



The effect of different levels of β -alanine on performance, egg quality, yolk cholesterol and blood parameters of laying hen

Mohammad Kazemifard¹, Mansour Rezaei², Ali Asghar Kardel³,
Essa Dirandeh⁴

1. Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: mo.kazemifard@gmail.com
2. Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: mrezaei2000@yahoo.com
3. Corresponding Author, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: aliasghar19kardel@gmail.com
4. Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: dirandeh@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	The aim of this research was to study the effect of β -alanine levels on performance, quality characteristics of eggs and blood parameters of laying hens. In this research, 180 laying hens of "Hy-Line -W36" at the age of 78 to 86 weeks were used in five treatments and six replication (six hen in each replication). Experimental treatments included 5 level of 0, 400, 800, 1200 and 1600 mg of β -alanine per kg of diet. The results of this experiment showed that the addition of β -alanine at any level of the diet caused an increase in feed consumption in the whole period ($P<0.05$). The addition of 400 mg of β -alanine per kg of the diet had more shell weight per surface area in the whole period ($P<0.05$). The β -alanine treatments at any level of the diet caused an increase in VLDL concentration at the age of 84-86 week compared to the control treatment. The concentration of cholesterol in the yolk at the age of 82-84 week was higher in hens feed with a diet containing 800 mg per kg β -alanine than control birds ($P<0.05$). In general, the results of this research showed that 800 mg of β -alanine per kg of diet can increase feed consumption, VLDL concentrations and egg yolk cholesterol.
Article history: Received: 15 August 2023 Received in revised form: 1 October 2023 Accepted: 14 October 2023 Published online: 21 June 2024	
Keywords: <i>Egg quality traits,</i> <i>Performance,</i> <i>Blood parameters,</i> <i>Laying hen,</i> <i>β-Alanine,</i> <i>Yolk cholesterol.</i>	

Cite this article: Kazemifard, M., Rezaei, M., Kardel, A. A. & Dirandeh, E. (2024). The effect of different levels of β -alanine on performance, egg quality, yolk cholesterol and blood parameters of laying hen. *Iranian Journal of Animal Science*, 55 (2), 367-381. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2023.363366.653961>



© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2023.363366.653961>

Extended Abstract

Introduction

In the poultry industry, the efficiency of feed consumption is very important to achieve this result, the use of synthetic amino acids, such as amino acid methionine, lysine, and arginine in poultry nutrition can play an effective role in animal performance. β -alanine is a non-essential amino acid that plays an important role in the synthesis of carnosine. Carnosine is made from two amino acids called β -alanine and L-histidine. Increasing the level of β -alanine caused a decrease in daily feed consumption in all ages of broiler. Adding carnosine to mice had no significant effect on serum glucose, while it caused a beneficial change in serum total cholesterol,

triglyceride, and LDL cholesterol levels. This reduction may be due to inhibiting the synthesis of apolipoprotein A1 and reducing the size of HDL cholesterol particles. by carnosine. Investigating the effects of supplementation with different levels of β -alanine on laying hen performance, egg quality characteristics, and blood parameters is crucial due to its significant role in production processes.

Materials and Methods

In this experiment, with the aim of investigating the effect of adding β -alanine as a supplement in the diet of laying hens of the commercial of "Hy-Line W36" strain and effect on the qualitative and performance of eggs in a completely randomized design with a total number of 180 pieces of laying hens in five treatments and six replications and six laying hens in each replication were performed in a completely randomized design. Experimental treatments included levels of 0, 400, 800, 1200 and 1600 mg of β -alanine per kg of feed. Egg mass was also obtained by multiplying the percentage of daily egg production by the average weight of eggs produced on the same day. Qualitative traits, egg shell and specific weight were measured. Yolk cholesterol measurement and blood parameters were sampled every two weeks and measured by spectrophotometer. Experimental data were statistically analyzed using statistical software SAS 9.1 (2002). Significant differences between treatments were compared with Duncan's multiple range test at a significance level ($P < 0.05$).

Results and discussion

In this experiment, egg production at the age of 84-86 weeks and feed intake were significant in all the weeks of the experiment. So that adding the amount of β -alanine to the diet from 400 to 1600 mg increased the feed consumption compared to the control treatment, the increase in feed consumption may be due to the presence of β -alanine in the role of a neurotransmitter and also the regulation of hormones related to growth performance. The data analysis showed that the addition of β -alanine in the diet of laying hens had a significant effect on the weight of the shell per unit of surface area in the week of 84-86 and the whole period. The release of calcium from the cell's sarcoplasmic reticulum and the improvement of the egg shell are both caused by carnosine, which also plays a role in the $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^{+}$ release exchange. The addition of β -alanine in the age periods of 80-82 and 82-84 in the diet in amounts of 800 and 1600 mg compared to the control treatment caused an increase in the cholesterol concentration of egg yolk, which may be due to the presence of β -alanine and activity HMG-COA reductase.

Conclusion

In general, the results of this experiment showed that the addition of β -alanine up to the level of 1600 mg per kilogram of the diet caused an increase in feed intake in the whole period, but it did not significantly affect egg production, egg mass, or the feed conversion ratio in the whole period. The addition of 800 mg of β -alanine per kg of feed decreased total yolk cholesterol compared to other treatments at the age of 84-86 weeks. Since the reduction of cholesterol was caused by the addition of β -alanine in the diet of laying hens, it is believed that the addition of 800 mg of β -alanine per kilogram of feed will improve the total cholesterol status of the egg yolk.

تأثیر سطوح مختلف بتا آلانین بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ، کلسترول زرده و فراسنجه‌های خونی مرغ تخم‌گذار

محمد کاظمی فرد^۱ | منصور رضایی^۲ | علی اصغر کاردل^۳ | عیسی دیرنده^۴

۱. گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. رایانامه: mo.kazemifard@gmail.com

۲. گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. رایانامه: mrezaei2000@yahoo.com

۳. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. رایانامه: aliasghar19kardel@gmail.com

۴. گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. رایانامه: dirandeh@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:

صفات کیفی تخم مرغ، عملکرد،

فراسنجه‌های خونی، مرغ تخم

گذار، بتا آلانین، کلسترول زرده.

هدف تحقیق حاضر مطالعه اثر سطوح بتا آلانین بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم مرغ و فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخم‌گذار بود. در این تحقیق از تعداد ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه "های لاین - W36" از سن ۷۸ تا ۸۶ هفتهگی در پنج تیمار و شش تکرار (شش قطعه مرغ در هر تکرار) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح ۰، ۴۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۶۰۰ میلی گرم بتا آلانین در هر کیلوگرم خوراک بود. نتایج این آزمایش نشان داد افزودن بتا آلانین در هر سطحی از کیلوگرم جیره سبب افزایش مصرف خوراک در کل دوره در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). افزودن ۴۰۰ میلی گرم بتا آلانین در هر کیلوگرم از جیره بیشترین وزن پوسته به ازای واحد سطح در کل دوره داشت. تیمارهای بتا آلانین در هر سطحی از جیره سبب افزایش غلظت VLDL در سن ۸۴-۸۶ هفتهگی در مقایسه با تیمار شاهد شد. غلظت کلسترول زرده در سن ۸۴-۸۲ هفتهگی در مرغ‌هایی که با جیره حاوی ۸۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بتا آلانین تغذیه شدند بیشتر از پرندگان شاهد بود ($P < 0.05$). به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن ۸۰۰ میلی گرم بتا آلانین در هر کیلوگرم خوراک می‌تواند منجر به افزایش مصرف خوراک، غلظت VLDL و کلسترول زرده تخم‌مرغ شود.

استناد: کاظمی فرد، محمد؛ رضایی، منصور؛ کاردل، علی اصغر و دیرنده، عیسی (۱۴۰۳). تأثیر سطوح مختلف بتا آلانین بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ، کلسترول زرده و فراسنجه‌-

های خونی مرغ تخم‌گذار. نشریه علوم دامی ایران، ۵۵ (۲)، ۳۶۷-۳۸۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2023.363366.653961>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2023.363366.653961>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

در صنعت طیور راندمان استفاده از مواد خوراکی اهمیت بالایی دارد تا بتواند با بهبود راندمان تولید، هزینه تمام شده در هر کیلو خوراک را کاهش دهد. برای حصول این نتیجه استفاده از اسیدهای آمینه سنتتیک، مانند اسید آمینه متیونین، لیزین و آرژنین در تغذیه طیور می‌تواند نقش موثری در عملکرد پرند داشته باشد. بتاآلانین یک اسید آمینه غیر ضروری است که نقش مهمی در سنتز کارنوزین دارد. کارنوزین از دو اسید آمینه به نام بتاآلانین و آل هیستیدین ساخته می‌شود. کارنوزین به وفور در عضلات اسکلتی یافت می‌شود و نقش موثری در پرندگان دارد (Mannion *et al.*, 1992). بتاآلانین می‌تواند در کبد تولید شود (Matthews and Traut, 1987) و یا می‌تواند به طور مستقیم از جیره تامین شود. برخی از مطالعات نشان می‌دهد که افزودن بتاآلانین به جیره، سبب تغییر در روند عملکرد حیوان می‌شود. همچنین کارنوزین تولید شده در بدن نقش مهمی در متابولیسم چربی دارد (Boldyrev *et al.*, 2010).

افزودن ۰/۵ درصد بتاآلانین در جیره جوجه‌های گوشتی، منجر به کاهش مصرف خوراک روزانه در سنین ۳۳ و ۵۳ روزگی در مقایسه با گروه شاهد شد (Lackner *et al.*, 2021). افزایش بتاآلانین، منجر به تولید بیشتر کارنوزین می‌شود در نتیجه غلظت این دی‌پپتید در مغز جوجه‌های گوشتی افزایش می‌یابد (Tomonaga *et al.*, 2006). کارنوزین از طریق فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و انتقال پیام‌های عصبی می‌تواند عملکرد مغز را بهبود دهد (Molchanova *et al.*, 2004). سفیده تخم مرغ منبع خوبی از پروتئین است اما زرده تخم مرغ حاوی مقدار زیادی کلسترول است که می‌تواند برای انسان مضر باشد (Spence *et al.*, 2021). علاوه بر این، افراد بزرگسال که مشکلات قلبی عروقی دارند نباید بی‌رویه از زرده تخم مرغ مصرف کنند (Spence *et al.*, 2010). Fallahi و همکاران (2012) گزارش کردند که کارنوزین تاثیر معنی‌داری بر غلظت گلوکز و HDL^۱ سرم خون نداشت اما منجر به کاهش معنی‌دار سطح کلسترول کل، تری‌گلیسیرید و LDL^۲ سرم خون شد در نتیجه این امر ممکن است مسیر متابولیسمی فراسنجه‌های خونی مرغ تخم‌گذار را تغییر دهد. طبق نتایج به دست آمده، افزودن کارنوزین به جیره موش‌ها فاقد اثر محسوس بر گلوکز سرم و فشار خون سیستمی بود در حالی که موجب تغییر سودمند در سطح کلسترول کل، تری‌گلیسیرید و کلسترول LDL^۲ سرم شد (Fallahi *et al.*, 2012). ممکن است این کاهش به دلیل مهار سنتز آپولیپوپروتئین A^۱ باشد (Fonseca, 2005) باوجود این، احتمال کاهش اندازه ذرات کلسترول HDL توسط کارنوزین نیز وجود دارد بعلاوه، این احتمال وجود دارد که کارنوزین، مانع جذب گوارشی کلسترول و کاهش بازجذب کلسترول صفراوی شود (Zieba, 2007) و در نتیجه، کاهش سطح سرمی تری‌گلیسیرید و LDL^۲ را به دنبال داشته باشد. همچنین گزارش شده است که اثر کاهش چربی خون کارنوزین می‌تواند از طریق افزایش گیرنده‌های کلسترول LDL^۲ در بافت کبد و همچنین اتصال به آپولیپوپروتئین B^۲ و در نتیجه، افزایش توانایی کبد برای حذف کلسترول LDL^۲ از خون اعمال شده باشد (Zieba, 2007). بنابراین با توجه به نقش و اهمیت عملکرد مرغ تخم‌گذار در طی فرآیند تولید و به دلیل نقش بسیار مهم ترکیب نام برده در بروز تغییرات مذکور، سبب بررسی اثرات مصرف سطوح مختلف بتاآلانین بر عملکرد، خصوصیات کیفی تخم‌مرغ و فراسنجه‌های خونی شد.

مواد روش‌ها

این پژوهش در سالن مرغداری مرکز تحقیقات طیور دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری به مدت هشت هفته انجام شد. هدف این آزمایش بررسی اثر افزودن بتاآلانین به صورت مکمل در جیره مرغ تخمگذار سویه تجاری‌های لاین W-36 و تاثیر آن بر صفات کیفی و عملکردی تخم‌مرغ بود. این آزمایش به صورت یک طرح کاملاً تصادفی با تعداد کل ۱۸۰ قطعه مرغ تخمگذار در پنج تیمار و شش تکرار و شش قطعه مرغ تخمگذار در هر تکرار انجام شد. بتا آلانین استفاده شده در این پژوهش از شرکت بولین چین خریداری شده بود. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) جیره بدون مکمل بتاآلانین

1High density lipoprotein cholesterol

2Low density lipoprotein

به عنوان تیمار شاهد (۲) جیره حاوی ۴۰۰ میلی گرم مکمل بتاآلانین در هر کیلوگرم جیره (۳) جیره حاوی ۸۰۰ میلی گرم مکمل بتاآلانین در هر کیلوگرم جیره (۴) جیره حاوی ۱۲۰۰ میلی گرم مکمل بتاآلانین در هر کیلوگرم جیره (۵) جیره حاوی ۱۶۰۰ میلی گرم مکمل بتاآلانین در هر کیلوگرم جیره بود. سن گله مورد آزمایش ۷۸ هفته بود و جیره مرغ تخمگذار بر اساس جداول استاندارد نژاد های لاین سویه (W-36) و با نرم افزار (UFFDA) تنظیم شد. ترکیب شیمیایی اقلام خوراکی موجود در جیره های غذایی از جداول انجمن ملی تحقیقات امریکا (NRC, 1994) اقتباس شد. مواد مغذی موجود در تمام جیره های آزمایش یکسان بودند و فقط در سطوح بتاآلانین اختلاف داشتند. جیره های آزمایشی مورد استفاده و ترکیب شیمیایی آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. همه پرندگان به جز تیمار شاهد، قبل از شروع آزمایش به منظور عادت دهی به مدت ۱۴ روز با جیره حاوی بتاآلانین تغذیه شدند. برنامه نوردهی در طول انجام پژوهش به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت خاموشی انجام شد. تخم مرغ های تولیدی روزانه جمع آوری و سپس توزین شدند. برای بهره مندی بهتر از داده های آزمایشی، تمامی عامل های اندازه گیری شده در پایان هر دو هفته نمونه برداری و ارزیابی شدند.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذی جیره آزمایشی

درصد	اجزای جیره
۵۵/۴۵	ذرت
۲/۰۰	سبوس گندم
۲۷/۷۹	کنجاله سویا
۲/۱۴	روغن سویا
۲/۳۲	دی کلسیم فسفات
۸/۹۷	کربنات کلسیم
۰/۴۲	نمک
۰/۲۳	دی-ال متیونین
۰/۱۸	ال-لیزین
۰/۲۵	مکمل ویتامینه ^۱
۰/۲۵	مکمل معدنی ^۲
	مقادیر مواد مغذی محاسبه شده
۲۶۲۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری / کیلوگرم)
۱۶/۵۰	پروتئین خام (درصد)
۴/۰۰	کلسیم (درصد)
۰/۵۳	فسفر قابل دسترس (درصد)
۰/۱۹	سدیم (درصد)
۰/۴۸	متیونین (درصد)
۰/۸۰	متیونین + سیستین (درصد)
۱/۰۰	لیزین (درصد)
۳/۳۸	فیبر خام (درصد)

^۱ مکمل ویتامینه مورد استفاده مقادیر فوق را در هر کیلوگرم جیره فراهم می کند: ویتامین A, ۱۱۰۰۰ IU; ویتامین D₃, ۲۴۰۰ IU; ویتامین E ۲۲ میلی گرم ویتامین B12 ۰/۰۱۸ میلی گرم ویتامین K ۳/۰ میلی گرم: تیامین (B1) ۲/۵ میلی گرم: کولین ۱۶۰۰ میلی گرم: فولیک اسید ۲/۰ میلی گرم: بیوتین ۰/۲۵ میلی گرم: ریوفلاوین ۷/۵ میلی گرم.

^۲ مکمل معدنی مورد استفاده مقادیر فوق را در هر کیلوگرم جیره فراهم می کند: منگنز ۱۲۰ میلی گرم: روی ۱۱۰ میلی گرم: آهن ۲۰ میلی گرم: مس ۱۶ میلی گرم: سلنیوم ۰/۳ میلی گرم: ید ۱/۲ میلی گرم.

محاسبه میزان مصرف خوراک بر اساس جداول استاندارد و نیاز سرانه سویه های لاین (W-36) از کم کردن مقدار خوراک باقی مانده در انتهای هر دو هفته از مقدار خوراک داده شده بدست آمد. درصد تولید تخم مرغ از تقسیم تعداد کل تخم مرغ های تولیدی در انتهای هر دو هفته بر تعداد مرغ هایی موجود تخم گذاشته اند (روز مرغ) محاسبه شد. همچنین ضریب تبدیل خوراک

با تقسیم مقدار خوراک مصرفی بر توده تخم مرغ تولیدی در انتهای هر دو هفته محاسبه گردید. توده تخم مرغ نیز از حاصل ضرب درصد تولید تخم مرغ در میانگین وزن تخم مرغ های تولید در انتهای هر دو هفته بدست آمد. صفات کیفی تخم مرغ شامل ارتفاع و قطر سفیده و زرده، وزن نسبی زرده و پوسته و سفیده، ضخامت پوسته، شاخص شکل و وزن مخصوص با استفاده از ریزسنج و ترازو دیجیتال اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری وزن پوسته به ازای واحد سطح از شاخص میلی گرم وزن پوسته تقسیم بر سطح پوسته به ازای هر سانتی متر مربع استفاده شد (Nordstrom and Ousterhout 1982). استحکام پوسته تخم مرغ بر اساس واحد اندازه گیری کیلوگرم نیرو بر واحد سطح به وسیله دستگاه (Robotmation Co. Ltd., Tokyo, Japan) و پس از وارد کردن ضربه ای که به پوسته وارد شده اندازه گیری شد. سطح پوسته و واحد هاو تخم مرغ ها نیز به کمک رابطه یک و دو محاسبه شد (Carter, 1975):

$$\text{رابطه ۱)} \quad (\text{وزن تخم مرغ})^{0.7056} = 9728/3 \times (\text{سانتی متر مربع}) \text{ سطح پوسته}$$

$$\text{رابطه ۲)} \quad \text{H.U.} = 100 \text{ LOG} (\text{H} + 7.57 - 1.7 \text{ W} .^{0.37})$$

در این رابطه H.U.: واحد هاو. H: ارتفاع سفیده برحسب میلی متر. W: وزن تخم مرغ برحسب گرم است. به منظور مطالعه فراسنجه های خونی در هر دو هفته از هر قفس دو قطعه پرند انتخاب و از سیاهرگ بال آن ها خونگیری شد و غلظت گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، HDL و VLDL¹ را با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد (Friedewald *et al.*, 1972; Sahu *et al.*, 2005). برای اندازه گیری کلسترول زرده ابتدا تخم مرغ ها توزین و سفیده و زرده جداسازی شد، و محلول کلروفورم/متانول با نسبت دو به یک به یک گرم زرده اضافه شد سپس نمونه با زرده با دستگاه ورتکس مخلوط شد تا یک دست شود مقدار پنج میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و به مدت پنج دقیقه در دستگاه سانترفیوژ با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت تا فاز جامد و مایع از هم جدا شود سپس فاز رنگ زرد مایع شفاف جدا شده و آن را استخراج شد (Folch *et al.*, 1957). مقدار کلسترول با روش رنگ سنجی به روش Zlatkis و همکاران (1953) اندازه گیری شد.

روش های آماری انجام پژوهش

داده های آزمایش ابتدا وارد نرم افزار اکسل شدند و سپس با رویه مدل خطی نرم افزار آماری SAS (2002) مورد آنالیز آماری قرار گرفتند (Dai *et al.*, 2009). تفاوت معنی دار بین تیمارها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری پنج درصد مقایسه شد. مدل طرح آماری با استفاده از رابطه سه تعریف شد:

$$\text{رابطه ۳)} \quad Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این مدل: Y_{ij} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین جامعه، T_i = اثر تیمارها، e_{ij} = خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

اندازه طول، عرض و شاخص شکل تخم مرغ و فراسنجه های عملکردی مرغ تخم گذار

1 Very low density lipoprotein

نتایج مربوط به طول، عرض و شاخص شکل تخم مرغ و همچنین فراسنجه‌های عملکردی در جدول ۲ و ۳ ارائه شدند. در این آزمایش، بیشترین طول تخم مرغ در کل دوره مربوط به تیمار حاوی ۴۰۰ میلی گرم بتآلانین در هر کیلوگرم جیره بود و کمترین عرض تخم مرغ در سن ۸۶-۸۴ هفتگی، در مرغ‌هایی که با جیره حاوی ۸۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بتآلانین تغذیه شدند مشاهده شد و از این نظر با مرغ‌هایی که جیره حاوی ۱۶۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بتآلانین را دریافت کردند تفاوت داشت ($P < 0.05$). با افزایش مقدار بتآلانین از ۴۰۰ میلی گرم به ۱۶۰۰ میلی گرم شاخص شکل تخم مرغ در سن ۸۴-۸۲ هفتگی و کل دوره و در مقایسه تیمار شاهد افزایش یافت. تیمار هایی که حاوی بتآلانین بودند سبب شد که درصد تولید و توده تخم مرغ در مقایسه با تیمار شاهد در سن ۸۶-۸۴ هفتگی افزایش یابد. همچنین اضافه کردن مقدار بتآلانین به جیره از ۴۰۰ به ۱۲۰۰ میلی گرم سبب افزایش مصرف خوراک در سنین ۸۴-۸۲، ۸۶-۸۴ هفتگی و کل دوره در مقایسه با تیمار شاهد شد. افزودن ۰/۸ درصد گلوتامین در جیره مرغ تخم‌گذار توانسته است که تولید و توده تخم مرغ و ضریب تبدیل خوراک را بهبود دهد (Shakeri *et al.*, 2014). در توافق با این نتایج Qi و همکاران (2018) گزارش کردند که افزایش مقدار بتآلانین از ۲۵۰ به ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خوراک منجر به افزایش مصرف خوراک و کاهش ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین جوجه گوشتی شد. افزایش مصرف خوراک ممکن است به خاطر وجود بتآلانین در نقش انتقال دهنده عصبی و همچنین تنظیم هورمون وابسته به رشد باشد (Tiedje *et al.*, 2010). برخی محققین نشان دادند که مکمل -سازي مازاد بتآلانین در جیره اثر سوء مصرف خوراک در جوجه گوشتی دارد (Zhang, 2008). در مقابل Wang و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند با افزودن ۶۰۰ میلی گرم بتآلانین بر کیلوگرم در جیره خوک ها در مقایسه با تیمار شاهد نتوانسته است مصرف خوراک را افزایش دهد. بنابراین سطح مناسب بتآلانین در جیره پرندگان می‌تواند نقش مهمی در عملکرد پرنده داشته باشد.

جدول ۲. اندازه طول، عرض و شاخص شکل تخم مرغ تخم‌گذار تغذیه شده با بتآلانین

سطح معنی - داری	خطای استاندارد میانگین	مقدار بتآلانین (میلی گرم / کیلوگرم خوراک)					هفته	صفت
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
۰/۲۰۱۲	۰/۰۳۲	۵/۹۵	۶/۰۶	۶/۰۳	۶/۲۰	۶/۰۷	۷۸-۸۰	طول تخم مرغ (میلی متر)
۰/۳۷۲۷	۰/۰۳۶	۶/۱۵	۶/۰۶	۶/۰۶	۶/۲۶	۶/۱۰	۸۰-۸۲	
۰/۲۰۱۴	۰/۰۳۵	۶/۰۶	۶/۱۵	۶/۱۴	۶/۳۱	۶/۰۷	۸۲-۸۴	
۰/۶۶۴۹	۰/۰۳۵	۶/۱۵	۶/۱۸	۶/۰۳	۶/۱۶	۶/۱۲	۸۴-۸۶	
۰/۰۲۰۹	۰/۰۱۶	^b ۶/۰۸	^b ۶/۱۱	^b ۶/۰۶	^a ۶/۲۴	^b ۶/۰۹	کل دوره	
۰/۴۷۳۲	۰/۰۳۰	۴/۳۵	۴/۴۳	۴/۲۸	۴/۴۱	۴/۴۳	۷۸-۸۰	عرض تخم مرغ (میلی متر)
۰/۲۰۳۰	۰/۰۲۰	۴/۴۵	۴/۴۶	۴/۴۳	۴/۴۳	۴/۳۰	۸۰-۸۲	
۰/۵۹۹۶	۰/۰۲۶	۴/۴۳	۴/۳۸	۴/۳۲	۴/۴۱	۴/۴۵	۸۲-۸۴	
۰/۰۳۲۶	۰/۰۱۹	^a ۴/۴۵	^{abc} ۴/۴۰	^c ۴/۲۸	^{ab} ۴/۴۳	^{bc} ۴/۳۰	۸۴-۸۶	
۰/۰۷۷۴	۰/۰۱۱	۴/۴۲	۴/۴۲	۴/۳۳	۴/۴۲	۴/۳۷	کل دوره	
۰/۲۹۷۰	۰/۴۱۹	۷۳/۱۳	۷۳/۱۱	۷۰/۹۹	۷۱/۲۴	۷۲/۶۱	۷۸-۸۰	شاخص شکل تخم مرغ (میلی - متر)
۰/۰۸۷۰	۰/۳۹۸	۷۲/۴۳	۷۳/۶۵	۷۳/۰۸	۷۰/۷۸	۷۰/۴۹	۸۰-۸۲	
۰/۰۳۸۹	۰/۳۸۱	^a ۷۳/۰۹	^{ab} ۷۱/۲۷	^b ۷۰/۳۹	^b ۶۹/۹۶	^a ۷۳/۲۲	۸۲-۸۴	
۰/۴۲۴۵	۰/۳۶۳	۷۲/۳۹	۷۱/۱۷	۷۰/۹۹	۷۱/۹۷	۷۰/۱۹	۸۴-۸۶	
۰/۰۴۵۹	۰/۱۹۰	^a ۷۲/۷۶	^{ab} ۷۲/۳۰	^{ab} ۷۱/۴۹	^b ۷۰/۹۹	^{ab} ۷۱/۶۲	کل دوره	

^{a-b} تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی دار است ($P < 0.05$).

جدول ۳. اثر بتآلانین بر فراسنجه‌های عملکردی مرغ تخم‌گذار

صفت	هفته	مقدار بتآلانین (میلی گرم / کیلوگرم خوراک)
-----	------	---

سطح معنی داری	خطای استاندارد میانگین	خطای						
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
۰/۸۰۹۱	۱/۶۱۵	۶۰/۳۰	۵۹/۵۲	۵۷/۵۳	۵۶/۳۴	۶۲/۴۹	۷۸-۸۰	تولید تخم مرغ (درصد)
۰/۱۷۴۵	۱/۷۴۴	۷۶/۹۸	۸۱/۷۴	۷۱/۸۲	۸۴/۵۲	۷۵/۵۹	۸۰-۸۲	
۰/۸۳۲۹	۲/۰۰۵	۸۱/۷۴	۸۴/۱۲	۷۹/۷۵	۷۵/۷۰	۷۹/۱۶	۸۲-۸۴	
۰/۰۲۰۷	۱/۸۹۶	^a ۸۴/۷۸	^a ۸۳/۸۵	^a ۸۲/۱۳	^a ۹۱/۳۹	^b ۶۷/۲۵	۸۴-۸۶	
۰/۲۴۴۹	۱/۱۹۸	۷۵/۹۵	۷۷/۳۱	۷۲/۸۱	۷۹/۴۹	۷۱/۱۲	کل دوره	
۰/۲۸۴۷	-/۸۳۵	۵۹/۸۸	۶۱/۵۷	۵۹/۸۱	۶۳/۷۷	۶۴/۷۹	۷۸-۸۰	وزن تخم مرغ (گرم/مرغ)
۰/۱۴۳۳	-/۵۵۵	۶۲/۱۵	۶۵/۳۷	۶۱/۱۱	۶۳/۰۶	۶۴/۶۰	۸۰-۸۲	
۰/۵۹۷۵	-/۸۹۵	۶۵/۱۱	۶۶/۹۹	۶۴/۳۰	۶۸/۲۷	۶۴/۹۸	۸۲-۸۴	
۰/۹۰۶۳	-/۶۰۶	۶۵/۰۷	۶۳/۷۰	۶۴/۵۶	۶۵/۴۳	۶۴/۸۹	۸۴-۸۶	
۰/۵۰۵۴	-/۵۴۶	۶۳/۲۸	۶۴/۳۴	۶۲/۴۵	۶۵/۱۳	۶۴/۸۲	کل دوره	
۰/۶۸۸۲	۱/۱۵۵	۳۷/۲۷	۳۶/۵۱	۳۴/۵۷	۳۵/۹۶	۴۰/۲۳	۷۸-۸۰	توده تخم مرغ تولیدی (گرم/مرغ/روز)
۰/۰۵۱۸	۱/۱۲۵	۴۷/۶۷	۵۳/۷۶	۴۳/۹۳	۵۳/۲۲	۴۸/۹۲	۸۰-۸۲	
۰/۳۳۸۷	۱/۳۰۴	۵۳/۱۰	۵۶/۲۴	۵۰/۹۹	۵۸/۴۴	۵۱/۶۳	۸۲-۸۴	
۰/۰۲۸۶	۱/۳۴۰	^a ۵۵/۲۱	^a ۵۳/۴۳	^a ۵۳/۰۸	^a ۵۹/۸۱	^b ۴۳/۴۴	۸۴-۸۶	
۰/۱۲۲۳	-/۸۱۲	۴۸/۹۱	۴۹/۷۶	۴۵/۶۴	۵۱/۸۶	۴۶/۰۵	کل دوره	
۰/۰۰۰۱	-/۲۶۱	^{ab} ۱۲۳/۷۳	^a ۱۲۴/۶۶	^d ۱۱۹/۴۸	^{bc} ۱۲۲/۷۵	^c ۱۲۱/۵۲	۷۸-۸۰	مصرف خوراک (گرم/روز)
۰/۰۱۴۶	-/۴۵۹	^c ۱۲۴/۴۳	^{bc} ۱۲۵/۷۷	^{ab} ۱۲۸/۵۲	^a ۱۲۹/۱۴	^{abc} ۱۲۶/۱۴	۸۰-۸۲	
۰/۰۰۰۱	-/۲۷۸	^{ab} ۱۱۸/۰۱	^b ۱۱۷/۰۲	^{ab} ۱۱۸/۵۹	^a ۱۱۹/۸۶	^c ۱۱۳/۱۸	۸۲-۸۴	
۰/۰۰۰۱	-/۲۹۷	^b ۱۱۹/۰۴	^a ۱۲۷/۹۶	^a ۱۲۹/۴۶	^a ۱۲۹/۴۶	^c ۱۱۲/۵۰	۸۴-۸۶	
۰/۰۰۰۱	-/۳۱۷	^b ۱۲۱/۳۰	^a ۱۲۳/۸۵	^a ۱۲۴/۰۱	^a ۱۲۵/۳۰	^c ۱۱۸/۳۳	کل دوره	
۰/۶۹۳۴	-/۱۰۱	۳/۳۲	۳/۴۱	۳/۴۵	۳/۴۱	۳/۰۲	۷۸-۸۰	ضریب تبدیل خوراک (گرم مصرف خوراک/گرم توده تخم مرغ)
۰/۰۷۶۲	-/۰۶۹	۲/۶۱	۲/۳۳	۲/۹۲	۲/۴۲	۲/۵۸	۸۰-۸۲	
۰/۵۱۷۶	-/۰۶۷	۲/۲۲	۲/۰۸	۲/۳۲	۲/۰۵	۲/۱۹	۸۲-۸۴	
۰/۲۰۵۵	-/۰۷۱	۲/۱۶	۲/۳۹	۲/۴۳	۲/۱۶	۲/۵۹	۸۴-۸۶	
۰/۳۰۹۸	-/۰۵۱	۲/۴۸	۲/۴۸	۲/۷۱	۲/۴۲	۲/۵۷	کل دوره	

^{a-d} تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی دار است ($P < 0.05$).

صفات کیفی پوسته، وزن مخصوص تخم مرغ

داده‌های مربوط به اثر افزودن بتا آلانین در جیره بر صفات کیفی پوسته و وزن مخصوص تخم مرغ در جدول ۴ ارائه شده است. بررسی داده‌ها نشان داد که افزودن بتا آلانین در جیره مرغ تخم‌گذار بر صفاتی همچون وزن نسبی پوسته، ضخامت پوسته، مقاومت پوسته و وزن مخصوص تخم مرغ در هیچ کدام از هفته‌های آزمایش معنی دار نبود ($P > 0.05$). مرغ‌هایی که با جیره حاوی ۸۰۰ میلی گرم بتا آلانین تغذیه شدند، کمترین وزن پوسته به ازای واحد سطح آن در کل دوره آزمایش در مقایسه با سایر تیمارها داشت، همچنین تیمار حاوی ۴۰۰ میلی گرم بتا آلانین در هر کیلوگرم از جیره توانست بیشترین وزن پوسته به ازای واحد سطح در کل دوره آزمایش در مقایسه با تیمار حاوی ۸۰۰ میلی گرم بتا آلانین به خود اختصاص دهد ($P < 0.05$). برخی محققین مشاهده کردند که اضافه کردن ۱ درصد گلوتامین در جیره مرغ تخم‌گذار سبب بهبود ضخامت پوسته و افزایش محتویات کلسیم پوسته تخم مرغ و کاهش عناصر مانند روی، پتاسیم و مس شد ولی بر اندازه شکل کریستال‌های کربنات کلسیم تاثیر معنی داری نداشت (Muszyński et al., 2022). پوسته تخم مرغ حاوی ۹۴ درصد کلسیم است و مهم‌ترین فاکتور در کیفیت تخم مرغ به حساب می‌آید (Athanasiadou et al., 2018). کلسیم جیره و بازچرخش کلسیم در استخوان دو منبع مهم در تشکیل پوسته تخم مرغ است. برخی پژوهشگران گزارش کردند که کارنوزین می‌تواند سطح کلسیم داخلی سلولی را تنظیم کند و همچنین

در تبادل انتشار پمپ Ca^{2+}/H^{+} دخالت دارد (Boldyrev *et al.*, 2013; Swietach *et al.*, 2013). Zapata-Sudo و همکاران (2004) گزارش کردند که کارنوزین سبب آزاد شدن میزان کلسیم در ریتیکولوم سارکوپلاسمیک سلول می شود. بنابراین بتآلانین با وجود نقش موثر آن در ساخت کارنوزین سبب افزایش نرخ متابولیسم کلسیم در اندام تناسلی پرنده می شود در نتیجه این احتمال وجود دارد که در این شرایط سبب بهبود وضعیت پوسته تخم مرغ شود. با این حال اطلاعات محدودی در رابطه با افزودن بتآلانین در جیره مرغ تخم گذار وجود دارد.

فراسنجه های کیفی تخم مرغ

داده های مربوط به اثر افزودن بتآلانین در جیره بر فراسنجه های کیفی تخم مرغ در جدول ۵ ارائه شده است. مرغ هایی که با جیره حاوی ۴۰۰ میلی گرم بتآلانین تغذیه شدند، بیشترین قطر سفیده در کل دوره آزمایش در مقایسه با سایر تیمارها داشت، همچنین تیمار حاوی ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلی گرم بتآلانین در هر کیلوگرم از جیره توانست کمترین قطر زرده در کل دوره آزمایش در مقایسه با سایر تیمارها به خود اختصاص دهد ($P < 0.05$). هر چند در این آزمایش ارتفاع سفیده تحت تاثیر سطوح مختلف بتآلانین قرار نگرفت ($P > 0.05$). ارتفاع سفیده و واحد هاو مهم ترین فاکتور بر کیفیت داخلی تخم مرغ به حساب می آیند. با افزودن بتآلانین در جیره نتوانست ارتفاع سفیده و واحد هاو را در مقایسه با گروه شاهد افزایش دهد. کارنوزین می تواند از آسیب کم رسانی خون مجدد که به اختصار IRI نامیده می شود را کاهش دهد (Dobrotvorskaya *et al.*, 2011). در همین راستا Sarac (2018) گزارش کرد که افزودن ویتامین E همراه با کارنوزین می تواند از آسیب های کم رسانی خون مجدد در تخمدان محافظت کند. تزریق وریدی کارنوزین به مقدار ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم در سن ۱۴ روزگی بدون اثر سمی سبب کاهش مرگ سلولی در موش ها شد (Rajanikant *et al.*, 2007). افزودن ۲۰ گرم کارنوزین همراه با موش هایی که در میدان الکترومغناطیسی بودند در مقایسه با گروه بدون کارنوزین سبب افزایش اندازه و قطر فولیکول ها شد (Arslan *et al.*, 2022). با این حال اطلاعات محدودی با افزودن بتآلانین و کارنوزین به جیره در مسیر تولید مثلی تخمدان از زرده و سفیده مرغ تخم گذار وجود دارد بنابراین این احتمال وجود دارد که افزودن بتآلانین و کارنوزین سبب بهبود روند تولید مثلی فولیکول زرده تخم مرغ شود.

جدول ۴. اثر بتآلانین بر فراسنجه های کیفی پوسته و وزن مخصوص تخم مرغ

سطح معنی داری	خطای استاندارد میانگین	مقدار بتآلانین (میلی گرم / کیلوگرم خوراک)					هفته	صفت
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
۰/۸۳۴۱	۰/۱۳۷	۹/۴۶	۹/۸۹	۹/۸۸	۹/۶۹	۹/۷۸	۷۸-۸۰	
۰/۶۵۲۹	۰/۰۹۴	۹/۴۴	۹/۰۲	۹/۲۲	۹/۱۴	۹/۲۷	۸۰-۸۲	
۰/۹۸۰۸	۰/۰۹۸	۹/۷۷	۹/۶۹	۹/۵۷	۹/۷۱	۹/۷۲	۸۲-۸۴	
۰/۳۶۷۸	۰/۰۹۵	۹/۲۴	۹/۵۷	۹/۵۹	۹/۵۶	۸/۹۴	۸۴-۸۶	
۰/۹۶۷۸	۰/۰۷۰	۹/۴۹	۹/۵۵	۹/۵۶	۹/۵۳	۹/۴۰	کل دوره	
۰/۶۱۳۵	۰/۰۰۷	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۶	۷۸-۸۰	
۰/۰۷۸۱	۰/۰۰۸	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۵۸	۰/۵۷	۸۰-۸۲	
۰/۹۹۶۵	۰/۰۰۸	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۴۰	۸۲-۸۴	
۰/۷۷۶۲	۰/۰۰۷	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۵	۸۴-۸۶	
۰/۴۴۶۹	۰/۰۰۳	۰/۴۵	۰/۴۷	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۷	کل دوره	
۰/۰۷۱۲	۰/۷۳۸	۷۳/۳۶	۷۶/۴۲	۷۱/۹۵	۷۸/۲۲	۷۶/۹۳	۷۸-۸۰	

جدول ۴. اثر بتاآلانین بر فراسنجه‌های کیفی پوسته و وزن مخصوص تخم‌مرغ

سطح معنی‌داری	خطای استاندارد میانگین	مقدار بتاآلانین (میلی‌گرم / کیلوگرم خوراک)					هفته	صفت
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
-/۶۳۶۳	-/۸۰۵	۷۶/۰۷	۷۷/۶۲	۷۶/۴۱	۷۸/۵۳	۷۴/۲۷	۸۰-۸۲	وزن پوسته به ازای واحد سطح آن (میلی‌گرم / سانتی‌متر مربع)
-/۳۱۸۹	-/۷۹۲	۷۴/۸۳	۷۶/۵۵	۷۴/۷۹	۷۸/۸۵	۷۳/۳۷	۸۲-۸۴	
-/۰۳۰۲	-/۴۹۲	^a ۷۶/۸۱	^a ۷۶/۲۳	^b ۷۱/۷۶	^a ۷۶/۳۸	^a ۷۵/۷۰	۸۴-۸۶	
-/۰۴۲۴	-/۴۴۱	^{ab} ۷۵/۲۷	^{ab} ۷۶/۷۰	^b ۷۳/۹۴	^a ۷۸/۲۴	^{ab} ۷۵/۸۱	کل دوره	
-/۰۹۷۱	-/۰۹۵	۰/۹۸	۱/۰۰	-/۶۰	۱/۳۸	-/۵۳	۷۸-۸۰	مقاومت پوسته (نیرو / سانتی‌متر مکعب)
-/۷۱۹۱	-/۰۷۰	۰/۵۲	۰/۳۰	-/۴۰	۰/۵۴	۰/۶۰	۸۰-۸۲	
-/۵۰۷۱	-/۰۴۶	۰/۴۶	۰/۶۵	-/۷۰	۰/۵۳	۰/۵۰	۸۲-۸۴	
-/۴۹۱۶	-/۰۴۶	۰/۳۴	۰/۶۰	-/۳۸	۰/۴۵	۰/۴۲	۸۴-۸۶	
-/۰۴۴۸	-/۰۳۷	۰/۶۰	۰/۶۷	-/۵۱	۰/۶۹	-/۴۹	کل دوره	
-/۱۶۱۷	-/۰۰۱	۱/۰۸۳	۱/۰۸۷	۱/۰۸۷	۱/۰۸۶	۱/۰۸۲	۷۸-۸۰	
-/۳۰۶۶	-/۰۰۱	۱/۰۸۲	۱/۰۸۴	۱/۰۸۰	۱/۰۸۱	۱/۰۸۳	۸۰-۸۲	
-/۵۳۳۴	-/۰۰۱	۱/۰۸۲	۱/۰۸۴	۱/۰۸۰	۱/۰۸۳	۱/۰۸۵	۸۲-۸۴	
-/۵۳۹۶	-/۰۰۱	۱/۰۸۰	۱/۰۸۴	۱/۰۸۳	۱/۰۸۱	۱/۰۸۰	۸۴-۸۶	
-/۱۷۸۵	-/۰۰۱	۱/۰۸۲	۱/۰۸۵	۱/۰۸۳	۱/۰۸۳	۱/۰۸۳	کل دوره	

^{a-b} تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

جدول ۵. اثر بتاآلانین بر فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ

سطح معنی‌داری	خطای استاندارد میانگین	مقدار بتاآلانین (میلی‌گرم / کیلوگرم خوراک)					هفته	صفت
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
-/۷۴۸۰	-/۵۲۸	۹۲/۰۲	۹۱/۰۰	۹۱/۰۷	۸۹/۸۹	۹۰/۰۲	۷۸-۸۰	واحد هاو
-/۰۵۶۹	۱/۲۸۳	۸۸/۰۹	۹۰/۹۹	۸۳/۰۲	۷۹/۶۶	۸۹/۵۵	۸۰-۸۲	
-/۰۷۶۲	-/۹۴۱	۸۹/۳۲	۸۴/۶۳	۸۵/۰۳	۸۰/۷۵	۸۷/۱۰	۸۲-۸۴	
-/۲۳۷۲	-/۷۶۸	۸۵/۶۰	۹۰/۰۷	۹۰/۴۷	۸۹/۳۷	۹۱/۲۴	۸۴-۸۶	
-/۰۷۶۶	-/۵۰۸	۸۸/۷۰	۸۸/۸۶	۸۷/۸۴	۸۵/۱۷	۸۹/۷۶	کل دوره	
-/۶۴۸۸	-/۱۳۸	۸/۵۵	۸/۹۷	۸/۳۸	۸/۴۸	۸/۴۲	۷۸-۸۰	ارتفاع سفیده (میلی-متر)
-/۱۱۱۰	-/۱۸۸	۸/۰۶	۸/۲۹	۷/۲۴	۶/۹۷	۸/۲۴	۸۰-۸۲	
-/۱۸۷۱	-/۱۴۳	۷/۹۵	۷/۴۷	۷/۴۵	۷/۰۸	۸/۱۶	۸۲-۸۴	
-/۳۰۹۴	-/۱۳۱	۷/۶۸	۸/۳۸	۸/۰۲	۸/۳۹	۸/۵۲	۸۴-۸۶	
-/۱۵۶۵	-/۰۸۶	۸/۰۸	۸/۳۱	۷/۸۲	۷/۷۶	۸/۳۳	کل دوره	
-/۰۲۸۰	-/۱۲۶	^{bc} ۱۷/۱۰	^{ab} ۱۷/۹۱	^c ۱۶/۹۹	^a ۱۸/۰۶	^{ab} ۱۷/۹۳	۷۸-۸۰	ارتفاع زرده (میلی-متر)
-/۶۸۷۱	-/۲۹۹	۱۷/۳۱	۱۷/۶۰	۱۷/۳۷	۱۶/۶۱	۱۷/۴۷	۸۰-۸۲	
-/۸۷۷۲	-/۲۱۴	۱۸/۲۴	۱۷/۵۶	۱۷/۸۸	۱۷/۷۴	۱۷/۷۹	۸۲-۸۴	
-/۸۰۳۸	-/۱۸۲	۱۷/۷۶	۱۸/۰۲	۱۷/۶۸	۱۸/۱۵	۱۸/۳۸	۸۴-۸۶	
-/۸۵۳۰	-/۱۲۲	۱۷/۶۰	۱۷/۷۷	۱۷/۴۵	۱۷/۶۶	۱۷/۸۸	کل دوره	
-/۰۵۳۷	-/۰۱۱	۷۲/۸۵	۷۵/۰۳	۷۸/۰۵	۸۲/۵۶	۷۶/۰۴	۷۸-۸۰	قطر سفیده (میلی-متر)
-/۰۴۴۸	-/۰۹۶۰	^b ۷۴/۵۵	^{ab} ۷۷/۴۴	^{ab} ۷۹/۱۴	^a ۸۴/۱۶	^b ۷۴/۷۵	۸۰-۸۲	
-/۲۹۷۱	-/۰۹۷۵	۷۳/۸۵	۷۷/۶۴	۷۶/۰۶	۷۹/۹۵	۷۲/۷۸	۸۲-۸۴	
-/۱۴۵۴	-/۸۲۸	۷۶/۷۹	۷۹/۸۸	۷۶/۷۶	۸۲/۷۲	۷۸/۵۶	۸۴-۸۶	
-/۰۰۵۳	-/۰۶۴۱	^b ۷۴/۶۹	^b ۷۷/۳۳	^b ۷۷/۱۱	^a ۸۲/۷۰	^b ۷۶/۰۹	کل دوره	

جدول ۵. اثر بتآلانین بر فراسنجه‌های کیفی تخم مرغ

سطح معنی- داری	خطای استاندارد میانگین	مقدار بتآلانین (میلی گرم / کیلوگرم خوراک)					هفته	صفت
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
۰/۰۰۶۰	۰/۲۷۶	^b ۳۹/۹۴	^a ۴۲/۴۴	^{ab} ۴۱/۶۳	^a ۴۲/۸۷	^a ۴۳/۳۴	۷۸-۸۰	قطر زرده (میلی متر)
۰/۳۳۰۳	۰/۲۷۰	۴۱/۳۶	۴۱/۷۰	۴۲/۵۵	۴۲/۹۵	۴۲/۱۲	۸۰-۸۲	
۰/۱۹۳۹	۰/۳۳۵	۴۱/۳۹	۴۲/۱۵	۴۰/۵۰	۴۲/۵۱	۴۳/۰۳	۸۲-۸۴	
۰/۳۷۳۹	۰/۳۵۰	۴۳/۵۰	۴۴/۳۴	۴۲/۸۹	۴۴/۹۰	۴۴/۴۹	۸۴-۸۶	
۰/۰۰۰۷	۰/۱۲۸	^c ۴۱/۵۷	^{ab} ۴۲/۶۶	^{bc} ۴۱/۹۷	^a ۴۳/۳۱	^a ۴۳/۳۴	کل دوره	
۰/۵۶۱۷	۰/۴۲۱	۵۶/۵۴	۵۵/۶۰	۵۶/۸۲	۵۶/۲۳	۵۴/۶۴	۷۸-۸۰	وزن نسبی سفیده (درصد)
۰/۰۹۲۴	۰/۳۶۸	۵۶/۴۵	۵۶/۳۰	۵۷/۲۸	۵۷/۰۸	۵۳/۸۱	۸۰-۸۲	
۰/۰۵۴۸	۰/۳۶۰	۵۳/۸۴	۵۶/۷۴	۵۷/۲۲	۵۶/۷۲	۵۵/۵۱	۸۲-۸۴	
۰/۹۱۵۶	۰/۴۴۷	۵۷/۰۹	۵۶/۳۳	۵۷/۲۴	۵۶/۲۳	۵۶/۳۹	۸۴-۸۶	
۰/۲۳۰۲	۰/۲۶۹	۵۶/۱۲	۵۶/۳۰	۵۷/۲۴	۵۶/۶۳	۵۵/۰۴	کل دوره	
۰/۱۱۲۱	۰/۱۸۸	۲۵/۹۹	۲۷/۰۶	۲۵/۹۸	۲۷/۲۸	۲۶/۶۹	۷۸-۸۰	وزن نسبی زرده (درصد)
۰/۲۴۵۴	۰/۳۷۴	۲۵/۹۱	۲۵/۹۹	۲۷/۸۲	۲۷/۲۰	۲۸/۰۷	۸۰-۸۲	
۰/۴۶۶۵	۰/۲۵۴	۲۷/۵۰	۲۶/۳۶	۲۶/۵۳	۲۶/۱۴	۲۶/۷۴	۸۲-۸۴	
۰/۴۹۲۱	۰/۳۲۸	۲۶/۱۷	۲۷/۵۷	۲۷/۸۲	۲۷/۵۶	۲۷/۹۹	۸۴-۸۶	
۰/۵۹۴۰	۰/۱۷۳	۲۶/۵۰	۲۶/۷۲	۲۷/۱۳	۲۶/۹۶	۲۷/۳۷	کل دوره	

^{a-b} تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

فراسنجه‌های خونی مرغ تخم‌گذار

نتایج مربوط به اثر افزودن بتآلانین به جیره مرغ تخم‌گذار بر فراسنجه‌های خونی در جدول ۶ ارائه شده است. بررسی داده‌ها نشان داد که تیمارهای حاوی بتآلانین در سطوح ۴۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم از جیره در سن ۸۲-۸۰ و همه سطوح بتآلانین مورد آزمایش در سن ۸۶-۸۴ هفتگی به ترتیب سبب افزایش غلظت HDL و VLDL در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). همچنین مرغ‌هایی که با جیره حاوی ۱۶۰۰ میلی گرم بتآلانین تغذیه شدند، کمترین میزان HDL در سن ۸۶-۸۴ هفتگی نسبت به سایر تیمارها داشت ($P < 0.05$). در رابطه با غلظت گلوکز می‌توان گفت که در سن ۸۰-۷۸ هفتگی بیشترین غلظت گلوکز در مرغ‌هایی که با جیره حاوی ۸۰۰ میلی گرم بتآلانین در مقایسه با جیره حاوی ۱۲۰۰ میلی گرم بتآلانین تغذیه شدند مشاهده شد. کارنوزین می‌تواند سبب فعال شدن آنتی اکسیدان‌ها شود و همچنین برای درمان افراد دیابتی نیز استفاده می‌شود (Houjehani, Horii et al., 2012; Stegen et al., 2015). همکاران (2018) گزارش کردند که مصرف ۱۰۰۰ میلی گرم کارنوزین به مدت ۱۲ هفته سبب کاهش کاهش گلوکز خون، تری‌گلیسرید، کلسترول کل، LDL و HDL در بیماران دیابتی نوع دو شد. با این وجود کارنوزین می‌تواند به عنوان پیش‌ساز هیستامین عمل کند که این از طریق سیستم عصبی سبب کنترل غلظت گلوکز خون می‌شود (Nagai et al., 2003). علاوه بر این کارنوزین می‌تواند لیپوپروتئین لیپاز را فعال و رادیکال‌های آزاد را در لیپید کاهش دهد (Brown et al., 2014). از طرفی کارنوزین می‌تواند سطح اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه را در خون کاهش دهند که این خود، سطح سرمی کلسترول کل و تری‌گلیسرید را کاهش می‌دهد (Zieba, 2007).

کلسترول زرده تخم مرغ

تاثیر سطوح مختلف بتآلآنین بر کلسترول زرده تخم مرغ در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که غلظت کلسترول زرده در سن ۸۲-۸۰ هفتگی در مرغ‌هایی که با جیره حاوی ۱۶۰۰ میلی گرم بتآلآنین (۱۲/۱۷ میلی گرم) تغذیه شدند در مقایسه با تیمار شاهد (۶/۹۲ میلی گرم) بیشتر بود ($P < 0.05$). همچنین غلظت کلسترول زرده در سن ۸۴-۸۲ هفتگی در تیمار ۸۰۰ میلی گرم بتآلآنین در هر کیلوگرم از جیره (۱۲/۵۲ میلی گرم) در مقایسه با تیمار شاهد (۵/۸۵ میلی گرم) بیشتر بود و کمترین غلظت کلسترول کل زرده تیمار حاوی ۸۰۰ میلی گرم بتآلآنین در سن ۸۶-۸۴ هفتگی بود ($P < 0.05$). Mor و همکاران (2018) گزارش کردند مصرف بتآلآنین همراه با آب پنیر و الکترولیت کربوهیدرات بعد از تمرین ورزشکاران سبب بهبود مقدار کلسترول و تری گلیسرید در خون شد. افزودن ۳۵۰ میلی گرم بتآلآنین در ۱۰۰ گرم از وزن زنده در جیره موش‌ها سبب شد که غلظت کلسترول در بافت قلب و غلظت تری گلیسرید در بافت کبد کاهش یابد در حالی که در بافت کبد غلظت کلسترول و تری گلیسرید افزایش یافت (Prabha *et al.*, 1988). در این آزمایش نشان می‌دهد که افزودن بتآلآنین در جیره به مقدار ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلی گرم در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش غلظت کلسترول زرده تخم مرغ شد که این امر ممکن است به خاطر حضور بتآلآنین و فعالیت^۱ HMG-COA^۱ ردوکتاز باشد چرا که Prabha و همکاران (1988) گزارش کردند افزودن بتآلآنین در جیره سبب افزایش غلظت HMG-COA^۱ ردوکتاز و در نتیجه سبب بالا رفتن غلظت کلسترول خون شد.

جدول ۶. اثر بتآلآنین بر فراسنجه‌های خونی مرغ تخم‌گذار

سطح معنی داری	خطای استاندارد میانگین	مقدار بتآلآنین (میلی گرم / کیلوگرم خوراک)					هفته	صفت
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
۰/۹۱۴۷	۶/۳۱۵	۱۷۵/۲۵	۱۷۷/۶۰	۱۸۳/۷۵	۱۹۱/۴۰	۱۷۷/۶۷	۷۸-۸۰	کلسترول (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۹۰۰۰	۹/۸۶۰	۱۷۸/۰۰	۲۱۰/۲۰	۱۹۱/۰۰	۱۹۷/۰۰	۱۸۵/۰۰	۸۰-۸۲	
۰/۳۰۳۷	۹/۵۴۷	۲۰۶/۴۰	۱۴۷/۳۳	۱۴۷/۴۰	۱۸۳/۸۳	۱۶۲/۲۵	۸۲-۸۴	
۰/۱۸۳۷	۱۱/۵۶۱	۱۴۵/۰۰	۱۵۲/۳۳	۱۷۵/۵۰	۲۲۴/۲۰	۱۴۵/۰۰	۸۴-۸۶	
۰/۰۰۴۰	۴/۸۴۰	ab ^{۱۳۸/۸۸}	c ^{۹۳/۳۳}	bc ^{۱۱۷/۳۶}	a ^{۱۵۷/۲۲}	bc ^{۱۱۵/۷۴}	۷۸-۸۰	HDL کلسترول (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۰۰۰۹	۵/۷۲۱	bc ^{۱۱۴/۸۱}	a ^{۱۹۳/۵۱}	b ^{۱۵۲/۰۸}	b ^{۱۲۵/۶۹}	c ^{۷۹/۶۳}	۸۰-۸۲	
۰/۲۸۵۴	۷/۵۰۵	۱۵۹/۲۵	۱۷۱/۷۶	۱۲۳/۱۴	۱۲۹/۶۳	۱۴۵/۸۳	۸۲-۸۴	
۰/۰۰۱۵	۹/۵۰۶	b ^{۷۷/۲۲}	a ^{۱۸۲/۶۴}	a ^{۳۳۱/۳۹}	a ^{۲۰۵/۵۵}	a ^{۲۰۸/۳۳}	۸۴-۸۶	
۰/۸۰۴۴	۱۷/۷۶۴	۳۴۹/۴۳	۳۰۹/۲۸	۳۵۴/۲۷	۳۲۶/۷۲	۳۸۴/۵۰	۷۸-۸۰	VLDL کلسترول (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۶۹۹۱	۲۱/۵۹۷	۳۲۲/۹۰	۳۳۳/۰۰	۳۴۱/۰۰	۳۹۰/۸۷	۴۰۳/۱۰	۸۰-۸۲	
۰/۸۹۱۹	۱۷/۶۷۰	۳۹۸/۱۳	۳۵۸/۷۰	۳۴۶/۶۰	۳۵۵/۵۲	۳۳۶/۳۵	۸۲-۸۴	
۰/۰۰۰۵	۱۴/۷۲۱	b ^{۳۰۵/۷۳}	b ^{۲۹۶/۴۰}	ab ^{۳۹۶/۸۰}	a ^{۴۳۴/۴۴}	c ^{۱۶۲/۴۰}	۸۴-۸۶	
۰/۰۴۲۳	۱/۹۲۲	ab ^{۲۴۰/۴۰}	b ^{۲۳۵/۶۶}	a ^{۲۵۲/۲۰}	ab ^{۲۴۱/۸۰}	ab ^{۲۳۱/۳۳}	۷۸-۸۰	گلوکز (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۴۶۱۰	۲/۰۷۶	۲۳۹/۵۰	۲۴۶/۸۰	۲۴۹/۰۰	۲۵۶/۳۳	۲۴۵/۰۰	۸۰-۸۲	
۰/۶۴۷۶	۱/۸۲۳	۲۳۷/۶۰	۲۳۷/۱۶	۲۳۶/۰۰	۲۳۵/۵۰	۲۲۹/۰۰	۸۲-۸۴	
۰/۴۰۲۵	۲/۷۹۲	۲۲۰/۲۰	۲۲۸/۳۳	۲۲۴/۳۸	۲۳۵/۸۰	۲۳۲/۶۶	۸۴-۸۶	
۰/۶۰۴۰	۹۰/۸۸۵	۱۷۴۷/۲	۱۵۴۶/۴	۱۹۶۲/۵	۱۶۳۲/۶	۱۹۲۲/۵	۷۸-۸۰	تری گلیسرید (میلی - گرم / دسی لیتر)
۰/۸۰۸۱	۱۱۲/۳۵۶	۱۶۱۴/۵	۱۸۷۳/۸	۱۷۰۵/۰	۱۹۵۴/۳	۲۰۱۵/۵	۸۰-۸۲	
۰/۵۴۸۸	۸۶/۶۴	۲۱۲۶/۸	۱۸۹۷/۲	۱۷۳۳/۰	۱۷۷۷/۶	۱۶۸۱/۸	۸۲-۸۴	
۰/۱۱۵۱	۱۱۶/۴۵	۱۷۷۴/۳	۱۴۸۲/۰	۱۹۸۴/۰	۲۱۷۲/۲	۱۲۲۸/۰	۸۴-۸۶	

^{a-b} تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی دار است ($P < 0.05$).

جدول ۷. اثر بتآلآنین بر غلظت کلسترول زرده تخم مرغ

سطح معنی داری	خطای استاندارد میانگین	مقدار بتآلانین (میلی گرم / کیلوگرم خوراک)					هفته	صفت
		۱۶۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۰		
۰/۴۸۲۴	۰/۳۱۱	۷/۱۵	۵/۵۸	۶/۸۲	۶/۴۷	۵/۸۴	۷۸-۸۰	کلسترول زرده (میلی گرم / گرم)
۰/۰۴۳۶	۰/۵۱۰	^a ۱۲/۱۷	^{ab} ۱۰/۵۵	^b ۸/۰۹	^{ab} ۹/۸۴	^b ۶/۹۲	۸۰-۸۲	
۰/۰۳۶۲	۰/۵۹۳	^{ab} ۷/۹۴	^{ab} ۱۰/۲۷	^a ۱۲/۵۲	^{ab} ۸/۶۵	^b ۵/۸۵	۸۲-۸۴	
۰/۲۶۲۳	۰/۲۶۶	۸/۱۹	۸/۳۳	۶/۸۳	۷/۹۶	۸/۶۳	۸۴-۸۶	
۰/۳۶۶۷	۴/۸۱۴	۱۱۹/۸۶	۹۵/۶۳	۱۱۰/۷۹	۱۱۹/۲۵	۱۲۹/۳۷	۷۸-۸۰	کلسترول کل زرده (میلی - گرم / گرم)
۰/۴۳۵۹	۸/۹۳۹	۱۶۹/۳۷	۱۶۵/۳۵	۱۴۴/۰۰	۱۹۰/۱۵	۱۴۱/۲۱	۸۰-۸۲	
۰/۱۱۱۸	۱۰/۲۳۱	۱۵۲/۲۷	۱۶۲/۹۲	۲۰۵/۶۵	۱۴۹/۵۳	۱۰۸/۳۹	۸۲-۸۴	
۰/۰۰۴۰	۲/۸۹۵	^a ۱۴۶/۲۶	^a ۱۴۴/۰۳	^b ۱۱۵/۲۸	^a ۱۵۵/۸۶	^a ۱۴۶/۷۶	۸۴-۸۶	

^{a-b} تفاوت میانگین‌ها با حرف غیر مشترک در هر ردیف معنی دار است ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد، افزودن بتآلانین تا سطح ۱۶۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم از جیره سبب افزایش مصرف خوراک در کل دوره شد اما بر تولید تخم‌مرغ، توده تخم‌مرغ و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره تاثیر معنی داری نداشت. افزودن ۸۰۰ میلی گرم بتآلانین در هر کیلوگرم از جیره سبب کاهش کلسترول کل زرده در مقایسه با سایر تیمارها در سن ۸۴-۸۶ هفته‌گی شد. از آنجا که کاهش کلسترول ناشی از افزودن بتآلانین در جیره مرغ تخم‌گذار بود، از این رو گمان می‌شود که افزودن ۸۰۰ میلی گرم بتآلانین در هر کیلوگرم از خوراک سبب بهبود وضعیت کلسترول کل زرده تخم‌مرغ شود.

تشکر و قدر دانی

این آزمایش با حمایت مالی دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در قالب طرح پژوهشی مصوب به شماره ۰۳-۱۴۰۱-۰۷ انجام شده است و بدینوسیله نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را اعلام نمایند.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافی بین نویسندگان وجود ندارد.

REFERENCES

- Arslan, A., Balcioglu, E., Nisari, M., Yalçın, B., Ülger, M., Güler, E., & Acer, N. (2022). Effect of carnosine on ovarian follicle in rats exposed to electromagnetic field. *European Journal of Anatomy*, 26 (6), 659-668.
- Athanasiadou, D., Jiang, W., Goldbaum, D., Saleem, A., Basu, K., Pacella, M. S., & McKee, M. D. (2018) Nanostructure, osteopontin, and mechanical properties of calcitic avian eggshell. *Science Advances*, 4(3), eaar3219.
- Boldyrev, A. A., Stvolinsky, S. L., Fedorova, T. N., & Suslina, Z. A. (2010). Carnosine as a natural antioxidant and geroprotector: from molecular mechanisms to clinical trials. *Rejuvenation Research*, 13(2-3), 156-158.
- Brown, B. E., Kim, C. H., Torpy, F. R., Bursill, C. A., McRobb, L. S., Heather, A. K., Davies, M. J & Van Reyk, D. M. (2014). Supplementation with carnosine decreases plasma triglycerides and modulates atherosclerotic plaque composition in diabetic apo E^{-/-} mice. *Atherosclerosis*, 232(2), 403-409.

- Carter, T. C. (1974). The hen's egg: estimation of shell superficial area and egg volume from four shell measurements. *British Poultry Science*, 15(5), 507-511.
- Dai, S. F., Wang, L. K., Wen, A. Y., Wang, L. X., & Jin, G. M. (2009) Dietary glutamine supplementation improves growth performance, meat quality and colour stability of broilers under heat stress. *British Poultry Science*, 50(3), 333-340.
- Dobrotvorskaya, I. S., Fedorova, T. N., Dobrota, D., & Berezov, T. T. (2011). Characteristics of oxidative stress in experimental rat brain ischemia aggravated by homocysteic acid. *Neurochemical Journal*, 5, 42-46.
- Fallahi, F., Roghani, M., & Ahmadi, Z. (2012). The effect of chronic carnosine treatment on serum levels of glucose and lipids and blood pressure in an experimental model of hyperlipidemia in mice. *Daneshvar Medicine*, 20(5), 9-16.
- Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509.
- Fonseca, V. A. (2005). The metabolic syndrome, hyperlipidemia, and insulin resistance. *Clinical Cornerstone*, 7(2-3), 61-72.
- Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S. (1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6), 499-502..
- Horii, Y., Shen, J., Fujisaki, Y., Yoshida, K., & Nagai, K. (2012). Effects of l-carnosine on splenic sympathetic nerve activity and tumor proliferation. *Neuroscience Letters*, 510(1), 1-5.
- Houjehani, S., Kheirouri, S., Faraji, E., & Jafarabadi, M. A. (2018). L-Carnosine supplementation attenuated fasting glucose, triglycerides, advanced glycation end products, and tumor necrosis factor- α levels in patients with type 2 diabetes: a double-blind placebo-controlled randomized clinical trial. *Nutrition Research*, 49, 96-106.
- Kralik, G., Sak-Bosnar, M., Kralik, Z., Galović, O., Grčević, M., & Kralik, I. (2015). Effect of β -alanine and L-histidine on concentration of carnosine in muscle tissue and oxidative stability of chicken meat. *Poljoprivreda*, 21(1 SUPPLEMENT), 190-194.
- Lackner, J., Albrecht, A., Mittler, M., Marx, A., Kreyenschmidt, J., Hess, V., & Sauerwein, H. (2021). Effect of feeding histidine and β -alanine on carnosine concentration, growth performance, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 100(11), 101393.
- Mannion, A. F., Jakeman, P. M., Dunnett, M., Harris, R. C., & Willan, P. L. T. (1992). Carnosine and anserine concentrations in the quadriceps femoris muscle of healthy humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64, 47-50.
- Matthews, M. M., & Traut, T. W. (1987). Regulation of N-carbamoyl-beta-alanine amidohydrolase, the terminal enzyme in pyrimidine catabolism, by ligand-induced change in polymerization. *Journal of Biological Chemistry*, 262(15), 7232-7237.
- Molchanova, S., Oja, S. S., & Saransaari, P. (2004). Characteristics of basal taurine release in the rat striatum measured by microdialysis. *Amino Acids*, 27, 261-268.
- Mor, A., İpekoğlu, G., Arslanoğlu, E., Arslanoğlu, C., & Acar, K. (2018). The acute effects of combined supplementation of beta-alanine, carbohydrate and whey protein on biochemical parameters of athletes after exhaustive exercise. *Progress in Nutrition*, 20(3), 329-337.
- Muszyński, S., Tomaszewska, E., Arczewska-Włosek, A., Kasperek, K., Batkowska, J., Lamorski, K., Dariusz Wiącek, D., Donaldson, J & Świątkiewicz, S. (2022). Dietary L-glutamine affects eggshell quality in the post-peak laying period. *Annals of Animal Science*, 23(1), 121-128.
- Nagai, K., Niijima, A., Yamano, T., Otani, H., Okumra, N., Tsuruoka, N., Nakai, M & Kiso, Y. (2003). Possible role of L-carnosine in the regulation of blood glucose through controlling autonomic nerves. *Experimental Biology and Medicine*, 228(10), 1138-1145.
- Nordstrom, J. O., & Ousterhout, L. E. (1982). Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. *Poultry Science*, 61(10), 1991-1995.
- Prabha, A. L., Leelamma, S., & Kurup, P. A. (1988). Similar effects of β -alanine and taurine in cholesterol metabolism. *Journal of Biosciences*, 13, 263-268.
- Qi, B., Wang, J., Ma, Y. B., Wu, S. G., Qi, G. H., & Zhang, H. J. (2018). Effect of dietary β -alanine

- supplementation on growth performance, meat quality, carnosine content, and gene expression of carnosine-related enzymes in broilers. *Poultry Science*, 97(4), 1220-1228.
- Rajanikant, G. K., Zemke, D., Senut, M. C., Frenkel, M. B., Chen, A. F., Gupta, R., & Majid, A. (2007). Carnosine is neuroprotective against permanent focal cerebral ischemia in mice. *Stroke*, 38(11), 3023-3031.
- Sahu, S., Chawla, R., & Uppal, B. (2005) Comparison of two methods of estimation of low density lipoprotein cholesterol, the direct versus Friedewald estimation. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 20(2), 54-61.
- Sarac, M., Bakal, U., Kuloglu, T., Tartar, T., Aydin, S., Yardim, M., Artas, G & Kazez, A. (2018). Effects of carnosine and vitamin E on nucleobindin 2 (NUCB2)/nesfatin-1, ghrelin, adropin, and irisin in experimentally induced ovarian torsion. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 48(3), 345-354.
- SAS INST., (2002) SAS User's Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Inst., Cary, NC.
- Shakeri, M., Zulkifli, I., Soleimani, A. F., o'Reilly, E. L., Eckersall, P. D., Anna, A. A., Kumari, S & Abdullah, F. F. J. (2014). Response to dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broiler chickens reared at different stocking densities under hot, humid tropical conditions. *Poultry Science*, 93(11), 2700-2708.
- Spence, J. D., Jenkins, D. J., & Davignon, J. (2010). Dietary cholesterol and egg yolks: not for patients at risk of vascular disease. *Canadian Journal of Cardiology*, 26(9), e336-e339.
- Spence, J. D., Srichaikul, K., & Jenkins, D. J. (2021). Cardiovascular harm from egg yolk and meat: more than just cholesterol and saturated fat. *Journal of the American Heart Association*, 10(7), e017066.
- Stegen, S., Stegen, B., Aldini, G., Altomare, A., Cannizzaro, L., Orioli, M., Gerlo, S., Deldicque, L., Ramaekers, M., Hespel, P & Derave, W. (2015). Plasma carnosine, but not muscle carnosine, attenuates high-fat diet-induced metabolic stress. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(9), 868-876.
- Swietach, P., Youm, J. B., Saegusa, N., Leem, C. H., Spitzer, K. W., & Vaughan-Jones, R. D. (2013). Coupled Ca²⁺/H⁺ transport by cytoplasmic buffers regulates local Ca²⁺ and H⁺ ion signaling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(22), E2064-E2073.
- Tiedje, K. E., Stevens, K., Barnes, S., & Weaver, D. F. (2010). β -Alanine as a small molecule neurotransmitter. *Neurochemistry International*, 57(3), 177-188.
- Tomonaga, S., Kaji, Y., Tachibana, T., Denbow, D. M., & Furuse, M. (2005). Oral administration of β -alanine modifies carnosine concentrations in the muscles and brains of chickens. *Animal Science Journal*, 76(3), 249-254.
- Tomonaga, S., Kaneko, K., Kaji, Y., Kido, Y., Denbow, D. M., & Furuse, M. (2006). Dietary β -alanine enhances brain, but not muscle, carnosine and anserine concentrations in broilers. *Animal Science Journal*, 77(1), 79-86.
- Wang, F., Yin, Y., Wang, Q., Xie, J., Fu, C., Guo, H., Chen, J & Yin, Y. (2023). Effects of dietary β -alanine supplementation on growth performance, meat quality, carnosine content, amino acid composition and muscular antioxidant capacity in Chinese indigenous Ningxiang pig. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107(3), 878-886.
- Zapata-Sudo, G., Sudo, R. T., Lin, M., & Nelson, T. E. (2004). Calcium-sensitizing function for the dipeptide carnosine in skeletal muscle contractility. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 7(2), 81-92.
- Zhang, G. Q. 2008. *Nutritional regulation of dietary inosinic acid, β -alanine and histidine on meat quality in broilers*. Ph.D. Thesis, China Agricultural University. Beijing, China. (in Chinese).
- Zieba, R. (2007). Carnosine-biological activity and perspectives in pharmacotherapy. *Wiadomosci Lekarskie (Warsaw, Poland: 1960)*, 60(1-2), 73-79.
- Zlatkis, A., Zak, B., & Boyle, A. J. (1953). A new method for the direct determination of serum cholesterol. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 41(3), 486-492.