Vol 28, No. 2, Summer 2026

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Determination of the optimal arginine level in Japanese quail diets to improve growth performance and carcass yield

Ali Reza Ghiasvand[1] | Hassan Shirzadi[2] ✉ | Hossein Ali Ghasemi[3] ✉ | Kamran Taherpour[4] | Shokoufeh Hasanvand[5] | Ali Khatibjoo[6]

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: a.r.gh535@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: h.shirzadi@ilam.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University, Arak, Iran. E-mail: h-ghasemi@araku.ac.ir
4. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: k.taherpour@ilam.ac.ir
5. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: shokufe.hasanvand@gmail.com
6. Department of Animal Science, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. E-mail: a.khatibjoo@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 9 July 2025
Received in revised form
4 December 20255
Accepted 6 December 2025
Published online 30 June 2026

Keywords:
Arginine
Broken-line regression model
Carcass yield
Growth performance
Japanese quail

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the optimal arginine level in the diet of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) and to evaluate its effect on growth performance, feed efficiency, and carcass yield using broken-line and quadratic regression models.

Method: 600 twenty-one-day-old Japanese quail chicks were randomly assigned to five treatments with digestible arginine levels of 0.75%, 1.00%, 1.25%, 1.50%, and 1.75%, with six replicates per treatment and 20 quails per replicate. The experimental diets were similar in all essential nutrients except for arginine. The experiment was conducted from day 21 to day 35, and during the experimental period, the effects of different arginine levels on body weight (BW) gain, feed efficiency, carcass yield, and the chemical composition of breast and thigh meat were measured.

Results: Results indicated that arginine affected BWG and feed efficiency (P<0.05) of the quails, with the 1.25% arginine treatment being significantly different than the 0.75% and 1.00% treatments and having no difference with the 1.50% treatment (P<0.05). No treatment effect was observed for feed intake, suggesting that greater arginine levels improved the efficiency of feed utilization due to increased BW gain. Arginine requirement was estimated using both broken-line linear and quadratic regression models, with the broken-line linear model with a single slope identifying breakpoints at 1.15% for BW gain and 1.21% for feed efficiency, whereas the quadratic broken-line model predicted breakpoints at 1.30% and 1.29%, respectively. The quadratic regression model predicted that the highest BW gain occurred at 1.37% arginine and the highest occurred at 1.36% arginine. For carcass yield, the 1.25% arginine treatment yielded the highest carcass yield on day 35, which was significantly different than the 0.75% and 1.75% treatments. Both broken-line and quadratic regression models suggested that the optimal level for carcass yield was 1.12% and 1.26% and 1.32% arginine, respectively.

Conclusions: The results of this study indicate that broken-line linear and quadratic regression models can be used to accurately estimate the arginine requirement in the diet of Japanese quails, and the optimal arginine level for improving growth performance and carcass yield in Japanese quails was found to be within the range of 1.15% to 1.37%, whichcan serve as a reference for improving dietary formulations in the quail farming industry and lowering feed costs.

Cite this article: Ghiasvand, A. R., Shirzadi, H., Ghasemi, H. A., Taherpour, K., Hasanvand, Sh., & Khatibjoo, A. (2026). Determination of the optimal arginine level in Japanese quail diets to improve growth performance and carcass yield. *Journal of Animal Production*, 28 (2), 233-246. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.398291.623857

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.398291.623857

دوره بیست و هشتم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۵

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

تعیین سطح بهینه آرژنین در جیره غذایی بلدرچین‌های ژاپنی برای بهبود عملکرد رشد و بازده لاشه

علی رضا قیاسوند[۱] | حسن شیرزادی[۲] ✉ | حسینعلی قاسمی[۳] ✉ | کامران طاهرپور[۴] | شکوفه حسنوند[۵] | علی خطیب‌جو[۶]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: a.r.gh535@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: h.shirzadi@ilam.ac.ir
۳. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران. رایانامه: h-ghasemi@araku.ac.ir
۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: k.taherpour@ilam.ac.ir
۵. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: shokufe.hasanvand@gmail.com
۶. گروه علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. رایانامه: a.khatibjoo@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۸

کلیدواژه‌ها:
آرژنین
بازده لاشه
بلدرچین ژاپنی
عملکرد رشد
مدل رگرسیونی broken-line

چکیده

هدف: هدف این مطالعه تعیین سطح بهینه آرژنین در جیره غذایی بلدرچین‌های ژاپنی (*Coturnix coturnix japonica*) و ارزیابی تأثیر آن بر عملکرد رشد، بازده خوراک و بازده لاشه با استفاده از مدل‌های رگرسیونی broken-lineو درجه دوم بود.

روش پژوهش: برای این منظور، تعداد ۶۰۰ قطعه جوجه بلدرچین در سن ۲۱ روزگی به پنج تیمار مختلف با سطوح ۰/۷۵، ۱/۰۰، ۱/۲۵، ۱/۵۰ و ۱/۷۵ درصد آرژنین قابل‌هضم تقسیم شدند. برای هر تیمار شش تکرار و برای هر تکرار ۲۰ قطعه بلدرچین در نظر گرفته شد. جیره‌های آزمایشی از نظر تمامی مواد مغذی ضروری به‌جز آرژنین مشابه بودند. آزمایش از روز ۲۱ تا ۳۵ ادامه یافت و در طول دوره آزمایشی فراسنجه‌های مختلف عملکردی شامل افزایش وزن بدن، بازده خوراک و بازده لاشه اندازه‌گیری شدند. علاوه بر این، تأثیر سطوح مختلف آرژنین بر ترکیب شیمیایی گوشت سینه و ران نیز بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزایش سطوح آرژنین تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن بدن و بازده خوراک در بلدرچین‌ها داشت، به‌ویژه تیمار ۱/۲۵ درصد آرژنین بیش‌ترین میزان افزایش وزن بدن و بازده خوراک را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد. این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۰/۷۵ و ۱/۰۰ درصد آرژنین داشت، اما در مقایسه با تیمار ۱/۵۰ درصد آرژنین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در خصوص مصرف خوراک، هیچ تغییر معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد که نشان‌دهنده بهبود کارایی استفاده از خوراک در تیمارهای با سطوح بیش‌تر آرژنین ناشی از افزایش وزن بود. برای تخمین سطح نیاز به آرژنین در جیره، مدل‌های رگرسیونی broken-line خطی و درجه دوم به‌کار گرفته شدند. مدل broken-line خطی با شیب یکسان، نقطه شکست را در ۱/۱۵ درصد برای افزایش وزن بدن و ۱/۲۱ درصد برای بازده خوراک شناسایی کرد. هم‌چنین، مدل broken-line درجه دوم نقاط شکست را در ۱/۳۰ درصد برای افزایش وزن بدن و ۱/۲۹ درصد برای بازده خوراک پیش‌بینی کرد. هم‌چنین مدل رگرسیونی درجه دوم نشان داد که در سطح ۱/۳۷ درصد آرژنین، بیش‌ترین میزان افزایش وزن بدن و در ۱/۳۶ درصد آرژنین، بیش‌ترین بازده خوراک مشاهده شد. در خصوص بازده لاشه، تیمار ۱/۲۵ درصد آرژنین بیش‌ترین بازده لاشه را در روز ۳۵ نشان داد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۰/۷۵ و ۱/۷۵ درصد داشت. مدل‌های رگرسیونی broken-line و درجه دوم نشان دادند که سطح بهینه آرژنین برای بیش‌ترین بازده لاشه به‌ترتیب ۱/۱۲ و ۱/۲۶ درصد بود. افزون بر این، مدل رگرسیونی درجه دوم پیش‌بینی کرد که سطح بهینه برای بازده لاشه در ۱/۳۲ درصد آرژنین قرار دارد. با این‌حال، ترکیب شیمیایی گوشت سینه و ران تحت تأثیر سطوح آرژنین قرار نگرفت و هیچ تغییر معنی‌داری در ترکیب ماده خشک، ماده آلی و خاکستر مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های رگرسیونی broken-line خطی و درجه دوم ابزارهای مناسبی برای تخمین دقیق نیاز به آرژنین در جیره غذایی بلدرچین‌های ژاپنی هستند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، سطح بهینه آرژنین برای بهبود عملکرد رشد و بازده لاشه در بلدرچین‌های ژاپنی در حدود ۱/۱۵ تا ۱/۳۷ درصد توصیه می‌شود. این یافته‌ها می‌توانند به بهینه‌سازی جیره‌های غذایی در صنعت پرورش بلدرچین کمک کنند و بهبود کارایی تولید و کاهش هزینه‌های خوراک را به‌دنبال داشته باشند.

استناد: قیاسوند، علی‌رضا؛ شیرزادی، حسن؛ قاسمی، حسینعلی؛ طاهرپور، کامران؛ حسنوند، شکوفه و خطیب‌جو، علی (۱۴۰۵). تعیین سطح بهینه آرژنین در جیره غذایی بلدرچین‌های ژاپنی برای بهبود عملکرد رشد و بازده لاشه. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۸ (۲)، ۲۳۳-۲۴۶.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.398291.623857

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

پروتئین و انرژی مواد مغذی حیاتی در جیره غذایی طیور هستند و تقریباً ۹۰ درصد از هزینه‌های کل جیره را تشکیل می‌دهند، به‌طوری‌که پروتئین گران‌ترین مؤلفه آن است. اسیدهای آمینه نه‌تنها برای سنتز پروتئین ضروری هستند بلکه نقش‌های مهمی در فرایندهای متابولیکی اساسی از جمله تقویت عملکرد سیستم ایمنی و سلامت دستگاه گوارش ایفا می‌کنند (Oliveira *et al*., 2022). آرژنین یک اسید آمینه ضروری برای پرندگان است که به‌دلیل سنتز بسیار محدود آن داخل بدن، باید از طریق جیره تأمین شود. نیاز به آرژنین در طیور با افزایش سن و توسعه پرها افزایش می‌یابد، زیرا پرها مقدار زیادی از این اسید آمینه را در خود دارند (Xu *et al*., 2018; Castro *et al*., 2020). آرژنین به‌عنوان یک سوبسترای اصلی برای سنتز مولکول‌های حیاتی مانند پروتئین‌ها، کراتین، اورنیتین، گلوتامات، پلی‌آمین‌ها، پرولین و گلوتامین عمل می‌کند که همگی در انجام عملکردهای فیزیولوژیکی و آنتی‌اکسیدانی مختلف در پرندگان مؤثر هستند (Fathima *et al*., 2024). در میان گونه‌های جانوری، پرندگان بیش‌ترین نیاز به آرژنین را دارند که ناشی از رشد سریع آن‌ها و نیاز به ساخت پروتئین است (De Souza Castro & Kim, 2020). آرژنین اسید آمینه‌ای است که به‌خاطر توانایی تولید نیتریک اکساید و نقش آن در فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف شناخته شده است، از جمله دفع رادیکال‌های آزاد، تقویت سیگنال‌دهی سلول‌های عضلانی، تحریک آزادسازی هورمون رشد و تنظیم سوخت‌وساز چربی (Wang *et al*., 2022; Fathima *et al*., 2024). نقش مکمل آرژنین در تغذیه جوجه‌های گوشتی توجه زیادی را جلب کرده است، زیرا این ماده می‌تواند عملکرد رشد و بازده خوراک را بهبود بخشد.

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که نیاز به آرژنین ممکن است از توصیه‌های شورای تحقیقات ملی (NRC, 1994) فراتر رود، به‌طوری‌که Jahanian (۲۰۰۹) نیاز آرژنین را تا ۱۰۷ درصد سطح پیشنهادی NRC برای رشد بهینه در شرایط دمایی خنثی پیشنهاد کرده است. با این‌حال، Oliveira و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که نسبت آرژنین به لیزین در سطح ۱۲۴ درصد می‌تواند منجر به افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل خوراک شود. Liu و همکاران (۲۰۱۹) یک رابطه درجه دو بین سطوح آرژنین و افزایش وزن بدن شناسایی کردند، درحالی‌که Xu و همکاران (۲۰۱۸) افزایش خطی و درجه‌دو در میانگین افزایش وزن و بازده خوراک با مکمل آرژنین گزارش کردند. این مطالعات اهمیت بهینه‌سازی سطوح آرژنین در جیره‌های مرغ گوشتی را برای بهبود رشد و بازده خوراک نشان می‌دهند. با این‌حال، در مورد مکمل آرژنین در جیره غذایی بلدرچین‌ها پژوهش‌های اندکی انجام شده است. به‌دلیل چالش‌های اقتصادی اخیر، از جمله کمبود مواد اولیه و افزایش هزینه‌های تولید، متخصصان تغذیه باید دستورالعمل‌های تغذیه‌ای دقیقی برای جیره‌های دام و طیور تعیین کنند. موفقیت این دستورالعمل‌ها اهمیت زیادی دارد و به درک عوامل فیزیولوژیکی حیوانات و مدل‌های ریاضی استفاده شده بستگی دارد.

مطالعات گذشته (Ton *et al*., 2013; Lima *et al*., 2016; Hasanvand *et al*., 2018) نشان داده‌اند که استفاده از مدل‌های مختلف برای تحلیل داده‌ها و برآورد نیازهای اسیدهای آمینه می‌تواند خطاهای برآورد را در بلدرچین‌های ژاپنی به حداقل برساند. در NRC (۱۹۹۴) مقادیر نیاز آرژنین کل جیره را برای بلدرچین ژاپنی برابر با ۱/۲۵ درصد در دوره رشد (با نیاز ۱/۳۰ درصد لایزین و نسبت آرژنین به لایزین حدود ۰/۹۶) و ۱/۲۶ درصد در دوره تولید (با نیاز یک درصد لایزین و نسبت آرژنین به لایزین حدود ۱/۲۶) گزارش شده است. در یک مطالعه اخیر در دوره تخم‌گذاری، مصرف روزانه آرژنین قابل‌هضم را حدود ۲۹۰ میلی‌گرم/پرنده/روز (در اوج تولید) پیشنهاد کرده‌اند (de Lima *et al*., 2022). هم‌چنین نسبت‌های پیشنهادی آرژنین به لایزین برای بلدرچین تخم‌گذار به‌طورعمده در بازه ۱۰۱ تا۱۱۰ درصد گزارش شده است. با این‌حال، برآورد نیاز آرژینین قابل‌هضم در فاز رشد گوشتی با طرح پاسخ وابسته به دوز و برازش مدل‌های broken-line و درجه‌دوم گزارش نشده است. این مطالعه به‌منظور تعیین نیاز آرژنین قابل‌هضم برای بلدرچین‌های گوشتی ژاپنی در سنین ۲۱ تا ۳۵ روزگی طراحی شده است. مدل‌های به‌کاررفته شامل مدل‌های broken line خطی با شیب یکسان، درجه دوم broken line با شیب یکسان و رگرسیون درجه‌دوم با دو شیب بودند. علاوه بر این، این مطالعه تأثیر سطوح مختلف آرژنین غذایی بر ترکیب گوشت را مورد ارزیابی قرار داد. استفاده

از این مدل‌ها می‌تواند تخمین دقیق‌تری از سطوح بهینه آرژنین برای صفات اقتصادی مهم نظیر عملکرد رشد، بازده خوراک و بازده لاشه ارائه دهد. علاوه بر این، این مطالعه تأثیر سطوح مختلف آرژنین بر ترکیب گوشت را نیز موردبررسی قرار داد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲. ۱. پرندگان و جیره‌ها

در این مطالعه درمجموع ۶۰۰ قطعه جوجه بلدرچین ۲۱ روزه مخلوط نر و ماده از یک مرغداری محلی تأمین شدند که گله والدین آن‌ها ۱۶۰ روزه بود. پس از دریافت جوجه‌ها، هر یک به‌طور جداگانه وزن‌کشی شدند (۹۹/۷±۴/۹ گرم) و به ۳۰ قفس (پنج تیمار و شش تکرار برای هر تیمار) تقسیم شدند تا تفاوت میانگین وزن بدن در بین قفس‌ها حداقل باشد. مدت زمان آزمایش از روز ۲۱ تا روز ۳۵ ادامه یافت. بلدرچین‌ها در قفس‌هایی با ابعاد ۶۰×۵۵×۳۵ سانتی‌متر نگهداری شدند که به لامپ‌های الکتریکی برای تأمین حرارت مناسب برای سن پرندگان مجهز بودند. برنامه نوردهی شامل ۲۳ ساعت نور در طول دوره آزمایش بود. دمای محیط بر روی ۲۳–۲۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده و رطوبت نسبی در طول آزمایش به‌طور پیوسته در محدوده ۵۰ تا ۶۰ درصد حفظ شد.

در روز ۲۱، جیره پایه به‌صورت آردی آماده شد؛ همه مواد مغذی ضروری برای رشد بلدرچین‌های ژاپنی تأمین شد و سطح آرژنین قابل‌هضم با افزودن مکمل ال–آرژنین تنظیم گردید. مکمل ال–آرژنین (Evonik Degussa، آلمان) در جیره در ازای نشاسته ذرت اضافه شد و سطوح آرژنین قابل‌هضم از سطح ۰/۷۵ تا ۱/۷۵ به‌صورت افزایشی و با فاصله ۰/۲۵ درصد (درمجموع پنج تیمار) تنظیم شدند. مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره‌ها و آنالیز شیمیایی آن‌ها در جدول‌های (۱) و (۲) ارائه شده است. جوجه‌های بلدرچین به‌طور آزاد به آب و خوراک در طول دوره رشد دسترسی داشتند.

غلظت‌های اسیدهای آمینه در جیره پایه با استفاده از داده‌های اسید آمینه قابل‌هضم ایلئومی استانداردشده (SID) با استفاده از داده‌های AminoDat (۲۰۱۵) محاسبه شد. تمام جیره‌ها ایزوکالریک و ایزونیتروژن بودند؛ لایزین قابل هضم ثابت نگه داشته شد و نسبت‌های متیونین+ سیستئین، ترئونین، والین، تریپتوفان و ایزولوسین به لایزین، براساس الگوی پروتئین ایده‌آل با استفاده از اسیدهای آمینه سنتتیک در سطح توصیه‌شده یا بالاتر تثبیت گردید. تنها متغیر آزمایشی سطح آرژنین قابل هضم بود که در بازه ۰/۷۵ تا ۱/۷۵ درصد (جایگزینی وزنی با نشاسته) تغییر یافت. ثبات نسبت‌ها در جدول آنالیز شیمیایی جیره‌ها (جدول ۲) نشان داده شده است.

۲. ۲. آنالیز شیمیایی

آنالیز تغذیه‌ای مواد خوراکی و جیره‌های آزمایشی براساس دستورالعمل‌های AOAC (۲۰۰۷) انجام شد. برای سنجش اسیدهای آمینه، نمونه‌ها به‌صورت زیر آماده و اندازه‌گیری شدند.

ابتدا جهت بازیابی صحیح اسیدهای آمینه گوگرددار، زیرنمونه‌ها با اسید پرفورمیک تازه تهیه در دمای پایین اکسید شدند تا سیستئین به سیستئیک‌اسید و متیونین به متیونین‌سولفون تبدیل شود. سپس همه نمونه‌ها با اسید هیدروکلریک شش مولار در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت در ویال‌های شیشه‌ای دربسته (زیر اتمسفر نیتروژن) هیدرولیز اسیدی شدند. برای تریپتوفان که در هیدرولیز اسیدی ناپایدار است، از هیدرولیز قلیایی (سود چهار مولار، دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و برای مدت ۲۰ ساعت) بر روی بخش جداگانه‌ای از همان نمونه استفاده شد. محلول‌های هیدرولیزشده پس از خنثی‌سازی، صاف‌سازی و رقیق‌سازی وارد دستگاه شدند. پروفایل اسیدهای آمینه با استفاده از آمینو اسید آنالایزر اتوماتیک (Hitachi، L-8800، توکیو، ژاپن) آنالیز و مشتق‌سازی به‌صورت پسازستونی با نین‌هیدرین و آشکارسازی فوتومتری در ۵۷۰ نانومتر انجام گرفت. برای کنترل کیفیت، L-norleucine به‌عنوان استاندارد داخلی به تمامی نمونه‌ها افزوده شد و کمی‌سازی بر پایه استاندارد مخلوط خارجی انجام شد.

جدول ۱. ترکیب جیره براساس مقادیر متفاوت آرژنین

سطح آرژنین (درصد جیره)	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵
مواد خوراکی (درصد)					
گندم قرمز	۵۵/۰۰	۵۵/۰۰	۵۵/۰۰	۵۵/۰۰	۵۵/۰۰
ذرت	۱۵/۹۸	۱۵/۹۸	۱۵/۹۸	۱۵/۹۸	۱۵/۹۸
کنجاله گلوتن ذرت	۱۷/۸۶	۱۷/۸۶	۱۷/۸۶	۱۷/۸۶	۱۷/۸۶
کنجاله سویا	۳/۲۰	۳/۲۰	۳/۲۰	۳/۲۰	۳/۲۰
نشاسته ذرت	۱/۲۰	۰/۹۵	۰/۷۰	۰/۴۵	۰/۲۰
روغن سویا	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
دی‌کلسیم‌فسفات	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸
کربنات‌کلسیم	۱/۴۸	۱/۴۸	۱/۴۸	۱/۴۸	۱/۴۸
بی‌کربنات پتاسیم ($KHCO_3$)	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۴
جوش شیرین ($NaHCO_3$)	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴
نمک خوراکی ($NaCl$)	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
پیش‌مخلوط (پرمیکس) مواد معدنی و ویتامینی [۱]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
ال‌–لایزین هیدروکلراید	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵
دی‌ال‌–متیونین	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
ال‌–آرژنین	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۵۱	۰/۷۶	۱/۰۱
ال‌–ترئونین	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
ال‌–تریپتوفان	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
ال‌–والین	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
ال‌–ایزولوسین	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
زایلاناز [۲]	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
مکمل توکسین بایندر	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰

۱. مکمل مواد معدنی و ویتامینی مقادیر زیر را در هر کیلوگرم از جیره فراهم می‌آورد: ویتامین A (رتینیل استات)، ۶۶۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله‌کلسفیرول، ۲۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E (آلفا–توکوفرول)، ۲۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3 (منادیون دی متیل‌پیریمیدینول)، ۰/۳ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۰/۱۸ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۵۰ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۲۴ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۸/۸ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۴۵۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۳ میلی‌گرم؛ منگنز (MnO)، ۷۵ میلی‌گرم؛ روی (ZnO)، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن ($FeSO_4$)، ۶۰ میلی‌گرم؛ مس ($CuSO_4$)، ۱۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم (Na_2SeO_3)، ۰/۲ میلی‌گرم.
۲. زایلاناز تجاری (Nutrex NV، بلژیک) با فعالیت ۱۵۰۰ واحد در هر گرم محصول.

جدول ۲. ترکیبی شیمیایی جیره‌های آزمایشی براساس مقادیر محاسبه‌شده و آنالیزشده

سطح آرژنین (درصد جیره)	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵
آنالیز محاسبه‌شده (درصد از جیره، مگر در مواردی که ذکر شده باشد)					
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰
پروتئین خام	۲۳/۲	۲۳/۲	۲۳/۲	۲۳/۲	۲۳/۲
کلسیم	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵
فسفر قابل‌دسترس	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
لایزین قابل‌هضم	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵
متیونین+ سیستئین قابل‌هضم	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸
آرژنین قابل‌هضم	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵
ترئونین قابل‌هضم	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸
تریپتوفان قابل‌هضم	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹
والین قابل‌هضم	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲
ایزولوسین قابل‌هضم	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶
تعادل الکترولیتی جیره [۱] (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم)	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
مقادیر آنالیزشده [۲] (درصد از جیره)					
لیزین کل	۱/۳۷	۱/۳۸	۱/۳۷	۱/۳۸	۱/۳۹
متیونین کل	۰/۶۳	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۸
متیونین+ سیستئین کل	۱/۰۲	۱/۰۰	۱/۰۱	۱/۰۰	۱/۰۲
آرژنین کل	۰/۸۶	۱/۱۲	۱/۳۵	۱/۶۱	۱/۸۷
ترئونین کل	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۹۰
تریپتوفان کل	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۶
تیروزین کل	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۷
والین کل	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۱	۱/۲۰	۱/۲۲
ایزولوسین کل	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۲
لوسین کل	۲/۶۱	۲/۵۸	۲/۵۸	۲/۶۰	۲/۶۱
هیستیدین کل	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱

۱. تعادل الکترولیتی جیره $DEB= (Na^+ + K^+) - CL^-$
۲. میانگین سه نمونه از هر جیره می‌باشد.

۲. ۳. عملکرد تولیدی و ویژگی‌های لاشه

وزن بدن در روزهای ۲۱ و ۳۵ اندازه‌گیری شد و مقادیر میانگین برای هر قفس محاسبه شد. میزان مصرف خوراک نیز برای هر قفس جداگانه اندازه‌گیری شد. افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و بازده خوراک برای دوره ۲۱ تا ۳۵ روزگی محاسبه شدند. مرگ‌ومیر روزانه در هر گروه نظارت شد و داده‌های عملکردی براساس آن تنظیم شد.

در روز ۳۵ آزمایش، پس از سه ساعت محرومیت از خوراک، دو قطعه بلدرچین از هر قفس به‌طور تصادفی انتخاب شدند و با استفاده از جابه‌جایی مهره گردنی کشتار شدند. لاشه‌ها بلافاصله وزن‌کشی شدند و وزن نسبی لاشه، سینه و ران به‌صورت درصدی از وزن بدن زنده پیش از کشتار محاسبه شدند.

۲. ۴. ترکیب شیمیایی گوشت

برای اندازه‌گیری ماده خشک، نمونه‌های گوشت عضله ران و عضله سینه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. برای اندازه‌گیری خاکستر، نمونه‌ها به‌طور کامل در کوره (دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) سوزانده شدند و میزان خاکستر باقی‌مانده نمایانگر مواد معدنی غیرآلی موجود در گوشت بود. ماده آلی به‌عنوان تفاوت بین ماده خشک و خاکستر محاسبه شد (AOAC, 2007).

۲. ۵. آنالیز آماری

پیش از تحلیل آماری، داده‌های درصدی به مقادیر ArcSin تبدیل شدند. داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۱۰) برای مدل زیر (رابطه ۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$Yij = \mu + Ti + eij \quad \text{رابطه ۱)}$$

در این رابطه، Y_{ij}، مقدار مشاهده تیمار iام در تکرار jام؛ μ، میانگین جامعه؛ T_i، اثر تیمار iام و e_{ij}، اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار iام در تکرار jام می‌باشد.

نیازهای آرژنین غذایی با استفاده از روش خط شکسته (Robbins *et al*., 2006) و برازش داده‌ها به منحنی پاسخ درجه دوم (Draper & Smith, 1981) تخمین زده شدند. سطح آرژنین لازم برای بهینه‌سازی افزایش وزن بدن، بازده خوراک و بازده لاشه در بیش‌ترین مقدار Y منحنی پاسخ درجه دوم تعیین شد. در معادله درجه دوم، نیاز آرژنین به‌عنوان سطحی از آرژنین جیره (X) تعریف شد که ۹۵ درصد از بیشینه پاسخ پیش‌بینی‌شده (Y) را تأمین می‌کند. مدل‌های broken line خطی و درجه دوم به این صورت تعریف شدند: $Y = L + U \times (R - x)$ و $Y = L + U \times (R - x)^2$، جایی که Y معادل پاسخ مدنظر، L نمایانگر سطح صفر، U نشان‌دهنده نرخ ثابت، R نشان‌دهنده نیاز و x نمایانگر سطح آرژنین جیره است. معادله مدل رگرسیون درجه دوم به این صورت بیان شد: $Y = a + bx + cx^2$، جایی که Y معادل پاسخ مد نظر، a، b و c فراسنجه‌های رگرسیون و x نمایانگر سطح آرژنین جیره است.

۳. یافته‌های پژوهش

۳. ۱. فراسنجه‌های عملکردی

نتایج عملکرد رشد بلدرچین‌های ژاپنی در سنین ۲۱ تا ۳۵ روزه در جدول (۳) ارائه شده است. داده‌ها نشان می‌دهند که افزایش سطوح آرژنین غذایی تأثیرات خطی و درجه‌دومی بر افزایش وزن بدن و بازده خوراک در دوره ۲۱ تا ۳۵ روزگی

داشت ($P<۰/۰۵$). به‌طور خاص، تیمار ۱/۲۵ درصد آرژنین بیش‌ترین میانگین افزایش وزن و بازده خوراک را نشان داد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها به‌جز گروه ۱/۵۰ درصد آرژنین داشت. در طول دوره آزمایشی، جیره‌های حاوی ۱/۲۵ درصد یا بیش‌تر آرژنین، میانگین افزایش وزن بدن و بازده خوراک را نسبت به تیمارهای ۰/۷۵ و ۱ درصد آرژنین بهبود بخشیدند ($P<۰/۰۵$)، درحالی‌که مصرف خوراک تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

جدول ۳. شاخص‌های عملکرد و صفات لاشه بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با سطوح مختلف آرژنین در جیره از ۲۱ تا ۳۵ روزگی

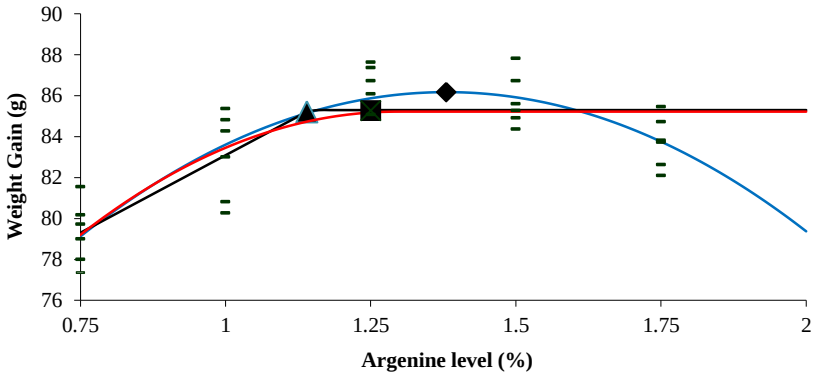
فراسنجه[1]	سطح آرژنین قابل هضم جیره غذایی (درصد)					SEM	سطح معنی‌داری		
	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵		تیمار	خطی	درجه ۲
میانگین افزایش وزن	^{d}۷۹/۳۰	^{c}۸۳/۰۹	^{a}۸۶/۳۶	^{ab}۸۵/۷۸	^{bc}۸۳/۷۴	۰/۶۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
خوراک مصرفی	۲۷۹/۵	۲۸۴/۶	۲۸۵/۶	۲۸۶/۵	۲۸۳/۸	۲/۱۱	۰/۲۰۰	۰/۱۳۳	۰/۰۶۰
بازده خوراک	^{d}۲۸۴/۰	^{c}۰/۲۹۲	^{a}۰/۳۰۲	^{ab}۰/۲۹۹	^{bc}۰/۲۹۵	۰/۰۰۱۵	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
صفات لاشه (۳۵ روزگی)									
بازده لاشه	^{c}۶۱/۴۳	^{abc}۶۲/۵۹	^{a}۶۳/۹۱	^{ab}۶۳/۲۴	^{bc}۶۲/۳۱	۰/۳۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۶	<۰/۰۰۱
بازده سینه	۲۶/۲۴	۲۶/۴۷	۲۶/۴۵	۲۶/۸۷	۲۵/۱۹	۰/۹۲۸	۰/۷۶۱	۰/۵۶۸	۰/۳۴۰
بازده ران	۱۵/۱۴	۱۴/۵۵	۱۵/۳۶	۱۵/۲۴	۱۴/۴۵	۰/۳۹۱	۰/۳۵۹	۰/۵۹۲	۰/۳۶۹

a-d: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

۱. مقادیر، میانگین شش قفس به‌ازای هر تیمار (۲۰ جوجه بلدرچین در هر تیمار) می‌باشند.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

شکل (۱) مدل‌های خطی و درجه‌دوم broken line با شیب یکسان و رگرسیون درجه‌دوم با دو شیب برای میانگین افزایش وزن بدن برای دوره ۲۱ تا ۳۵ روزگی را به‌عنوان تابعی از سطح آرژنین جیره نشان می‌دهد. مدل broken line خطی با شیب یکسان نقطه شکست برای میانگین افزایش وزن را در ۱/۱۵ درصد آرژنین شناسایی کرد. مدل broken line درجه دوم نقطه شکست را در ۱/۳۰ درصد آرژنین پیش‌بینی کرد. معادلات رگرسیون درجه‌دوم نشان دادند که سطح آرژنین موردنیاز برای دستیابی به بیش‌ترین میانگین افزایش وزن (Y) در دوره ۲۱ تا ۳۵ روزگی ۱/۳۷ درصد بود.



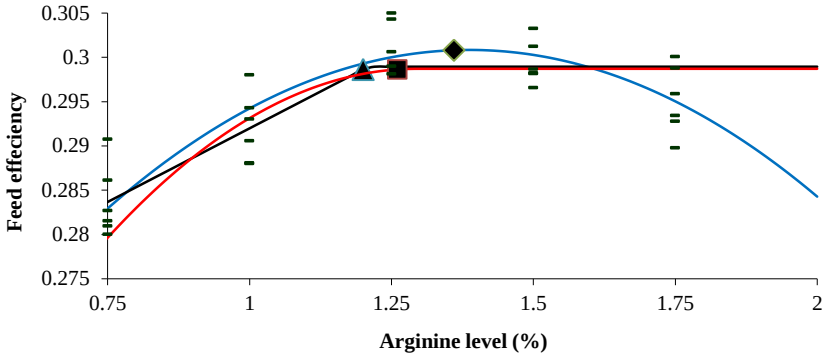
شکل ۱. مدل‌های broken-line و رگرسیون درجه ۲ برای افزایش وزن بدن (گرم به‌ازای هر پرنده) به‌عنوان تابعی از میزان آرژنین در جیره

حداقل نیاز آرژنین تعیین شده برای دوره ۲۲ تا ۳۵ روزگی توسط مدل broken-line خطی تک شیب (خط سیاه) برابر با ۱/۱۵ درصد بود [$Y = 85.30 – 15.15 (1.14 – X)$; $r^2 = 0.676$].

حداقل نیاز آرژنین تعیین شده توسط مدل broken-line درجه دوم تک شیب (خط قرمز) برابر با ۱/۳۰ درصد بود [$Y = 85.22 – 20.22 (1.30 – X)^2$; $r^2 = 0.669$]. براساس معادله رگرسیون درجه دوم (خط آبی)، سطح آرژنین جیره که حداکثر وزن بدن را به دست می‌دهد (نقطه بیشینه منحنی) برابر با ۱/۳۷ درصد جیره غذایی برای دوره ۲۲ تا ۳۵ روزگی محاسبه شد [$Y = 52.39 + 48.94X – 17.72X^2$; $r^2 = 0.756$].

طبق شکل (۲)، مدل broken line خطی با شیب یکسان برای بازده خوراک در دوره ۲۱ تا ۳۵ نقطه شکست را در ۱/۲۱ درصد آرژنین پیش‌بینی کرد. مدل رگرسیون broken line درجه‌دوم نقطه شکست را در ۱/۲۹ درصد آرژنین

پیش‌بینی کرد. معادله رگرسیون درجه‌دوم برای دوره ۲۱ تا ۳۵ روزگی، سطح بهینه آرژنین برای بیش‌ترین بازده خوراک (Y) را به میزان ۱/۳۶ درصد آرژنین محاسبه کرد.



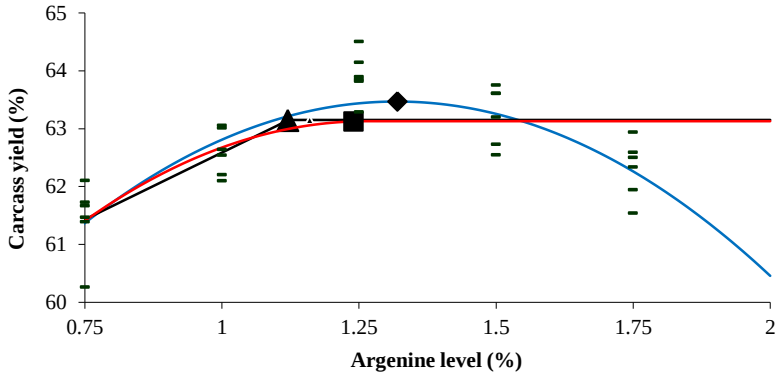
شکل ۲. مدل‌های broken-line و رگرسیون درجه ۲ برای بازده خوراک [افزایش وزن بدن (گرم) به‌ازای مصرف خوراک (گرم)] به‌عنوان تابعی از میزان آرژنین در جیره.

حداقل نیاز آرژنین تعیین‌شده برای دوره ۲۲ تا ۳۵ روزگی توسط مدل broken-line خطی تک شیب (خط سیاه) برابر با ۱/۲۱ درصد بود [$Y = 0.299 - 0.0332\ (1.21 - X)$; $r^2 = 0.691$]. حداقل نیاز آرژنین تعیین شده توسط مدل broken-line درجه دوم تک شیب (خط قرمز) برابر با ۱/۲۹ درصد بود [$Y = 0.300 - 0.0643\ (1.29 - X)^2$; $r^2 = 0.620$]. براساس معادله رگرسیون درجه دوم (خط آبی)، سطح آرژنین جیره که که حداکثر بازده خوراک را به دست می‌دهد (نقطه بیشینه منحنی) برابر با ۱/۳۶ درصد از جیره برای دوره ۲۲ تا ۳۵ روزگی محاسبه شد [$Y = 0.2161 + 0.122X - 0.044X^2$; $r^2 = 0.745$].

۳. ۲. ویژگی‌های لاشه

همان‌طورکه در جدول (۳) مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر بازده گوشت سینه و ران نداشتند. با این‌حال، بازده لاشه تحت تأثیر تیمارها به‌صورت خطی و درجه‌دومی قرار گرفت ($P<۰/۰۵$). بالاترین بازده لاشه در روز ۳۵ در تیمار ۱/۲۵ درصد آرژنین مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۰/۷۵ و ۱/۷۵ درصد آرژنین داشت ($P<۰/۰۵$)، درحالی‌که تیمار ۱/۵۰ درصد نیز از تیمار ۰/۷۵ درصد آرژنین بازده لاشه بالاتری داشت ($P<۰/۰۵$).

طبق شکل (۳)، مدل broken line خطی با شیب یکسان برای بازده لاشه در سن ۳۵ روزگی نقطه شکست را در ۱/۱۲ درصد آرژنین نشان داد. معادله broken line درجه‌دوم نقطه شکست را در ۱/۲۶ درصد آرژنین پیش‌بینی کرد. معادله رگرسیون درجه‌دوم برای بازده لاشه در روز ۳۵ بود سطح بهینه آرژنین برای بیش‌ترین بازده را در ۱/۳۲ درصد محاسبه کرد.



شکل ۳. مدل‌های broken-line و رگرسیون درجه ۲ برای بازده لاشه در ۳۵ روزگی به‌عنوان تابعی از میزان آرژنین در جیره.

حداقل نیاز آرژنین تعیین‌شده توسط مدل broken-line خطی تک شیب (خط سیاه) برابر با ۱/۱۲ درصد بود [$Y = 63.15 - 4.62\ (1.12 - X)$; $r^2 = 0.703$]. حداقل نیاز آرژنین تعیین‌شده توسط مدل broken-line درجه دوم تک شیب (خط قرمز) برابر با ۱/۲۶ درصد بود [$Y = 63.13 - 6.49\ (1.26 - X)^2$; $r^2 = 0.488$]. براساس معادله رگرسیون درجه دوم (خط آبی)، سطح آرژنین جیره که که حداکثر بازده لاشه را به دست می‌دهد (نقطه بیشینه منحنی) برابر با ۱/۳۲ درصد از جیره محاسبه شد [$Y = 51.35 + 18.6X - 7.06X^2$; $r^2 = 0.716$].

۳. ۳. ترکیب شیمیایی گوشت

تأثیرات سطوح مختلف آرژنین غذایی بر ترکیب شیمیایی گوشت ران و سینه بلدرچین‌های ژاپنی ۳۵ روزه در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج نشان داد که ترکیب شیمیایی (ماده خشک، ماده آلی و خاکستر) تحت تأثیر تیمارهای غذایی برای هر دو بخش گوشت ران و سینه قرار نگرفت.

جدول ٤. ترکیب شیمیایی گوشت ران و سینه بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با سطوح مختلف آرژنین در جیره از ۲۱ تا ۳۵ روزگی

فراسنجه[1]	سطح آرژنین قابل هضم جیره غذایی (درصد)					SEM	سطح معنی‌داری		
	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵		تیمار	خطی	درجه ۲
درصد در گوشت ران									
ماده خشک	۳۲/۷۱	۳۲/۲۱	۳۳/۳۱	۳۲/۱۰	۳۱/۵۵	۰/۹۲۲	۰/۷۲۳	۰/۴۲۰	۰/۴۹۶
ماده آلی	۲۵/۴۷	۲۴/۳۷	۲۵/۱۹	۲۴/۷۲	۲۴/۰۳	۰/۹۵۲	۰/۸۱۹	۰/۴۱۳	۰/۸۹۹
خاکستر	۷/۲۴	۷/۸۴	۸/۱۲	۷/۳۸	۷/۵۲	۰/۴۱۱	۰/۵۷۳	۰/۹۳۲	۰/۲۲۸
درصد در گوشت سینه									
ماده خشک	۳۱/۷۸	۳۲/۷۶	۳۳/۰۰	۳۲/۱۰	۳۱/۵۷	۰/۷۷۶	۰/۶۴۶	۰/۶۶۵	۰/۱۷۳
ماده آلی	۲۴/۵۵	۲۴/۴۳	۲۴/۷۹	۲۴/۷۲	۲۴/۰۶	۰/۸۱۲	۰/۹۷۱	۰/۷۹۱	۰/۶۲۷
خاکستر	۷/۲۳	۸/۳۳	۸/۲۱	۷/۳۷	۷/۵۱	۰/۴۹۸	۰/۴۲۷	۰/۸۱۱	۰/۱۷۶

۱. مقادیر، میانگین ۶ قفس به‌ازای هر تیمار (دو جوجه بلدرچین به‌ازای هر تیمار) می‌باشند.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۴. بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که افزایش سطح آرژنین در جیره غذایی بلدرچین‌های ژاپنی در دوره ۲۱ تا ۳۵ روزگی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر افزایش وزن بدن و بازده خوراک دارد. به‌ویژه در سطح ۱/۲۵ درصد آرژنین بیش‌ترین افزایش وزن و بهترین بازده خوراک مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سطح ۱/۵۰ درصد آرژنین نداشت، اما نسبت به سطوح پایین‌تر ۰/۷۵ و ۱/۰۰ درصد آرژنین عملکرد بهتری را رقم زد. نکته قابل‌توجه این است که مصرف خوراک تحت تأثیر تغییرات سطح آرژنین قرار نگرفت که این موضوع نشان می‌دهد بهبود عملکرد رشد بیش‌تر ناشی از افزایش کارایی استفاده از خوراک و بهبود سوخت‌وساز مواد مغذی است. این یافته‌ها با نتایج مطالعات پیشین همسو است، به‌طوری‌که Castroو همکاران (۲۰۱۹) نقش کلیدی آرژنین در سنتز پروتئین، تحریک ترشح هورمون رشد و فاکتور شبه انسولین رشد را نشان داده‌اند که همگی موجب افزایش حجم عضلات و تراکم استخوان می‌شوند.

در تحلیل داده‌ها از مدل‌های رگرسیونی مختلف استفاده شده که به تفکیک تأثیر آرژنین بر شاخص‌های عملکردی می‌پردازند. مدل broken line خطی با شیب یکسان نقاط شکست برای افزایش وزن و بازده خوراک را به‌ترتیب حدود ۱/۱۵ و ۱/۲۱ درصد آرژنین تعیین کردند، اما مدل‌های broken line درجه دوم و رگرسیون درجه دوم، نقاط شکست را کمی بالاتر پیش‌بینی کردند و مقدار بهینه آرژنین برای حداکثر افزایش وزن بدن را حدود ۱/۳۰ تا ۱/۳۷ و برای بازده خوراک ۱/۲۹ تا ۱/۳۶ درصد محاسبه نمودند. این مدل‌ها که در تغذیه طیور به عنوان ابزار استاندارد شناخته می‌شوند، توانایی تحلیل رابطه‌های غیرخطی و تعیین بهینه مصرف مواد مغذی را فراهم می‌کنند و به پژوهش‌گران اجازه می‌دهند تا به نتایج اقتصادی بهتری دست یابند. این نتایج با پژوهش‌های قبلی در مورد جوجه‌های گوشتی همخوانی دارد که نشان‌دهنده تغییرات در نیازهای آرژنین بسته به شاخص‌های عملکردی خاص است. به‌طور مثال، Jahanian (۲۰۰۹) گزارش داد که نیاز به آرژنین ممکن است تا ۱۰۷ درصد از توصیه‌های NRC برای عملکرد بهینه رشد و بازده خوراک تحت شرایط دمایی خنثی افزایش یابد. به‌طور مشابه، Castro و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که جوجه‌های گوشتی سویه

Ross 308با سطح‌های ۹۹/۶۸ تا ۱۰۰/۳۹ درصد از توصیه‌های NRC به حداکثر وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک دست یافتند. پژوهش‌های اخیر توسط Oliveira و همکاران (۲۰۲۲) در جوجه‌های گوشتی نیز نشان داد که نسبت آرژنین به لیزین ۱۲۴ درصد منجر به افزایش میانگین افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد. هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر (Brugaletta *et al.*, 2023)، افزایش نسبت آرژینین به لیزین تا حدود ۱/۲ بر خوراک مصرفی تاثیر معنی‌داری نداشت، اما وزن نهایی بدن را افزایش و ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد و این اثر به بهبود وضعیت سلامت روده و افزایش کراتین و اسیدهای آمینه پلاسما نسبت داده شد. با توجه به یافته‌های این مطالعه و نتایج مطالعات گذشته می‌توان بیان کرد که ارتباط مثبتی بین مکمل آرژنین و عملکرد رشد وجود دارد، اگرچه شدت این پاسخ به عواملی مانند ترکیب جیره غذایی، نژاد پرندگان، شیوه‌های مدیریتی و شرایط محیطی بستگی دارد.

در این مطالعه تخمین سطح بهینه آرژنین با تحلیل مدل‌هایی نظیر broken line خطی و غیرخطی و هم‌چنین رگرسیون غیرخطی موردبررسی قرار گرفت که در آن نقاط شکست (breakpoints) به‌عنوان نقطه بهینه نیاز آرژنین قابل‌هضم در نظر گرفته شد، در واقع حداقل نیاز آرژنین که موجب حداکثر عملکرد تولیدی شد، در نظر گرفته شد. این رویکرد موجب می‌شود که علاوه بر بهبود رشد، از مصرف بیش از حد آرژنین و هدررفت منابع جلوگیری شود. هرچند رگرسیون درجه‌دو از نظر شاخص برازش (ضریب تعیین و تطابق با پراکنش نقاط) عملکرد بهتری نشان داد (r^2 بالاتر برای هر دو صفت افزایش وزن و بازده خوراک)، اما برای توصیه نیاز تغذیه‌ای، مدل Quadratic-plateau (broken-line درجه‌دو) مناسب‌تر است، زیرا از نظر فیزیولوژیک این مدل برای رسیدن به سطح کفایت و سپس ورود به ناحیه پلاتو همخوان است و از برون‌یابی (ادامه منحنی به بیرون از بازه داده‌ها) شیب نزولی مدل Quadratic اجتناب می‌کند. از طرف دیگر، با وجود این‌که broken-line خطی از نظر سادگی قابل‌دفاع است و محدوده نیاز حداقلی (۱/۱۵ تا ۱/۲۱ درصد) ارائه می‌کند، شاخص‌های برازش و الگوی باقیمانده‌ها نشان دادند که مدل‌های دارای خمیدگی پیش از رسیدن به ناحیه پلاتو داده‌ها را بهتر توضیح می‌دهند. لذا، مطابق رویه رایج برای تعیین نیاز، Quadratic-plateau به‌عنوان مبنای توصیه انتخاب شد و برآورد broken-line خطی به‌عنوان بیان حداقل نیاز و نه برای سطح بهینه مناسب است. بر این مبنا، سطح آرژنین قابل‌هضم توصیه‌شده در شرایط این مطالعه حدود ۱/۳۰ درصد برای افزایش وزن و ۱/۲۹ درصد برای بازده خوراک توصیه می‌شود. این نتایج با توجه به پیشرفت ژنتیکی طیور و افزایش سرعت رشد آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد و می‌تواند راهنمای علمی و کاربردی برای فرموله‌کردن جیره‌های متعادل و اقتصادی‌تر در پرورش بلدرچین‌های ژاپنی باشد. مطالعات Zampiga و همکاران (۲۰۱۸) و Saremi و همکاران (۲۰۲۵) نیز به اهمیت تعیین نسبت بهینه آرژنین به لیزین در جیره جوجه‌های گوشتی اشاره کرده‌اند که افزایش این نسبت تا حدود ۱/۳۰ تا ۱/۳۵ منجر به بهبود عملکرد رشد و بهره‌وری خوراک بدون تأثیر منفی بر کیفیت گوشت می‌شود. به‌طورکلی، نتایج این آزمایش تأکید می‌کند که استفاده از روش‌های تحلیل غیرخطی و مدل‌های broken-line درجه دوم ابزاری کارآمد و علمی برای تعیین نیاز واقعی طیور به این اسید آمینه است. در نهایت پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به بررسی دقیق‌تر اثرات فیزیولوژیکی آرژنین و تعامل آن با سایر اسیدهای آمینه و شرایط محیطی و نژادی بپردازند تا دانش جامع‌تر و کاربردی‌تری برای تغذیه بهینه بلدرچین‌های ژاپنی یا سایر نژادهای طیور فراهم شود.

نتایج ارائه‌شده این مطالعه هم‌چنین نشان می‌دهد که تیمارهای آزمایشی بر بازده گوشت سینه و ران تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند، اما بازده لاشه هم به‌صورت خطی و هم درجه‌دوم تحت تأثیر آرژنین جیره غذایی قرار گرفت. بیش‌ترین بازده لاشه در روز ۳۵ متعلق به تیمار ۱/۲۵ درصد آرژنین بوده که این مقدار با تیمارهای ۰/۷۵ و ۱/۷۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارد. نتایج تحلیل‌های رگرسیونی نشان‌دهنده وجود یک سطح بهینه آرژنین برای بهبود بازده لاشه است که تقریباً در

محدوده ۱/۱۲ تا ۱/۳۲ درصد آرژنین قرار دارد. افزایش آرژنین تا این محدوده موجب بهبود بازده لاشه شده، اما افزایش بیش از حد آن تأثیر مثبت خود را از دست می‌دهد یا حتی می‌تواند منجر به کاهش بازده شود. درحالی‌که هیچ مطالعه‌ای به‌طور خاص تأثیر سطوح آرژنین غذایی بر ویژگی‌های لاشه در بلدرچین‌های ژاپنی را بررسی نکرده است، این الگو با یافته‌های پژوهش‌هایی مانند Westreicher-Kristen و همکاران (۲۰۲۵) که بهبود رشد و ویژگی‌های لاشه جوجه‌های گوشتی را با افزایش نسبت آرژنین به لیزین تا حدود ۱/۳۵ گزارش کرده‌اند، همخوانی دارد. هم‌چنین مطالعه Sychov و همکاران (۲۰۲۲) نشان می‌دهد که حفظ نسبت آرژنین به لیزین در محدوده بهینه می‌تواند باعث افزایش وزن پیش از کشتار و وزن لاشه بدون اعضای داخلی و بهبود درصد گوشت سینه و ران شود. Yang و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش کردند که میزاه ۱/۷ درصد آرژنین موجب افزایش وزن نسبی اجزای لاشه شد، درحالی‌که Bulbul و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که بازده لاشه با جیره‌هایی حاوی ۱۲۰ تا ۱۳۰ درصد آرژنین توصیه‌شده NRC افزایش یافت. از نظر بیولوژیکی، آرژنین نقش مهمی در متابولیسم پروتئین و سنتز اکسیدنیتریک دارد که افزایش جریان خون، بهبود اکسیژن‌رسانی و تقویت متابولیسم عضلات را به‌دنبال دارد. این مکانیسم‌ها می‌توانند منجر به افزایش رشد عضله و بهبود بازده لاشه شوند (Yu *et al*., 2018). هم‌چنین، آرژنین می‌تواند فعالیت آنزیم‌های لیپولیتیک را افزایش داده و تجمع چربی اضافی را کاهش دهد که در نهایت باعث بهبود بازده لاشه می‌شود (Wang *et al*., 2022).

نتایج ارائه‌شده درباره تأثیر سطوح مختلف آرژنین جیره غذایی بر ترکیب شیمیایی گوشت ران و سینه بلدرچین‌های ژاپنی ۳۵ روزه نشان می‌دهد که ترکیب شیمیایی این دو بخش از گوشت (از نظر ماده خشک، ماده آلی و خاکستر) تحت تأثیر تیمارهای آرژنین قرار نگرفته است. به‌عبارت دیگر، افزایش یا کاهش سطح آرژنین در جیره تأثیری بر درصد این فراسنجه‌ها در گوشت ران و سینه نداشته است. این یافته‌ها با مطالعات متعددی که اثر آرژنین را بر ترکیب شیمیایی لاشه بررسی کرده‌اند، همخوانی دارد. به‌عنوان مثال، مطالعه Zampiga و همکاران (۲۰۱۹) که تأثیر نسبت آرژنین به لیزین را در جیره جوجه‌های گوشتی بررسی کرده است، نشان داد که با وجود تغییر در نسبت آرژنین به لیزین و کاهش بروز برخی ناهنجاری‌های عضلانی، ترکیب شیمیایی گوشت (مانند پروتئین، چربی و خاکستر) تحت تأثیر افزایش نسبت آرژنین به لایزین قرار نگرفت. هم‌چنین، پژوهش‌های Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۴) و Pirsaraei و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش کردند که افزایش آرژنین جیره می‌تواند موجب بهبود رشد و کاهش چربی لاشه شود، اما ترکیب کلی ماده خشک و خاکستر ماهیچه تغییر معنی‌داری نداشت. دلایل این موضوع می‌تواند به این نکته مرتبط باشد که آرژنین بیش‌تر نقش تنظیمی و متابولیکی در رشد عضله و کاهش چربی دارد و تأثیر مستقیم بر اجزای ماده خشک و خاکستر گوشت محدود است. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که ترکیب شیمیایی گوشت طیور به‌طور عمده تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، سن و شرایط نگهداری قرار می‌گیرد و تغییرات نسبت‌های اسیدهای آمینه در جیره‌های معمول کم‌تر می‌تواند اثر معنی‌داری بر ترکیب ماده خشک، پروتئین یا خاکستر گوشت داشته باشد (Jaturasitha *et al*., 2008; Petracci *et al*., 2015). بنابراین، اگرچه آرژنین موجب بهبود عملکرد رشد و بهبود بازده لاشه می‌شود، اما تغییرات قابل‌توجهی در ترکیب شیمیایی گوشت ران و سینه در دوره ۳۵ روزگی ایجاد نمی‌کند.

۵. نتیجه‌گیری

براساس الگوهای رگرسیونی (به‌ویژه مدل Quadratic-plateau) و پاسخ‌های رشد و صفات لاشه، سطح ۱/۳۰ درصد آرژنین قابل‌هضم در جیره رشد بلدرچین ژاپنی (۲۱ تا ۳۵ روزگی) به‌عنوان سطح بهینه تغذیه‌ای پیشنهاد می‌شود. به‌کارگیری این سطح، افزایش وزن و بازده خوراک را همراه با بهبود بازده لاشه به‌طور هم‌زمان بهینه می‌کند، از این‌رو می‌تواند مبنای فرمولاسیون عملی جیره‌های حاوی آرژنین در این دوره سنی قرار گیرد.

۶. ملاحظات اخلاقی

این پژوهش براساس استانداردهای اخلاقی مصوب انجام گرفت و به تأیید کمیته اخلاق کار با حیوانات دانشگاه ایلام رسید (شماره تأیید: ۹۸۱۵۱۱۰۷۰۲). تمامی فرایندها مطابق با الزامات مطرح‌شده در «راهنمای مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی» اجرا شد.

۷. مشارکت نویسندگان

علی‌رضا قیاسوند: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش‌ها، گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات و تهیه پیش‌نویس مقاله؛

حسن شیرزادی: استاد راهنمای رساله؛ طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، مطالعه و بازبینی مقاله؛

حسینعلی قاسمی: استاد راهنمای دوم رساله؛ مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل پژوهش، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، مطالعه و بازبینی مقاله؛

کامران طاهرپور: استاد مشاور رساله؛ مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله؛

شکوفه حسنوند: استاد مشاور رساله؛ نظارت بر مراحل انجام پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله؛

علی خطیب‌جو: استاد مشاور رساله؛ نظارت بر مراحل انجام پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. حامی مالی

پژوهش حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه ایلام انجام شد.

۱۰. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام به‌خاطر تأمین بخشی از هزینه‌های این طرح و فراهم‌نمودن امکانات لازم برای اجرای آن، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۱. منابع

AminoDat 5.0. (2015). Evonik Industries, Evonik Degussa GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany.

AOAC International. (2007). *Official methods of analysis* (18th ed.). Hortwitz, W., & Latimer, G. W. Jr. (Eds.). AOAC International, Gaithersburg, MD.

Bulbul, T., Bozkurt, Z., Ulutas, E., Yilmaz, O., & Bulbul, A. (2013). The effect of L-Arginine on growth performance, some serum biochemical parameters, and duodenal motility in broilers. *Kafkas University Veterinary Faculty Journal*, *19*(6), 821-827. https://doi.org/10.9775/kvfd.2013.8839

Brugaletta, G., Zampiga, M., Laghi, L., Indio, V., Oliveri, C., De Cesare, A., & Sirri, F. (2023). Feeding broiler chickens with arginine above recommended levels: Effects on growth performance, metabolism, and intestinal microbiota. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14, 33. https://doi.org/10.1186/s40104-023-00839-y

Castro, F. L. S., Su, S., Choi, H., Koo, E., & Kim, W. K. (2019). L-Arginine supplementation enhances growth performance, lean muscle, and bone density but not fat in broiler chickens. *Poultry Science*, *98*(4), 1716-1722. https://doi.org/10.3382/ps/pey504

Castro, F. L. S., Teng, P.-Y., Yadav, S., Gould, R. L., Craig, S., Pazdro, R., & Kim, W. K. (2020). The effects of L-Arginine supplementation on growth performance and intestinal health of broiler chickens challenged with *Eimeria* spp. *Poultry Science*, *99*(11), 5844-5857. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.017

de Lima, M. B., de Sousa, M. G. B. L., Minussi, A. R. T., de Carvalho, L. C., Veras, A. G., Malheiros, E. B., & da Silva, E. P. (2022). Arginine requirement for egg production in Japanese quail. *Poultry Science*, 101(6), 101841. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101841

De Souza Castro, F. L., & Kim, W. K. (2020). Secondary functions of arginine and sulfur amino acids in poultry health: A review. *Animals*, *10*(11), 2106. https://doi.org/10.3390/ani10112106

Draper, N. R., & Smith, H. (1981). *Applied regression analysis* (2nd ed.). John Wiley and Sons, New York.

Ebrahimi, M., Shahneh, A. Z., Shivazad, M., Pirsaraei, Z. A., Tebianian, M., Ruiz-Feria, C. A., Adibmoradi, M., Nourijelyani, K., & Mohamadnejad, F. (2014). The effect of feeding excess arginine on lipogenic gene expression and growth performance in broilers. *British Poultry Science*, *55*(1), 81-88. https://doi.org/10.1080/00071668.2013.864381

Evonik Industries. (2015). *AminoDat 5.0*. Evonik Degussa GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany.

Fathima, S., Hakeem, W. G. A., Selvaraj, R. K., & Shanmugasundaram, R. (2024). Beyond protein synthesis: The emerging role of arginine in poultry nutrition and host-microbe interactions. *Frontiers in Physiology*, *14*, 326809. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1326809

Hasanvand, S., Mehri, M., Bagherzadeh-Kasmani, F., & Asghari-Moghadam, M. (2018). Estimation of lysine requirements for growing Japanese quails. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *102*(3), 557-563. https://doi.org/10.1111/jpn.12787

Jahanian, R. (2009). Immunological responses as affected by dietary protein and arginine concentrations in starting broiler chicks. *Poultry Science*, *88*(9), 1818-1824. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00386

Jaturasitha, S., Benjakul, S., & Tanaka, M. (2008). Effects of dietary supplementation with different amino acids on meat quality of chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *21*(8), 1229-1236. https://doi.org/10.5713/ajas.2008.80126

Lima, H. J. D., Barreto, S. L. T., Donzele, J. L., Souza, G. S., Almeida, R. L., Tinoco, I. F. F., & Albino, L. F. T. (2016). Digestible lysine requirement for growing Japanese quails. *Journal of Applied Poultry Research*, *25*, 483-491. https://doi.org/10.3382/japr/pfw030

Liu, S., Tan, J., Hu, Y., Jia, X., Kogut, M. H., Yuan, J., & Zhang, H. (2019). Dietary l-arginine supplementation influences growth performance and B-cell secretion of immunoglobulin in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *103*, 1125-1134. https://doi.org/10.1111/jpn.13110

National Research Council (NRC). (1994). *Requirements of poultry* (9th ed.). Washington, DC: National Academies Press.

Oliveira, C. H., Dias, K. M. M., Bernardes, R. D., Diana, T. F., Rodrigueiro, R. J. B., Calderano, A. A., & Albino, L. F. T. (2022). The effects of arginine supplementation through different ratios of arginine:lysine on performance, skin quality, and creatine levels of broiler chickens fed diets reduced in protein content. *Poultry Science*, *101*, 102148. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102148

Petracci, M., Betti, M., & Baéza, E. (2015). Meat quality in poultry: The influence of muscle fiber types and growth rate. *Poultry Science*, *94*(8), 2179-2188. https://doi.org/10.3382/ps/pev276

Pirsaraei, Z., Rahimi, A., Deldar, H., Sayyadi, A., Ebrahimi, M., Shahneh, A., Shivazad, M., & Tebianian, M. (2018). Effect of feeding arginine on the growth performance, carcass traits, relative expression of lipogenic genes, and blood parameters of Arian broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *20*, 363-370. https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0620

Robbins, K. R., Saxton, A. M., & Southern, L. L. (2006). Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. *Journal of Animal Science*, 84, E155-E165. https://doi.org/10.2527/2006.8413_supple155x

Saremi, B., & Westreicher-Kristen, E. *et al*. (2025). Effect of different arginine-to-lysine ratios and guanidinoacetic acid supplementation on the growth performance, carcass characteristics and breast myopathies in broiler chickens. *Livestock Science*, 291, 105624. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105624

Sychov, I. A., Shoykhet, S. P., Klishch, O. A., Zaitsev, V. A., & Tsyba, P. V. (2022). The effects of dietary arginine to lysine ratios on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13, 94. https://doi.org/10.1186/s40104-022-00688-6

Ton, A. P. S., Furlan, A. C., Martins, E. N., Batista, E., Pasquetti, T. J., Scherer, C., Iwahashi, A. S., & de Quadros, T. C. O. (2013). Nutritional requirements of digestible threonine for growing meat-type quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *42*, 504-510. https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000700007

Wang, R., Li, K., Sun, L., Jiao, H., Zhou, Y., Li, H., Wang, X., Zhao, J., & Lin, H. (2022). L-Arginine/nitric oxide regulates skeletal muscle development via muscle fibre-specific nitric oxide/mTOR pathway in chickens. *Animal Nutrition*, *10*, 68-85. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.04.010

Westreicher-Kristen, E., Pfaffl, M. W., Baéza, E., & Petracci, M. (2025). Effect of dietary arginine and lysine supplementation on growth performance, carcass traits, and meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, *104*(3), 1416-1423. https://doi.org/10.3382/ps/pey489

Xu, Y. Q., Guo, Y. W., Shi, B. L., Yan, S. M., & Guo, X. Y. (2018). Dietary arginine supplementation enhances the growth performance and immune status of broiler chickens. *Livestock Science*, *209*, 8-13. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.01.001

Yang, H., Ju, X., Wang, Z., Yang, Z., Lu, J., & Wang, W. (2016). Effects of arginine supplementation on organ development, egg quality, serum biochemical parameters, and immune status of laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *18*, 181-186. https://doi.org/10.1590/1516-635x1801181-186

Yu, B., Wang, J., Chen, Y., Wu, G., & Yin, Y. (2018). Arginine supplementation in broiler diets: Effects on performance, immune function, and meat quality. *Animal Feed Science and Technology*, *240*, 163-171. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.03.010

Zampiga, M., Laghi, L., Petracci, M., Zhu, C., Meluzzi, A., Dridi, S., & Sirri, F. (2018). Effect of dietary arginine to lysine ratios on productive performance, meat quality, plasma, and muscle metabolomics profile in fast-growing broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *9*, 79. https://doi.org/10.1186/s40104-018-0294-5

Zampiga, M., Soglia, F., Petracci, M., Meluzzi, A., & Sirri, F. (2019). Effect of different arginine-to-lysine ratios in broiler chicken diets on the occurrence of breast myopathies and meat quality attributes. *Poultry Science*, *98*, 2691-2697. https://doi.org/10.3382/ps/pey608