The University of Tehran Press

Iranian Journal of Animal Science

Online ISNN: 2008-4773

Homepage: http:// ijas.ut.ac.ir/

Effects of peptides derived from casein on performance, carcass characteristics and breast meat antioxidant property in broiler chicks

Rezieh Mokhtari[1], Mansour Rezaei[2]✉, Mohammad Kazemi Fard[3], Essa Dirandeh[4]

1. Department of Animal Science, College of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: m.mokhtari77@yahoo.com
2. Corresponding author, Department of Animal Science, College of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: mrezaei2000@yahoo.com
3. Department of Animal Science, College of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: mo.kazemifard@gmail.com
4. Department of Animal Science, College of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: dirandeh@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 25 July 2022

Received in revised form: 1 September 2022

Accepted: 19 September 2022

Published online: 23 September 2023

Keywords:

Antioxidant activity,

bioactive peptides,

bird,

feed consumption,

weight gain.

ABSTRACT

This research was conducted in order to investigate the effect of peptides extracted from casein on performance, carcass characteristics and antioxidant properties of breast meat on 350 male broiler chicks in a completely randomized design with 7 treatments, 5 replications and 10 birds in each replicate. Treatments included: 1) basic diet without additives (control), 2) basic diet + Avilamycin antibiotic and basic diet + levels of 200 to 1000 mg/kg peptide. The results showed that the use of peptides period had not significant effect on feed intake in any periods of the experiment. Effect of peptides on body weight gain and feed conversion ratio in starter period was not significant. In grower, treatments containing 600, 800 and 1000 and in finisher and whole periods use of 800 and 1000 mg peptides increased body weight gain in compared to control treatment (P<0.05). Adding peptides also improved feed conversion ratio in grower, finisher and whole periods of the experiment. Use of 600, 800 and 1000 mg peptides decreased abdominal fat and increased heart percentage (P<0.05). Small intestine, duodenum, jejunum and ileum percentage in treatments supplemented with peptides significantly reduced (P<0.05). Use of peptides derived from casein improved the antioxidant properties of chicken breast meat (P<0.05). In conclusion, the results of the present study showed that use of peptides derived from casein improved performance, decreased abdominal fat, small intestine percentages and increased breast meat stability in broiler chicks.

Cite this article: Mokhtari, R., Rezaei, M., Kazemi Fard, M., & Dirandeh, Essa. (2023). Effects of peptides derived from casein on performance, carcass characteristics and breast meat antioxidant property in broiler chicks. *Iranian Journal of Animal Science*, 54 (4), 367-378. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2022.346173.653900

© The Author(s). **Publisher:** The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2022.346173.653900

Extended Abstract

Introduction

In recent years, attention to use of new feed additives such as, bioactive peptides derived from animal or plant origin in poultry diets to enhance performance and meat stability is increasing. There is not published data about effect of bioactive peptides derived from milk casein on performance and meat stability in broiler chickens. Therefore, the present research aimed to investigate the effect of casein bioactive peptides on performance, carcass characteristics, and breast and thigh meat stability in broiler chickens.

Materials and Methods

In this experiment, the effects of different levels of casein bioactive peptides were investigated on performance, carcass characteristics and meat stability in 350 male broiler chicks, in a completely randomized design with seven treatments, five replicates and 10 chicks in each replicate. The experimental treatments were: basic diet without additives (control), basic diet + Avilamycin antibiotic and basic diet + levels of 200 to 1000 mg casein bioactive peptides in each kg of diet. During the experiments feed intake, body weight gain were measured in starter (1 to 10 days), grower (11 to 24 days), finisher (25 to 42 days) and whole period (1 to 42 days). Feed conversion ratio was calculated by feed intake divided to body weight gain in each period of the experiment. At 42 days of age two birds with body weight close to average body weight in each replicate were slaughtered and carcass, breast, thigh, abdominal fat, liver, heart, gizzard, spleen, bursa of fabricious, intestine weights were measured. Antioxidant activity in breast meat was measured by DDPH and FRAPS methods after 0 and 30 days storage at -18 centigrade degree. Data obtained from this experiment were analyzed as a completely randomized design by GLM procedure of SAS software. Comparison among means were performed by Duncan,s multiple range test at $P<0.05$.

Results and discussion

The results indicated that, use of different levels of casein bioactive peptides had not significant effect on weight gain and feed conversion ratio in the starter period, but it improved weight gain and feed conversion ratio in grower, finisher and whole periods of the experiment ($p<0.05$). Effect of casein bioactive peptides was not significant on feed in take in different periods of the experiment. Supplementation of casein peptides had not significant effect on carcass, breast, thigh, liver and spleen percentage. Use of 600, 800 and 1000 mg peptides in each kg of diet, decreased abdominal fat, increased heart and gizzard percentages ($P<0.05$). Small intestine, duodenum, jejunum and ileum percentages in treatments supplemented with casein peptides significantly reduced ($P<0.05$). Use of peptides significantly improved the antioxidant properties and stability in breast meat after one month storage at at -18 centigrade degree ($P<0.05$).

Conclusion

With regards to results of this study, it was concluded that, supplementation of casein bioactive peptides improved performance, breast meat stability and decreased abdominal fat percentage in broiler chickens.

Keywords: Casein bioactive peptides, chicks, performance, meat stability

نشریه علوم دامی ایران، دوره ۵۴، شماره ۴

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۷۹۴۹-۲۴۲۳

Homepage: http://ijas.ut.ac.ir//

تاثیر پپتیدهای استخراج شده از کازئین بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه و خاصیت آنتی اکسیدانی گوشت سینه جوجه‌های گوشتی

راضیه مختاری[۱] | منصور رضایی[۲]✉ | محمد کاظمی فرد[۳] | عیسی دیرنده[۴]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: m.mokhtari77@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: mrezaei2000@yahoo.com

۳. گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: mo.kazemifard@gmail.com

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

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:

افزایش وزن، پپتید زیست‌فعال، پرنده، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مصرف خوراک..

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر پپتیدهای حاصل از کازئین، بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه و خاصیت آنتی اکسیدانی گوشت سینه روی۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر در قالب طرح کاملا تصادفی با هفت تیمار، پنج تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: جیره پایه بدون افزودنی (شاهد)، جیره پایه + آنتی بیوتیک آویلامایسین و جیره پایه + سطوح ۲۰۰ ، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم پپتید بود. نتایج نشان داد که استفاده از پپتید تاثیر معنی دار بر مصرف خوراک جوجه ها در هیچ یک از دوره‌های پرورش نداشت. همچنین افزودن پپتید در دوره آغازین تاثیری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی نداشت. در دوره رشد، تیمارهای حاوی سطوح ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم پپتید و در دوره پایانی و کل دور پرورش نیز تیمارهای حاوی ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم پپتید افزایش وزن بیشتری نسبت به تیمار شاهد را نشان دادند. همچنین استفاده از پپتیدها در سطوح فوق سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره پرورش شد ($P<۰/۰۵$). استفاده از پپتید در سطوح ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم سبب کاهش درصد چربی محوطه شکمی و افزایش درصد قلب شد. درصد روده، دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم در تیمارهای حاوی پپتید نسبت به تیمار شاهد و تیمار حاوی آنتی‌بیوتیک کاهش یافت ($P<۰/۰۵$).همچنین استفاده از پپتیدهای حاصل از کازئین باعث بهبود خاصیت آنتی‌اکسیدانی گوشت سینه شد ($P<۰/۰۵$). به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از پپتیدهای استخراج شده از کازئین سبب بهبود عملکرد، کاهش درصد چربی محوطه شکمی، درصد روده و افزایش پایداری گوشت سینه جوجه‌های گوشتی شد.

استناد: مختاری، راضیه؛ رضایی، منصور؛ کاظمی فرد، محمد؛ و دیرنده، عیسی (۱۴۰۲). تاثیر پپتیدهای استخراج شده از کازئین بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه و خاصیت آنتی اکسیدانی گوشت سینه جوجه‌های گوشتی. *نشریه علوم دامی ایران*، ۵۴ (۴)، ۳۷۸-۳۶۷. DOI: http//doi.org/10.22059/IJAS.2022.346173.653900

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2022.346173.653900

مقدمه

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای مصرف گوشت مرغ، توجه به کیفیت و ترکیب شیمیایی لاشه گوشت اهمیت زیادی پیدا کرده است (Heydarian *et al.*, 2015). متخصصین تغذیه علاوه بر توجه به افزایش قابلیت عملکرد و تولید، درصدد هستند کیفیت گوشت را نیز از لحاظ طعم، رنگ، افزایش ماندگاری و ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی بهبود دهند (Dahal and Farran., 2011). علیرغم پیشرفت در تکنولوژی موادغذایی و مراقبت‌های پزشکی که در سال‌های اخیر صورت گرفته است هنوز هم مسمومیت‌های ناشی از غذا و نیز فساد موادغذایی در کشورهای در حال توسعه و پیشرفته، مشکلات عمده‌ای را برای سلامت انسان و اقتصاد ایجاد کرده است. خصوصیات کیفی گوشت در اثر فساد اکسیداتیو و باکتریایی در طول مدت نگهداری، کاهش می‌یابد. فساد و آلودگی میکروبی منجر به ازبین‌رفتن محصول و ایجاد خطرات جدی در سلامت غذایی مصرف کنندگان، و فساد اکسیداتیو باعث تغییرات نامطبوع در طعم، ایجاد بوی نامطبوع، تغییر در ساختار مواد مغذی و کاهش ارزش تغذیه‌ای گوشت می‌شود (Heydarian *et al.*, 2015). اکسیداسیون لیپیدها یکی از دلایل کاهش کیفیت گوشت در طی دوره نگهداری است (AOAC., 1990). وجود رادیکال‌های آزاد باعث تشکیل آلدئیدها شده که این ترکیبات سبب توسعه فساد چربی و تغییر رنگ گوشت می‌شوند. استفاده از نگهدارنده‌های ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدان‌ها یکی از مهمترین روش‌های جلوگیری از فساد اکسیداتیو و باکتریایی گوشت و محصولات گوشتی محسوب می‌شوند. بدین منظور ترکیبات نگهدارنده سنتزی و آنتی‌اکسیدان‌ها سال‌هاست که برای کنترل فساد موادغذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Botsoglou *et al.*, 2003). با اثبات اثرات زیان‌بار نگهدارنده‌های سنتزی بر سلامت انسان، توجه محققین به سمت استفاده از افزودنی‌های طبیعی جلب شده است (Shahidi and Zhong., 2015). پپتیدهای تولیدشده از هیدرولیز پروتئین‌های حیوانی و گیاهی نتایج مطلوبی را بر سلامت روده، عملکرد تولید و رشد از خود نشان داده‌اند (McCalla *et al.*, 2008). با توجه به افزایش شیوع بیماری‌های طیور و خسارات وارده به این صنعت به‌دلیل بیماری‌ها، استفاده از راهکارهایی که سبب افزایش کارایی سیستم ایمنی علاوه بر بهبود کیفیت و خصوصیات لاشه شود ضروری به نظر می‌رسد. لازم به ذکر می‌باشد تا به حال پژوهشی در مورد استفاده از پپتیدهای کازئین در جوجه‌های گوشتی انجام نشده است. انتظار می‌رود با انجام این پژوهش فهم بیشتری در مورد مکانیسم تأثیر پپتیدهای فوق در جوجه‌های گوشتی حاصل شود تا در برنامه‌های آتی پرورشی و تغذیه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش به منظور استخراج پپتید از کازئین با روش هیدرولیز آنزیمی با استفاده از آنزیم تریپسین و بررسی تاثیر آن‌ها بر عملکرد، خصوصیات لاشه و خاصیت آنتی اکسیدانی گوشت سینه جوجه‌های گوشتی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

استخراج پپتید از کازئین

استخراج پپتید به روش هیدرولیز آنزیمی در آزمایشگاه تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد کازئین را در غلظت (وزنی _ حجمی) ۵ درصد در بافر فسفات ۰/۲ مولار (pH= ۷/۴) حل نموده، سپس محلول اولیه آنزیم الکالاز در بافر فوق و در نسبت آنزیم به پروتئین سوبسترا (وزنی – وزنی) ۳–۰/۵ درصد به محلول حاوی کازئین برای مدت ۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد افزوده شد. برای غیرفعال کردن فعالیت آنزیم، محیط واکنش در حمام آب ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت. محلول تا درجه حرارت محیط خنک و در ۸۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس مایع حاصل در دمای ۲۰– درجه سلسیوس منجمد و در نهایت برای تولید پودر پپتید کازئین، مایع منجمد شده توسط دستگاه خشک کن تصعیدی خشک شده و تا زمان استفاده در دمای ۲۰– درجه سلسیوس نگهداری شد (Chen *et al.*, 2011).

تیمارهای آزمایشی

برای بررسی تاثیر پپتیدهای حاصل از کازئین آزمایشی با تعداد ۳۵۰ قطعه جوجه یک روزه نر سویه تجاری راس ۳۰۸ با هفت تیمار، پنج تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱) جیره پایه بدون افزودنی (شاهد)، ۲) جیره

پایه + آنتی بیوتیک (۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آویلامایسین)، ۳) جیره پایه + ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم پپتیدهای زیست فعال حاصل از کازئین (CBP)، ۴) جیره پایه + ۴۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم پپتید حاصل از کازئین، ۵) جیره پایه + ۶۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم پپتید حاصل از کازئین، ۶) جیره پایه + ۸۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم پپتید حاصل از کازئین و ۷) جیره پایه + ۱۰۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم پپتید حاصل از کازئین بود. جیره پایه بر اساس نرم افزار جیره نویسی UFFDA مطابق با احتیاجات موادمغذی سویه راس ۳۰۸ تهیه و به طور آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت (جدول یک). لازم به ذکر است که در جیره‌های مراحل آغازین، رشد و پایانی، متناسب با سطح انرژی درنظرگرفته شده در این تحقیق، سطح سایر مواد مغذی در جیره‌ها متعادل گردید. درجه حرارت، رطوبت نسبی سالن پرورش و برنامه روشنایی بر اساس راهنمای جوجه‌های گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ انجام شد. مصرف خوراک و افزایش وزن جوجه‌ها در دوره های آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)، پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره آزمایش (۱ تا ۴۲ روزگی) محاسبه شد. ضریب تبدیل غذایی از تقسیم مصرف خوراک بر افزایش وزن در دوره های فوق محاسبه شد. تلفات به صورت روزانه ثبت، توزین و در تصحیح ضریب تبدیل غذایی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول۱. مواد متشکله و ترکیب شیمیایی جیره غذایی شاهد در دوره های مختلف پرورش (٪)

اجزای خوراکی (٪)	آغازین (۱۰-۱ روزگی)	رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)
ذرت	۵۰/۳۵	۵۴/۶۴	۵۴/۶۳
کنجاله سویا	۳۶/۰۰	۳۴/۷۵	۳۶/۹۶
کنجاله گلوتن ذرت	۸/۰۳	۴/۰۰	–
روغن سویا	۱/۰۳	۲/۵۹	۴/۹۶
پودر صدف	۱/۲۱	۱/۰۹	۰/۹۸
دی کلسیم فسفات	۱/۸۸	۱/۶۷	۱/۴۸
نمک	۰/۴۲	۰/۲۵	۰/۲۳
دی-ال متیونین	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۳
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۰۳
ال-ترئونین	۰/۰۳	۰/۰۳	–
بیکربنات سدیم	–	۰/۲۰	۰/۲۰
مکمل ویتامینه[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیبات محاسبه شده			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلو گرم)	۲۹۰۰	۳۰۰۰	۳۱۰۰
پروتئین خام (٪)	۲۲/۲۴	۲۰/۸۱	۱۸/۹۰
کلسیم (٪)	۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۷۶
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۳۸
متیونین (٪)	۰/۵۴	۰/۴۹	۰/۴۶
متیونین + سیستین (٪)	۱/۰۴	۰/۹۶	۰/۸۸
لیزین (٪)	۱/۳۹	۱/۲۵	۱/۱۲
ترئونین	۰/۹۴	۰/۸۲	۰/۷۶

[1]هر کیلوگرم ویتامینه دارای ترکیبات زیر بود: ۱۰۰۰۰واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۵ واحد ویتامین E، ۲ میلی‌گرم B_1، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B2، ۳ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲ میلی‌گرم ویتامین k، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، ۲۵۰ میلی‌گرم کولین کلراید و ۱ میلی‌گرم اسیدفولیک.

1Casein bioactive peptides

[۲]هر کیلوگرم مکمل معدنی دارای ترکیبات زیر بود: ۱۰۰ میلی گرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۱۰ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرم ید، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم، ۸۵ میلی‌گرم روی.

ویژگی‌های لاشه

در سن ۴۲ روزگی، دو قطعه جوجه با میانگین وزنی نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوط انتخاب، توزین و کشتار شدند. ویژگی‌های لاشه شامل وزن لاشه، سینه، ران‌ها، چربی محوطه شکمی، قلب، کبد، سنگدان، طحال، بورس و روده باریک (دئودنوم، ژئوژنوم، ایلئوم) و سکوم اندازه‌گیری و بر اساس درصدی از وزن بدن گزارش شد.

اندازه‌گیری خاصیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری خاصیت آنتی‌اکسیدانی گوشت سینه جوجه‌های گوشتی با دو روش ferric reducing antioxidant (FRAP) power و 2, 2′-diphenyl-1picrylhydrazyl (DPPH) با روش Hwang *et al* (2013) انجام شد. بدین منظور محلول ۰/۲۵ میلی مولار DPPH در متانول تهیه شد. ۱۰۰ میکرولیتر نمونه یک درصد به همراه ۱۰۰ میکرولیتر DPPH با هم ترکیب شدند. سپس محلول در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در تاریکی به مدت نیم ساعت استراحت داده شد و جذب مخلوط نمونه در طول موج ۵۱۷ نانومتر ثبت گردید.

درصد فعالیت مهاری DPPH هیدرولیز پروتئین کازئین با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{مهار رادیکال‌های آزاد DPPH} = \frac{\text{جذب نمونه} - \text{جذب DPPH}}{\text{جذب DPPH}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری FRAP در گوشت جوجه‌های گوشتی با استفاده از تکنیک توضیح داده شده توسط Oyaizu (1986) صورت گرفت. یک نمونه گوشت هموژن به مقدار ۲۰۰ میکرولیتر به ۵۰۰ میکرولیتر بافر فسفات سدیم ۰/۲ مولار (pH = ۶/۶) اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد. سپس مخلوط نمونه در دور ۲۲۰۰ پس از افزودن ۲/۵ میلی لیتر اسید تری کلرواستیک ۱۰ درصد، ۱۰۰ میکرولیتر محلول کلرید آهن (۰/۱٪) و ۵۰۰ میکرولیتر آب مقطر به آن، سانتریفیوژ گردید. محلول رویی جدا و جذب اسپکتروفتومتری نمونه در طول موج ۷۰۰ نانومتر برآورد شد.

آنالیز داده‌های آماری

داده‌های آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، پنج تکرار و ۱۰ قطعه جوجه نر گوشتی در هرتکرار با استفاده از نرم افزار آماری SAS (2004) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه دانکن (1955) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد. مدل آماری طرح مورد استفاده به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} ارزش هر مشاهده ، T_i اثر تیمار، μ میانگین جامعه و e_{ij} خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف گنجاندن پپتیدهای استخراج شده از کازئین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین (۱۰-۱ روز)، رشد (۲۸-۱۱ روز) و پایانی(۴۲-۲۹ روز) در جدول ۲ ارایه شده است. نتایج نشان داد افزودن پپتید در دوره آغازین تاثیر معنی‌داری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی نداشت. در دوره رشد، تیمارهای حاوی سطوح ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم

پپتید و در دوره پایانی و کل دور پرورش نیز تیمارهای حاوی ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم پپتید افزایش وزن بیشتری نسبت به تیمار شاهد را نشان دادند. همچنین استفاده از پپتید در سطوح فوق سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره پرورش شد (P<۰/۰۵). اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک جوجه ها در دوره های مختلف و کل دوره پرورش معنی‌داری نبود.

جدول ۲. تاثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد جوجه های گوشتی

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SEM[1]	P-value
افزایش وزن بدن (گرم)									
۱۰-۱ روزگی	۲۲۴/۵۰	۲۲۳/۸۰	۲۲۴/۷۰	۲۳۰/۴۰	۲۴۸/۲۰	۲۴۹/۸۰	۲۵۶/۸۰	۱۱/۰۶	۰/۱۷
۲۴-۱۱ روزگی	۷۲۴/۷۰ ^{c}	۷۳۸/۸۰^{bc}	۷۶۰/۹۰^{bc}	۷۸۵/۵۰^{abc}	۸۰۵/۹۰ ^{ab}	۸۰۶/۶۰^{ab}	۸۵۶/۵۰^{a}	۲۳/۴۸	۰/۰۰۷
۴۲-۲۵ روزگی	۱۰۱۹/۸۰^{c}	۱۰۵۳/۵۰^{c}	۱۱۱۴/۷۰^{bc}	۱۱۴۲/۸۰^{bc}	۱۱۷۴/۳۰^{bc}	۱۲۷۵/۱۰^{ab}	۱۳۶۸/۹۰^{a}	۶۲/۸۲	۰/۰۰۶
۴۲-۱ روزگی	۲۰۲۲/۰۰^{c}	۲۱۳۳/۱۰^{bc}	۲۱۵۱/۷۰^{bc}	۲۱۸۴/۵۰^{bc}	۲۱۹۶/۱۰^{b}	۲۲۳۸/۴۰^{ab}	۲۳۷۹/۶۰^{a}	۶۰/۲۱	۰/۰۰۸
مصرف خوراک (گرم)									
۱۰-۱ روزگی	۲۲۶/۰۵	۲۲۶/۰۸	۲۳۰/۷۰	۲۳۷/۴۰	۲۵۳/۲۰	۲۵۳/۶۰	۲۶۰/۸۰	۱۰/۹۱	۰/۱۵
۲۴-۱۱ روزگی	۱۰۲۴/۵۰	۱۰۲۴/۸۰	۱۰۲۴/۷۰	۱۰۵۱/۲۰	۱۰۵۱/۰۶	۱۰۵۸/۰۸	۱۰۵۳/۴۰	۱۰/۹۱	۰/۱۵
۴۲-۲۵ روزگی	۲۵۳۲/۵۰	۲۵۳۲/۸۰	۲۵۳۶/۷۰	۲۵۴۳/۴۰	۲۵۵۹/۲۰	۲۵۵۹/۰۶	۲۵۶۶/۰۸	۱۰/۹۱	۰/۱۵
۴۲-۱ روزگی	۳۷۸۳/۵۰	۳۷۸۴/۴۰	۳۷۹۶/۱۰	۳۸۱۶/۲۰	۳۸۶۳/۰۶	۳۸۶۴/۸۰	۳۸۸۶/۴۰	۳۲/۷۳	۰/۱۵
ضریب تبدیل غذایی(گرم: گرم))									
۱۰-۱ روزگی	۱/۰۸	۱/۰۵	۱/۰۱	۱/۰۱	۱/۰۱	۱/۰۱	۰/۹۷	۰/۰۵	۰/۸۷
۲۴-۱۱ روزگی	۱/۴۲^{a}	۱/۳۹^{ab}	۱/۳۸^{ab}	۱/۵۱^{abc}	۱/۳۰^{abc}	۱/۲۸^{c}	۱/۲۵^{c}	۰/۰۳	۰/۰۱
۴۲-۲۵ روزگی	۲/۵۳^{a}	۲/۴۱^{ab}	۲/۳۳^{ab}	۲/۳۰^{ab}	۲/۱۶^{abc}	۲/۰۱^{bc}	۱/۸۸^{c}	۰/۱۲	۰/۰۱
۴۲-۱ روزگی	۱/۸۹^{a}	۱/۸۲^{ab}	۱/۷۸^{ab}	۱/۷۷^{ab}	۱/۷۳^{bc}	۱/۶۹^{bc}	۱/۶۲^{c}	۰/۰۴	۰/۰۱

T_1: تیمار شاهد، T_2: شاهد + ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم آنتی‌بیوتیک آویلامایسین، T_3: شاهد + ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_4: شاهد + ۴۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_5: شاهد + ۶۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_6: شاهد + ۸۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_7: شاهد + ۱۰۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید.

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی داری است (P<۰/۰۵).

[1] خطای استاندارد میانگین

در مطالعه‌ای افزودن پپتیدهای ضدمیکروب[1] به جیره غذایی سبب افزایش وزن و رشد در جوجه‌های گوشتی شد (Wang *et al*., 2022) Abdollahi *et al* (2018) گزارش کرد که مکمل‌نمودن سطوح مختلف پپتیدهای زیست‌فعال استخراج شده از سویا[2] هیچ تاثیری بر افزایش وزن و مصرف خوراک جوجه های گوشتی نداشت، اما ضریب تبدیل‌غذایی در دوره آغازین و کل دوره آزمایشی را بهبود داد. همچنین Abdollahi *et al* (2017) نشان داد افزودن ۵۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پپتیدهای

1. Antimicrobial peptides Gal-13
2. Soybean bioactive peptide

زیست‌فعال استخراج شده از سویا در جیره جوجه‌های گوشتی (سن ۱ تا ۲۱ روزگی) منجر به کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل‌غذایی در مقایسه با تیمار شاهد (بدون افزودن پپتید) شد. گزارش شد که افزودن ۲۵ گرم در کیلوگرم مخاط هیدرولیز شده خوک، به عنوان یک منبع پپتیدی در جیره، افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل‌غذایی جوجه‌های گوشتی، بویژه در هفت روز اول پرورش، را به‌همراه داشت (Frikha *et al*, 2011). در مطالعه بعدی توسط محققین فوق در سال۲۰۱۴ گزارش شد که افزودن مخاط هیدرولیز شده خوک به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش عملکرد رشد در دوره آغازین و رشد شد و اثرات فوق در ۱۴ روز اول پرورش بارزتر بود. در تحقیق دیگری گزارش شد که افزودن پپتیدهای زیست فعال کنجاله سویا به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش

وزن و افزایش مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی شد (Mateos *et al*., 2014). کارایی بهتر در استفاده از مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با پپتیدهای زیست‌فعال ممکن است به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی باشد (Feng *et al*., 2007; Karimzadeh *et al*., 2016) و همچنین افزایش ظرفیت جذب روده به علت افزایش ارتفاع پرز روده باشد (Abdollahi *et al*., 2017). پپتیدهای زیست‌فعال، بدون اینکه هیدرولیز شوند از طریق جریان خون در سلول‌های روده جذب و نقش تنظیمی خود را در سطح روده اعمال نموده و از طریق پیام‌های ارسال شده به مغز، اثرات فوق به سیستم ایمنی و غدد

درون ریز انتقال یافته که می تواند اثرات مثبتی بر عملکرد کل بدن داشته باشد (Hou *et al*., 2017; Abdollahi *et al*., 2017). نتایج حاصل از بررسی سطوح متفاوت پپتیدهای استخراج شده از کازئین بر درصد اجزای لاشه در سن ۴۲ روزگی (جدول ۳) نشان داد استفاده از پپتید در سطوح ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم سبب کاهش درصد چربی محوطه شکمی و افزایش درصد قلب شد. همچنین درصد سنگدان در تیمار حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم پپتید نسبت به تیمار شاهد و تیمار حاوی آنتی‌بیوتیک افزایش معنی داری را نشان داد($P<۰/۰۵$).درصد روده، دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم در تیمارهای حاوی پپتید نسبت به تیمار شاهد و تیمار حاوی آنتی‌بیوتیک کاهش یافت ($P<۰/۰۵$).. Abdollahi *et al* (2017) با بررسی سطوح مختلف پپتیدهای حاصل از سویا در جوجه‌های گوشتی تاثیری بر وزن نسبی طحال، بورس فابریسیوس، پانکراس، کبد، سنگدان، چربی محوطه بطنی، دئودنوم و ایلئوم مشاهده نکردند. در چندین آزمایش، تأثیرات مثبت پپتیدهای زیست فعال بر توسعه و افزایش وزن روده جوجه‌ها گزارش شده است (Bao *et al*., 2009; Liu *et al*., 2008). در مقابل گزارش شده است عملکرد لاشه جوجه‌های گوشتی، درصد کبد، پانکراس، روده کوچک، قلب و طحال تحت تاثیر پپتیدهای استخراج شده از دانه‌های کتان قرار نگرفت و همچنین وزن روده باریک کاهش یافت (Landy *et al*., 2021). نتایج فوق ممکن است به دلیل محدودیت رشد و کاهش جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا و غیر بیماری‌زا و در نتیجه کاهش عفونت‌های دستگاه گوارش باشد. مشابه آنتی بیوتیک-ها، پپتیدهای زیست فعال نیز دارای اثرات ضد میکروبی هستند (Bevins and Salzman., 2011). نتایج بررسی سطوح مختلف پپتیدهای زیست فعال کازئین بر خاصیت آنتی اکسیدانی گوشت سینه جوجه‌های گوشتی با دو روش DPPH و FRAP در جدول ۴ نشان داده شده است. مکمل نمودن پپتیدها در جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود FRAP و DPPH گوشت سینه جوجه‌های گوشتی شد ($P<۰/۰۵$). DPPH و FRAP در تمام گروه‌های تیمار شده در طول مدت نگهداری به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت. بالاترین مقدار FRAP (۵۹۳/۲ میکرومول/گرم Fe^{+2} گوشت) و DPPH (۸۷/۶ درصد) در تیمار هفت (تیمار حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پپتید) و روز صفر و کمترین مقدار (به ترتیب ۴۳۸ میکرومول/گرم Fe^{+2} گوشت) و ۵۵/۴ درصد) در تیمار یک (تیمار شاهد) پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد مشاهده شد.

جدول ۳. تاثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های لاشه (٪ لاشه) و وزن اندام‌ها (% وزن بدن) جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SEM[1]	P-value
لاشه	۷۳/۱۲	۷۳/۳۵	۷۴/۳	۷۶/۵۹	۸۰/۱۵	۸۰/۳۸	۸۴/۳۰	۲/۲۹	۰/۱۵
کبد	۲/۷۳	۲/۵۳	۲/۳۵	۲/۳۵	۲/۳۳	۲/۲۸	۲/۲۳	۰/۰۸	۰/۱۰
قلب	۰/۶۸^{a}	۰/۶۸^{a}	۰/۶۷^{a}	۰/۶۴^{ab}	۰/۵۹^{bc}	۰/۵۸^{bc}	۰/۵۴^{c}	۰/۰۱	۰/۰۰۰۶
طحال	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۰۰۶	۰/۱۲
چربی محوطه بطنی	۲/۶۰^{a}	۲/۴۷^{ab}	۲/۳۲^{abc}	۲/۲۸^{abc}	۲/۰۱^{abc}	۱/۹۲^{dc}	۱/۶۶^{d}	۰/۱۱	۰/۰۰۶
سنگدان	۱/۱۵^{b}	۱/۱۷^{b}	۱/۲۲^{b}	۱/۳۱^{ab}	۱/۳۲^{ab}	۱/۳۵^{ab}	۱/۴۵^{a}	۰/۰۴	۰/۰۴
ران	۲۸/۲۴	۲۸/۷۳	۲۹/۷۹	۳۰/۵۸	۳۰/۶۲	۳۱/۸۲	۳۰/۹۲	۰/۷۰	۰/۳۵
سینه	۳۴/۹۳	۳۵/۳۲	۳۵/۶۵	۳۶/۲۲	۳۶/۲۷	۳۷/۲۳	۳۷/۳۷	۳/۹۷	۰/۸۴
روده کوچک	۵/۵۱^{d}	۵/۹۵^{cd}	۶/۰۱^{cd}	۶/۱۰^{cd}	۶/۴۲^{bc}	۷/۰۳^{b}	۷/۸۶^{a}	۰/۱۵	<۰/۰۰۰۱
دئودنوم	۱/۵۳^{a}	۱/۴۰^{ab}	۱/۳۹^{ab}	۱/۳۸^{b}	۱/۳۵^{b}	۱/۲۹^{b}	۱/۲۷^{b}	۰/۰۳	۰/۰۱
ژژنوم	۳/۹۲^{a}	۳/۵۶^{b}	۳/۵۱^{b}	۳/۴۴^{bc}	۳/۴۲^{bc}	۳/۲۴^{bc}	۳/۱۶^{c}	۰/۰۷	۰/۰۰۰۵
ایلئوم	۴/۴۲^{a}	۳/۹۳^{b}	۳/۸۰^{b}	۳/۷۷^{b}	۳/۷۴^{b}	۳/۶۵^{b}	۳/۶۳^{b}	۰/۰۷	۰/۰۰۰۵
سکوم	۱/۰۵	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۱	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۰۳	۰/۸۰
بورس فابریسیوس	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۳۲

T_1: تیمار شاهد، T_2: شاهد + ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم آنتی‌بیوتیک آویلامایسین، T_3: شاهد + ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_4: شاهد + ۴۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_5: شاهد + ۶۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_6: شاهد + ۸۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_7: شاهد + ۱۰۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید.
حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی داری است (P<۰/۰۵).
[1]خطای استاندارد میانگین

جدول ۴. تاثیر تیمارهای آزمایشی بر FRAP و DPPH گوشت سینه جوجه‌های گوشتی نگهداری شده در دمای ۱۸- سلسیوس به مدت ۳۰ روز

دوره نگهداری (روز)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
				DPPH (%)			
صفر	۵۶±۰/۰۵^{r}	۶۵/۸±۰/۰۵^{q}	۷۴/۵±۰/۰۵^{p}	۷۸/۳±۰/۰۳^{k}	۸۲/۱±۰/۰۴^{fg}	۸۴/۲±۰/۰۴^{bc}	۸۷/۶±۰/۰۵^{a}
۳۰	۵۵/۴±۰/۰۴^{r}	۶۵/۳±۰/۰۷^{q}	۷۴/۱±۰/۰۵^{pq}	۷۷/۲±۰/۰۵^{kl}	۸۰/۳±۰/۰۴^{gi}	۸۳/۵±۰/۰۴^{de}	۸۷/۱±۰/۰۴^{ab}
				FRAP (µmol/Fe2+·g meat)			
صفر	۴۴۱±۱/۵^{g}	۵۵۰±۰/۵^{f}	۵۶۱±۱^{ef}	۵۶۱±۱^{ef}	۵۷۴/۶۵±۰/۵^{cd}	۵۸۱/۵±۱/۵^{b}	۵۹۳/۲±۱^{a}
۳۰	۴۳۸±۱^{kl}	۵۴۴±۱^{gk}	۵۶۲±/۰۵^{hi}۰	۵۶۲±۱^{hi}	۵۷۲±۱^{c}	۵۷۹±۰/۰۵^{bc}	۵۸۹/۳±۰/۰۵^{ab}

T_1: تیمار شاهد، T_2: شاهد + ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم آنتی‌بیوتیک آویلامایسین، T_3: شاهد + ۲۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_4: شاهد + ۴۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_5: شاهد + ۶۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_6: شاهد + ۸۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید، T_7: شاهد + ۱۰۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم پپتید.
حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی داری است (P<۰/۰۵).

غیر فعال شدن رادیکال‌های آزاد تولید شده در ماهیچه‌ها و افزایش ثبات اکسیداسیون گوشت با افزودن پپتیدهای فعال زیستی در خوراک جوجه‌های گوشتی باعث بهبود محتوای آنتی اکسیدانی ماهیچه‌ها، افزایش ماندگاری و حفظ ثبات چربی و کیفیت گوشت می‌شود. پپتیدهای زیست فعال، رادیکال‌های آزاد را غیرفعال نموده و از آسیب گونه‌های فعال اکسیژن در سیستم‌های بیولوژیکی جلوگیری می‌کند (Kim et al., 2001). فعالیت مهارکنندگی بالاتر DPPH نشان دهنده محتوای آنتی اکسیدانی بالاتر موجود در گوشت جوجه‌های گوشتی است که پتانسیل اهدای پروتون برای تشکیل ترکیب پایدار DPPH را دارا بوده و در نتیجه باعث از بین‌رفتن رادیکال‌های آزاد می‌شود (Prior et al., 2005). این یافته‌ها با یافته‌های مشاهده شده توسط Yasin و همکاران (2012) مطابقت دارد. Easssawy (2016) و همکاران همچنین پتانسیل حذف DPPH در گوشت سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با دانه کینوا را گزارش کردند. آنتی اکسیدان‌های موجود در ماهیچه‌های جوجه‌های گوشتی سبب احیای یون آهن (Fe+3) به یون آهن (Fe+2) می‌شود. پتانسیل بیشتر کیلات فلزی نیز نشان دهنده مهار آسیب بافتی ناشی از اکسیداسیون در بدن می‌باشد. مقادیر بالاتر FRAP در گوشت جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با پپتیدهای زیست فعال به‌دلیل داشتن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مواد مورد استفاده در جیره جوجه‌های گوشتی می‌باشد. یافته‌های فعلی با نتایج بدست آمده از مطالعات قبلی قابل مقایسه بود (Banerjee *et al*., 2012). علاوه بر این، (2005). Amarowicz و همکاران ارتباط مستقیم بین FRAP و فعالیت آنتی اکسیدانی را به علت حذف رادیکال‌های آزاد و قطع واکنش‌های زنجیره‌ای اکسیداسیون ذکر کردند. تأثیر دانه کتان و آلفا توکوفرول استات بر FRAP عضله پای جوجه های گوشتی مشخص شده و تأثیر قابل توجه غنی سازی جیره غذایی از طریق آنتی اکسیدان‌های طبیعی توسط Parveen و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شد. همچنین نشان داده شد که استفاده از پپتیدهای زیست فعال در جیره در بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت سینه جوجه‌های گوشتی موثر می‌باشد (Fasseas *et al*., 2008).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، استفاده از پپتیدهای استخراج شده از کازئین در جیره جوجه های گوشتی سبب بهبود عملکرد، کاهش درصد چربی محوطه شکمی، درصد روده و بهبود پایداری گوشت سینه شد.

REFERENCES

Abdollahi, M. R., Zaefarian, F., Gu, Y., Xiao, W., Jia, J., & Ravindran, V. (2017). Influence of soybean bioactive peptides on growth performance, nutrient utilisation, digestive tract development and intestinal histology in broilers. *Journal of Applied Animal Nutrition*, *5*.1-7.

Abdollahi, M. R., Zaefarian, F., Gu, Y., Xiao, W., Jia, J., & Ravindran, V. (2018). Influence of soybean bioactive peptides on performance, foot pad lesions and carcass characteristics in broilers. *Journal of Applied Animal Nutrition*, *6*.

Amarowicz, R., Troszynska, A., & Shahidi, F. (2005). Antioxidant activity of almond seed extract and its fractions. *Journal of food lipids*, *12*(4), 344-358.

AOAC, Official Methods of Analysis, 15th edn Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1990.

Banerjee, R., Verma, A. K., Das, A. K., Rajkumar, V., Shewalkar, A. A., & Narkhede, H. P. (2012). Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat science*, *91*(2), 179-184.

Bao, H., She, R., Liu, T., Zhang, Y., Peng, K. S., Luo, D., & Zhai, L. (2009). Effects of pig antibacterial peptides on growth performance and intestine mucosal immune of broiler chickens. *Poultry science*, *88*(2), 291-297.

Bevins, C. L., & Salzman, N. H. (2011). Paneth cells, antimicrobial peptides and maintenance of intestinal homeostasis. *Nature Reviews Microbiology*, *9*(5), 356-368.

Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Florou-Paneri, P., Christaki, E., & Spais, A. B. (2003). Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α-tocopheryl acetate supplementation. *Food research international*, *36*(3), 207-213.

Chen, L., Chen, J., Ren, J., & Zhao, M. (2011). Modifications of soy protein isolates using combined extrusion pre-treatment and controlled enzymatic hydrolysis for improved emulsifying properties. *Food Hydrocolloids*, 25(5), 887-897.

Dahal, I. M., & Farran, M. T. (2011). Effect of dried medicinal crops on the performance and carcase flavour of broilers. *International Journal of Poultry Science*, *10*(2), 152-156.

Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F test. Biometrics, 11: 1-42.

Easssawy, M. M. T., Abdel-Moneim, M. A., & El-Chaghaby, G. A. (2016). The use of quinoa seeds extract as a natural antioxidant in broilers' diets and its effect on chickens' performance and meat quality. *Journal of Animal and Poultry Production*, *7*(5), 173-180.

Frikha, M., Mirzaie, S., Irandoust, H., Mohiti-Asli, M., Chetrit, C., & Gonzalez Mateos, G. (2011). Growth response of broilers to lysine levels and hydrolyzed porcine digestive mucosa (Palbio) inclusion in diet from 1 to 21 d of age.

Frikha, M., Mohiti-Asli, M., Chetrit, C., & Mateos, G. G. (2014). Hydrolyzed porcine mucosa in broiler diets: effects on growth performance, nutrient retention, and histomorphology of the small intestine. Poultry science, 93(2), 400-411.

Fasseas, M. K., Mountzouris, K. C., Tarantilis, P. A., Polissiou, M., & Zervas, G. (2008). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food chemistry*, *106*(3), 1188-1194.

Feng, J., Liu, X., Xu, Z. R., Wang, Y. Z., & Liu, J. X. (2007). Effects of fermented soybean meal on digestive enzyme activities and intestinal morphology in broilers. *Poultry science*, *86*(6), 1149-1154.

Gardner, M. L., & Wood, D. (1989). Transport of peptides across the gastrointestinal tract. *Biochemical Society Transactions*, *17*(5), 934-937

Heydarian, M. T., Jebelli Javan, A., & Jokar, M. (2015). Antimicrobial and antioxidant effects of rosemary extract on quality and shelf life of raw chicken during refrigerated storage. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, *4*(2), 131-142.

Hou, Y., Wu, Z., Dai, Z., Wang, G., & Wu, G. (2017). Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *8*(1), 1-13.

Hwang, K. E., Choi, Y. S., Choi, S. M., Kim, H. W., Choi, J. H., Lee, M. A., & Kim, C. J. (2013). Antioxidant action of ganghwayakssuk (Artemisia princeps Pamp.) in combination with ascorbic acid to increase the shelf life in raw and deep fried chicken nuggets. *Meat Science*, *95*(3), 593-602.

Karimzadeh, S., Rezaei, M., & Teimouri Yansari, A. T. (2016). Effects of canola bioactive peptides on performance, digestive enzyme activities, nutrient digestibility, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 4(1), 27-36.

Kim, S. K., Kim, Y. T., Byun, H. G., Nam, K. S., Joo, D. S., & Shahidi, F. (2001). Isolation and characterization of antioxidative peptides from gelatin hydrolysate of Alaska pollack skin. *Journal of agricultural and food chemistry*, *49*(4), 1984-1989.

Landy, N., Kheiri, F., & Faghani, M. (2021). Effects of periodical application of bioactive peptides derived from cottonseed on performance, immunity and total antioxidant activity of serum and intestinal development of broilers. *Animal Nutrition*, 7(1), 134-141.

Liu, T., She, R., Wang, K., Bao, H., Zhang, Y., Luo, D., & Peng, K. (2008). Effects of rabbit sacculus rotundus antimicrobial peptides on the intestinal mucosal immunity in chickens. *Poultry science*, *87*(2), 250-254.

McCalla, J., Waugh, T., & Lohry, E. (2008). Protein hydrolysates/peptides in animal nutrition. *Protein hydrolysates in biotechnology*, 179-190.

Mateos, G. G., Mohiti-Asli, M., Borda, E., Mirzaie, S., & Frikha, M. (2014). Effect of inclusion of

porcine mucosa hydrolysate in diets varying in lysine content on growth performance and ileal histomorphology of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 187, 53-60.

Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr*, 44:307-315.

Parveen, R., Khan, M. I., Anjum, F. M., & Sheikh, M. A. (2015). Antioxidant potential and storage stability of broiler leg meat fed on extruded flaxseed and α-tocopherol acetate. *Pak J Life Soc Sci*, *13*, 170-176.

Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(10), 4290-4302.

SAS (Statistical Analysis System), (2004). SAS/STAT user's guide: statistics. Version 9.2. Ed. SAS institute. Inc Cary, Nc. USA.

Shahidi, F., & Zhong, Y. (2015). Measurement of antioxidant activity. *Journal of functional foods*, 18, 757-781. Wang, Y., Li, J., Dai, X., Wang, Z., Ni, X., Zeng, D. & Pan, K. (2022). Effects of antimicrobial peptides Gal-13 on the growth performance, intestinal microbiota, digestive enzyme activities, intestinal morphology, antioxidative activities, and immunity of broilers. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 1-12.

Wang, Y., Li, J., Dai, X., Wang, Z., Ni, X., Zeng, D., & Pan, K. (2022). Effects of Antimicrobial Peptides Gal-13 on the Growth Performance, Intestinal Microbiota, Digestive Enzyme Activities, Intestinal Morphology, Antioxidative Activities, and Immunity of Broilers. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 1-12.

Yasin, M., Asghar, A., Anjum, F. M., Butt, M. S., Khan, M. I., Arshad, M. S. & Shibamoto, T. (2012). Oxidative stability enhancement of broiler bird meats with α-lipoic acid and α-tocopherol acetate supplemented feed. *Food Chemistry*, *131*(3), 768-773.