر سطوح کراتین موجود در ماهیچه به میزان زیاد و حداکثر ۲۹ درصد افزوده می‌شود و این در حالی است که در جیره‌های تکمیل نشده با استفاده از این ماده این حالت وجود ندارد. تکمیل جیره با استفاده از مکمل‌های حاوی اسید گوانیدینوآستیک به میزان ۰/۶ تا ۱/۲ گرم/کیلوگرم مناسب می‌باشد و این مقادیر دامنه استفاده از این ماده در اتحادیه اروپا است (EFSA, 2009). در اثر استفاده از این مکمل محتوای کراتین موجود در ماهیچه به ترتیب به میزان ۱۴ تا ۲۱ درصد افزایش می‌یابد. سطح کراتین موجود در بافت ماهیچه سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با استفاده از جیره‌های تکمیل نشده با این دسته از مکمل‌ها بین

مطالعه هضم کامل اسید گوانیدینوآستیک را تأیید کرد که در سطوح گنجاندن از ۰/۶ تا شش گرم بر کیلوگرم تعیین شد. از آنجایی که تلفات درون‌زای اسید گوانیدینوآستیک حداقل بود، تفاوت کمی بین قابلیت هضم ظاهری و واقعی وجود داشت. علاوه بر این، Lemme و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که قابلیت هضم اسید گوانیدینوآستیک با مقدار آرژنین جیره تعاملی ندارد. با این حال، Tossenberger و همکاران (۲۰۱۶) از جوجه‌های گوشتی کانوله شده استفاده کردند و بنابراین توانستند مدفوع و ادرار را به طور جداگانه جمع‌آوری کنند. علاوه بر این، یک تیمار بدون مکمل اسید گوانیدینوآستیک امکان تعیین تلفات درون‌زای تمام متابولیت‌های مرتبط با متابولیسم کراتین، یعنی اسید گوانیدینوآستیک، کراتین و کراتینین را فراهم کرد. در حالی که دفع تمام ترکیبات در مدفوع کم بود، اما مقدار آنها در ادرار بسیار بیشتر بود که نشان می‌دهد این مسیر اصلی برای دفع متابولیت‌های اضافی است. به همین ترتیب، افزایش اسید گوانیدینوآستیک در جیره غذایی منجر به افزایش دفع اسید گوانیدینوآستیک، کراتین و کراتینین در ادرار شد که نشان می‌دهد مکانیسم‌های مؤثری در مقابله با افزایش سطح اسید گوانیدینوآستیک در جیره غذایی نقش دارند. شایان ذکر است که ۶ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینوآستیک نشان‌دهنده ده برابر بیشتر از سطح مکمل توصیه شده است. Lemme و همکاران (۲۰۱۸) از رویکرد دیگری استفاده کردند که به موجب آن هضم در انتهای ایلئوم و مدفوع جمع‌آوری شد. بنابراین، تفاوت عمده بین هر دو محل جمع‌آوری، گنجاندن ادرار در نمونه‌های مدفوع است که امکان تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای مشابهی از مسیرهای دفع را فراهم می‌کند. جالب توجه است که این نویسندگان غلظت نسبتاً بالایی کراتین را در روده پیدا کردند که برخلاف یافته‌های Tossenberger و همکاران (۲۰۱۶) بود. مشابه با Tossenberger و همکاران (۲۰۱۶)، رویکرد Lemme و همکاران (۲۰۱۸) امکان تعیین تلفات درون‌زای متابولیت‌های متابولیسم اسید گوانیدینوآستیک را فراهم کرد. علاوه بر این، این تلفات در سطوح مختلف آرژنین در جیره غذایی تعیین شد، که نشان می‌دهد افزایش آرژنین جیره غذایی تشکیل و دفع اسید گوانیدینوآستیک، کراتین و کراتینین را تحریک می‌کند. Keshavarz و Fuller (۱۹۷۱) نشان دادند که مکمل اسید گوانیدینوآستیک به شدت دفع کراتین را افزایش می‌دهد که اثر آن عمیق‌تر از آن چیزی است که برای آرژنین دیده می‌شود. آنها نشان دادند که دفع کراتین توسط جوجه‌های گوشتی با گلاسیسین اضافی بیشتر شد، در حالی که افزودن متیونین (یک دهنده متیل) همراه با آرژنین و گلاسیسین باعث کاهش دفع کراتین شد، که نشان می‌دهد متیلاسیون می‌تواند یک عامل محدود کننده برای تشکیل کراتین باشد. Lemme و Esteve-Garcia (۲۰۱۰) گزارش کردند که

۳۹۸۶ تا ۴۷۸۹ میلی گرم/کیلوگرم می‌باشد (Majdeddin et al., 2016; Tossenberger et al., 2018). همچنین محققان دیگر همانند Almquist و همکاران (۱۹۴۱) مشاهده کردند که در هنگام افزودن اسید گوانیدینوآستیک به جیره طیور بر سطح کراتین موجود در ماهیچه و کبد افزوده می‌شود. براساس نظریه Wyss و Kaddurah-Daouk (۲۰۰۰) در حدود ۱/۷ درصد از کراتین به کراتینین تبدیل می‌شود و پس از آن دفع می‌گردد و این در حالی است که Tossenberger و همکاران (۲۰۱۶) تبدیل روزانه کمتری را در جوجه‌های گوشتی مدرن پیشنهاد کردند. با این حال تشکیل کراتینین یک فرآیند غیر قابل برگشت می‌باشد و این ماده فاقد ارزش تغذیه‌ای است و پس از انتقال به کلیه‌ها از بدن دفع می‌گردد (Tossenberger et al., 2016; De Groote et al., 2018).



شکل ۱- سنتز و متابولیسم اسید گوانیدینوآستیک (Krueger et al., 2010).



شکل ۲- مکمل‌های اسید گوانیدینوآستیک در مطالعات مختلف کراتین عضلانی را تا ۲۸/۸ درصد در مقایسه با جوجه‌های گوشتی بدون مکمل افزایش داد. در حالی که در دوزهای توصیه شده ۰/۶ تا ۱/۲ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینوآستیک در خوراک، کراتین عضله به ترتیب ۱۴٪ و ۲۱٪ افزایش یافت.

قابلیت هضم و در دسترس بودن اسید گوانیدینوآستیک

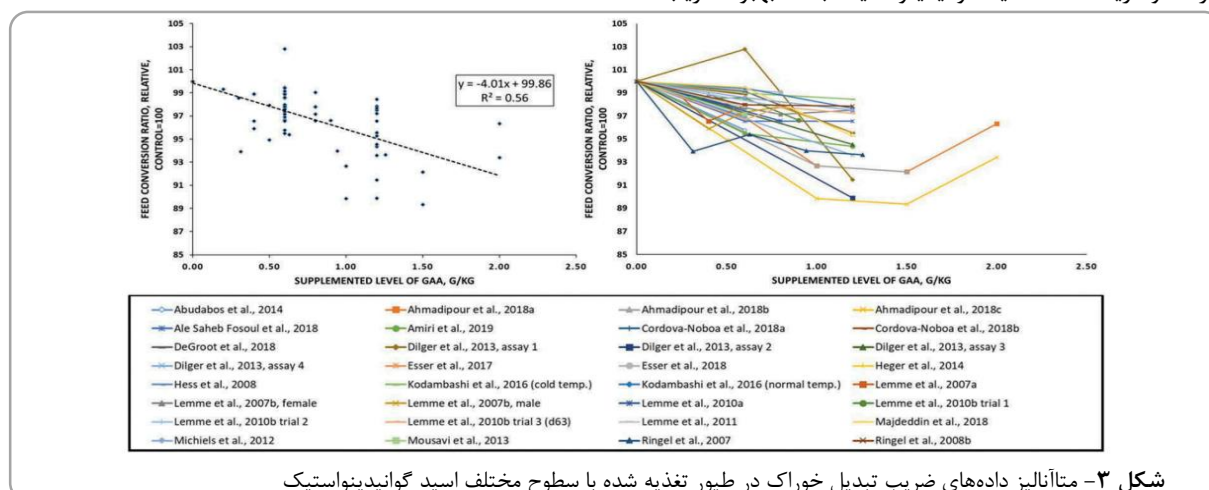
اطلاعات در مورد قابلیت هضم و در دسترس بودن اسید گوانیدینوآستیک در مرغ توسط Tossenberger و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شده است که جوجه‌ها را کانوله کردند تا امکان جمع‌آوری مجزا از مدفوع و ادرار فراهم شود. پس از یک دوره پس از عمل، قابلیت هضم از ۳۴ تا ۴۲ روزگی انجام شد. این

تبدیل خوراک می‌شود. آنها گزارش دادند که مکمل اسید گوانیدینواستیک باعث کاهش مصرف انرژی در واحد افزایش وزن بدن می‌شود. در مطالعه مشابه، Ale Saheb Fosoul و همکاران (۲۰۱۸) مکمل اسید گوانیدینواستیک (۰/۶ و ۱/۲ گرم بر کیلوگرم) را در جیره‌های فرموله شده با سطوح مختلف انرژی مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند که مکمل اسید گوانیدینواستیک عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را بهبود می‌بخشد، به ویژه زمانی که از جیره‌های کم انرژی استفاده می‌شود. در شکل ۳، داده‌های ضریب تبدیل خوراک به یک مقیاس نسبی تبدیل شدند، که در آن تیمار کنترل به مقدار ۱۰۰ درصد نیاز تنظیم شده بود. دو تیمار دیگر نیز سطوح بیش از حد بود (۳/۹ یا ۷/۸ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک). با این حال، ضریب تبدیل خوراک این تیمارها در مقایسه با کنترل (مکمل ۱/۲ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک) بدتر نبود. داده‌ارائه شده توسط Dilger و همکاران (۲۰۱۳)، مکمل اسید گوانیدینواستیک ضریب تبدیل خوراک را به صورت وابسته به دوز و نسبتاً خطی بهبود بخشید. با توجه به رگرسیون خطی، ضریب تبدیل خوراک در دوزهای بین ۰/۶ و ۱/۲ گرم بر کیلوگرم، ۴/۵ و ۸/۸ امتیاز را پیشنهاد می‌کند. تنوع این ۳۲ مجموعه داده معقول است ($r^2 = 0.56$). علیرغم تلاش برای عادی سازی داده‌ها با استفاده از مقیاس نسبی، تفاوت‌ها در تنظیم و اهداف آزمایشی ممکن است چنین تغییراتی را توضیح دهد. به عنوان مثال، جایی که تحقیقات ارتباط بین مکمل اسید گوانیدینواستیک و تأمین آرژنین را بررسی کردند (Dilger et al., 2013; De Groote et al., 2018; Amiri et al., 2019; Majdeddin et al., 2018) پروتئین خام جیره (Mousavi et al., 2013) مواد تشکیل‌دهنده خوراک (Cordova-Noboa et al., 2018) یا جنسیت پرندگان (Lemme et al., 2007b) بر نتایج تأثیر داشت. علاوه بر این، سه مجموعه داده با تحقیق بر روی بوقلمون‌ها انجام شد (Lemme et al., 2010b).

استفاده از مکمل اسید گوانیدینواستیک به جیره‌های دارای کمبود متیونین، کارایی خوراک یا مصرف انرژی را بهبود نمی‌بخشد، در حالی که، با عرضه کافی متیونین، کارایی خوراک بهبود می‌یابد. واضح است که سطح اسید گوانیدینواستیک و مکمل‌های آرژنین، گلیسین و متیونین متابولیسم کراتین را تحریک می‌کنند. Tossenberger و همکاران (۲۰۱۶) قابلیت هضم ۷۶/۲٪ را برای سطح ۰/۶ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک گزارش کردند، در حالی که در مصرف مکمل ده برابر بیشتر (شش گرم در کیلوگرم) به ۴۴/۶ درصد کاهش یافت. Lemme و همکاران (۲۰۱۸) استفاده کامل از اسید گوانیدینواستیک را تحت کمبود آرژنین گزارش کردند. علاوه بر این، افزایش آرژنین در جیره غذایی به میزان ۰/۶ گرم بر کیلوگرم، استفاده از اسید گوانیدینواستیک قابل هضم را به ۹۰ درصد کاهش داد که نشان می‌دهد هم مکمل اسید گوانیدینواستیک و هم سطوح آرژنین جیره منجر به اثرات افزایشی می‌شوند. به طور کلی، به نظر می‌رسد که هضم و استفاده از اسید گوانیدینواستیک قابل هضم از مکانیسم‌های مشابهی پیروی می‌کند (همان طور که برای اسیدهای آمینه توضیح داده شد) (Tossenberger et al., 2016).

اثرات اسید گوانیدینواستیک بر عملکرد رشد

Ringel و همکاران (۲۰۰۷، ۲۰۰۸) و Lemme و همکاران (۲۰۰۷b) هنگامی که جیره جوجه‌های گوشتی با اسید گوانیدینواستیک به میزان ۰/۶ تا ۱/۲ گرم بر کیلوگرم مکمل شدند، بهبود قابل توجهی در عملکرد و درصد بالاتر گوشت سینه یافتند. Michiels و همکاران (۲۰۱۲) و Esser و همکاران (۲۰۱۸) پیشنهاد کردند که مکمل اسید گوانیدینواستیک در جیره، عملکرد و ویژگی‌های لاشه از جمله عملکرد گوشت سینه را بهبود می‌بخشد. Mousavi و همکاران (۲۰۱۳) ۰/۶ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک را در دو سطح انرژی جیره مصرف کردند و دریافتند که اسید گوانیدینواستیک باعث بهبود ضریب



اثرات اسید گوانیدینواسستیک بر مصرف انرژی

تأمین انرژی عضلانی در جوجه‌های گوشتی با رشد سریع مهم است. انرژی از آدنوزین تری فسفات (ATP) موجود در ماهیچه‌ها به دست می‌آید. فسفوکراتین و کراتین کیناز که در عضله اسکلتی قرار دارند، با بازسازی ATP از آدنوزین دی فسفات (ADP) در سیتوزول و میتوکندری، هموستازی ATP و ADP را حفظ می‌کنند (Wallimann, 2007). کراتین و فسفوکراتین به ترتیب با ATP و ADP ارتباط دارند و در این زمینه، نسبت فسفوکراتین به ATP می‌تواند به عنوان شاخصی برای ظرفیت بافر برای هیدرولیز ATP توسط فسفوکراتین عمل کند؛ بنابراین، از این ایده پشتیبانی می‌کند که عضلات با کراتین ظرفیت افزایش رشد یا کار را دارند (Michiels et al., 2012). سیستم کراتین/فسفوکراتین در یک شاتل انرژی بین محل‌های سنتز و استفاده ATP خدمت می‌کند (Wallimann, 2007). تحقیقات نشان داده است که تزریق درون تخم‌مرغی کراتین باعث افزایش ذخایر انرژی جنین شده و منجر به افزایش رشد عضلانی جوجه‌های گوشتی پس از هچ شده است (Zhao et al., 2017). اسید گوانیدینواسستیک جیره غلظت کراتین عضلانی را افزایش می‌دهد و منجر به بهبود متابولیسم انرژی در بافت‌های عضلانی می‌شود (Lemme et al., 2011). می‌توان انتظار داشت که اسید گوانیدینواسستیک، به عنوان پیش‌ساز کراتین، بر استفاده از انرژی تأثیر می‌گذارد و آزمایش‌های انجام شده با طیور این انتظار را تأیید کرده است. چندین محقق افزایش قابل توجهی را در نسبت فسفوکراتین به ATP با مکمل اسید گوانیدینواسستیک در طیور گزارش کردند (Michiels et al., 2012; De Groote et al., 2018; Lemme et al., 2010b). نسبت فسفوکراتین به ATP در عضله سینه جوجه‌های گوشتی که ۰/۶ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواسستیک دریافت کردند و گروه شاهد به ترتیب ۲۸/۴ و ۲۰/۳ گزارش شد (Tabatabaei Yazdi et al., 2017). اثرات ثابت مکمل اسید گوانیدینواسستیک در جیره غذایی بر مصرف خوراک ممکن است از طریق بهبود استفاده از انرژی توضیح داده شود. علاوه بر این، کاهش محتوای انرژی جیره و افزودن اسید گوانیدینواسستیک به خوراک باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی شد که این نتیجه‌گیری را تأیید می‌کند (Malins et al., 2017). انرژی قابل متابولیسم اسید گوانیدینواسستیک جیره هنوز مشخص نشده است.

فعالیت حفظ آرژنین توسط اسید گوانیدینواسستیک

چندین گزارش نشان می‌دهند که مکمل اسید گوانیدینواسستیک می‌تواند نیازهای آرژنین جوجه‌های گوشتی را کاهش دهد (Dilger et al., 2013; De Groote et al., 2018; Michiels et al., 2012; Ahmadi pour et al., 2018). این امر در

تغذیه طیور اهمیت عملی دارد، زیرا پرندگان دارای چرخه عملکردی اوره نیستند و کاملاً به آرژنین جیره وابسته هستند (Khajali and Wideman, 2010). در حالی که جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا معمولاً سطوح توصیه شده آرژنین را تأمین می‌کنند، برخی گزارش‌ها وجود دارند که نیاز به مکمل آرژنین سنتتیک را در شرایط خاص به جوجه‌های گوشتی پیشنهاد می‌کنند (Khajali et al., 2013). با توجه به این‌که آرژنین برای اهداف متابولیکی مختلف مورد نیاز است، غلظت مورد نیاز برای عملکرد مطلوب حیوان توسط عوامل مختلفی تعیین می‌شود که توسط Khajali و Wideman (۲۰۱۰) بررسی شده است. افزودن افزایشی L-آرژنین به جیره‌های دارای کمبود آرژنین به طور قابل توجهی افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک را برای طیف گسترده‌ای از مکمل‌های آرژنین بهبود بخشید (Dilger et al., 2013; De Groote et al., 2018). در این مطالعات، آرژنین با یا بدون اسید گوانیدینواسستیک تکمیل شد، که امکان تخمین فعالیت حفظ‌کننده آرژنین اسید گوانیدینواسستیک را فراهم کرد. با توجه به مسیر بیوشیمیایی تشکیل اسید گوانیدینواسستیک در کلیه، یک مولکول آرژنین و یک مولکول گلايسین برای تشکیل یک مولکول اسید گوانیدینواسستیک در حالی که یک مولکول اورنیتین آزاد می‌شود، مورد نیاز است (شکل ۱). این بدان معناست که برای تشکیل یک گرم اسید گوانیدینواسستیک، ۱/۴۹ گرم آرژنین و ۰/۶۴ گرم گلايسین مورد نیاز است. یکی از شاخص‌های کلیدی عملکرد در جوجه‌های گوشتی ضریب تبدیل خوراک است. همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده است، منحنی‌های رگرسیون برای هر دو سری تیتراسیون آرژنین از یک پاسخ غیر خطی پیروی کردند و به موازات یکدیگر حرکت کردند. Dilger و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که برای یک ضریب تبدیل خوراک معین، ۳/۸ گرم بر کیلوگرم L-آرژنین مکمل در غیاب اسید گوانیدینواسستیک مورد نیاز بود، در حالی که تنها ۲/۱ گرم بر کیلوگرم L-آرژنین زمانی که اسید گوانیدینواسستیک با ۱/۲ گرم بر کیلوگرم مکمل شد، مورد نیاز بود. بنابراین، ۱/۷ گرم بر کیلوگرم L-آرژنین کمتر با ۱/۲ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواسستیک جبران شد، که نشان‌دهنده راندمان جایگزینی ۱۴۲٪ است که نزدیک به مقدار تئوری ۱۴۹٪ است. این نشان داد که صرفه جویی آرژنین توسط اسید گوانیدینواسستیک می‌تواند کارآمد باشد. در واقع، زمانی که نیاز آرژنین بیش از حد باشد، اسید گوانیدینواسستیک نمی‌تواند باعث صرفه‌جویی در مصرف آرژنین شود، اما همچنان می‌تواند بر عملکرد تأثیر بگذارد، که به بهبود متابولیسم انرژی نسبت داده شده است. پاسخ‌های مشابهی توسط De Groote و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است. آن‌ها جیره غذایی ۱/۲ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواسستیک را با ۱/۲ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواسستیک + ۱/۶ گرم بر کیلوگرم L-

عملکرد بهتر نتاج پس از تولد افزایش داد. Sharideh و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که تغذیه جوجه‌های گوشتی با ۰/۶ و ۱/۲ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک باعث افزایش نفوذ اسپرم و بهبود باروری شد. این نتیجه را می‌توان با یافته‌های Murakami و همکاران (۲۰۱۴) توضیح داد که نشان دادند مکمل اسید گوانیدینواستیک باعث افزایش محتوای کراتین در تخم‌های بلدرچین مادر گوشتی و همچنین محتوای کراتین در ماهیچه سینه نتاج تازه هچ شده شد. Khakran و همکاران (۲۰۱۸) سطوح بالاتری از هورمون‌های LH و FSH را در مرغ‌های تخمگذار دریافت کننده اسید گوانیدینواستیک نسبت به گروه شاهد گزارش کردند.

اثرات اسید گوانیدینواستیک بر رشد و تکامل استخوان

جوجه‌های گوشتی با استخوان ضعیف از تخم بیرون می‌آیند و سریع‌ترین رشد استخوان از نظر طول، عرض و معدنی شدن در دو هفته اول پس از هچ رخ می‌دهد (Angel, 2007). با این حال مصرف خوراک/انرژی در این دوره کم و در بین پرندگان بسیار متغیر است. اگرچه معدنی شدن در بین استخوان‌های مختلف بسیار متغیر است، گزارش شده است که درشتی شاخص خوبی برای کانی‌سازی کلی اسکلتی است (Angel, 2007). رشد و تکامل استخوان به مقدار زیادی انرژی برای حفظ، ترمیم، تکثیر، تمایز و سنتز ماتریکس خارج سلولی نیاز دارد. از آنجایی که اسید گوانیدینواستیک پیش ساز کراتین و فسفوکراتین است، مکمل اسید گوانیدینواستیک با ۰/۶ گرم بر کیلوگرم نشان داده است که تراکم استخوان درشتنی و قدرت شکستگی جوجه‌های گوشتی را تا سن ۲۴ روزگی بهبود می‌بخشد (Ceylan and Ciftci, 2014).

آرژنین و همچنین جیره غذایی ۳/۲ گرم بر کیلوگرم L-آرژنین بدون مکمل اسید گوانیدینواستیک مقایسه کردند. همه تیمارها منجر به بهبود عملکرد و بازده خوراک شدند، که دلالت بر راندمان صرفه‌جویی آرژنین در حدود ۱۳۳ درصد دارد.

اثرات اسید گوانیدینواستیک بر باروری و کیفیت مایع منی

کاهش کیفیت منی و نرخ باروری از مسائل رایج در خروس مادر و مرغ مادر مسن است. کاهش کیفیت مایع منی با اختلال عملکرد سلول‌های سرتولی و اسپرم‌زایی معیوب همراه است. به عنوان پیش‌ساز کراتین، اسید گوانیدینواستیک نقش مهمی در عملکرد مناسب سلول‌های سرتولی و متابولیسم انرژی در اسپرم ایفا می‌کند. Tapeh و همکاران (۲۰۱۷) پاسخ خروس‌های مادر ۲۹ هفته‌ای (سویه راس ۳۰۸) را با سطوح مختلف اسید گوانیدینواستیک (۰، ۰/۶، ۱/۲ و ۱/۸ گرم بر کیلوگرم) ارزیابی کردند. آنها دریافتند که نرخ باروری در تمام سطوح مکمل اسید گوانیدینواستیک به طور قابل توجهی افزایش یافته است. غلظت منی، تعداد کل اسپرم و تحرک رو به جلو با ۱/۲ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک به طور قابل توجهی افزایش یافت. Murakami و همکاران (۲۰۱۴) عملکرد تولیدمثلی را در بلدرچین مادر گوشتی با دوزهای مختلف اسید گوانیدینواستیک مورد مطالعه قرار دادند (۰، ۰/۶، ۱/۲، ۱/۸ و ۲/۴ گرم بر کیلوگرم؛ جدول ۱). این محققان اثر درجه دوم معنی‌دار را بر باروری، مرگ و میر جنینی و قابلیت جوجه‌درآوری دریافت کردند که بهترین نتایج به ترتیب ۱/۳، ۱/۵ و ۱/۴ گرم بر کیلوگرم اسید گوانیدینواستیک تخمین زده شد. مکمل اسید گوانیدینواستیک در دسترس بودن کراتین را در تخم مرغ‌ها و ماهیچه‌های نتاج با

جدول ۱- تاثیر مکمل حاوی اسید گوانیدینواستیک بر باروری بلدرچین مادر (Murakami et al., 2014).

دوز اسید گوانیدینواستیک	باروری کل (%)	مرگ و میر کل (%)	جوجه درآوری تخم‌ها (%)	جوجه درآوری تخم‌های بارور (%)
۰/۰ گرم/کیلوگرم	۹۲/۴ ± ۲/۵۱	۱۹ ± ۲/۶۲	۷۳/۴ ± ۴/۲۵	۷۹/۳ ± ۳/۰۶
۰/۰۶ گرم/کیلوگرم	۹۵/۳ ± ۱/۸۱	۱۸/۸ ± ۲/۷۶	۷۶/۵ ± ۳/۷۸	۸۰/۲ ± ۳/۰۷
۱/۲ گرم/کیلوگرم	۹۷/۱ ± ۱/۵۱	۶/۴ ± ۱/۹۶	۹۰/۷ ± ۲/۱۰	۹۳/۵ ± ۲/۰۴
۱/۸ گرم/کیلوگرم	۹۸/۳ ± ۰/۸۲	۱۰/۹ ± ۳/۳۲	۸۷/۴ ± ۳/۲۰	۸۸/۹ ± ۳/۳۳
۲/۴ گرم/کیلوگرم	۹۴ ± ۱/۲۹	۱۲/۶ ± ۱/۸۹	۸۱/۴ ± ۲/۵۰	۸۶/۵ ± ۲/۰۳
SEM	۰/۷۵	۱/۳۶	۱/۷۲	۱/۴۷
P-value در رگرسیون خطی	۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴
P-value در رگرسیون درجه دوم	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲

نتیجه‌گیری کلی

اسید گوانیدینواستیک ثابت کرده است که یک افزودنی خوراک پایدار و کارآمد برای افزایش مصرف انرژی و بهبود عملکرد زنده طیور است. فعالیت مؤثر ذخیره آرژنین توسط اسید گوانیدینواستیک یک ویژگی مهم است، زیرا پرندگان قادر به

سنتز آرژنین نیستند و منحصراً به منابع غذایی این اسید آمینه وابسته هستند. علاوه بر این، این افزودنی خوراک دارای چندین ویژگی مهم دیگر در تغذیه طیور از جمله حفظ آرژنین، بهبود عملکرد تولیدمثلی و افزایش رشد و تکامل ماهیچه‌ها و استخوان‌ها می‌باشد. بنابراین استفاده از این مکمل در تغذیه جوجه‌های گوشتی، مرغ‌های تخمگذار و مرغ‌های مادر توصیه می‌شود.

acetic acid is an efficacious replacement for arginine for young chicks." *Poultry Science*, 92(1), 171-177.

EFSA (European Food Safety Authority). (2009). "Safety and Efficiency of Guanidino Acetic Acid as Feed Additive for Chickens for Fattening." *The EFSA Journal*, 988: 1-30.

Esser, A. F. G., Gonçalves, D. R. M., Rorig, A., Cristo, A. B., Perini, R., and et al. (2017). "Effects of guanidinoacetic acid and arginine supplementation to vegetable diets fed to broiler chickens subjected to heat stress before slaughter." *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19, 429-436.

Kallweit, E., R. Fries, G. Kielwein, and S. Scholtyssek. (1988). *Qualität Tierischer Nahrungsmittel*. Stuttgart, Germany: Ulmer.

Keshavarz, K., and Fuller, H. L. (1971). "Relationship of arginine and methionine to creatine formation in chicks." *The Journal of Nutrition*, 101(7), 855-862.

Khajali, F., and Wideman, R. F. (2010). "Dietary arginine: metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships." *World's Poultry Science Journal*, 66(4), 751-766.

Khajali, F., Basoo, H., and Faraji, M. (2018). "Estimation of Arginine Requirements for Male Broilers Grown at High Altitude from One to Twenty-one Days of Age." *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15: 911-917

Khakran, G., Chamani, M., Foroudi, F., Sadeghi, A. A., and Afshar, M. A. (2018). "Effect of guanidine acetic acid addition to corn-soybean meal based diets on productive performance, blood biochemical parameters and reproductive hormones of laying hens." *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24(1).

Komoto, J., Takata, Y., Yamada, T., Konishi, K., Ogawa, H., and et al. (2003). "Monoclinic guanidinoacetate methyltransferase and gadolinium ion-binding characteristics." *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 59(9), 1589-1596.

Krueger, K., Damme, K., and Lemme, A. (2010). "Bessere mast mit CreAmino." *DGS Magazin*, 26 (2010), 10-14.

Lemme, A., Elwert, C., Gobbi, R., and Rademacher, M. (2011). "Application of the guanidino acetic acid as creatine source in broilers fed diets with or without fish meal." In *18th Symposium on Poultry Nutrition* (pp. 453-455).

Lemme, A., Ringel, J., Sterk, A., and Young, J. F. (2007, August). "Supplemental guanidino acetic acid affects energy metabolism of broilers." In *Proceedings 16th European Symposium on Poultry Nutrition* (Vol. 26, p. 30). Strasbourg France.

Lemme, A., DeGroot, A., Dilger, R., and Braun, U. (2018a). "Digestibility of guanidinoacetic acid is 100% in broilers while availability depends on dosage and dietary arginine supply." *Poultry Science*, 97(E-supplement 1), 102.

منابع

Ahmadipour, B., Naeini, S. Z., Sharifi, M., and Khajali, F. (2018). "Growth performance and right ventricular hypertrophy responses of broiler chickens to guanidinoacetic acid supplementation under hypobaric hypoxia." *The Journal of Poultry Science*, 55(1), 60-64.

Ale Saheb Fosoul, S. S. A. S., Azarfar, A., Gheisari, A., and Khosravinia, H. (2018). "Energy utilisation of broiler chickens in response to guanidinoacetic acid supplementation in diets with various energy contents." *British Journal of Nutrition*, 120(2), 131-140.

Almquist, H. J., Mecchi, E., and Kratzer, F. H. (1941). "Creatine formation in the chick." *Journal of Biological Chemistry*, 141, 365-373.

Amiri, M., Ghasemi, H. A., Hajkhodadadi, I., and Farahani, A. H. K. (2019). "Efficacy of guanidinoacetic acid at different dietary crude protein levels on growth performance, stress indicators, antioxidant status, and intestinal morphology in broiler chickens subjected to cyclic heat stress." *Animal Feed Science and Technology*, 254, 114208.

Angel, R. (2007). "Metabolic disorders: limitations to growth of and mineral deposition into the broiler skeleton after hatch and potential implications for leg problems." *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 138-149.

Ross, A. (2019). "308: Broiler Performance Objectives." *Aviagen Inc.: Huntsville, AL, USA*, 1-15.

Ceylan, N., and I. Ciftci. (2014). "Effects of L-Valine Supplementation to Low-crude Protein Diets with Two Different Leucine Levels and Effects of a CreAMINO Supplementation in Broiler Chicks from Day 11 to 24." Evonik research report.

Chamrusspollert, M., Pesti, G. M., and Bakalli, R. I. (2002a). "The influence of labile dietary methyl donors on the arginine requirement of young broiler chicks." *Poultry Science*, 81(8), 1142-1148.

Chamrusspollert, M., Pesti, G. M., and Bakalli, R. I. (2002b). "{Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks." *British Journal of Nutrition*, 88(6), 655-660.

Córdova-Noboa, H. A., Oviedo-Rondón, E. O., Sarsour, A. H., Barnes, J., Ferzola, P., and et al. (2018). "Performance, meat quality, and pectoral myopathies of broilers fed either corn or sorghum based diets supplemented with guanidinoacetic acid." *Poultry Science*, 97(7), 2479-2493.

DeGroot, A. A., Braun, U., and Dilger, R. N. (2018). "Efficacy of guanidinoacetic acid on growth and muscle energy metabolism in broiler chicks receiving arginine-deficient diets." *Poultry Science*, 97(3), 890-900.

Dilger, R. N., Bryant-Angeloni, K., Payne, R. L., Lemme, A., and Parsons, C. M. (2013). "Dietary guanidino

- Tapeh, R. S., Zhandi, M., Zaghari, M., and Akhlaghi, A. (2017). "Effects of guanidinoacetic acid diet supplementation on semen quality and fertility of broiler breeder roosters." *Theriogenology*, 89, 178-182.
- Tossenberger, J., Rademacher, M., Németh, K., Halas, V., and Lemme, A. J. P. S. (2016). "Digestibility and metabolism of dietary guanidino acetic acid fed to broilers." *Poultry Science*, 95(9), 2058-2067.
- Walker, J. B. (1979). "Creatine: biosynthesis, regulation, and function." *Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol*, 50(177), 2.
- Wallimann, T. (2007). "Introduction-creatine: cheap ergogenic supplement with great potential for health and disease." In *Creatine and creatine kinase in health and disease* (pp. 1-16). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Wyss, M., and Kaddurah-Daouk, R. (2000). "Creatine and creatinine metabolism." *Physiological Reviews*, 80(3), 1107-1213.
- Zhao, M. M., Gao, T., Zhang, L., Li, J. L., Lv, P. A., and et al. (2017). "In ovo feeding of creatine pyruvate alters energy reserves, satellite cell mitotic activity and myogenic gene expression of breast muscle in embryos and neonatal broilers." *Poultry Science*, 96(9), 3314-3323.
- Lemme, A., Rademacher-Heilshorn, M., Dilger, R. N., Scharch, C., and Braun, U. (2018b). "Arginine sparing potential of guanidinoacetic acid in broiler nutrition." In *PSA Latin American Scientific Conference*.
- Lemme, A., Gobbi, R., and Esteve-Garcia, E. (2010, August). "Effectiveness of creatine sources on performance of broilers at deficient or adequate methionine supply." In *13th Eur. Poult. Conf. Proc., Tours, France. World's Poult. Sci. Assn, Beekbergen* (p. 2).
- Majdeddin, M., Golian, A., Kermanshahi, H., De Smet, S., and Michiels, J. (2018). "Guanidinoacetic acid supplementation in broiler chickens fed on corn-soybean diets affects performance in the finisher period and energy metabolites in breast muscle independent of diet nutrient density." *British poultry science*, 59(4), 443-451.
- Malins, H., Pirgozliev, V., Muley, N., and Lemme, A. (2017). "Addition of guanidinoacetic acid can counterbalance energy reduction in broiler diets." In *21st European Symposium on Poultry Nutrition, Salou/Vila-seca, Spain, 8-11 May 2017. Full papers*. World's Poultry Science Association (WPSA).
- Michiels, J., Maertens, L., Buyse, J., Lemme, A., Rademacher, M., and et al. (2012). "Supplementation of guanidinoacetic acid to broiler diets: effects on performance, carcass characteristics, meat quality, and energy metabolism." *Poultry Science*, 91(2), 402-412.
- Mousavi, S. N., Afsar, A., and Lotfollahian, H. (2013). "Effects of guanidinoacetic acid supplementation to broiler diets with varying energy contents." *Journal of Applied Poultry Research*, 22(1), 47-54.
- Murakami, A. E., Rodrigueiro, R. J. B., Santos, T. C., Ospina-Rojas, I. C., and Rademacher, M. (2014). "Effects of dietary supplementation of meat-type quail breeders with guanidinoacetic acid on their reproductive parameters and progeny performance." *Poultry Science*, 93(9), 2237-2244.
- Ringel, J., Lemme, A., Knox, A., McNab, J., and Redshaw, M. S. (2007). "Effects of graded levels of creatine and guanidino acetic acid in vegetable-based diets on performance and biochemical parameters in muscle tissue." In *Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition* (pp. 387-390).
- Sharideh, H., Esmaeile Neia, L., Zaghari, M., Zhandi, M., Akhlaghi, A., and et al. (2016). "Effect of feeding guanidinoacetic acid and L-arginine on the fertility rate and sperm penetration in the perivitelline layer of aged broiler breeder hens." *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(2), 316-322.
- Tabatabaei Yazdi, F., Golian, A., Zarghi, H., and Varidi, M. (2017). "Effect of wheat-soy diet nutrient density and guanidine acetic acid supplementation on performance and energy metabolism in broiler chickens." *Italian Journal of Animal Science*, 16(4), 593-600.

Publisher Note

Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:

<https://domesticstj.ut.ac.ir/contacts?action=loginForm>



Scientific-Extensional Article

Guanidinoacetic acid as a feed supplement for poultry

Seyed Mohammad Ali Mirhosseini^{1*}

¹ Ph.D. Student of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the Urmia University, West Azerbaijan, Urmia, Iran

doi <https://doi.org/10.22059/domesticj.2024.363860.1131>

Abstract

Guanidinoacetic acid (GAA) is immediate substrate for biosynthesis of creatine (CREA). Aside from improving energy utilisation, GAA possesses several features which further enhance its value as a feed additive for poultry. The feed supplement has good thermal stability, which allows it to be safely used in pelleted diets. GAA has high bioavailability, is cost-effective, and spares dietary arginine (ARG) and energy. Its digestion and absorption is similar to other amino acids, although there are some interactions. Supplementation with 0.6–1.2 g/kg can increase muscle creatine by 14–21%, respectively. Meta-analysis has shown that GAA supplementation improved FCR in a dose dependent and rather linear manner. The efficacious arginine sparing activity of GAA is an important feature, since birds are not able to synthesise arginine and are exclusively dependent on dietary sources of this amino acid. GAA has several other proven benefits, including improving fertility and semen quality, stimulating muscle growth through cell-signalling processes, and ameliorating bone growth and development. Optimal inclusion levels of 1.4 g/kg GAA have been reported for supporting fertility in birds.

Keyword(s): Arginine, Broiler, Creatine, Energy, Guanidinoacetic acid



*Corresponding Author E-mail: mohamadali09@yahoo.com

Section: Poultry Nutrition

Associate Editor: Dr. Amir Mosayyeb Zadeh

Received: 15 Aug 2023

Revised: 27 Sep 2023

Accepted: 20 Oct 2023

Published online: 01 Sep 2024

Citation: Mirhosseini, S. M. A. Guanidinoacetic acid as a feed supplement for poultry. *Professional Journal of Domestic*, 2025; 24(2): 5-13.